



ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА (23.05 – 24.05.2013)

Материалы
73 Международной
научно-практической конференции

ДНЕПРОПЕТРОВСК
2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА
ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «УКРТРАНСАКАД»»

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
73 Міжнародної науково-практичної конференції
«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
73 Международной научно-практической конференции
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

ABSTRACTS
of the 73 International Scientific & Practical Conference
«THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF RAILWAY TRANSPORT
DEVELOPMENT»

23.05 – 24.05.2013

Днепропетровск
2013

УДК 656.2

Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 73 Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 23-24 мая 2013 г.) – Д.: ДИИТ, 2013. – 360 с.

В сборнике представлены тезисы докладов 73 Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта», которая состоялась 23-24 мая 2013 г. в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. Рассмотрены вопросы, посвященные решению задач, стоящих перед железнодорожной отраслью на современном этапе.

Сборник предназначен для научно-технических работников железных дорог, предприятий транспорта, преподавателей высших учебных заведений, докторантов, аспирантов и студентов.

Печатается по решению Ученого совета Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна от 29.04.2013, протокол №9.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор Мямлин С. В. – председатель

д.т.н., профессор Бобровский В. И.

д.т.н., профессор Боднарь Б. Е.

д.т.н., профессор Вакуленко И. А.

д.т.н., профессор Гетьман Г. К.

д.т.н., профессор Муха А. Н.

д.т.н., профессор Петренко В. Д.

к.т.н., доцент Арпуль С. В.

к.ф.-м.н., доцент Дорогань Т. Е.

к.и.н., доцент Ковтун В. В.

к.т.н., доцент Кострица С. А.

к.т.н., доцент Очкасов А. Б.

к.т.н., доцент Тютюкин А. Л.

к.т.н., доцент Урсуляк Л. В.

к.х.н., доцент Ярышкина Л. А.

к.т.н. Карзова О. А.

Бойченко А. Н.

Болвановская Т. В.

Бочарова Е. А.

Миргородская А. И. – ответственный редактор

Адрес редакционной коллегии:

49010, г. Днепропетровск, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Тезисы докладов печатаются на языке оригинала в редакции авторов.

Шановні учасники
73-ої Міжнародної наукової конференції «Проблеми та перспективи
розвитку залізничного транспорту»!

Вітчизняні вчені та залізничники вже на протязі семи десятиліть спільно проводять обговорення актуальних проблем залізничного транспорту. Обмін досвідом з вирішення науково-технічних завдань між вченими галузевої та академічної науки і виробничниками машинобудівних підприємств та залізниць є дієвим інструментом з розвитку залізничної галузі.

Необхідність постійного удосконалення науково-технічних розробок та впровадження сучасних технологій перевезення вантажів і пасажирів викликана ще й тим, що залізнична галузь знаходиться в стадії реформування і перед нею стоять складні завдання, які потребують наукового супроводження. Тому нові ідеї та сучасні наукові розробки сприятимуть підвищенню ефективності залізничного транспорту. Організатором науково-технічного форуму є провідна вітчизняна наукова установа – Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Від керівництва Державної адміністрації залізничного транспорту України бажаю учасникам 73-ої Міжнародної наукової конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» плідної роботи, нових наукових звершень та технічних здобутків!

Перший заступник

Генерального директора

Укрзалізниці



М.І.Сергієнко

СЕКЦИЯ 1 «ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЛОКОМОТИВОВ»

Удосконалення стенду випробування гідравлічних передач тепловозів

Боднар Б.Є., Очкасов О.Б., Коренюк Р.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bodnar B.E., Ochkasov O.B., Korenyuk R.O. The article considers the approaches to improve the test bench hydraulic transmission locomotives. The ways to improve the test bench hydrotransmissions

В локомотивному парку транспортних цехів промислових підприємств металургійної та гірничодобувної промисловості значну кількість складають тепловози з гідравлічною передачею. Укрзалізниця також експлуатує тепловози з гідравлічною передачею, дизель поїзди, спеціалізовані колійні машини, рейкові автобуси які мають передачу гідравлічного, або гідромеханічного типу. Більшість рухомого складу такого типу, за виключенням рейкових автобусів, вимагає капітального або капітально відновлюваного ремонту.

При виконанні капітального ремонту одним із складних і відповідальних вузлів є гідравлічна передача. Після капітального ремонту гідравлічної передачі тепловозів проводяться обкаточні випробовування передачі на стенді. Метою випробувань є перевірка роботи та припрацювання вузлів передачі. Від якості проведення цих випробувань залежить ресурс передачі та її коефіцієнт корисної дії.

На підприємствах які ремонтують гідравлічні передачі для проведення випробувань використовують типовий стенд, який був побудований ще за радянські часи. Він складається з рами, на яку встановлюється гідравлічна передача, привідний електродвигун постійного струму, генератор постійного струму, для відбору потужності, пульта керування.

Існуючі стенди, як правило, контролюють наступні параметри:

- частоту обертання привідного електродвигуна і навантажувального генератора;
- температуру мастила на вході та виході з гідропередачі;
- тиск в системі змащування;
- тиск живильного насосу.

Крім цих параметрів на стенді контролюється струм та напруга на привідному електродвигуні та на навантажувальному генераторі.

З метою поліпшення якості проведення випробувань передачі пропонується удосконалення стенду, а саме:

- з метою контролю роботи живильних насосів та перехідних процесів в гідроапаратах встанови додаткові датчики тиску та температури в коло циркуляції мастила першого та другого гідротрансформаторів;

- замість застарілих тахометричних датчиків встановити датчики частоти обертання на ефекті Холла, це дозволить отримати цифровий вихідний сигнал та підвищити точність вимірювань;

- встановити мікроконтролери для перетворення сигналів від датчиків температури та тиску з метою перетворення аналогових сигналів в цифровий код, що дасть можливість автоматизувати процес вимірювання контрольних параметрів їх обкатку та аналіз.

Збільшення точності вимірювання параметрів що контролюються на стенді необхідно для більш точного визначення параметрів за допомогою яких оцінюють стан гідропередачі. За допомогою датчиків температури визначатимуться вхідні данні для математичного моделювання з метою розрахунку теплового балансу та інших параметрів що дозволяють визначати технічний стан гідропередачі.

З метою плавної зміни та підтримання заданої частоти обертання привідного електро-

двигуна, пропонується удосконалити систему управління стендом. Привідний електродвигун повинен мати незалежне збудження, а струм який подається на якорну та обмотку збудження повинен плавно регулюватися трифазними керованими випрямлячами. Необхідно впровадити незалежне збудження на навантажувальному генераторі, що дасть змогу підтримувати постійне навантаження та плавно регулювати його.

Всі цифрові сигнали від датчиків повинні передаватися в ЕОМ з метою збору та обробки інформації і подальшим формування паспорту проведення випробовувань гідропередачі, розрахунку її характеристик та оцінки якості ремонту.

Розподіл часу хода поїздів по перегонах при визначенні раціональних режимів їх ведення

Боднар Б.С., Бобирь Д.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bodnar B. E., Bobir D. V. The results of theoretical research are presented on determination of the rational distributing of times of motion of train on drivings the methods of vectorial optimization

При побудові раціональних режимів ведення поїздів по ділянці з n перегонів завдання розглядалося в основному в однокритеріальній постановці з різного роду критеріями оптимізації – мінімуму приведених витрат перевізного процесу, витрати енергоресурсів як питомих, так і абсолютних, часу руху, точності дотримання графіку руху і так далі. Пропонується при виборі раціональних режимів ведення поїздів математичну постановку задачі раціонального розподілу часу ходу по перегонах ставити у визначенні часів руху по i -тому перегону – t_i , таких, щоб сумарний час руху по усій ділянці і сумарна робота (витрата енергоресурсів) були б як можна мінімальними, тобто розглядається задача векторної оптимізації.

Тоді для кожного i -того перегону, відповідно до методу незрівняних варіантів тягових розрахунків, визначені залежності A_i мінімальної роботи по подоланню сил опору від часу руху поїзда t_i . Ці залежності мають властивість монотонного убуття з ростом часу, безперервні і диференційовані до другого порядку. Інтервал знаходження залежностей $A_i(t_i)$ обмежується найменшим (визначеним за швидкодією) і найбільшим часом руху. Через монотонність убуття $A_i(t_i)$ перші похідні за часом негативні, а другі – строго позитивні, тобто $A_i(t_i)$ не мають точок перегину і є опуклими функціями.

Сформульовано відношення Парето для відбору незрівняних варіантів. Ця задача зводиться до рішення рівнянь виду

$$\frac{dA_i(t_i)}{dt_i} + \lambda = 0, \quad i = \overline{1, n},$$

причому рішення цих рівнянь мають бути спроектовані на область допустимих значень.

Незрівняні варіанти визначаються при розв'язанні задачі на умовний екстремум $\sum_{i=1}^n A_i(t_i) \rightarrow \min$. Вводячи функцію Лагранжа, приходимо до задачі на безумовний екстремум. Виконавши параметризацію для сумарного часу ходу по перегонах і для сумарної роботи, виключивши параметр параметризації λ , отримуємо залежність мінімальної роботи від часу ходу по усіх перегонах $A(t)$. Отримана залежність $A(t)$ дозволяє при заданому часі ходу t по усіх перегонах визначити мінімальне значення механічної роботи, а відповідно і витрати енергоресурсів.

Для скорочення об'ємів обчислень при чисельній реалізації побудови раціонального розподілу часу ходу по перегонах отримані межі інтервалу зміни значень множників Лагранжа.

Визначення сили тяги локомотива з врахуванням нерівномірності навантаження колісно-моторних блоків

Боднар Б.Є., Кислий Д.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bodnar B.E., Kisliy D. M. We propose a method for determining the traction locomotive taking into account the uneven load kolesomotornyh blocks. Designed pavilion equipment complex for measuring the traction motor needed to calculate the traction

Рішення задач тягових розрахунків передбачають визначення сил, що діють на поїзд в кожній точці шляху. Від рівнодіючої сил тяги та опору з врахуванням ухилу профілю колії залежить траєкторія руху поїзда. В тягових розрахунках згідно класичної теорії передбачається, що в режимі тяги локомотив реалізовує максимальну потужність, тобто сила тяги знімається з тягової характеристики по обмеженню сили тяги по зчепленню коліс з рейками та на максимальній позиції контролера машиніста на автоматичній частині тягової характеристики.

З врахуванням різних факторів, таких як різні опори паралельних кіл ТЕД, неоднакове налаштування ТЕД, резисторів ослаблення поля, перехідного опору контактних груп електроапаратів та ін., фактичні значення потужності ТЕД локомотива можуть мати значну різницю.

Тепловозні та електровозні тягові двигуни в більшості випадків постійного струму. Робота таких двигунів характеризується частотою та моментом обертання валу якоря. Момент обертання виникає в результаті проходження провідників зі струмом, вкладених в пазах якоря в магнітному полі, що створюється основними полюсами двигуна. Він залежить від величини магнітного потоку та сили струму, що проходить по обмотках якоря.

Частота обертання якоря – функціональна залежність, що пропорційна ЕРС двигуна та зворотнопропорційна магнітному потоку.

Для розрахунку потужності ТЕД як функції частоти обертання та моменту пропонуємо використовувати чисельні значення змінних: напруги, струму та магнітного потоку, що отримуються датчиками при роботі машини.

Для вимірювання струму двигуна доцільно використовувати датчик Холла, що знаходиться в перерізі феритового кільця на силовому кабелі ТЕД. Використання такого датчика забезпечує гальванічну розв'язку електричного кола.

Напругу двигуна доцільно вимірювати оптронним датчиком з фототранзистором, встановленим в паралельне коло якоря електродвигуна через високоомний резистор.

Для визначення магнітного потоку запропоновано використовувати датчик Холла з відповідним діапазоном вимірювання магнітної індукції. Датчик встановлюється над основним полюсом електродвигуна та реагує на магнітний потік розсіювання над основним полюсом, який пропорційний основному магнітному потоку. Встановлення датчика звільняє від необхідності вимірювання струму збудження та аналітичного визначення намагнічуючої сили якоря. Датчик магнітного потоку дає змогу враховувати перехідні режими роботи ТЕД, що досить складно зробити при розрахунку магнітного потоку машини лише при вимірюванні струму збудження. До того ж він дає можливість визначити напрям магнітного потоку, тобто напрям обертання якоря ТЕД.

Опитування вищевказаних датчиків необхідно виконувати з інтервалом часу 1 с.

Отримані первинні дані необхідно перетворювати в цифровий формат високорозрядним аналогово-цифровим перетворювачем та передавати через бездротовий канал зв'язку на блок операційного обчислення.

Сила тяги секції тепловоза визначається як сума сил тяги КМБ, включених в паралельних електричних колах. Це значно зменшить похибку, ніж при розрахунку сили тяги локомотива по параметрах одного КМБ.

Дослідження факторів впливу на обертовий момент тепловозного дизеля

Боднар Б.Є., Децюра О.Я., Черняєв Д.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bodnar B. E., Detsyura O. Ya., Chernyayev D. V. Consider the definition of the characteristic effect of the parameters of the working process in the irregularity of the angular velocity of the crankshaft. To do so are invited to perform imitating modeling on a solid model of locomotive diesel engine.

Метою роботи є визначення характерного впливу несправностей на форму обертового моменту дизеля.

Актуальність роботи пов'язана з розробкою метода нерозбірного діагностування технічного стану тепловозних дизелів, так як відомо, що профілактичні розбирання агрегатів дизеля за планово-попереджувальною системою обслуговування негативно впливають на справні вузли.

Неоднаковість циліндрових потужностей впливає на нерівномірність кутової швидкості валу дизеля, тому запропоновано використовувати нерівномірність частоти обертання колінчастого валу дизеля для діагностування його технічного стану. Для задач діагностування необхідно визначити вплив параметрів робочого процесу двигуна на форму нерівномірності обертання вала. Відомо, що від частоти обертання колінчастого вала через кутове прискорення можна перейти до обертового моменту. На форму характеристики обертового моменту впливають багато факторів: конструктивні, технологічні, регульовальні та діагностичні. Останні можна використати для визначення технічного стану.

Згідно методу багатомірного регресійного аналізу необхідно визначити оптимальну кількість незалежних змінних, що повинні бути незалежними один від одного та за можливістю найповніше охоплювати фактори впливу на параметр, що досліджується, щоб уникнути методологічної помилки. При виборі незалежних змінних слід врахувати наступні вимоги, що висуваються до факторів регресійного аналізу та їх сукупності: керованість, однозначність, оперативність, точність оцінювання, сумісність. На основі приведених вимог визначені наступні фактори для характеризувати технічного стану систем дизеля:

- кут випередження впорскування палива, град ПКВ;
- тиск спрацьовування форсунки, МПа;
- циклова подача палива, г;
- зазор у механізмі приводу впускних клапанів, мм;
- зазор у механізмі приводу випускних клапанів, мм;
- відхилення моменту відкриття та закриття випускних клапанів (для всього блоку), град. ПКВ;
- зазор у підшипнику нижньої головки шатуна, мм.

Всі ці фактори безпосередньо залежать від технічного стану систем дизеля. Наприклад збільшення нерівномірності подачі палива протягом експлуатації спричинюється головним чином різною швидкістю зношування деталей окремих паливних елементів, що, у свою чергу, пов'язано з неоднаковими початковими зазорами у спрацюваннях, неоднаковою

твердістю робочих поверхонь та чистоти їх обробки, допусками на виготовлення прецензійних пар.

У подальшому запропоновано визначити вплив цих несправностей на обертовий момент дизеля, а далі – і на нерівномірність частоти обертання колінчастого валу за допомогою імітаційного моделювання.

При проведенні досліджень створена імітаційна модель кривошипно-шатунного механізму тепловозного дизеля 1Д12-300 у програмному комплексі Autodesk Inventor, яка дозволяє отримати графічні залежності кутової швидкості при заданих силах, що діють на кожен з поршнів з боку індикаторного тиску. Розрахунок діаграм індикаторного тиску проведено за розгорнутим планом багатофакторного експерименту у програмному комплексі Дизель-РК при середніх частотах обертання 500, 600, 1000 та 1500 об/хв. Моделювання несправності виконано в одному циліндрі, а в усіх інших циліндрах моделювалася нормальна робота для відповідного режиму роботи дизеля.

На наступному етапі роботи необхідно визначити показники, за допомогою яких можна характеризувати вплив від несправностей на форму обертового моменту.

Основні вимоги та принципи створення бортових систем діагностування локомотивів

Боднар Є.Б.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bodnar E. Proposed basic requirements and principles of the systems on board diagnostics locomotives

Удосконалення та підвищення ефективності залізничного транспорту можливе за рахунок удосконалення технічних засобів та інфраструктури залізничного транспорту. Одним з головних напрямків, щодо цього є зниження витрат на технічне обслуговування і ремонт. Це можливо за рахунок поліпшення показників надійності і ремонтпридатності, зменшення трудомісткості і тривалості простою на планових видах ремонту, застосування інтелектуальних систем діагностування, а також формування та впровадження сервісної системи обслуговування тягового рухомого складу.

Для підвищення надійності локомотивів необхідно організовувати перехід до їх обслуговування і ремонту з урахуванням дійсного технічного стану. У зв'язку з цим виникає необхідність забезпечення локомотива та його систем, засобами автоматизованого контролю і діагностування. Для накопичення і використання діагностичної інформації на залізницях України давно назріла необхідність створення Центру комплексного діагностування локомотивів. Необхідність створення такої структури обумовлена дослідженнями в напрямку створення інтелектуальних локомотивів.

Аналіз структур систем автоматизованого контролю і діагностування на локомотивах, які створюються в Україні показує, що єдиного підходу та вимог до бортових та стаціонарних систем діагностування локомотивів не створено. Окремі розробки в цьому напрямку вирішують локальні проблеми і не передбачають комплексного підходу до створення бортових і стаціонарних систем діагностування.

Практика створення бортових систем машин показує доцільність поділення функцій бортової системи на інформаційне забезпечення та полегшення функцій управління машиніста і зовнішнього діагностичного обладнання в локомотивних депо, що дозволяє оцінювати технічний стан локомотива та визначати обсяги проведення ТО і ПР.

Бортова система діагностування локомотива повинна забезпечувати отримання достовірної та адекватної інформації про його технічний стан, яка необхідна для організації

його обслуговування та ремонту. А отже виникає потреба у виборі високопродуктивного і надійного інтерфейсу для обміну повідомленнями між різними блоками систем управління і бортових систем діагностування. Для ефективної роботи цих систем необхідна висока швидкість обміну, висока вірогідність і низький рівень помилок передачі інформації.

Аналіз існуючих мережевих технологій показав, що сучасні мережі забезпечують обслуговування великого діапазону абонентів, гідну швидкість передачі даних і відповідають ряду інших вимог, однак для використання на залізничному транспорті підходять лише небагато з них.

Зважаючи на всі вищенаведені вимоги з'являється можливість створення діагностичних комплексів які збиратимуть інформацію про технічний стан локомотива з метою створення математичних моделей, використання яких дозволить побудувати індивідуальну систему технічного обслуговування і ремонту, а також прогнозувати зміни технічного стану локомотива.

Шляхи модернізації дільниці з ремонту ЕРС під час виконання ПР-3

Гагін Л.Ф., Сахацький А.В.¹, Марков Є.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, 1 – АМСУ)

Gagin L.F., Sakhatskiy A.V., Markov E.V. By modernizing the repair station EDS pursuant to PR-3.

Головне завдання транспорту полягає в повному і своєчасному задоволенні потреб народного господарства і населення в перевезеннях, підвищення ефективності та якості роботи всіх ланок залізничного транспорту. У транспортній системі України провідне місце займає локомотивне господарство, прогрес якого забезпечує ефективну роботу транспорту в цілому. У зв'язку з цим дуже важливо підвищити рівень використання та надійність роботи локомотивів.

Методи експлуатації локомотивів все більшою мірою ґрунтуються на сучасній математичній базі, до вирішення експлуатаційних завдань все ширше залучається електронно-обчислювальна техніка, впроваджуються діагностуючі стенди і комплекси, автоматизовані та механізовані ремонтне обладнання, а також екіпіровочні пристрої.

Локомотивне господарство призначене забезпечувати заданий державним планом розмір перевезень народногосподарських вантажів і пасажирів справними локомотивами, відповідними за своїм технічним станом Правилам технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ), забезпеченими паливом, водою, піском, мастильними та іншими екіпірувальними матеріалами, а також укомплектованими кваліфікованими локомотивними бригадами.

Найважливішим завданням локомотивного господарства є підвищення ефективності перевізного процесу – збільшення швидкості руху та маси поїздів, розвиток і технічне переоснащення локомотивних депо, а також покращення ремонтної бази.

Програма модернізації дільниці, яка нами пропонується, дозволить забезпечити підвищення рівня технічного стану, зберігання та ефективне використання існуючого локомотивного парку.

Поліпшення робочого процесу тепловозних ДВЗ

Капіца М.І., Палій І.І.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kapitsa M.I., Paliy I.I. Ways of improving the workflow of diesel internal combustion engines

Не секрет, що ефективна робота дизеля в однаковій мірі залежить, як від своєчасного повноцінного повітропостачання, так і від коректної подачі пального до циліндра. Звичайно, мається на увазі раціональне впорскування за дисперсією часток палива та швидкістю протікання процесу і своєчасна подача пального до форсунки.

Наразі на тепловозних ДВЗ не існує системи, яка б давала можливість керувати такими параметрами, як закон подачі та дійсне випередження кута подачі палива.

Перший визначається профілем кулачка розподільчого валу, прохідним перерізом сопла форсунки та деякими іншими конструктивними параметрами. Другий показник вимірюється у градусах повороту колінчастого валу дизеля від початку впорскування палива до в.м.т. і являє той незначний запас часу, який дається пальному, щоб утворити робочу суміш і повноцінно спалахнути за лічені долі секунди. Такий захід є необхідним у зв'язку з тим, що час для протікання процесів у циліндрі надзвичайно малий, а для спалахування палива цей час, так чи інакше, необхідний.

Очевидно, що налаштування випередження кута подачі палива є статичним показником, який не може бути відкоригований під час роботи дизеля. І пов'язано це перш за все з тим, що кулачок розподільчого валу набігає на ролик штовхача паливного насосу в один і той самий момент. При цьому, варто пам'ятати, що швидкість робочих циклів із збільшенням обертів зростає, а час потрібний паливу на проведення вищеписаних реакцій не змінюється. На перший погляд, проблему можна вирішити, встановивши максимально можливий кут випередження подачі пального, та це не є її рішенням. Недостатній кут на високих позиціях призводить до неповного згорання пального, яке має властивість стікати по стінках циліндрової втулки, розріджувати мастило та спричиняти сухе або напівсухе тертя з усіма можливими наслідками. Надмірний кут на низьких позиціях призводить до посилення детонаційних явищ під час робочого такту та більш «жорсткої» роботи дизеля, що також не є корисним для кривошипно-шатунного механізму та клапанів, адже призводить до посилення напружень в них.

Можливість регулювати кут випередження подачі пального безпосередньо під час роботи дизеля, змогла б внести вагомий вклад в удосконалення робочого процесу тепловозного дизеля. Таким чином, можна досягти максимально можливого тиску згорання палива на всіх позиціях контролера, а поєднавши запропоновану систему із використанням вихрових камер внутрішнього згорання, можна досягти кращого згорання пального, збільшення потужності, покращенню екологічних показників дизеля та технічного стану циліндро-поршневої групи.

Применение смазочных композиций в коллекторно-щеточном узле для повышения надежности тягового электродвигателя локомотива

Коротков В.М.

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»)

Korotkov V. The use of lubricating compositions in collector node to increase the reliability of traction motor locomotive

Use a conductive lubricant compositions in the collector node increases the reliability of the electric car of a locomotive. Proposed principle the conductive lubricant compositions

Определяющим фактором надежной работы тяговой электрической машины (ТЭД) локомотива, является повышение устойчивой работы ее коллекторно-щеточного узла (КЩУ): минимизация искрения, улучшение качества коммутации и т.д. Этого можно добиться за счет применения смазочных композиций в КЩУ, что может дать более значительный эффект, нежели традиционные методы, такие как подбор материалов для него. Перспективность этого направления доказана особыми условиями работы КЩУ, проходящей при постоянных вибрациях с ускорениями до 50 g, при перепаде температур охлаждающего воздуха до 90°C, загрязнением охлаждающего воздуха, а также при плотностях электрического тока порядка 40-50 А/см², скорости скольжения более 50 м/с, нестабильном нажатии на щетку и т.д. Наиболее актуальны эти вопросы при эксплуатации тяговых коллекторных электрических машин, особенно при работе с тяжеловесными длинно составными поездами.

В настоящее время для повышения надежности КЩУ применяются смазочные композиции, общей чертой которых является создание на поверхностях контактов тонких переходных слоев, снижающих интенсивность механического изнашивания и не влияющих на процесс передачи тока через контакт. Наиболее известно и разработано применение композиционных материалов, содержащих в своем составе твердые смазочные композиции, обладающие электропроводностью. Этот метод широко используется в различных типах разрывных контактов. Имеются рекомендации по применению твердых проводящих смазок в слаботочных КЩУ [1, 2]. Используются консистентные смазки с порошком графита и металлов, рекомендуемые для сильноточных контактов [1].

Однако, несмотря на очевидную актуальность вопроса, обширных данных о применении электропроводящих смазочных композиций в КЩУ ТЭД на сегодня нет. К сожалению, применение таких композиций, даже в сильноточных высокоскоростных контактах, не говоря о КЩУ ТЭМ, носит опытный характер.

Нами была предпринята попытка применить электропроводящую смазочную композицию в КЩУ ТЭД подвижного состава. Анализ данных, полученных в ходе работы, показал, что смазочная композиция способствует снижению коэффициента трения на 2,5–3%, увеличению износостойкости щеточного материала (щетке ЭГ-61) до 20–25% и улучшению условий коммутации всей ТЭД. Приведенные результаты подтверждают наше мнение о реальной возможности применения электропроводящей смазочной композиции, как элемента, способствующего повышению работоспособности такого сопряжения, каковым является КЩУ ТЭД.

Выше было отмечено, что для повышения износостойкости КЩУ и обеспечения непрерывного прохождения электрического тока через зону контакта могут служить мелко-дисперсные проводящие частицы, входящие в состав смазки. В этом случае перспективы для использования в качестве дисперсных электропроводных наполнителей мягкие металлы с высокой электропроводностью (медь). Но, учитывая ее довольно высокую окислительную активность, а также развитую поверхностную активность в дисперсном состоя-

нии, использование меди вызывает необходимость во введении в состав смазочной композиции антиоксидантов, в нашем случае назовем их антиокислительным наполнителем (АН).

На этих основаниях предлагается следующей качественный состав электропроводящей смазочной композиции:

- мыльная пластичная смазка + мелкодисперсный порошок меди + антиокислительный наполнитель.

Вторым существенным вопросом в подборе смазочной композиции является определение ее количественного состава. Количественный состав композиции необходимо выбирать по концентрации электропроводящих частиц к объему % пластичной смазки. Такой подход обусловлен наличием нижнего и верхнего пределов, при которых смазочная композиция перестает быть диэлектриком и когда она теряет свою смазывающую способность. Этот эффект может быть объяснен на основе применения теории протекания. Согласно этой теории можно найти характерный размер "порога протекания", при котором в сплошной непроводящей фазе (консистентная смазка) образуется связанная сетка дисперсной проводящей фазы (электропроводящий наполнитель). Авторы работы [1, 2, 3] экспериментально доказали, что верхний предел для металлических дисперсии достигается при 20 % объемной концентрации, нижний – при 10 об. %.

Тогда предлагаем следующий количественный состав электропроводящей смазочной системы композиции.

Пластичная смазка (60-80 об. %)+мелкодисперсный порошок меди (10-20 об. %) + антиокислительный наполнитель (10-20 об. %).

Большое количество работ, касающихся изучения свойств коллекторной пленки, относится к классической паре углеродная щетки – медный коллектор. Установлено, что основными составляющими пленки на коллекторе являются слой закиси меди, а также расположенного над ним неоднородного слоя перенесенного щеточного материала (ПМ). Увеличение и уменьшение содержания закиси меди в коллекторной пленке зависит от температуры и влажности окружающей среды и от объемной температуры коллектора. Введение в электрическую щетку веществ, более активно взаимодействующих с медью коллектора, приводит к изменению характера формирования ПМ.

Библиографический список

1. Бекишев Р.Ф. Исследование поверхностных пленок в различных тепловых режимах работы скользящего контакта / Бекишев Р. Ф., Костылев Б. И. // В кн.: Электрические машины. – Томск: Известия ТПИ, 1972. – С. 124-130.
2. Бордаченков А.М. Коллекторно-щеточный узел тяговых электрических машин локомотивов/Бордаченков А. М., Гнездилов Б. В. – М.: Транспорт, 1974. – 160 с.
3. Кончиц В.В. Износ в скользящем контакте электрических машин. 1. // Трение и износ. – 1986. – Т.7, № 1. – С. 114-122.
4. Коротков В.М. Исследование трения, изнашивания и электропроводимости в электрическом скользящем контакте коллекторно-щеточного узла // Трение и смазка в машинах и механизмах, –2008. –№ 11. –С. 33-35.

Испытания и диагностирование электронных регуляторов маневровых тепловозов

Красильников В.Н., Красильников М.В.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, 1 – ЗАО «Укрэнерготранс», г. Днепропетровск)

The tests results of the diesel locomotive regulators with electronic control are represented

Днепропетровский тепловозоремонтный завод (ДТРЗ) является базовым в Украине по ремонту маневровых тепловозов серии ЧМЭЗ. На маневровых тепловозах ЧМЭЗЭ и ЧМЭЗТ применяются электронные регуляторы GC40P, GC35P, GC43P и GC74P, электронные датчики GA33, GA32, GA22, CA28, составляющие основу автоматизированной системы управления электрической передачей тепловозов разных лет выпуска. Указанные регуляторы мощности и торможения (ЭРМТ) отличаются конструкцией и количеством функциональных блоков. Комплексные испытания электронных регуляторов проводятся в электроаппаратном цехе ДТРЗ на двух специализированных стендах, разработанных авторами (акт внедрения от 06.06.2008 г.). Электрической схемой стендов предусмотрены испытания регуляторов ЭРМТ в соответствующих режимах тяги и электрического торможения.

Проанализируем результаты работы участка ремонта электроники за период 2008-2013 г.г. Всего поступило в завод 62 тепловоза с электронным управлением из 20 локомотивных депо всех железных дорог Украины. В общем количестве – 59 тепловозов ЧМЭЗТ и 3 тепловоза ЧМЭЗЭ. По локомотивным депо распределение прибывших в ремонт тепловозов: Дарница – 13, ст. Шевченко – 6, Харьков и Львов – по 4, Жмеринка, Чоп и Фастов – по 3, остальные депо – по 1-2 тепловоза. Состав по типам регуляторов: GC43P – 48, GC35P – 11, GC40P-3. Испытания электронных датчиков показали, что максимальный выход приходится на типы GA33 и GA22. Диагностирования электронных регуляторов GC43P установили максимальный выход следующих типов блоков: YRN3, YKS5, YOUT8, YTSS1, YSZ3, YRU13. Это блок регулирования напряжения вспомогательного генератора, блоки выходных ключей, блок преобразования постоянного напряжения в пульсирующее, блоки стабилизаторов и блок регулирования напряжения тягового генератора.

Філіал кафедри локомотивів ДНУЗТ на Дніпропетровському ТРЗ

Красильников В.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

The practical results of the Locomotive Department are represented

Філіал кафедри локомотивів ДНУЗТ працює на Дніпропетровському тепловозоремонтному заводі відповідно до «Положення про державний вищий заклад освіти», затвердженого постановою Кабміну України № 1074 від 05.09.1996 р., з метою подальшого укріплення зв'язків університету з виробництвом, спрямованого на поліпшення якості підготовки спеціалістів залізничного транспорту. Керівниками філіалу є: від заводу – головний інженер Дудко П.П. (наказ 471 від 05.10.2009 р.), від університету – автор даних тезисів (наказ 683 від 21.11.2008 р.). До основних питань роботи філіалу кафедри входять: виробнича та переддипломна практика студентів механічного факультету, розробка дипломних проектів за тематикою заводу, виконання та впровадження у виробництво науково-дослідних робіт викладачів. Одним із прикладів є науково-дослідна робота автора «Розробка і дослідження методів і засобів випробування та діагностування електронних регуля-

торів маневрових тепловозів ЧМЕЗЕ та ЧМЕЗТ». В результаті роботи на дільниці ремонту електроніки електроапаратного цеху встановлені два технологічних стенда, які дозволяють проводити діагностування та комплексні випробування електронних регуляторів GC40P, GC43P, GC35P вказаних маневрових тепловозів.

Кожного навчального року група студентів молодших курсів проходить технологічну практику в таких основних цехах заводу як дизельний, складальний, колісно-візковий, електроапаратний. Інженерна та переддипломна практика студентів старших курсів відбувається у відділах головного конструктора і головного технолога заводу.

На протязі останніх 6 років, починаючи з 2007 р., 55-60 випускників механічного факультету спеціальності «Локомотиви та локомотивне господарство» захищають свої дипломні проекти на заводі (ДЕК-2), багато тем яких присвячені подальшому розвитку технологічного устаткування цехів. Значна частина дипломних проектів випускників наступного навчального року присвячена реконструкції та переоснащенню дизельного, електроапаратного і складального цехів.

Корректированные системы ТО и ТР локомотивов в современных условиях

Крашенинин А.С., Бурлуцкий А.В.

(Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков)

Krashenin O.S., Burlutsky O.V. Adjust the systems of TO and TS locomotives in modern conditions

The report presents the results of new approaches and adjustment process of TO and TS locomotives after normative operation, using the basis of evaluation of their technical condition. Simulation system of TO and TS-adjusted their volumes may be using dynamic programming in the first place, and the formation of the technology by the adjusted recognition theory on criteria of reliability, reliability, durability and performance in second place.

Железнодорожный транспорт и, в частности, локомотивное хозяйство функционирует в условиях ухудшение эффективности его использования. Это связано с рядом обстоятельств, доминирующими из которых являются старение локомотивного парка и системы его содержания. Принятые Укрзализныцей решения и постановления, декларируют вынужденные действия в условиях дефицита финансирования отрасли. Это определяет необходимость поиска решений, которые позволят на переходной период обеспечивать стабильное функционирование локомотивного хозяйства.

Одним из таких решений является корректировка технологий ТО и ТР межремонтных пробегов локомотивов на основании оценки их технического состояния. Моделирование организаций системы ТО и ТР с корректировкой их объемов может осуществляться методами динамического программирования на первом этапе, и формирование скорректированной технологий методами теорий распознавания образов по критериям надежности, безотказности, долговечности и эффективности на втором этапе. Обоснование реструктуризации ремонтной базы определяется соотношением веса-мощностных характеристик локомотивов и приведенных эксплуатационных затрат на организацию ТО и ТР локомотивов. Комплексное решение приведенных задач позволяет эффективно решать вопросы, которые возникают в железнодорожной отрасли.

Впровадження систем вимірювання витрат дизельного палива на випробувальних стендах

Мартишевський М.І., Марко Т.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Martyshevsky M.I., Marko T. M. Introduction of the systems of measuring of charges of diesel fuel is on tent-bed tests

General classification over of flowmeters which can be used in the further process of introduction on the that or other system is brought, a few methods of measuring of charges of diesel fuel are described with determination of their advantages and defects, the system of measuring of charges of diesel fuel is recommended on a rheostat stand, which a gravimetric method is the basis of and she is offered further introduction with the corresponding money estimated expenses.

Залізничний транспорт України є основним видом, який забезпечує понад 60% вантажної роботи і деє приблизно 40% пасажирської є досить енергоємним. За даними статистики за 2011 рік підприємства залізничного транспорту України витратили близько 430 тис тонн дизельного палива хоч результати залізничного транспорту з енергозбереження набагато кращі ніж по країні в цілому.

В експлуатації прийнято фіксувати кількість палива, спожитого енергетичними установками тепловозів, за маршрутними листами, в які вносять дані про витрату палива як різницю рівнів палива в баку тепловоза.

Альтернативним методом обліку витрат палива є застосування витратомірів (лічильників) обліку витрати палива. В зв'язку з існуванням великої кількості витратомірів і способів обліку витрати палива, авторами приведено загальну класифікацію витратомірів, які можуть бути використані в подальшому процесі впровадження на тій чи іншій системі, охарактеризовано декілька методів вимірювання витрат дизельного палива з визначенням їхніх переваг та недоліків, рекомендовано систему вимірювання витрат дизельного палива на реостатному стенді, в основі якої лежить ваговий спосіб та запропоновано її подальше впровадження з відповідним кошторисом грошових витрат.

Актуальність даної теми визначається гостротою проблеми енергозбереження.

У зв'язку зі збільшенням цін на дизельне паливо частина витрат по його оплаті для деяких локомотивних (тепловозних) депо складає 40 % і більше від експлуатаційних витрат. Зменшення частки цих витрат являється одним з пріоритетів для кожного основного депо всіх шести залізниць, тому практичне впровадження системи вимірювання дизельного палива на реостатних стендах є вкрай важливим та актуальним.

Впровадження система вимірювання витрат дизельного палива на реостатних стендах має на меті:

- раціональне налаштування дизель-генераторної установки за витратою палива;
- облік та економія витрати дизельного палива під час випробувань;
- діагностування показників роботи дизеля за витратами дизельного палива;

Впровадження системи вимірювання витрат дизельного палива на реостатних стендах викличе ряд організаційно-технічних питань:

- як правильно здійснювати контроль витрат палива на випробувальних стендах?
- яким чином не допускати надмірних витрат палива на тягу поїздів зверх науково обґрунтованих норм?
- як систематично заощаджувати дизельне паливо і тим самим зменшувати експлуатаційні витрати підприємства в цій частині?

Кожний тепловоз, який виходить з поточних ремонтів, повинен пройти реостатні випробування. Випробувальний (реостатний) стенд забезпечує навантаження дизеля у всьо-

му діапазоні його роботи від холостого ходу до номінального рівня потужності з вимірюванням всіх технічних параметрів, обумовлених відповідними інструкціями.

Питома витрата палива (кг/(кВт·год)) є важливим узагальнюючим діагностичним показником, який дає змогу визначити економічність дизеля та підтвердити справність паливної апаратури, правильність установки фаз газорозподілу та ряд інших показників.

Практичне впровадження стаціонарної системи вимірювання витрати дизельного палива на реостатному стенді дозволить забезпечити безпосередній контроль за витратою палива під час випробувань та дозволяє оперативно отримувати і відслідковувати динаміку зміни цього показника в процесі експлуатації тепловозного дизеля.

Обираючи конкретну систему вимірювання спеціалісти мають враховувати такі параметри системи як: точність вимірювання, надійність роботи, швидкодія та динамічні характеристики, діапазон вимірювань, незалежність точності від перепаду температур та густини палива, а особливо простоту в обслуговуванні та дешевизну.

Класифікацію витратомірів, що входять до складу систем вимірювання можна розділити на основні групи, що спираються на: принципи механічної дії, хвильові явища, використання електромагнітного поля, міткові витратоміри.

Аналіз широкого спектру витратомірів як основи систем вимірювання витрат дизельного палива дозволяє зробити висновки стосовно їх переваг та недоліків.

Наприклад, недоліками об'ємного методу можна назвати суттєві труднощі в реальному його застосуванні через велику кількості перехідників і трубопроводів, а також необхідність перерахунку об'ємних одиниць у масові, що залежать від температури палива.

Розрахунковий метод, оснований на технічних характеристиках тепловоза та статистичних даних стосовно його експлуатації, дозволяє визначити витрату палива дизелем тепловоза любого режиму транспортної роботи, але відносно низьку точність методу вносить третя складова виразу:

$$B = \sum_{i=1}^n N_{ei} \cdot g_{ei} \cdot \tau_i + b_x \cdot \tau_x + \sum_{j=1}^k B_j \cdot N_j ,$$

де B – розрахункова витрата палива тепловозом за зміну чи поїздку, кг;

N_{ei} – потужність дизеля на i -ій позиції, кВт;

g_{ei} – питома паспортна витрата палива дизелем на i -ій позиції, кг/(кВт·год);

τ_i – тривалість роботи дизеля на i -ій позиції, год;

b_x – питома паспортна витрата палива дизелем на холостому ходу, кг/год;

τ_x – загальний час роботи тепловоза на холостому ходу, год;

B_j – витрата палива при переході на j -ий режим роботи, кг;

N_j – кількість переходів на j -ий режим роботи.

Проаналізувавши різні види витратомірів, систем вимірювання витрат палива, визначивши їх переваги та недоліки, автори дійшли висновків:

1. Обладнання налаштувально-діагностичних реостатних стендів в основних депо є доцільним і актуальним

2. На стенді реостатної діагностики доцільно встановлювати систему вимірювання витрат палива, яка діє виключно за ваговим способом.

Моніторинг функціональних параметрів механічних систем в динаміці їх зміни

Мартишевський М.І.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Martyshevsky M.I. Monitoring of functional parameters of mechanical systems in dynamics of their change

The necessity of introduction of monitoring of basic functional parameters of the mechanical systems is reasonable for the dynamics of their change with the aim of improvement of efficiency of repair of hauling rolling stock.

В останній час «модно» чути в виступах керівного складу Головного управління локомотивного господарства Укрзалізниці про впровадження для тягового рухомого складу (ТРС) системи поточних ремонтів чи технічних оглядів не за його пробігом (для магістральних) чи тривалістю експлуатації (для маневрових локомотивів), а за реальним технічним станом. Актуальність такого підходу до проблеми забезпечення відповідного технічного стану ТРС в процесі його експлуатації за умови високої економічної ефективності реалізації такого системного підходу – безперечна.

Що ж заважає практичній реалізації такої концепції? Наявні на сьогодні позитивні доробки чи проблеми необхідно сформулювати за пунктами.

1. Технічне (приладове) забезпечення практичного впровадження принципово нових підходів до вирішення зазначених задач товарний ринок сьогодні забезпечить майже повністю.

2. Інженерно-технічний потенціал локомотивних депо для реалізації можливостей технічної складової – достатній чи здатен до спеціального навчання на базі опорних основних локомотивних депо.

3. Алгоритм підходу до вирішення задачі забезпечення достатньо високого (не нижчого за сьогоднішній) технічного стану ТРС – теж відомий серед вчених.

На думку автора, проблема відсутності відчутних позитивних зрушень в вирішенні зазначеної технічної проблеми полягає в технічному менеджменті.

Актуальність питання впровадження принципово нової системи ремонтів і технічних оглядів ТРС, його гострота ніяк не зменшуються на фоні сучасного технічного стану ТРС, а навпаки – вимагають більш динамічних підходів зі сторони вищого керівництва, починаючи з технічних директив і закінчуючи відповідним цільовим фінансуванням.

Одиниця ТРС – це складна система, до складу якої входять підсистеми, в основі яких механіка, гідравліка, електрика в різних пропорціях. Незважаючи на різний характер складових підсистем, алгоритм реалізації основної задачі цільового моніторингу динаміки їх технічного стану в основі своїй універсальний.

Знання кількісного значення параметру підсистеми того чи іншого рівня, що характеризує її технічний стан, недостатньо для прийняття управлінського рішення стосовно сучасної постановки одиниці ТРС в ремонт чи технічний огляд. Причина – відсутність моніторингу динаміки зміни цього параметру.

В 70-х роках минулого століття більшість основних локомотивних депо мали в своєму складі спеціальні інженерно-технічні групи, що займалися не чим іншим як моніторингом технічного стану ТРС. За кількісним складом це були групи, сектори чи навіть лабораторії «надійності».

Відсутність таких спеціалізованих підрозділів в штаті основних локомотивних депо сьогодні, на думку автора статті, – управлінська помилка керівництва відповідного періоду, що не дозволить, навіть при наявності самого високого цільового технічного забезпе-

чення, реалізувати організаційно-технічну модель системи ремонтів та технічних оглядів ТРС за його технічним станом.

Прогнозування технічного стану підсистем ТРС за моніторингом їх цільових параметрів може бути реалізоване вже сьогодні на базі регулярного спостереження результатів впровадження тих чи інших технічних ідей.

Модернізація тепловозів двигунами CAT

Мартишевський М.І., Ніколенко Р.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Martyshevsky M.I., Nikolenko R. Modernisation of diesel engines by the engines of CAT

The question concerning the relevance, feasibility, technical and organizational capacities and modernization of the economic efficiency of the diesel shunter TGM4 Caterpillar series engines.

Основними причинами, які виражають доцільність проведення модернізації тепловозів, слід вважати незадовільний технічний стан рухомого складу більшості промислових підприємств України, в тому числі і ВАТ МК “Запоріжсталь”, а саме те, що за останні роки локомотивний парк підприємств майже не оновлювався. Щорічно проводиться скорочення локомотивного парку за рахунок виведення з експлуатації та списання застарілих локомотивів, які експлуатуються більше 30 років.

Внаслідок останніх тенденцій по підвищенню технічного стану локомотивів, росту виробничих потужностей та необхідності оновлення локомотивного парку слід зазначити, що одним з головних напрямків рішення цих проблем наряду з оновленням та капітальним ремонтом, є їх модернізація зі встановленням нових сучасних двигунів. До причин модернізації слід також віднести велику витрату палива та інших матеріалів при експлуатації локомотивів, які майже відпрацювали свій ресурс.

Єдиний вихід – програма оновлення парку тепловозів.

Програми з оновлення парку локомотивів вже прийняті і успішно реалізуються в багатьох країнах. Компанія «Zeppelin Power Systems GMBH & Co.KG» має великий досвід проведення модернізації локомотивів, у тому числі і тих серій, які експлуатують ВАТ МК “Запоріжсталь”. Переваги модернізації – роботи проводяться в досить стислі терміни, а покупка модернізаційного пакету в середньому обійдеться в 50% від вартості покупки нового сучасного тепловоза. Проект модернізації передбачає заміну старого двигуна на новий виробництва Катерпіллар. Додатково, за бажанням замовників, можна буде включати в модернізацію інші вузли тепловоза, а сама модернізація тепловозів проводиться під час виконання їх капітального ремонту.

За зразок цільової модернізації можливо взяти модернізації тепловоза ТГМ4 дизелем CAT 3508В. Двигуни Катерпіллар серії 3500 – із сімейства середньошвидкісних, виконаних для важких умов експлуатації, призначені для тривалої роботи під навантаженням, із прекрасним доступом для обслуговування.

Техніко-економічні характеристики дизелів виробництва Катерпіллар суттєво вищі, ніж у штатних тепловозних двигунів, які експлуатуються на всіх серіях тепловозів промислових підприємств.

Розрахунки показують, що проведення модернізації тепловозів двигунами Катерпіллар забезпечить економію дизельного палива до 40%, економію мастил – до 50% та суттєве зниження експлуатаційних витрат. Моторесурс двигуна Катерпіллар до першого КР в залежності від серії дизеля складе 10-15 років, а окупність витрат на реалізацію проекту – 2-4 роки.

Прийнята програма модернізації тепловозів дозволить забезпечити підвищення рівня

технічного стану ТРС з гарантією його відповідності з питань екології та ергономіки сучасним європейським стандартам.

Заміна маневрових локомотивів маневровими тягачами

Мартишевський М.І., Філіпенко М.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Martyshevsky M.I., Phylipenko M.V. Replacement of mobile locomotives mobile tractors

In connection with the wide list of littleactive railheads, by authors the analysed prospect of replacement of mobile diesel engines mobile tractors. Analysis a task of increase of power efficiency of transport technologies is the basis of.

В даний час переважна більшість підприємств різних галузей промисловості і АПК, а також залізничних станцій на малодіяльних ділянках залізниць мають річний об'єм перевезень, що не перевищує 0,5 млн т, обмежений вагонопотік 25-30 вагонів за добу і парк маневрових локомотивів в 2-3 одиниці.

У цих умовах доволі часто застосовуються традиційні енерговитратні транспортні технології з використанням маневрових тепловозів потужністю 800-900 кВт, що приводить до підвищених транспортних витрат, значну частину яких (до 70%) складають витрати на дизельне паливо. Причиною таких витрат є у край неефективне використання потужності тепловозів (до 20-25%), а також бюджету робочого часу (до 20%).

Одним з напрямів зниження транспортних витрат при обмежених кількісних показниках станційної маневрової роботи є заміна потужних маневрових локомотивів на більш економічні для такого роду роботи тягові засоби, а саме – маневрові тягачі (локомотиви).

Важливим чинником, що підтверджує життєвість такого організаційно-технічного заходу, є заощадження часу при виконанні маневрових робіт через більш мобільні характеристики пропонованого тягового рухомого складу.

Сьогодні вже існують моделі маневрових тягачів українського та російського виробництва, технічні характеристики яких майже не поступаються техніці аналогічного призначення виробництва Німеччини і Італії.

З метою усунення обмежень в територіальному застосуванні локомотивів залежно від умов експлуатації, прогресивні розробники передбачають можливість зміни як конструкції самого маневрового тягача, так і навісного допоміжного устаткування.

При оснащенні локомотива системою дистанційного керування маневрові роботи можуть виконуватися однією людиною зі стабільним заощадженням часу на обслуговування рухомого складу та ефективнішим виконанням маневрової роботи.

Надзвичайно важливе значення маневрові тягачі мають при організації рятувальних робіт на залізницях, коли повернення на рейки рухомого складу, що зійшов з них, – ідеальне завдання для локомотива, оснащеного, наприклад, гідравлічними підіймальними пристроями і всім необхідним рятувальним устаткуванням.

Сам рятувальний локомотив з рятувальною бригадою до місця аварії може дістатися в найкоротший термін як по залізничній колії так і по автомобільній дорозі.

Локомотив як пересувна технічна база може виконувати шліфувальні і зварювальні роботи на рейках, діагностику та необхідні ремонтні роботи верхньої будови колії. Сезонне обладнання маневрових тягачів снігоприбиральним устаткуванням дозволить забезпечити при необхідності очищення території станції, автомобільних проїздів і рейок від снігу.

Дослідженнями встановлено, що при річних вантажопотоках до 500 тис т впровадження маневрових тягачів дозволить у 1,5-2 рази знизити експлуатаційні витрати на переробку вагонів, а очікуваний річний економічний ефект складе до 250 тис грн.

Основна частина економічного ефекту досягається за рахунок економії енергоресурсів і залежить при цьому від потужності замінюваного тепловоза, а також від експлуатаційних умов обслуговуваних об'єктів (керівний ухил колії, операцій по завантаженню-вивантаженню і т. і.)

Таким чином, основні переваги локомотивів перед маневровими тепловозами можуть бути досягнуті за рахунок:

- скорочення витрат на експлуатацію (в порівнянні з маневровим локомотивом);
- можливості використання локомотивів як повноцінних вантажних автомобілів;
- незалежності при вирішенні завдань буксирування і маневрування від стану і завантаження залізничних колій;
- можливості використання локомотивів в якості діагностичних чи ремонтних баз верхньої будови колії, а також як лінійного рейкового транспортного засобу;
- можливості специфічного використання локомотивів за допомогою навісного устаткування для розчищення доріг від снігу взимку, прилеглих територій від дерев і чагарників влітку.

Підходи до створення бортової системи діагностування механічних вузлів локомотивів

Михалків С.В., Ходаківський А.М.

(Українська державна академія залізничного транспорту)

Mykhalkiv S. V., Khodakivskiy A. M. Approaches to creating a diagnostics on-board system of locomotives mechanical units.

An early diagnostics system implementation prevents complete destruction and major failures of rolling stock during its operation. On-board control and diagnostics systems establish priority of rolling stock technical condition checks with the thresholds of technical condition selected beforehand.

A technical condition identification accuracy of experimental units during their diagnostics while moving depends on maximum approach of an environment where measurement of secondary processes takes place the real operational environment.

Heavy noise removal problems in the measured vibration are substantially difficult and demand application of modern signal analysis mathematical techniques and numerous of experimental researching and modeling.

Прагнення щодо змін підходів до технічного обслуговування тягового рухомого складу (ТРС) для максимального підвищення його ефективності, покращення використання матеріалів і робочої сили, а також мінімізації часу простою та кількості несправних вузлів локомотивів, висувають високі вимоги з надійності в експлуатації і вищого рівня обслуговування й придатності до ремонту.

Система обслуговування локомотивів за технічним станом упроваджується компаніями "Alstom Transport", "Virgin", "BNSF" і основною ознакою даної системи є індикатор, що показує несправність окремих вузлів і деталей ТРС, а обслуговуючий персонал здійснює контроль і перевірку ТРС, ніж ремонт і заміну зношених або дефектних деталей. Упровадження систем ранішньої діагностики усуває повне руйнування й серйозні несправності в процесі експлуатації ТРС. Бортові системи контролю та діагностування встановлюють пріоритетність перевірки технічного стану ТРС за заздалегідь обраними порогоми технічного стану за шкалою "червоний/жовтий/зелений".

Зазначені системи діагностики прийнято будувати на підставі засобів вимірювання

робочих процесів у обладнанні, що контролюється, доповнюючи їх засобами вимірювання вторинних процесів таких як температура й вібрація окремих вузлів. Основними функціями бортових систем є аварійний захист об'єктів контролю і збирання діагностичної інформації, яка періодично передається до служби діагностики.

У електричному тяговому й мотор-вагонному рухомому складі основним джерелом енергії є струм, що споживається і при створенні бортової системи повинні використовуватися всі можливості систем діагностики за струмом, а згодом — можливості діагностики за вторинними процесами.

Нині реєстрація та аналіз вібраційних реалізацій механічних вузлів (вторинних процесів) ТРС під час руху надає результати з низькою достовірністю, що пов'язано з відсутністю дієвого апарату обробки сигналів і надмірною кількістю завад, які складно усунути, на відміну від діагностування в стаціонарних умовах у депо, де накопичений значний досвід і значно поліпшені методики проведення цих заходів, однак на практиці спостерігаються суперечливі результати — в деяких депо достовірність виявлення дефектів зросла з 64 % до 97 %, а в інших на 30 % браку колісно-моторних блоків наявність дефектів не підтверджується при розбиранні, а також існують випадки пропуску реальних дефектів підшипників. Також спостерігається до 43 % відмов діагностичних засобів по мережі залізниць Росії, а визначення технічного стану досліджуваних вузлів тільки в момент вимірювань без достовірного прогнозування розвитку несправностей обґрунтовує необхідність модернізації певних груп діагностичних засобів і розробку нових діагностичних методів.

Достовірність ідентифікації технічного стану досліджуваних вузлів протягом діагностування під час руху залежить від максимального наближення середовища в якому здійснюється вимірювання вторинних процесів до реального, що існує в експлуатації. Фахівцями Української державної академії залізничного транспорту для цілей реєстрації вібраційних реалізацій підшипникових вузлів ТЕД, буксових вузлів розроблений пристрій, що представляє собою інтелектуальну електронну систему побудовану на специфічному класі пристроїв від Analog Devices — мікроконвертері. Враховуючи мінімально необхідний рівень функціональності, у пристрій закладено можливість обробки восьми аналогових входів для вводу інформації від датчиків вібрації та акселерометрів. Частота дискретизації кожного аналогового входу становить 50 кГц. Дані зберігаються в мікросхемі пам'яті об'ємом 32 ГБ, що дозволяє зберігати дані еквівалентні 12 годинному проміжку часу.

Завдання з усунення численних завад у зареєстрованій вібраційній реалізації протягом руху є значно важчими й потребують залучення сучасного математичного апарату обробки сигналів і численних експериментальних досліджень і моделювання.

У майбутньому слід створити комплекс засобів контролю й діагностування механічного обладнання ТРС за критерієм "достовірність — вартість" із подальшою розробкою методики проведення вимірювань і метрологічною атестацією для зниження вартості життєвого циклу та зростання їх продуктивності.

Оптимизация подвижного состава железнодорожного транспорта

Мямлин С.В., Барановский Д.Н.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, 1 - Кременчугский университет экономики, информационных технологий и управления)

Myamlin S.V., Baranovskiy D.N. Optimization of railway vehicles

The proposed calculation method and algorithm to determine the optimal number of railway vehicles across the region makes it possible to reduce the cost of maintenance and repair under normal operating conditions.

Сфера транспортного обслуживания является динамической системой, в которой происходят сложные взаимодействия технологических процессов перемещения грузов и пассажиров. Эффективность перевозки может быть обеспечена только при обоснованном выборе самого рационального вида транспорта или сочетания разных его видов.

Грузовые перевозки железнодорожным транспортом являются одной большой сферой услуг народного хозяйства современной Украины и является решающим фактором в экономическом развитии страны.

Повышение эффективности работы железнодорожного транспорта в целом – важная государственная задача. Основными мероприятиями, что решат поставленную задачу можно считать:

- снижение простоев вагонов под грузовыми и технологическими операциями;
- сокращение пустых пробегов;
- более полное использование грузоподъемности подвижного состава;
- разработка оптимальных схем и маршрутов перевозок;
- повышение уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Целеустремленный поиск эффективных управленческих решений нуждается в количественной мере, и как следствие, нуждается в использовании математического аппарата. Модели владеют важными преимуществами, но при их использовании важно не забывать, что железнодорожный транспорт не исчерпывается моделью и не построен из них. Реализм в моделировании работы железнодорожного транспорта нуждается в адекватности использования математического аппарата.

Стремление дать системную оценку вызывает необходимость разработки моделей транспортного комплекса и его элементов (например, подвижного состава), на базе которого можно было бы рассчитывать производственные мощности и резервы предприятий всего железнодорожного транспорта.

Задача формирования необходимого подвижного состава сводится к установлению соответствия между необходимыми объемами провозных возможностей и структурой подвижного состава, который имеется в наличии.

Для конкретного хозяйственного субъекта определены две переменные во времени: $V_n(t)$ – необходимый объем провозных возможностей; $V_m(t)$ – возможный объем провозных возможностей. Причём, величина $V_n(t)$ изменяется во времени пропорционально ожидаемому экономическому росту производства в регионе:

$$V_n(t) = V_n(t_0) \cdot (1 + P_p)^t, \quad t \geq t_0 \quad (1)$$

где P_p – ожидаемый относительный прирост производства за год.

Величина $V_m(t)$ изменяется во времени, в зависимости с направлением изменения численности структуры и производительности всего подвижного состава парка железнодорожного транспорта, и находится как:

$$V_m(t) = \sum_{j=1}^{JM} A_j(t) q_j W_j - \sum_{j=1}^{JM} V_{m_j}(t) j, \quad (2)$$

где $A_j(t)$ – среднее число подвижного состава модели j необходимое в период времени t ; q_j – грузоподъемность подвижного состава модели j ; W_j – производительность подвижного состава модели j ; $V_{m_j}(t) j$ – возможный объем транспортной работы подвижного состава модели j в период времени t .

Отношение $V_n(t)$ к $V_m(t)$ для начала моделирования на год можно задать следующим отношением:

$$V_n(t_0) = V_m(t_0)(1 + P_{PP}), \quad (3)$$

где P_{PP} – оценка относительного преувеличения или недостачи провозной способности подвижного состава железнодорожного транспорта за год t_0 .

Направление изменения структуры подвижного состава характеризуется дефицитом $\Delta D_m(t)$ транспортной работы, который определяется разницей:

$$\Delta D_m(t) = V_n(t) - V_m(t). \quad (4)$$

Если $\Delta D_m(t) < 0$, то необходимо произвести расширение парка, если же наоборот – парк необходимо сократить. Следует отметить, что при высоком износе необходимо быстрое обновление парка, то есть уменьшение и расширение парка.

Так как для формирования структуры подвижного состава железнодорожного транспорта существует ограничение финансовых ресурсов, то задание формирования парка сводится к задаче линейного программирования.

При правильно-выбранной структуре, дефицит транспортной работы подвижного состава $\Delta D_m(t) \rightarrow 0$, то есть:

$$V_n(t) = V_m(t). \quad (5)$$

Для вычисления оптимальной структуры парка подвижного состава железнодорожного транспорта каждого субъекта, покажем провозные возможности в натуральной величине. То есть имеем:

$$V_n(t) = \sum_{j=1}^{JM} A_j(t) q_j W_j. \quad (6)$$

Поэтому, задача будет сводиться к следующему виду:

$$F_q = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum q_i \cdot A_i} \rightarrow \min, \quad (7)$$

и при следующих условиях:

$$\sum q_i \cdot A_i \cdot D_k \cdot K_p^{нор} \cdot W_i \leq (Q_{необх} - Q_{запроп}); \quad (8)$$

$$\sum C_i \cdot A_i \leq I, \quad (9)$$

где $Q_{необх}$, $Q_{запроп}$ – провозные возможности соответственно необходимые и предложенные; q_i – грузоподъемность подвижного состава i модели; A_i – среднее число подвижного состава i модели; C_i – цена за единицу подвижного состава i модели; D_k – число календарных дней; I – инвестиции; $K_p^{нор}$ – нормативный коэффициент реализации провозных возможностей; W_i – производительность подвижного состава.

Разрыв между имеющимися и необходимыми провозными возможностями может быть как отрицательным, так и положительным. При превышении имеющихся провозных возможностей над необходимыми, необходимо уменьшить количество подвижного состава. Тогда уменьшенный тоннаж парка подвижного состава можно находить по формуле:

$$\sum A_i \cdot q_i = \frac{Q_{наяв} - Q_{необх}}{D_k K_p^{нор} W_i}. \quad (10)$$

Если имеется большое количество подвижного состава, необходимо проверить объём провозных возможностей и степень износа парка. Износ каждой единицы подвижного состава не должен превышать нормативный срок эксплуатации, то есть должны выполняться условия:

$$T_{Aij} \leq T_{норм}; \quad (11)$$

$$Q_{наяв} - Q_{необх} > 0. \quad (12)$$

При несоблюдении условия (9) и, если имеется резерв провозных возможностей, который получается при соблюдении условия (10), подвижной состав с наибольшим сроком службы подлежат списанию или продаже.

В случае если реальные провозные возможности меньше нужного объема (условие (11)), то необходимо ставить вопрос о наличии финансовых ресурсов для обновления подвижного состава, основываясь на условии:

$$Q_{наяв} - Q_{необх} < 0. \quad (13)$$

Ресурсами для обновления парка подвижного состава является неразделенная прибыль прошлых периодов, кредиты и внешние инвестиции, а также амортизационный фонд.

Далее, находим объем провозных возможностей при соблюдении условия (11) и проверяем равенство:

$$Q_{наяв} - Q_{необх} = 0. \quad (14)$$

В случае несоблюдения данного равенства продолжается уменьшение или расширение парка подвижного состава железнодорожного транспорта. В результате получаем оптимизированное значение провозных возможностей. Данная методика может использоваться как для грузового транспорта региона, так и для отдельного предприятия – субъекта железнодорожного транспорта. В другом случае нужный объем провозных возможностей будет отображать часть рынка данного предприятия.

Предложенный метод расчета и алгоритм определения оптимального количества подвижного состава железнодорожного транспорта всего региона дает возможность уменьшить расходы на техническое обслуживание и ремонт при соблюдении нормальных условий эксплуатации.

Вплив зв'язків кузова з візками сучасних локомотивів на їх динамічні якості

Мямлін С.В., Недужа Л.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

In report the main rules for modern locomotives and its running gears are examined.

Створення сучасного локомотива вимагає від вчених і конструкторів реалізації наукових та технічних рішень, які б забезпечували підвищення конструкційної швидкості з одночасним покращенням тягових, гальмівних, динамічних якостей. До загальних вимог до локомотивного парку відносяться також наступні:

- виконання вимог Європейського екологічного законодавства щодо шкідливих викидів і рівня випромінюваного шуму;
- можливість роботи в режимі кратної тяги;
- багатосистемність (для електровозів);
- низькі стартова вартість та експлуатаційні витрати в розрахунку на весь життєвий цикл тощо.

Окремі вимоги повинні виконуватись у відношенні до ходової частини:

- проста і надійна конструкція;

- висока сила тяги при троганні, максимально наближена до граничної по зчепленню;
- м'який вплив на колію;
- достатня конструкційна швидкість.

З аналізу конструкцій візків вітчизняних та закордонних локомотивів видно, що серед факторів, які впливають на подальше удосконалення ходової частини сучасних локомотивів, важливе місце займає конструктивне виконання зв'язків кузова з візками, які призначені для передачі всіх видів зусиль від рами кузова до візків як вертикальних, так і горизонтальних.

При проведенні даного дослідження автори розглянули основні досягнення в локомотивобудуванні, відзначили конструктивні особливості тягового рухомого складу, з яких видно, що провідні компанії по мірі удосконалення конструкцій ходових частин локомотивів для підвищення динамічних, тягових, гальмівних якостей, їх експлуатаційної надійності, широко запроваджують, як найбільш розповсюдженні, такі види зв'язку кузова з візками:

- передача сил тяги і гальмівних сил від візка до кузова похилими тягами, які збільшують силу тяги, зчіпну масу візка, що призводить до підвищення продуктивності локомотивів і забезпечення необхідних динамічних показників руху екіпажа;
- передача навантажень від кузова на візки пружним безлюлечним (безколісковим) підвішуванням кузова – пружини типу Flexicoil використовуються як елемент пружного зв'язку у вертикальному та поперечному напрямках, застосування більш гнучкого двоступінчастого ресорного підвішування дозволяє зменшити значення навантажень в екіпажах, спростити конструкцію візка де раніше були люлечний (колісковий) та пружний повертаючий механізм.

Таким чином, розглянувши основні тенденції конструктивного виконання сучасних локомотивів, приділив основну увагу удосконаленню конструкції ходових частин, видно, що конструктивне виконання зв'язку кузова з візками таких як одночасне застосування похилих тяг і вузла з'єднання з багатоцільовим використанням пружин сприяють покращенню динамічних якостей тягового рухомого складу, підвищенню його надійності, забезпечують безпечний рух з конструктивною швидкістю по прямолінійним та криволінійним ділянкам колії.

Идентификация предотказного состояния дизеля тепловоза с использованием нейронных сетей

Овчаренко С.М., Минаков В.А.

(Омский государственный университет путей сообщения)

Ovcharenko S.M., Minakov V.A. Identification of the prerefusal state of diesel locomotive engine by means of neural network system

System development of maintenance service and repair of locomotives is inseparably linked with research and implementation methods of diagnosing locomotive units and systems. Technical state estimation without dismantling diesel locomotive engine can be made by results of analysis of dynamics concentration of chafing products in the engine oil. For determination the beginning of intensive chafing of certain details or groups of details are used possibilities of artificial neural network systems.

Практически с самого начала эксплуатации тепловозов возникла проблема организации системы поддержания двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в работоспособном состоянии в течение заданного периода эксплуатации. Отсутствие информации о надежности работы двигателя и его составных элементов привело к необходимости экспериментального подбора различных вариантов системы технического обслуживания и ремонта.

Следует отметить, что затраты на техническое обслуживание и ремонт двигателей внутреннего сгорания весьма значительны.

Работа тепловозного дизеля сопровождается износом его деталей. Лимитирующими межремонтные пробеги являются детали цилиндропоршневой группы (ЦПГ) и кривошипно-шатунного механизма (КШМ). В процессе эксплуатации в моторное масло поступают продукты износа, концентрация которых характеризует степень изношенности деталей. При этом возможен случай катастрофического (интенсивного) изнашивания отдельной детали или группы деталей, например, связанный с проворотом одного вкладыша коленчатого вала. Скорость поступления материала, изнашиваемого с такой детали, резко возрастает. Вместе с тем, следует учитывать, что один и тот же химический элемент может поступать в моторное масло с нескольких деталей. В этом случае возникает сложность при установлении факта начала интенсивного изнашивания отдельной детали. Для идентификации катастрофического изнашивания отдельных деталей предлагается применить модель, основанную на использовании аппарата теории нейронных сетей.

Предварительные исследования закономерностей изнашивания деталей ЦПГ и КШМ тепловозного дизеля с учетом модели формирования значения концентрации продуктов износа в моторном масле, позволяют получить обучающие выборки при различных вариантах развития процесса изнашивания деталей. Так процесс нормального изнашивания деталей будет характеризоваться вектором скоростей нарастания накопленной концентрации контролируемых элементов продуктов износа. Факт начала интенсивного изнашивания отдельной детали или группы деталей приведет к перераспределению скоростей нарастания концентрации, определяемой химическим составом материала детали.

Технология идентификации начала интенсивного изнашивания деталей наряду с реализацией моделей интегральной оценки степени изношенности деталей тепловозного дизеля позволяет расширить возможности способа безразборного диагностирования и максимально использовать заложенный ресурс дизеля.

Рассматриваемый способ диагностирования хорошо вписывается в современную концепцию организации системы технического обслуживания и ремонта локомотивов, ориентированную на максимальное использование ресурса и основанную на индивидуальном подходе к каждому локомотиву, то есть концепцию ремонта по техническому состоянию.

Методика математичної обробки сигналу нерівномірності кутової швидкості

Очкасов О.Б., Швець О.М., Черняєв Д.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Ochkasov O.B., Shvets O.M., Chernyaev D.V. In the article the technique of mathematical signal processing uneven angular velocity in the diagnosis of locomotives

В світовій практиці при удосконаленні систем утримування рухомого складу найбільш швидко розвиваються технології переходу до обслуговування і ремонту локомотивів та їх вузлів відповідно їх фактичному технічному стану. Основу таких технологій складає контроль обладнання і прогнозування його технічного стану з використанням методів неруйнівного контролю та безрозбірного діагностування.

При діагностуванні тепловозних дизелів та тягових електродвигунів в якості одного з діагностичних параметрів запропоновано використання сигналу нерівномірності кутової швидкості обертання вала. Сигнал нерівномірності кутової швидкості отримується за допомогою вимірюванні кутової швидкості обертання вала з великою роздільною здатністю. За один оберт вала отримується 625 значень частоти обертання вала.

Визначення технічного стану об'єкту що підлягає діагностуванню виконується на основі обробки отриманого діагностичного сигналу, який представляє собою частотний сигнал.

При математичній обробці діагностичного сигналу необхідно виконати:

- фільтрацію сигналу з метою усунення впливу високочастотних коливань на частоту обертання;
- визначення частотного спектру сигналу за допомогою швидкого перетворення Фур'є;
- обробка отриманого частотного спектру сигналу нерівномірності обертання валу з метою визначення взаємозв'язку між амплітудою частотними характеристиками сигналу та несправностями об'єкта діагностування.

Одним з методів математичної обробки сигналу є використання штучних нейронних мереж для аналізу спектра частоти обертання валу.

Для класифікації несправностей об'єктів діагностування пропонується використовувати модель нейронної мережі, що заснована на багатошаровому персептроні. Багатошарові персептрони моделюють безперервні функції будь-якого ступеня складності, застосовуються для вирішення задач класифікації. При навчанні нейронної мережі використовуються база даних спектральних характеристик еталонних об'єктів. Для еталонів перелік присутніх в них несправностей визначається експертом при проведенні ремонтно-відновлюваних робіт на етапі навчання системи. На вхід нейронної мережі подається частотний спектр сигналу, визначений за допомогою швидкого перетворення Фур'є. На виході штучної нейронної мережі отримують оцінку присутніх в об'єкті несправностей. Підбір конфігурації нейронної мережі проводиться на основі стандартного статистичного підходу перехресної перевірки та методу раннього зупину.

Запропонований в роботі метод безрозбірного діагностування вузлів локомотивів на основі спектрального аналізу нерівномірності обертання валу та штучних нейронних мереж дозволяє визначати технічний стан двигунів, попереджати розвиток дефектів за рахунок їх виявлення на початковій стадії.

Моделирование энерговитрат на тягу поездов

Рудковський О.В., Калабухін Ю.Є.¹

(Одеський технікум залізничного транспорту,

1 – Українська державна академія залізничного транспорту)

Rudkovskiy O.V., Kalabuhin Y.E. Design energy expenses on traction of trains

An update of hauling mobile composition is the primary concern of the Ukrainian railways, which can be decided due to the use of modern economical and reliable transport vehicles. To one of constituents at comparison of alternative variants of hauling units there is an expense of fuel and electric energy on traction of trains. For the design of expense of fuel and electric energy on traction of trains taking into account external and type of executable work environments can be used methods of planning of experiment.

Залізничний транспорт є одним із основних споживачів палива та електроенергії в Україні. Протягом 2010-2013 рр. темпи росту цін (тарифів) на енергоносії на внутрішньому ринку України щорічно випереджали темпи зниження питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів.

У цій ситуації проблема визначення витрат дизельного палива та електричної енергії на тягу поїздів є основною й необхідною складовою при виборі альтернативних варіантів технічних засобів, що пропонуються для оновлення тягового рухомого складу залізниць Укрзалізниці.

Оновлення тягового рухомого складу потребує проведення техніко-економічного аналізу, однією з складових якого є оцінка енергоспоживання транспортного засобу з урахуванням умов експлуатації та виду роботи, що ним виконується. Це обумовлює необхідність розробки математичних моделей, які адекватно відображають витрату енергоресурсів на тягу поїздів як різними типами тягового рухомого складу, так і при різних умовах експлуатації. Крім того математична модель енерговитрат тягового рухомого складу на тягу поїздів повинна бути зручною при оперуванні з нею. Цим вимогам в значній мірі задовольняють математичні моделі, побудовані з використанням методів планування експерименту.

Використання сучасної методології планування багатофакторного експерименту дозволяє в значній мірі формалізувати процес дослідження складних об'єктів, скоротити чисельність опитів та час їх проведення, отримати найбільш повну інформацію із експерименту у вигляді математичних моделей, які застосовуються для кількісної оцінки впливу факторів, визначення оптимальних режимів, контролю та управління вказаними об'єктами.

Для визначення енергетичної складової техніко-економічних показників функціонування існуючих типів тягового рухомого складу з урахуванням виду та умов експлуатаційної роботи доцільно скористатися 2-ох та 3-ох факторними математичними моделями другого порядку питомої витрати палива та електроенергії на тягу поїздів на вимірник експлуатаційної роботи.

Для оцінки коефіцієнтів багатофакторної математичної моделі доцільно скористатися ортогональним композиційним планом, запропонованим Боксом. Значення цільових функцій в опитних точках плану експерименту розраховуються на підставі тягових розрахунків.

Порівняння отриманих результатів розрахунку за багатофакторною математичною моделлю з результатами тягових розрахунків показує їх достатню достовірність, що підтверджує доцільність застосування методів планування експерименту для складання математичних моделей енерговитрат тягового рухомого складу на тягу поїздів.

Актуальність модернізації дизель-генераторної установки тепловоза М62

Сердюк В.Н., Козюпа О.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Serdyuk V.N., Kozyupa O.M. We consider the possibility of modernizing diesel generator set diesel locomotives M62

В сучасних умовах зростаючого вантажо- та пасажиропотоку для ефективного функціонування залізничного транспорту, зважаючи на технічний стан тепловозного парку, на залізницях України необхідно було застосувати комплекс масштабних заходів щодо оновлення тягового рухомого складу. Технічний стан локомотивного парку тепловозів основних серій на Львівській залізниці на даний час не в повній мірі відповідає вимогам сучасних залізничних перевезень, як з точки зору технічних характеристик, економії паливо-мастильних матеріалів, екологічних вимог.

В якості оптимального рішення проблеми отримала розповсюдження практика модернізації тепловозів з метою продовження терміну їх служби і покращення техніко-експлуатаційних характеристик.

З запропонованих варіантів модернізації тепловозів серії М62 було обрано варіант комплексної модернізації по проекту "Рейл Ворлд Україна" з встановленням силового обладнання виробництва "Дженерал Моторс" (США)

Для визначення економічної доцільності модернізації тепловозів у період з 23.04.2010 по 22.05.2010 було проведено порівняльні випробування штатного тепловозу М62 та М62М виробництва Rail Polska Sp z.o.o. з дизелем «Дженерал Моторс». В результаті проведених випробувань визначено, що економія коштів за життєвий цикл експлуатації тепловозу М62М складе до 4,6 млн. грн., що включає економію паливо - мастильних матеріалів, зменшення експлуатаційних витрат, збільшення міжремонтних пробігів та зменшення обсягів робіт на обслуговування та ремонт та інше.

Одним із підприємств залізничного транспорту, силами якого буде проводитись модернізація тепловозів серії М62, було визначено базове депо на Львівській залізниці по ремонту тепловозів даної серії - локомотивне депо Ковель.

На даний час в депо проводяться роботи з модернізації перших тепловозів М62 різних депо Львівської залізниці. Вибір тепловозів під модернізацію здійснюється службою локомотивного господарства згідно даних локомотивних депо залізниці про технічний стан, обсяги необхідного ремонту та пробіги тепловозів серії М62 на капітальний ремонт.

Проведення модернізації в умовах локомотивного депо є не тільки вигідним та економічно доцільним, але значно покращить як експлуатаційні, так і ремонтні показники, технічне оснащення, дозволить депо відповідати вимогам сучасного високотехнологічного підприємства однієї з основних галузей економіки країни - залізничного транспорту.

Модель визначення ефективності технічної експлуатації тягового рухомого складу залізниць

Тартаковський Е.Д., Чигирик Н.Д., Білецький Ю.В., Сумцов А.Л.
(Українська державна академія залізничного транспорту)

Tartakovskiy E.D., Chigirik N.D., Biletskiy Y.V., Sumtsov A.L. Model determining effectiveness of technical exploitation railways traction rolling stock

In this paper, an algorithm to determine the effectiveness of technical operation of locomotives. The method of determining coefficients and provides recommendations on the application

Технічна експлуатація рухомого складу являється складовою частиною залізничного транспорту, основним завданням якого є своєчасне задоволення потреб народного господарства у вантажних та пасажирських перевезеннях. При цьому як суб'єкт господарювання залізничний транспорт повинен постійно проводити оптимізацію витрат на поточну експлуатацію та утримання. Виходячи з цього основною метою технічної експлуатації є зниження собівартості та підвищення продуктивності.

Зниження собівартості можливе за рахунок впровадження сучасних досягнень техніки та оптимізації структури витрат. Для збалансування витрат на поточну експлуатацію локомотивів необхідно визначення ефективності технічної експлуатації тягового рухомого складу з урахування перспектив розвитку та зміни потреб у перевезеннях.

Для оцінки ефективності технічної експлуатації доцільно використовувати наступну методику, алгоритм розрахунку якої представлений на рис. 1. В якості показників оцінки технічної експлуатації виходячи з накопиченого досвіду доцільно обрати коефіцієнт технічної готовності та коефіцієнт збалансованості парку.

Коефіцієнт технічної готовності К_{ТГ} відображає стан системи експлуатації та поточного утримання локомотивів і визначається за формулою:

$$K_{ТГ} = \frac{T_p}{T_p + T_{тор} + T_{нр}},$$

де T_p – час знаходження локомотива в справному стані, годин; $T_{тор}$ – час знаходження локомотива на планових видах обслуговування, годин; $T_{нр}$ – час знаходження локомотива на непланових ремонтах, годин.



Рис. 1. Алгоритм визначення ефективності технічної експлуатації

Для оцінки ефективності використання локомотивів необхідно використовувати коефіцієнт очікування роботи K_{op} , який обчислюється за виразом:

$$K_{op} = \frac{T_{op}}{T_p + T_{top} + T_{np}},$$

де T_{op} – час знаходження локомотива в очікуванні роботи, годин.

Для оцінки перспектив задоволення потреб у перевезеннях використаємо коефіцієнт збалансованості парку $K_{зб.п.}$, який дозволяє оцінити наскільки наявний парк локомотивів задовольнятиме потребу в перевезеннях

$$K_{зб.п.} = \frac{N_{пп}}{N_{нп}}$$

де $N_{пп}$ – кількість необхідного парку локомотивів; $N_{нп}$ – кількість наявного парку локомотивів.

Розрахунок цих коефіцієнтів дозволяє оцінити стан системи обслуговування, експлуатації та забезпеченість перевезень локомотивним парком. При використанні в якості вихідних даних для результатів оцінки перспектив зміни вантажо та пасажиропотоків можливо визначення необхідного рівня коефіцієнтів для адекватного забезпечення перевезень локомотивним парком і відповідно формування стратегії його розвитку.

Поліпшення сумішоутворення в дизельних двигунах

Шепотенко А.П.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Shepotenko A. P. Improved mixing in diesel engines

Mixing processes in diesel engines include cutting fuel and development of fuel torch, its heating, evaporation of fuel vapor and mixing them with air. One of the design measures to improve the quality cut is organizing internal vyhroutvorennya in spray nozzle and then using centrifugal effect.

Дизельні двигуни, що працюють з підвищеними ступенем стиснення та коефіцієнтом надлишку повітря, в більшій мірі ніж інші двигуни задовольняють сучасним тенденціям розвитку транспорту - економічності та екологічності. Але реалізація цих переваг не можлива без забезпечення оптимальних характеристик та параметрів процесів подачі палива до циліндрів, які раціонально змінювати в узгодженні з режимами роботи двигуна.

Основою якісного сумішоутворення є розпилювання палива і рівномірний розподіл крапель за всім об'ємом камери згорання. Одержати хорошу макроструктуру суміші (рівномірний розподіл палива за всім обсягом камери згорання) можна при відповідності форм камери згорання і факела струменя і завихренні повітря в камері.

На процеси розпилювання, сумішоутворення і згорання в двигунах внутрішнього згорання відводиться вельми короткий проміжок часу. Цим і обумовлюються ті значні труднощі, які виникають при досягненні довершеного процесу згорання.

Всі заходи щодо поліпшення якості розпилювання в даний час направлені на подолання сил поверхневого натягнення і сил внутрішнього зчеплення молекул палива.

Процеси сумішоутворення в дизелях включають в себе розпилювання палива та розвиток паливного факела, його прогрівання, випаровування паливних парів і змішування їх з повітрям.

Паливо, введене в циліндр у вигляді факелів, розподіляється в повітряному заряді нерівномірно, тому що число факелів, обумовлено конструкцією розпилювача, обмежено. Іншою причиною нерівномірного розподілу палива в камері згорання є неоднорідна структура самих факелів.

Розпорошені і ті що втратили запас кінетичної енергії частинки палива відтісняються і продовжують рух лише за рахунок потоку повітря, що захвачується попутно факелом. В оболонці знаходяться найбільш дрібні частинки, що мають мінімальну швидкість руху.

Вплив на параметри розпилювання палива і розвиток паливного факела надають конструкція розпилювача, тиск впорскування, стан середовища, в яке впорскується паливо, властивості самого палива.

В існуючих форсунках розпилювач упорскує пальне в циліндр струменями. Пальне суцільної частини струменів не зменшується з повітрям, а подрібнення на краплини і змішування відбувається коло стінок поршня і циліндра. Внаслідок нерівномірного розподілу пального в повітрі недостатнього часу на випаровування краплин і неповного згорання зменшується ККД дизельного двигуна.

Одним з конструктивних заходів щодо поліпшення якості розпилювання є організація внутрішнього вихроутворення у форсунці з подальшим використанням відцентрового ефекту.

Розрахунок відцентрових форсунок, які широко застосовуються в різних технологічних процесах в промисловості і при організації процесів горіння в техніці, базується на теорії ідеальної відцентрової форсунки, розробленої вперше в 1944 р. Г. Н. Абрамовичем. Трохи пізніше до аналогічних результатів прийшли Л. С. Клячко, Д. Тейлор, К. Баммерт.

Основними характеристиками відцентрової форсунки для розрахунку процесів горін-

ня та сушіння є продуктивність, кут розпилювання, середня і локальна щільності зрошення в перерізах на різних відстанях від форсунки, середній діаметр крапель розпиленого струменя в цілому і окремих точках її обсягу, спектр розподілу крапель за розмірами в струмені в цілому і окремих точках її об'єму, симетрія розподілу рідини по секторам.

СЕКЦИЯ 2 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАГОНОВ»

Технические средства удержания вагонов

Бабаев А.М., Шапошник В.Ю.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Babayev A., Shapoasnic V. Devices of car motion retarding

To full stop of the traine motion inner and external devices are used. Inner mechanisms are hand brakes of passenger train locomotives and stationary ones of freight cars. But investigation research shows their insufficient reliability which requires construction improvement. Numerical parameters of typical method analysis of inner technical devices need to be more precise.

Для предотвращения движения вагонов, после того как поезд остановлен, применяют как внешние, так и внутренние технические средства (остановы). Целью применения таких средств является удержание подвижного состава от самопроизвольного ухода на перегон после истощения автотормозов. В перевозочном процессе на самопроизвольный уход приходится порядка 25% происшествий, что обуславливает актуальность темы.

К внутренним техническим средствам относят ручные и стояночные тормоза вагонов и локомотивов.

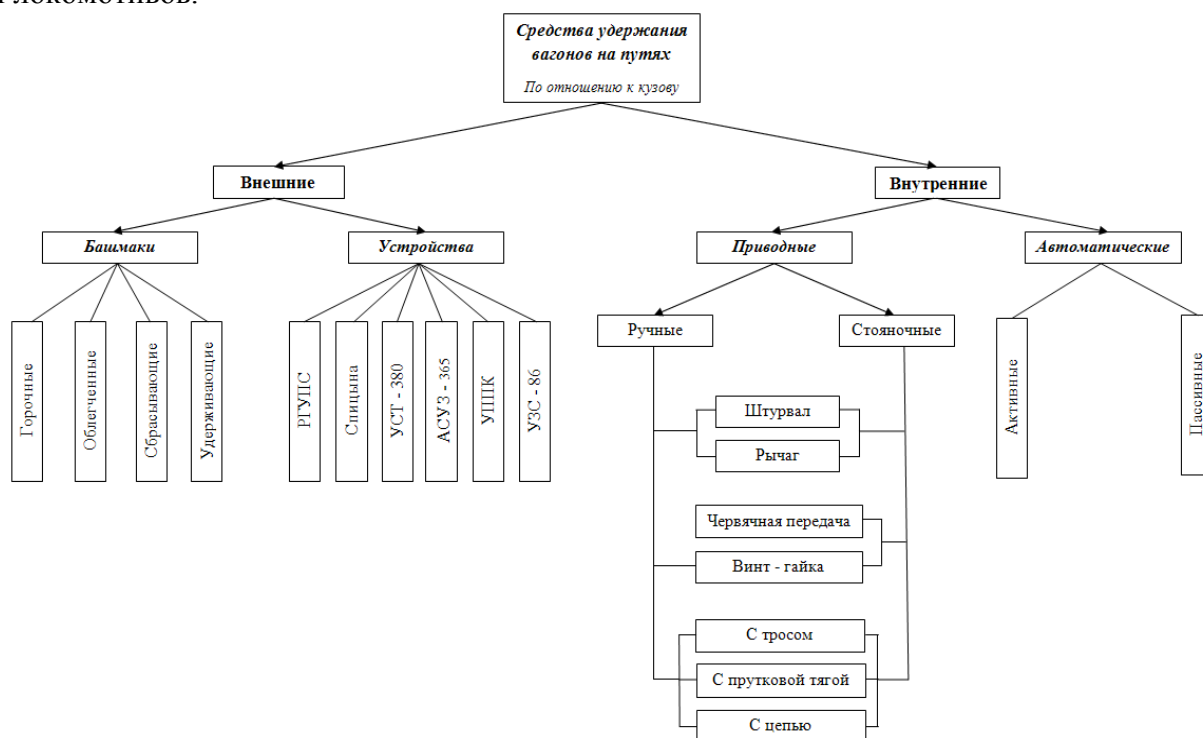


Рис.1. Классификация технических средств удержания

В конструктивном и функциональном отношении они идентичны и состоят из трех основных узлов: ручного привода, механизма преобразования мускульной энергии в механическую сосредоточенную силу, устройств передачи этой силы к штоку тормозного цилиндра. Отличие заключается в местах размещения непосредственно узла ручного привода, так и приложения к нему усилия. Ручной привод тормоза размещают в тамбуре кузова вагона или в кабине локомотива, а стояночного – вне кузова. Ручными тормозами оборудуют тяговый подвижной состав и пассажирские вагоны, область применения стоя-

ночного тормоза – преимущественно грузовые вагоны. Общим для обоих типов тормозов является то, что они воздействуют на тормозную рычажную передачу автоматического тормоза единицы подвижного состава. Обследование ВНИИЖТа показывают, что 82% стояночных тормозов не функционируют, что требует совершенствование их конструкции.

На наш взгляд, такая работа должна быть направлена, в первую очередь, на защиту от вандализма, предохранения механизма усиления (червячной пары) от попадания пыли, грязи, а также на уменьшения веса и возможности произвольного демонтажа устройств передачи усилия.

Уточнению подлежат также некоторые числовые параметры типовой методики расчета стояночных, да и ручных, тормозов. В экспериментальной проверке нуждается величина коэффициента полезного действия, которая в разных источниках изменяется в широких пределах. Приведение в действие тормозов в одних источниках выражается через усилие (кгс, Н), в других – через момент (кгс·см, Н·м). Нет однозначности и в величине предельного уклона, на которые следует рассчитывать тормоз.

В настоящее время все больше находят применения различные конфигурации автоматических стояночных тормозов как активного, так и пассивного действия. Которые, также выполняют роль ручных и стояночных тормозов, уменьшая вероятность самопроизвольного ухода вагонов.

Динамика грузовых вагонов на тележках модели 18-1711

Бубнов В.М., Мямлин С.В.¹, Манкевич Н.Б.

(ООО «ГСКБВ» г. Мариуполь, 1 – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Bubnov V.M., Myamlin S.V., Mankevych N.B. Dynamics of freight cars on bogies model 18-1711

Динамические характеристики ходовых частей подвижного состава железных дорог напрямую влияют на безопасную эксплуатацию поездов в разных режимах загрузки. Именно поэтому при совершенствовании и создании новых тележек подвижного состава учеными и конструкторами уделяется большое внимание таким узлам и элементам, от которых зависит обеспечение необходимого качества хода вагона с наименьшим сопротивлением его движению.

В последние годы на железных дорогах СНГ появился целый модельный ряд тележек с увеличенной осевой нагрузкой, в конструкции которых реализованы технические решения, направленные на повышение надежности и эффективности подвижного состава колеи 1520 мм. Оригинальные технические решения реализованы и в тележках модели 18-1711.

В докладе представлены основные результаты ходовых динамических испытаний вагона-цистерны модели 15-1900 и полувагона модели 12-1905, изготовленных на ПАО «Азовобщемаш», оборудованных тележками 18-1711 с осевой нагрузкой 25 тс. Данные типы вагонов являются наиболее распространенным видом грузового подвижного состава на сети железных дорог колеи 1520 мм. Прототипами для указанных вагонов были соответственно вагон-цистерна модели 15-1547-03 и полувагон модели 12-1704-04, выпускаемые на ПАО «Азовобщемаш» на протяжении многих лет. Кузова исследуемых вагонов также по большинству деталей и узлов унифицированы с вагонами предыдущего поколения.

При испытаниях выполнялась проверка общей работоспособности экипажа в движении, определение и оценка показателей ходовых качеств исследуемых вагонов, оборудованных тележками модели 18-1711 при движении с различными скоростями, в том числе с

конструкционной, и различными режимами загрузки на характерных участках железнодорожного пути соответствующей конструкции.

Целью выполненной работы являлись исследования динамических качеств вагонов, по результатам которых определялась возможность использования в качестве ходовых частей грузовых вагонов тележки модели 18-1711.

Результаты испытаний показывают, что исследованные вагоны обладают удовлетворительными динамическими качествами, а максимальная унификация деталей и узлов их ходовых частей и кузовов с вагонами предыдущего поколения обеспечивает их ремонтно-пригодность на существующей инфраструктуре железных дорог колеи 1520 мм.

Таким образом, получено подтверждение правильности выбранных технических решений при проектировании как самих вагонов, так и тележек к ним.

Удосконалення несучої конструкції вагона-платформи з метою технічної адаптації до перевезень залізничним поромом

Візняк Р.І., Ловська А.О.

(Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків)

Viznyak R.I., Lovskaya A.A. Development of a carrying structure of open railway truck bodies to improve their reliability of fastening on railway ferry-boat

Ways for open railway truck structures adaptation for operation in international railway-ferry communication were developed. It ensures resistance reliability and unit safety of rolling stock under operation in international railway-water communication means.

У зв'язку з інтенсифікацією розвитку зовнішньоекономічних зв'язків України з іншими державами Європи та Азії набули розвитку комбіновані транспортні системи, серед яких необхідно виділити залізнично-поромні перевезення.

Підвищення рівня та вантажообігу контейнерів в напрямку міжнародних транспортних коридорів викликало потребу перевезень контейнерів вагонами-платформами (ВПФ) через залізничні поромні маршрути України з Грузією та Туреччиною.

На підставі досліджень статистичних даних пошкоджень ВПФ в міжнародному залізнично-водному сполученні (МЗВС) було встановлено, що кожного року понад 15% від загальної кількості пошкоджених вантажних вагонів приходить на ВПФ. Найбільш частими пошкодженнями ВПФ є відрив та деформація елементів конструкції, за які відбувається їх закріплення відносно палуби.

З метою підвищення ефективності перевезень контейнерів ВПФ останнім часом проводяться модернізації існуючих конструкцій ВПФ, шляхом встановлення на них фітингових упорів, наприклад, Проект НВЦ “Вагони” 4426-02.00.00.000 “Переоборудование платформ модели 13-401 (13-Н004) под перевозку крупнотоннажных контейнеров, с погрузкой и выгрузкой контейнеров на платформе”.

На кафедрі “Вагони” УкрДАЗТ розроблена конструкція ВПФ для експлуатації в МЗВС. В якості вагону прототипу використана ВПФ моделі 13-401, побудови Дніпродзержинського вагонобудівного заводу з постановкою фітингових упорів для кріплення контейнерів у відповідності до Проекту НВЦ “Вагони”. З метою забезпечення закріплення несучої конструкції ВПФ на палубі залізничного порому (ЗП) вона оснащена спеціальною надбудовою на якій розміщуються вузли для гаків ланцюгових стяжок. Для оптимізації цієї надбудови проводилися відповідні розрахунки на підставі яких був отриманий масив з результатів дослідження оптимальності конструкційних рішень щодо металоємності надбудови. Розрахунки проводилися для марок сталей, які є рекомендованими та використовуються в вагонобудуванні для виготовлення елементів з листового прокату на підставі ГОСТу 19281–89.

З метою визначення проектного строку служби надбудови для закріплення ВПФ відносно палуби ЗП були проведені відповідні розрахунки.

При цьому визначені наступні входні параметри: середнє значення границі витривалості вузла для закріплення визначалося як $0,5 \sigma_T$ матеріалу (сталь марки 09Г2Д, 09Г2С) та складало 150 МПа; база випробувань – 10^7 циклів (рекомендована база випробувань для сталі); час безперервної роботи вузла склав $1,5 \cdot 10^6$ с; ефективна частота динамічних напружень була визначена на підставі параметрів збурюючої дії (морської хвилі) та для хвиль з періодом 9 с складала $0,1 \text{ с}^{-1}$; допустимий коефіцієнт запасу міцності дорівнює 2; показник ступеня кривої втоми для зварної конструкції (надбудова для розміщення вузлів закріплення гаків ланцюгових стяжок) приймався рівним 4; амплітуда еквівалентних динамічних напружень визначена на підставі проведених розрахунків НДС надбудови для розміщення вузлів закріплення гаків ланцюгових стяжок та складала 170 МПа.

На підставі проведених розрахунків проектний строк служби надбудови для розміщення вузлів закріплення гаків ланцюгових стяжок відносно палуби ЗП склав близько 3,5 роки.

Необхідно зазначити, що отриманий строк служби надбудови для розміщення вузлів закріплення гаків ланцюгових стяжок відносно палуб ЗП у дійсності буде мати більше значення, оскільки навантаження його буде здійснюватися за умови потрапляння ЗП в шторм, при нормальних умовах експлуатації (рух в штиль або невеликій бальності хвилювання моря), він буде навантажуватися тільки від зусилля натягіння ланцюгових стяжок, яке складає близько 5 т (49,1 кН).

Запропоновані технічні рішення дозволять забезпечити адаптацію несучої конструкції ВПФ до надійного закріплення відносно палуби ЗП та підвищити ефективність обертів контейнерних вантажів в напрямку міжнародних транспортних коридорів.

Показатели работоспособности аккумуляторных батарей межрегиональных поездов двойного питания для пассажирских перевозок на железных дорогах Украины производства компании «Hyundai-Rotem Company»

Вислогузов В.Т., Дуганов А.Г.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Visloguzov V.T., Duganov A.G. Indicators of performance batteries interregional trains dual supply for passenger traffic on the railways of Ukraine production company «Hyundai-Rotem Company»

The results of the interregional train battery operated dual power supply HRCS2 and test results of capacity of storage batteries, installed on a complete train load in case of emergency. Conclusions about the reasons for delays associated with electric storage batteries.

Межрегиональный электропоезд HRCS2 включает в себя 9 вагонов и формируется следующим образом: MC1-T-MB-M-T-M-M-T-MC2. MC1 и MC2 – вагоны с одной кабиной машиниста и пассажирским салоном 2-го класса, Т – вагоны с пассажирским салоном 1-го класса, М и MB – вагоны с пассажирским салоном 2-го класса, а вагон MB оборудован баром. Вагоны М имеет две моторные тележки с тяговыми двигателями, а вагоны Т – две безмоторные тележки без тяговых двигателей.

Вспомогательное оборудование поезда, системы управления и диагностики тяговым и вспомогательным оборудованием получают питание от трех вспомогательных блоков питания мощностью 250 кВА каждый, расположенных в вагонах Т1, Т2, Т3. В случае отключения вспомогательных блоков питания указанного оборудования осуществляется от аккумуляторных батарей.

Система электроснабжения поезда имеет в своем составе три аккумуляторные батареи, расположенные на вагонах №№ 3 (МВ), 4 (М) и 7 (М). Батареи размещаются в специальных взрывобезопасных подвагонных ящиках, оборудованных вентиляционными устройствами для удаления газов, образующихся при работе аккумуляторов. Заводом изготовителем поезда HRCS2 комплектовались щелочными никель-кадмиевыми аккумуляторными батареями типа 76 SRX 220 FR емкостью 220 А·ч. В случае прекращения работы вспомогательных блоков питания вследствие их неисправности или отсутствия напряжения, подаваемого от контактной сети, аккумуляторные батареи должны обеспечивать в аварийном режиме работу в течение 1 часа следующих потребителей и систем поезда:

- наружных сигнальных огней;
- аварийного освещения пассажирских салонов;
- освещения кабины машиниста;
- управления дверьми;
- звуковой и визуальной системы оповещения пассажиров;
- тормозной системы;
- системы TMS;
- АЛСН;
- поездной радиосвязи;
- звуковых сигналов;
- туалетных систем;
- аварийной вентиляции (в течение 30 мин);
- пожарной сигнализации.

При этом ориентировочная токовая нагрузка на каждую аккумуляторную батарею должна составлять 70...85 А.

Как показал опыт эксплуатации, большое количество отказов связано с неправильной работой аккумуляторных батарей, особенно в зимнее время, что приводило к задержкам поездов в пути следования.

Испытания аккумуляторных батарей на аварийную нагрузку проводились на поездах HRCS2-010, HRCS2-003 и HRCS2-009. Ранее на поезде HRCS2-009 штатная щелочная аккумуляторная батарея была заменена на кислотную гелевую 48 L02 370G производства ООО ХАЗ «Владар» (г. Харьков).

По результатам опытной эксплуатации и проведенных испытаний можно сформулировать следующие причины отказов электропоездов, связанных с ненормальной работой аккумуляторных батарей:

- сбой системы заряда аккумуляторных батарей от вспомогательных блоков питания и, как результат, неудовлетворительное состояние батарей;
- неправильное восприятие системой TMS действительного напряжения аккумуляторных батарей, что приводит к некорректным отключениям систем электропоезда;
- полное обесточивание всех систем поезда при минимально допустимом напряжении аккумуляторных батарей, включая системы управления поднятием пантографов.

Прокльовзування колісних пар під час гальмування пасажирського вагона

Водянніков Ю.Я., Шелейко Т.В., Свистун С.М.
(ДП «УкрНДІВ», м. Кременчук)

Vodyannikov Y.Y., Sheleyko T.V., Svistun S.M. Wheel pairs sliding during a passenger car braking
Experimental research results for wheel pairs' rotation characteristics during a passenger car braking with a disk brake are submitted. It is demonstrated that wheels rotation at braking goes with sliding. Two temporary sections, with maximum value of wheel sliding on the rail – unsteady braking period (braking force increasing) and the period of low speeds were determined.

На сучасному етапі переходу пасажирських поїздів до високих швидкостей руху для забезпечення економічно доцільної експлуатації коліс і рейок за обов'язкового дотримання вимог безпеки руху, однією з основних задач є зниження теплового впливу під час проковзування (юзу) колеса як у процесі руху вагона, так і під час його гальмування. Актуальність задачі зумовлена виникненням дефектів термічного походження внаслідок циклічного нагріву й охолодження поверхневих пластів металу поверхні катання колеса (термоциклювання) з наступним наростанням втомності металу, зародженням і ростом тріщин, несвочасне виявлення яких може мати непередбачувані наслідки.

Найбільшого температурного впливу, як відомо, зазнають колісні пари під час гальмування, коли до впливу динамічних сил додається вплив сил гальмування. Аби дослідити вплив гальмівних сил на кінематику обертання колеса під час гальмування, були проведені гальмівні дослідження пасажирського вагона з дисковими гальмами.

Дослідження проводилися методом кидання, коли дослідний вагон автоматично відчіплюється від дослідного поїзда і гальмується лише дією власної гальмівної системи. Сигнали від датчиків обертів і тиску піддавалися обробці на ЕОМ по спеціально розробленій програмі. Швидкість руху пасажирського вагона на початку гальмування складала від 140 км/год до 160 км/год.

Оцінка і аналіз особливостей процесів гальмування пасажирського вагона здійснювалась за такими характеристиками як лінійна середня швидкість руху вагона, лінійні швидкості обертання кожної колісної пари, ступінь проковзування (відхилення лінійної швидкості обертання колісних пар від швидкості руху вагона).

Аналіз результатів досліджень показав, що під час гальмування вагона спостерігаються дві часові ділянки, які характеризуються максимальним відхиленням лінійної швидкості обертання колісних пар від середньої швидкості руху вагона. Перша ділянка зумовлена наростанням тиску (гальмівної сили) у гальмівних циліндрах, друга ділянка спостерігається, коли швидкість руху вагона становить 40 км/год і до повної його зупинки. При цьому, реалізовані під час гальмування тиски у гальмівних циліндрах колісних пар мали різні значення, причому різниця між мінімальним і максимальним значеннями склала 6,2 %.

Під час руху вагона по рейковому шляху без гальмування також має місце проковзування колісних пар, зумовлене динамічним впливом, причому його величина приймає максимальні значення під час проходження кривих ділянок шляху.

Новые конструкции цельнокатаных колес для Российских железных дорог

Волохов Г.М., Пономарев Ю.К.¹, Керенцев Д.Е.²
(ВНИКТИ, г. Коломна, 1 – СГАУ, г. Самара, 2 – ВМЗ, г. Выкса)

Volokhov G.M., Ponomarev Ju.K., Kerentsev D.E. New design of solid rolled wheels for Russian railways

The report presents the main features of the new design rolled wheels for Russian Railways JSC «VSW», which can be used as an alternative to the standard wheels provided in the standard GOST 10791. The stated design parameters confirmed the results of bench tests.

В соответствии с новой редакцией ГОСТ 10791-2011 «Колеса цельнокатаные. Технические условия» область применения конструкций колес для грузовых и пассажирских вагонов в зависимости от марки стали, осевой нагрузки и скорости подвижного состава выглядит следующим образом. Широко используемую в настоящее время конструкцию колес с плоскоконическим диском (рис. 1, а) допускается применять на грузовом подвижном составе при осевой нагрузке до 23,5 тс и на пассажирском подвижном составе при всех скоростных режимах эксплуатации: до и свыше 160 км/ч. Конструкции колес с кри-

волинейной формой диска (рис. 1, б–г), особенностью которых является U-образный выгиб центральной части диска в сторону наружной поверхности, допускается эксплуатировать на грузовом подвижном составе при максимальных осевых нагрузках 25, 27 и 30 тс, а также на пассажирском транспорте при скоростях движения до 160 км/ч. При этом стандарт допускает применение колес других конструкций по специальной конструкторской документации.

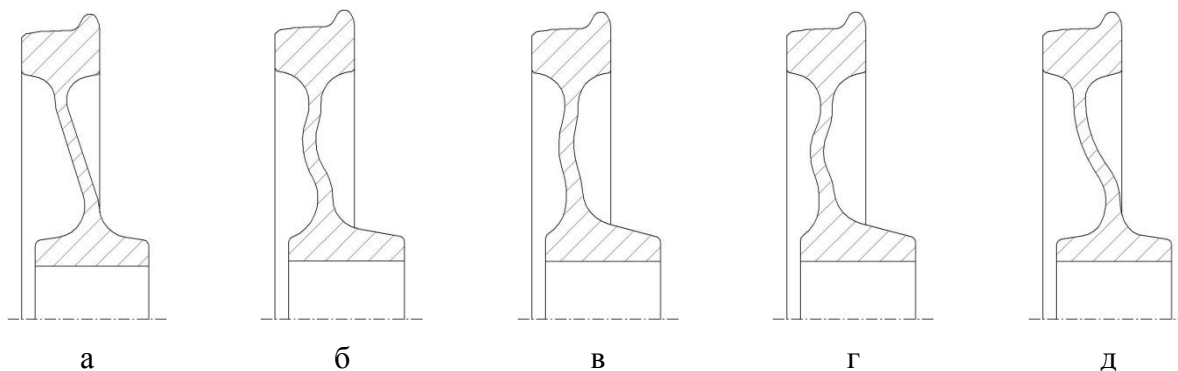


Рис. 1. Профиль радиального сечения цельнокатаных железнодорожных колес

Современной альтернативой колес с плоскоконическим диском на грузовом и пассажирском подвижном составе, а также колес с криволинейной формой диска при осевых нагрузках до 25 и 27 тс, может стать новая конструкция разработки ОАО «Выксунский металлургический завод» (рис. 1, д). Под новые и перспективные грузовые тележки с максимальными нагрузками на ось до 30 тс и выше, возможно использовать модификацию данной конструкции, которая отличается увеличенной толщиной диска и большим наружным диаметром ступицы, с целью обеспечения необходимой толщины стенки ступицы при запрессовке осей большего диаметра.

Новые конструкции по сравнению с аналогами обладают меньшей на 10÷20 кг массой, что позволяет до 5% снизить металлоемкость продукции и уменьшить неподрессоренную массу вагона на 160÷320 кг, в зависимости от количества колесных пар, применяемых в конструкции тележек вагона. Благодаря особенностям формы диска, данные колеса имеют вдвое меньший уровень жесткости в радиальном направлении по сравнению со стандартными колесами, имеющими криволинейный диск, что способствует снижению динамических сил на подвижной состав и верхнее строение пути. Жесткость новых колес в осевом направлении, напротив, больше до 30%, и позволяет при повышенной боковой нагрузке обеспечивать требуемое расстояние между ободьями двух колес в колесной паре при прохождении кривых участков рельсового пути, что в целом также оказывает положительное влияние на динамику подвижного состава и безопасность движения.

Основным преимуществом новых конструкций является высокое сопротивление усталости, достигнутое за счет конструктивных особенностей [1], которые обеспечивают стабильно низкое напряженное состояние при действии различных видов эксплуатационных нагрузок (рис. 2), вследствие чего, колеса и получили свое условное название – «низконапряжённые».

Высокие эксплуатационные характеристики колес новой конструкции были подтверждены при проведении стендовых испытаний по определению предела выносливости его диска. В качестве объекта исследований выступало колесо низконапряженной конструкции, изготовленное на ОАО «ВМЗ» из марки «Т» без механической обработки и упрочнения диска дробью. По результатам испытаний минимальный предел выносливости диска колеса составил 1200 кН, что на 65 % превышает аналогичный показатель для стандартных колес с плоскоконическим диском.

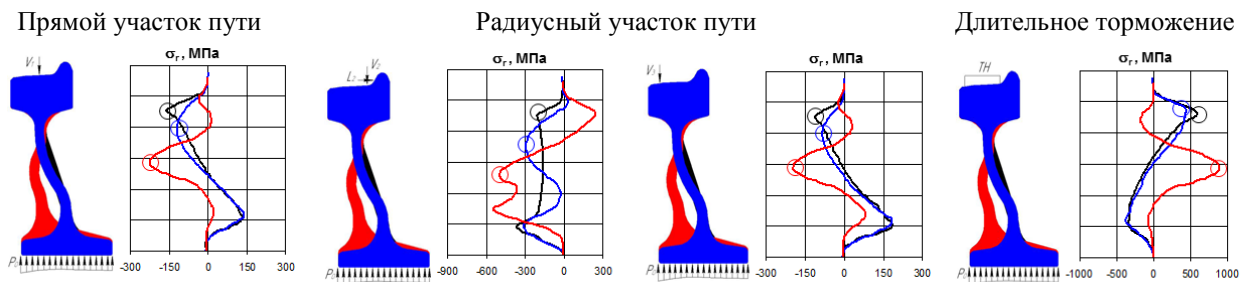


Рис. 2. Радиальные напряжения на наиболее нагруженной внутренней поверхности диска колес различных конструкций

Полученный предел выносливости удовлетворяет требованиям Норм безопасности на железнодорожном транспорте [2] для колес, эксплуатирующийся в подвижном составе с осевой нагрузкой до 30 тс. Проведенные тензометрические замеры напряжений на поверхности диска новой конструкции при различном приложении вертикальной нагрузки показали хорошее согласование (3÷5%) с результатами конечно-элементного анализа в программном комплексе ANSYS (рис. 2).

Библіографічний список

1. Пат. 2428319 Российская Федерация, МПК⁷ В 60 В 3/02, В 60 В 17/00, В 61 F 13/00, В 21 Н 1/04. Железнодорожное колесо/ Голышков Р. А. (РФ), Керенцев Д. Е. (РФ); заявитель ОАО «Выксунский металлургический завод». – № 2010113648; заявл. 07.01.10; опубл. 10.09.05, Бюл. № 25. – 18 с.
2. НБ ЖТ ТМ 02-98 «Нормы безопасности на железнодорожном транспорте. Металлопродукция для железнодорожного подвижного состава». М., 1998, 125 с.

Автоматизація процесу розчеплення автозчепу під час проведення поїзних випробувань гальмівної системи за методом кидання

Гречко А.В., Ніщенко О.Є., Шелейко Т.В.
(ДП «УкрНДІВ», м. Кременчук)

Grechko, A.V., Nishchenko O.E., Sheleyko T.V. Automatization of automatic coupler release during dynamic tests of the brake system by the method of throwing

Design and operation principle of the automatic coupler releasing mechanism of the research car with the subsequent shutdown of the end valve after decoupling of the research car during dynamic tests of the brake system by the method of throwing were investigated.

Подальше удосконалення гальмівних систем, з урахуванням прийнятого напрямку на створення високошвидкісного транспорту, потребує для їх ефективного та якісного дослідження підвищення точності визначення гальмівних шляхів досліджуваного вагона та використання в процесі поїзних гальмівних випробувань метода кидання замість метода послідовних гальмувань, недоліком якого, крім тривалого часу проведення випробувань, є необхідність перерахування гальмівних характеристик дослідного зчепу на характеристики дослідного вагона, що зумовлює велику похибку вимірювань у визначенні гальмівного коефіцієнта.

Метод кидання є найбільш точним і достовірним з існуючих на сьогодні методів експериментального визначення гальмівного шляху, однак його застосування через високий ступінь ризику з погляду безпеки руху вимагає обов'язкового огороження всієї ділянки колії, де проводяться випробування, оскільки «кинутий» вагон до повної зупинки рухається самостійно, без керування, під дією тільки своєї гальмівної сили.

Виконання дослідів за методом кидання потребує, крім злагодженої роботи усього пе-

рсоналу, що бере участь у випробуваннях, застосування більш досконалого випробувального обладнання, зокрема, пристрою для автоматичного розчеплення автозчепу вагона-лабораторії з наступним перекриттям кінцевого крана для запобігання витoku стисненого повітря з гальмівної системи після відокремлення дослідного вагона.

Розглянуто конструкцію та принцип дії пристрою для автоматичного розчеплення автозчепу вагона-лабораторії з наступним перекриттям кінцевого крана після відокремлення дослідного вагона в процесі проведення поїзних випробувань гальмівної системи за методом кидання.

Випробувальне обладнання (складові частини пристрою разом з кабелями і трубопроводами) змонтовано таким чином, що його робота не перешкоджає нормальному функціонуванню інших елементів вагона, та надійно закріплене аби виключити можливість їхнього падіння, ушкодження або самовільного спрацювання під час руху.

Пристрій дозволяє здійснювати автоматичне розчеплення автозчепу та перекриття кінцевого крана вагона-лабораторії і може використовуватися під час проведення поїзних випробувань гальм залізничного рухомого складу за методом «кидання», коли розігнаний до заданої швидкості дослідний вагон необхідно відокремити від дослідного поїзда.

Модернизация – старым проектам новую жизнь

Донченко А.В., Шаповал А.В., Соляник М.И., Федосов-Никонов Д.В.
(ГП «УкрНИИВ», г. Кременчуг)

На протяжении ряда лет вагоностроительные заводы Украины преимущественно выполняли заказы по производству универсальных вагонов: полувагонов, вагонов-цистерн и наиболее распространенных специальных вагонов - для перевозки окатышей, минеральных удобрений, зерна. Парк специальных вагонов долгое время не пополнялся. Так как разработка новых моделей требует значительных затрат времени и финансов, поэтому эти работы проводилась лишь отдельными предприятиями.

Одним из таких специализированных вагонов является вагон для перевозки битума. Для возобновления выпуска таких вагонов было принято решение модернизировать вагон образца 1985 г. с учетом требований современной нормативной документации. Опытные образцы были изготовлены согласно техническим условиям 1984 г. и внесенным изменениям. В связи со значительными изменениями нормативной документации (согласно норм - 83 сила удара при соударении составляет 300 т.с. а согласно норм - 96 - 350 т.с.) и марок сталей, предлагаемых отечественным рынком в конструкцию вагона были внесены конструктивные изменения, обеспечивающие прочность конструкции.



Для постановки вагона на серийное производство и с целью сертификации для Российских железных дорог испытательным центром продукции вагоностроения и литейного производства для вагоностроения ГП „УкрНИИВ” были проведены испытания на соответствие характеристик вагона для битума требованиям НБ ЖТ ЦВ 01-98 „Вагоны грузовые железнодорожные. Нормы безопасности”. Испытания включали следующие виды: статические от действия вертикальных сил и ремонтных нагрузок, квазистатические нагружения в стенде растяжения-сжатия и соударения на стенде-горке. Осмотр всех элементов конструкции и сварных швов вагона после проведения статических испытаний и испытаний на соударение показал отсутствие трещин, остаточных деформаций и изменений геометрических размеров конструкции. По зарегистрированным данным определялись показатели деформации (напряжения) в контрольных точках элементов конструкции вагона. Анализ результатов испытаний не выявил превышения нормативных показателей напряжений в основных элементах конструкции вагона. В настоящее время на полигоне проводятся ходовые – прочностные испытания. Цель испытаний – подтверждение соответствия прочностных характеристик конструкции нормативной документации и заявленным в ТУ на вагон.

Современное программное обеспечение позволяет не только проектировать новые вагоны, но и модернизировать модели прошлых лет. Сравнительный анализ напряженно – деформированного состояния основных элементов конструкции вагона показал, что сходимость результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований составляет 87%. Основываясь на теоретические и экспериментальные исследования, проведенные ранее, можно с достаточной точностью оценивать предполагаемые напряжения в элементах конструкции вагона.

Показатели систем обеспечения микроклимата в кабинах управления и пассажирских салонах двухсекционного дизельного поезда модели 630 М

Дуганов А.Г., Вислогузов В.Т., Епов В.П., Рыжов В.А., Кирильчук О.А., Циупа А.¹
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, 1 – АО «Общество холдинга «Железнодорожный транспорт ПЕСА Быдгощ», Республика Польша)

Duganov A.G., Visloguzov V.T., Epov V.P., Ryzhov V.A., Kirilchuk O.A., Tsiupa A. Indicators of support systems of microclimate in control cabins and passenger compartments of two-section diesel train model 630 M

The results of tests regarding thermal qualities of carbody and indicators of support systems of diesel train indoor microclimate were analyzed. It were given recommendations on improvements of design of diesel train ventilation system.

Двухсекционный дизельный поезд 630М построен фирмой PESA Bydgoszcz S.A., Республика Польша, по Техническому заданию, согласованному Укрзализныцей. Поезд предназначен для пассажирских перевозок в региональном и пригородном сообщении с эксплуатационной скоростью движения до 120 км/ч, состоит из двух секций, соединенных между собой с помощью жесткой, беззазорной сцепки и гибкого герметизированного переходного устройства (площадки без дверей для свободного прохода пассажиров). Каждая секция содержит кабину управления и пассажирский салон, в одном из которых предусмотрен экологически чистый туалет. Количество мест для сидения 192, номинальное количество стоящих пассажиров 180. Кузов дизельного поезда теплоизолированный, в качестве теплоизоляционного материала используется негорючая минеральная вата Alfa Rock и Lamella matc с алюминиевой фольгой. Вентиляция кабин и пассажирских салонов – механическая вытяжная, осуществляется через 11 вентиляторов, встроенных в дефлекто-

ры на крыше каждой секции. Дополнительно установлены местные отсосы воздуха из туалета и через электрические шкафы кабин. Специальные воздухозаборные устройства для присасывания в помещения наружного воздуха не предусмотрены; закрывающимися крышками патрубки дефлекторов не оборудованы. Летом поддержание комфортного микроклимата в помещениях обеспечивается моноблочными кондиционерами фирмы KONVEKTA. На крыше каждой секции смонтирован один кондиционер HVAC 3405 для вентиляции и охлаждения кабины управления и два кондиционера HVAC 5415 для вентиляции и охлаждения пассажирского салона. Холодопроизводительность кондиционера кабины управления составляет 3,1 кВт, номинальный расход приточного воздуха равен 1000 м³/ч, в том числе наружного 100 м³/ч. Холодопроизводительность каждого кондиционера пассажирских салонов составляет 16 кВт, расход приточного воздуха равен 2700 м³/ч, при этом соотношение наружного и рециркуляционного воздуха меняется в зависимости от режима работы агрегатов. Подогрев приточного воздуха в кондиционерах не предусмотрен. Отопление дизельного поезда производится при помощи 4 нагревательных агрегатов WEBASTO типа Thermo 350 мощностью 35 кВт каждый, а также через теплообменник, греющей средой в котором является жидкость системы охлаждения двигателя. При работе кондиционеров и в режиме отопления температура в кабинах управления и салонах поддерживается автоматически на выбранном машинистом уровне, информация отображается на дисплее пульта управления дизельным поездом и передней панели кабинного кондиционера.

В период январь-июнь 2012 г. испытательская лаборатория вагонов университета при участии специалистов сервисной группы фирмы PESA выполнила комплекс испытаний по оценке теплотехнических качеств кузова и показателей систем обеспечения микроклимата в помещениях дизель-поезда. Результаты испытаний свидетельствуют о следующем.

Значение среднего коэффициента теплопередачи наружных ограждений пассажирского салона составляет 1,48 Вт/(м²·К) при норме не более 1,65 Вт/(м²·К), что свидетельствует о хорошем качестве теплоизоляционных конструкций кузова. Определенная экспериментально подача наружного воздуха в кабину управления, равная 109 м³/ч, соответствует нормативным требованиям – не менее 100 м³/ч, а количество наружного воздуха, подаваемого в салон кондиционерами при заселенности 192 человека, составляет 27 м³/ч при норме не менее 25 м³/ч. Соответствуют также требованиям безопасности температура не более 52,8°C поверхностей защитных кожухов конвекторных нагревателей помещений, время предварительного охлаждения летом и нагрева зимой помещений дизельного поезда, а система автоматического терморегулирования поддерживает необходимую температуру в пассажирских салонах в пределах (+1,1...+1,7)°C при охлаждении и (–0,5...–0,9)°C в режиме отопления при допустимом значении не более ±2°C.

Проведенный дополнительно экспертный анализ характеристик, установленного на дизель-поезде климатического оборудования, и расчеты, базирующиеся на полученных при испытаниях результатах, свидетельствуют о том, что в кабинах и салонах будут обеспечены нормальные параметры микроклимата при экстремальных наружных температурах ±40°C.

Вместе с тем следует отметить внимание на выявленные недостатки в конструкции вентиляционной системы дизельного поезда.

При выключенных кондиционерах летом и зимой, когда их работа заблокирована, в режиме вентиляции свежий воздух внутрь помещений поступает только через открытые входные двери. Это объясняется использованием вытяжной вентиляции при отсутствии специальных воздухозаборных устройств для присасывания в помещения наружного воздуха. Кроме того, при работе кондиционеров подпор воздуха в пассажирских салонах не устанавливается. Одна из возможных причин заключается в том, что патрубки дефлекторов не оборудованы заслонками для регулировки и перекрытия оттока воздуха из помещений, поэтому внутренний объем кабин и салонов постоянно сообщается с окружающей

средой. Вопросы доработки конструкции вентиляционной системы дизельного поезда обсуждены с польскими специалистами.

Новое оборудования для обработки литых деталей грузовых вагонов при изготовлении и ремонте

Калужский С.Ю., Кодичев В.А.
(ООО «РОСТОК», г. Москва, info@roctok.ru)

ОАО «РЖД» введены технические требования на боковую раму и надрессорную балку. Технические требования разработаны взамен действующих документов и призваны повысить уровень качества нового литья для обеспечения повышения безопасности движения.

Одна из основных задач при создании грузовых вагонов нового поколения - разработка ходовой части (тележки) с нагрузкой на ось до 25 т и увеличение ее долговечности.

Краткая характеристика современного состояния обработки балок и рам.

В настоящее время обработка ведется с использованием большого разнообразия оборудования, инструментальной оснастки и технологических процессов. Часто используется универсальное оборудование, которое имеет относительно низкую производительность и повышенные расходы при эксплуатации.

В последние 5...10 лет стали применять специальное оборудование (в частности станки для обработки наплавленных поверхностей), но оно также имеет сравнительно низкую производительность из-за большой доли ручного труда при установке, выверке и закреплении обрабатываемых деталей. Кроме того, из-за ручного контроля параметров обработки, относительно низкое качество деталей. Как правило, технологические процессы построены без учета поточности и такта выпуска продукции.

В конечном итоге это приводит к низкой производительности обработки, большому объему (по количеству и виду) ремонтных работ эксплуатируемого оборудования и низкому качеству обработанных деталей.

Линия ремонта надрессорной балки и рамы боковой.

Планировку участков предлагается выполнять в соответствии с последовательностью технологических операций.

На позициях, определяющих качество обработки, детали устанавливаются на базы, совпадающие с их рабочими (функциональными) базами.

Детали перед обработкой обмеряются на контрольно-измерительных машинах (КИМ), данные с которых в электронном виде или в виде штрих-кодов поступают на металлорежущие станки с программным управлением.

Параметры станков рассчитаны на применение высокопроизводительного инструмента с многогранными твердосплавными неперетачиваемыми пластинами. Деталь закрепляется в гидрофицированных приспособлениях.

Станки без переналадки позволяют выполнять обработку деталей как существующей конструкции, так и новых перспективных моделей (в частности рам и балок с нагрузкой до 30 т на ось).

Станки фрезерные специальные серии 6963-XXX, описание.

Станок состоит из трехкоординатного фрезерного модуля и специального приспособления для закрепления обрабатываемой детали.

Фрезерный модуль состоит из станины, на которой располагается стойка с возможностью перемещения вдоль станины (ось X). Стойка несет на себе фрезерную бабку, состоящую из вертикально подвижных саней (ось Y) и горизонтального ползуна (ось Z).

Приводы подач по всем координатам выполнены на частотно-регулируемых двигателях с ШВП на каждом звене.

Система управления обеспечивает работу станка в автономном режиме и в составе автоматизированной линии.

Система диагностирования дает оценку работоспособности и выявляет отказы важнейших систем и механизмов станка, систем гидрооборудования, смазки, электрооборудования, приводов главного движения и подачи, автоматическое отключение станка при возникновении аварийной ситуации, возможность быстрого определения неисправности.

Конструктивные отличия между станками определяются шпиндельными группами, унификация между ними составляет до 80% и приспособлениями.

Для каждой обрабатываемой детали поставляется свое приспособление для ее базирования и закрепления. Все приспособления гидрофицированы и обеспечивают возможность загрузки и выгрузки обрабатываемых деталей как автоматическим манипулятором, так и в ручном режиме.

Модели станков фрезерные специальных серии 6963-XXX

Станок модели 6963-01 предназначен для комплексной механической обработки детали «Балка надрессорная», обеспечивает обработку как новой литой заготовки, так и детали восстановленной наплавкой. Станок выполняет операции фрезерования подпятника (включая наружную поверхность), наклонных поверхностей, скользунов, расточку шкворневого отверстия и сверление отверстий Ø23 мм.

Станок модели 6963-021 обеспечивает обработку поверхностей под фрикционные пластины в балочном проеме.

Станок модели 6963-022 обеспечивает обработку опорной и боковых поверхностей буксовых проемов.

Станок модели 6963-023 – обеспечивает сверление 8 отверстий Ø21мм. Под фрикционные пластины в балочном проеме

Станок модели 6963-024 – обеспечивает обработку наружных торцев боковых поверхностей буксового проема.

Станок модели 6963-021/23 обеспечивает комплексную обработку поверхностей под фрикционные пластины в балочном проеме – фрезерование и сверление. Взамен двух станков 6963-021 и 6963-023.

Проект внедрения новых технологий и оборудования для ремонта деталей грузовых железнодорожных вагонов

Калужский С.Ю., Кодичев В.А.
(ООО «РОСТОК», г. Москва, info@roctok.ru)

Цели и задачи внедрения новых технологий:

Повышение эффективности грузоперевозок определяется несколькими факторами:

- повышением грузоподъемности вагонов
- повышением скорости перемещения вагонов
- увеличением межремонтного цикла
- уменьшением внеплановых ремонтов
- снижением стоимости ремонта подвижного состава

Предлагаемая инвестиционная программа направлена на повышение надежности и снижение стоимости ремонтных работ.

Основные принципы внедрения новых технологий:

1. Модернизация существующих вагоноремонтных депо (заводов) производится с внедрением модульных поточных технологических линий или участков линий с оптимизированным уровнем автоматизации или механизации в зависимости от необходимой производительности.

2. В составе линий используются современные методы и оборудование для контроля геометрических параметров изношенных деталей и построение технологических процессов на основании полученных данных обмера.

3. При решении задач наплавки и механической обработки деталей вагона используется современное специализированное высокопроизводительное оборудование с программным управлением и высоким уровнем унификации основных узлов и деталей, имеющее связь с контрольно-измерительной аппаратурой.

4. Построение линии с гибкими технологическими процессами учитывающими возможные перспективные изменения конструкции деталей вагона.

5. Создание специализированных сервисных служб и центров по обслуживанию технологических линий в целом.

Решаемые задачи:

1. Повышение качества и надежности ремонта подвижного состава, сокращение сроков выполнения работ и снижение издержек по рекламациям.

2. Повышение производительности ремонтных работ.

3. Наиболее полное выполнение требований регламентов и инструкций при проведении ремонтных работ.

4. Развитие производственной базы депо, ВКМ, ВРЗ с переходом на новые технологии.

5. Перспективность. Изменение конструкции деталей вагонов не вызовет замену технологического оборудования.

6. Ресурсосбережение. Сокращение энергозатрат, сокращение затрат на содержание оборудования, уменьшение производственных затрат.

7. Персонал. Общее сокращение персонала. Сокращение количества вспомогательных и ручных операций. Повышение квалификации персонала. Повышение культуры производства.

Реализация программы внедрения новых технологий:

Предлагается реализовать программу внедрения новых технологий линий и комплексов для ремонта деталей грузовых вагонов на станках, реализованных на базе одного обрабатывающего модуля модели 6963, с применением предварительного обмера деталей на контрольно-измерительных машинах (КИМ) с последующим использованием этих данных для автоматизации:

- правки деформированных деталей (хвостовик корпуса автосцепки);

- наплавки изношенных поверхностей;

- обработки наплавленных поверхностей.

Предварительный обмер:

- снижает время правки детали (деталь правится с одного раза) и уменьшает величину остаточной деформации;

- минимизирует объем наплавленного металла и величину его съема при обработке.

Обмер деталей, наплавка и обработка выполняются при одинаковом базировании, которое выбрано исходя из функции работы деталей. Это позволяет получить значительно меньший разброс определяющих геометрических параметров деталей и, в конечном счете, увеличить срок до последующего ремонта.

Разработанные транспортные схемы имеют гибкую структуру, что дает возможность оперативно изменять технологический процесс ремонта деталей.

Автоматизация работы станков (программное управление) позволяет проводить их многостаночное обслуживание в процессе работы линии (сокращается количество рабочих) и повышает качество обработки.

Состав и конструкция станка 6963

Станок состоит из трехкоординатного фрезерного модуля и специального приспособления для закрепления обрабатываемой детали.

Фрезерный модуль состоит из станины, на которой располагается стойка с возможностью перемещения вдоль станины (ось X). Стойка несет на себе фрезерную бабку, состоящую из вертикально подвижных саней (ось Y) и горизонтального ползуна (ось Z).

Приводы подач по всем координатам выполнены на частотно-регулируемых двигателях с ШВП на каждом звене.

Система управления обеспечивает работу станка в автономном режиме и в составе автоматизированной линии.

Система диагностирования дает оценку работоспособности и выявляет отказы важнейших систем и механизмов станка, систем гидрооборудования, смазки, электрооборудования, приводов главного движения и подачи, автоматическое отключение станка при возникновении аварийной ситуации, возможность быстрого определения неисправности.

Конструктивные отличия между станками определяются шпиндельными группами, унификация между ними составляет до 80% и приспособлениями.

Для каждой обрабатываемой детали поставляется свое приспособление для ее базирования и закрепления. Все приспособления гидрофицированы и обеспечивают возможность загрузки и выгрузки обрабатываемых деталей как автоматическим манипулятором, так и в ручном режиме.

Модели станков фрезерные специальных серии 6963-XXX

Станок модели **6963-01** предназначен для комплексной механической обработки детали «**Балка надрессорная**», обеспечивает обработку как новой литой заготовки, так и детали восстановленной наплавкой. Станок выполняет операции фрезерования подпятника (включая наружную поверхность), наклонных поверхностей, скользунов, расточку шкворневого отверстия и сверление отверстий Ø23 мм.

Станок модели **6963-021** обеспечивает обработку поверхностей под фрикционные пластины в балочном проеме.

Станок модели **6963-022** обеспечивает обработку опорной и боковых поверхностей буксовых проемов.

Станок модели **6963-023** – обеспечивает сверление 8 отверстий Ø21мм. Под фрикционные пластины в балочном проеме

Станок модели **6963-024** – обеспечивает обработку наружных торцев боковых поверхностей буксового проема.

Станок модели **6963-021/23** обеспечивает комплексную обработку поверхностей под фрикционные пластины в балочном проеме – фрезерование и сверление. Взамен двух станков **6963-021** и **6963-023**

Станок специальный колесорасточной модели КРС2791М

Специальные колесорасточные станки модели КРС2791М предназначены для обработки отверстия ступиц цельнокатаных колес при изготовлении и ремонте колесных пар подвижного состава железных дорог.

На станках производится черновое и чистовое растачивание, обработка галтелей отверстия ступицы новых и старогодных цельнокатаных колес с повышенной точностью обеспечения размера и геометрических характеристик отверстия. Обеспечена возможность растачивания ступицы по фактическому размеру подступичной части оси колесной пары.

На станке без переналадки обрабатываются колеса диаметром от 860 до 964 мм., в том числе повышенной твердости (до НВ 360 ед.) и колес с «С»-образным профилем. Возможно исполнение станков для обработки колес с диаметром 1000 мм.

Станки отличаются принципиально новой компоновкой и рядом современных технических решений, защищенных патентами Российской Федерации.

Станки фрезерные вертикально-горизонтальные с крестово-подвижным столом модели 6532М и специальные станки на их базе.

Станки фрезерные вертикально-горизонтальные с крестово-подвижным столом моде-

ли 6532М и их модификации предназначены для обработки деталей в условиях ремонтного, единичного и мелкосерийного производства. Широкое применение станки нашли в вагоноремонтных депо и заводах.

При наличии соответствующих программ и приспособлений можно обрабатывать следующие детали грузового вагона:

1. Корпус автосцепки – модель станка УФ5570М
2. Детали замкового устройства автосцепки
3. Корпус поглощающего аппарата
4. Букса (наружные и внутренние поверхности) – модель станка 6532М-03.Н1
5. Пятник
6. Клинья фрикционные
7. Колпак скользуна
8. Фрикционные планки
9. Тормозные рычаги
10. Упорная плита
11. Поддерживающая планка
12. Упоры передний и задний (в том числе со сверловкой отверстий) и других деталей.

Післяремонтні приймальні динамічні випробовування залізничних вагонів, основані на нелінійній стохастичній моделі

Куліченко А.Я.

(Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту
імені акад. В. Лазаряна)

The following publications for railway wagon, represented by the simplified scheme, considered nonlinear mathematical model with two degrees of freedom. This model allows us to describe both translational and angular fluctuations vehicle under the influence of regulatory factors as well as from external efforts.

Якщо залізничний вагон пройшов приймальні випробовування у відповідності із вимогами Укрзалізниці, це свідчить про те, що вагон відремонтований правильно, але це не дає ніяких гарантій надійної і безпечної експлуатації даного засобу рухомого складу залізниці. Іншими словами, статистичні характеристики стану залізничного вагону не дають користувачу повної інформації відносно того, як даний вагон буде працювати в реальних умовах серійної експлуатації. Згідно рекомендацій, затверджених відомством Укрзалізниці, перше випробовування експлуатаційних характеристик залізничних вагонів проводиться шляхом їх динамічних випробовувань.

Для того, щоб отримати чітке уявлення про «поведінку» вагону у процесі його серійної експлуатації, необхідно встановити шляхом вимірювань опір системи конструкції вагону коливанням, що виникають при рухові вагону стальними магістралями:

а) динамічні зусилля впливу на конструкцію і окремі вузли вагону вимірюються по часову експлуатації;

б) залізничний вагон проектується і виготовляється із розрахунку на широкий діапазон швидкостей експлуатаційного руху.

На даний час процедури приймальних випробовувань ґрунтувалися на застосуванні системи лінійної стохастичної моделі з однією ступінню вільності, де в якості характеристики системи використовується коефіцієнт динамічної жорсткості, що встановлюється згідно середньоквадратичного значення випадкових вимушених коливань вагону. Складена математична модель повинна по можливості найближче відповідати реальній системі і

включати більшість визначаючих параметрів; тому очевидно, що припущення про лінійність системи може виявитись несправедливим.

Автор провів ряд досліджень і запропонував спрощену, але універсальну нелінійну математичну модель залізничного вагону загального виду. Дана модель дозволяє описувати як поступальні, так і кутові форми коливань. Збуджуючий вплив, обумовлений динамічними процесами при експлуатації вагонів, являє собою стаціонарний широкополосний гауссівський випадковий процес. Така стохастична модель дає можливість описувати динаміку руху вагону в цілому в умовах реальної роботи і дозволяє визначати статистичні характеристики вимушених коливань, виразивши їх через параметри системи – коефіцієнт інтенсивності випадкових зусиль і особистої частоти та коефіцієнта демпфування вагону. Сформувавши рішення для математичної моделі, визначаємо середньоквадратичні характеристики поступальних та кутових коливань: згідно цих характеристик можна побудувати відповідний коефіцієнт K_d для застосування при динамічних приймальних випробовуваннях.

В основі стохастичної моделі лежить розроблена фізична модель залізничного вагону у загальному вигляді, де основні характеристики системи представлені за допомогою еквівалентних мас, пружин і демпфуючих елементів. При таких випробовуваннях вагон зазнає детермінованого впливу сталої амплітуди в напрямі дії очікуваної дії ваги вагону, і вимірюється амплітуда вимушених коливань $Z(t)$ у цьому ж напрямі в межах всього частотного діапазону. В результаті для кожної з точок вимірювання отримується резонансна крива – безперервна залежність амплітуди Z вимушених коливань від частоти збуджуючих сил ω . Згідно такої системи резонансних кривих визначаються загальні параметри системи. Для забезпечення максимальної надійності із отриманих результатів відбираються мінімальні значення коефіцієнтів статичної жорсткості та демпфування, які зберігаються для розрахунку вимушених коливань системи, що збуджуються випадковими силами, які впливають на вагон під час його руху. Реальні зусилля, які впливають на конструкцію вагону, хаотично вимірюються із тривалістю часу. Тому сукупність результатів вимірювань зусиль впливу вагону на залізничні рейки та швидкості його руху повинна характеризуватись широким спектром частот і може наближено представлятися стаціонарним широкосмуговим випадковим процесом із гауссівським розподіленням.

Математичні методи рішення задач, які описуються нелінійними стохастичними диференціальними рівняннями, є доволі обмеженими, оскільки для більш простих систем найчастіше застосовують метод рівняння Фоккера-Планка. Цей метод має одну суттєву перевагу у порівнюванні із рештою відомих: він дає точне рішення для густини ймовірності процесів, які визначають вимушені коливання. Однак ця перевага зрівноважується тим, що даним методом розв'язуються лише окремі задачі з певними обмеженнями.

Автор запропонував методику приймальних післяремонтних випробовувань, яка ґрунтується на визначенні середніх квадратів коливальних процесів, які збуджуються у процесі експлуатації вагону випадковими зовнішніми впливами. Середньоквадратичні характеристики вимушених коливань σ_T та σ_B залежать від коефіцієнтів збудження, від коефіцієнта демпфування та від коефіцієнтів статичної жорсткості. Оскільки реальні умови експлуатації вагону характеризуються рядом коефіцієнтів інтенсивності впливу випадкових зовнішніх факторів у процесі його переміщення, то середньоквадратичні значення повинні безпосередньо відображати той рівень динамічної жорсткості, який дана система, тобто вагон, повинна мати для того, щоб протидіяти будь-яким зовнішнім факторам впливу, які викликають нестійкість вагону при різних технічних ситуаціях. Отриманий коефіцієнт динамічної жорсткості K_d можна використовувати в якості динамічної характеристики залізничного вагону, причому його можна визначати згідно вібровипробовувань при різних навантаженнях. Крім того, більшим значенням цього коефіцієнту відповідають більш «стійкі» в динамічному відношенні конструкції вагонів.

Будь-які зовнішні фактори впливу, які викликають нестійкість вагону при різних технічних (експлуатаційних) ситуаціях вимагають на етапі післяремонтних робіт проведення динамічних приймальних випробовувань, де в якості головного критерію використовується коефіцієнт динамічної жорсткості вагону K_d . Він визначається, як величина, обернена до суми дисперсій усталених (нормативно визначених) коливань. Оскільки цей коефіцієнт залежить від інтенсивності впливу експлуатаційних динамічних складових (конструкції вагону, його маси, ваги транспортованого вантажу, умов експлуатації тощо), запропонований метод післяремонтних динамічних приймальних випробовувань дає істинну уяву про поведінку вагону в умовах реальної експлуатації.

Прогнозування якості поверхні деталей вагонів виготовлених методом пластичного деформування

Міляннич А.Р.

(Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

Milyanich A.R. Prediction of surface quality parts cars manufactured by plastic deformation

Existent superficial defects are analysed in the resulted theses, their origin is investigational at a by volume flowage, that allows to reduce the percent of defective metal, and also find out the safe sizes of superficial defects.

Метод гарячого штампування на вагонобудівних підприємствах дозволяє отримати значну долю деталей вагонів у готовому вигляді або забезпечує отримання форм і розмірів поковок, наближених до форм і розмірів готових деталей. Штампуванням в одно- або багаторучаєвих штампах виготовляється значна кількість деталей вагонів: опорна плита, тяговий клин і маятникова підвіска автозчепного обладнання, закладка та розпірка триангеля, серезка центрального підвішування візка, деталі рами і кузова, тощо.

Вирішення задач економії металу, підвищення ефективності виробничих процесів і надійності виробів залежить від якості металу, правильної оцінки його можливостей, а також прогнозування можливих руйнувань. Підвищення виходу бездефектних деталей, які виготовляються методами об'ємного пластичного деформування, і забезпечення довговічності їх роботи залежить від присутності поверхневих дефектів, роль яких у руйнуванні матеріалів, що перебуває у різному структурному стані, до даного часу не отримала належної оцінки. Повне усунення поверхневих дефектів виявляється або неможливим або економічно не вигідним.

Аналіз показує, що переважна більшість поверхневих дефектів являє собою у поперечному перерізі «надрізи» незначної глибини і малого радіусу заокруглення при вершині. Їх можна поділити на три групи: поздовжні, поперечні та п'ятнисті (точкові). Найбільшу частину складають поздовжні дефекти (риски, закати, волосини, подряпини тощо). П'ятнисті або точкові дефекти (раковини, порожнини, поверхнева рябизна, тощо) являють собою дискретні поверхневі дефекти, за своїм значенням є аналогічними поздовжнім. Поперечні (сліди проточки металу, кільцеві риски, тощо) дефекти при об'ємному пластичному деформуванні є менш небезпечними.

Присутність у матеріалі поверхневого дефекту приводить до значної концентрації напружень. У більшості стандартів і технічних умовах зауважується лише гранична глибина поверхневого дефекту, а радіус заокруглення не фіксується. Згідно проведених багатьох досліджень встановлено, що більшість дефектів на, наприклад, циліндричних поверхнях деталей, мають радіуси заокруглення при вершині в межах 0,004...0,013 мм, причому 90 % мають радіуси 0,006...0,011 мм. В результаті середній радіус заокруглення при вершині поверхневих дефектів становить 0,0085 мм. У закатів і волосин ця величина ста-

новить приблизно 0,001 мм. За цією ознакою поверхневі дефекти можна умовно поділити на два типи: тріщиноподібні (закати, волосіння) та радіусні (які мають радіус заокруглення при вершині, близький до середнього 0,0085 мм).

Якість матеріалів деталей, отриманих методом пластичного деформування, у різних структурних станах оцінюються за допомогою стандартних характеристик міцності та пластичності: границі текучості σ_T і міцності σ_B , відносного звуження ψ та видовження δ , степені деформації при осадці ε . Однак значення цих характеристик в ГОСТах і ТУ наводяться лише для одного стану матеріалу, що є недостатнім для оцінки його можливостей при інших комбінаціях структур, схемах деформацій та напружень, які разом взято впливають на його напружений стан, що визначає ресурс пластичності матеріалу.

Дослідження показали, що кожний матеріал незалежно від стану має свою залежність граничної пластичності від показника напруженого стану, яка здебільшого представлена у вигляді $\varepsilon_i^{\text{гран}} = \varepsilon_0 \cdot a^{-b\pi}$, де ε_0 - пластичність при $\pi = 0$ (де π - показник напруженого стану); b - коефіцієнт.

Для матеріалів, які підтягались дослідженням, отримані наступні залежності: для низьколегованої сталі 16ХСН - $\varepsilon_i^{\text{гран}} = 1,75a^{-0,173\pi}$ та 60ГФ - $\varepsilon_i^{\text{гран}} = 1,64a^{-0,32\pi}$; для сплаву ХВГ - $\varepsilon_i^{\text{гран}} = 2,02a^{-0,42\pi}$. Методика визначення величини граничного поверхневого дефекту ґрунтується на використанні діаграм граничної пластичності. Маючи діаграму граничної пластичності, наприклад для сталі 16ХСН, і співставляючи її із утвореними розтягуючими деформаціями, де $\varepsilon_i^{\text{гран}} = 0,7$, згідно розроблених номограм можна встановити показник напруженого стану, при якому ресурс пластичності становить 0,7. У даному випадку $\pi = 5,3$. Вказаний напружений стан для даної сталі створює поверхневий дефект глибиною 0,066 мм. Таким чином, поверхневий дефект глибиною 0,06...0,07 мм є максимально допустимим.

Результати експериментальних досліджень показали, що часом навіть явно бракований поверхневий дефект не впливає на експлуатаційні характеристики виробу, оскільки дефект негативно орієнтований (не попадає у схему розтягу) під час прикладання навантаження. Крім того, концентрація напружень навіть при прояві поверхневого дефекту, як надрізу, значно поступається властивому для даної конкретної деталі конструкційному концентратору напружень.

Наведена методика оцінки придатності матеріалу для пластичного деформування, разом із розробленою автором номограмою, дає можливість об'єктивно оцінювати рівень якості матеріалів для виготовлення бездефектної продукції з врахуванням схеми деформованого і напруженого стану, оцінити ресурс пластичності матеріалів і його видозміни в залежності від вибраної технології виготовлення виробу.

Модульно-декомпозиційна модель конструкції кузовів сучасних напіввагонів

Мороз В.І., Фомін О.В., Братченко О.В., Фомін В.В.
(УкрДАЗТ м. Харків, ПрАТ «ДМЗ» м. Донецьк)

Moroz V., Fomin A., Bratchenko A., Fomin V. Module-decouplig model of construction baskets of the modern freight gondolas

Транспортною стратегією України на період до 2020 року, яка була затверджена на засіданні КМУ 20 жовтня 2010 року одним із пріоритетних напрямків розвитку транспорту передбачено підвищення ефективності роботи залізничної галузі. При цьому одним із ключових напрямків вирішення зазначеної проблеми є оновлення рухомого складу залізниць вантажними вагонами з сучасним рівнем техніко-економічних та експлуатаційних

показників (ТЕЕП). На сьогодні найбільш гостро стоїть питання оновлення парку універсальних та спеціалізованих напіввагонів. На нинішній час цей парк в своїй більшості складається з вагонів які експлуатуються на грані призначеного терміну служби та моделей спроектованих за технологіями минулого сторіччя. З урахуванням зазначеного у вітчизняних наукових та виробничих транспортних організаціях активізуються науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, які спрямовані на створення вітчизняних конкурентоспроможних моделей напіввагонів з сучасним рівнем ТЕЕП.

Розробка нових конкурентоспроможних моделей напіввагонів вимагає застосування сучасної методології вирішення проектно-конструкторських задач, яка передбачає використання системного підходу, адаптивних стратегій та методів оптимізаційного проектування. Проведення вищезазначених робіт передбачає створення та використання формалізованих описань (ФО).

У роботі представлений розроблений в Українській державній академії залізничного транспорту варіант формалізованого описання кузова сучасного напіввагону, яке здійснювалось на основі використання принципів ієрархічності і декомпозиції (блочності). Наведено приклади його використання в науково-дослідних та дослідно-конструкторських роботах з поліпшення ТЕЕП універсальних та спеціалізованих напіввагонів.

Використання принципу ієрархічності передбачає структурування опису конструкції кузова напіввагону за ступенем детальності з виділенням окремих ієрархічних рівнів. Застосування принципу декомпозиції забезпечує розділення відповідних описів на кожному ієрархічному рівні на ряд блоків (конструкційних модулів) з можливостями їхнього роздільного проектування та дослідження. Вищезазначені принципи в повній мірі віддзеркалюються у модульно-декомпозиційній моделі кузова залізничного напіввагону (найбільш часто представляється у вигляді відповідної схеми), є основою ФО його конструкції.

Загальні принципи та підходи до розроблення ФО конструкції залізничних вантажних вагонів були викладені у попередніх роботах. У відповідності до них ФО конструкції вагону передбачає виділення трьох ієрархічних рівнів. При цьому модуль кузова (B_{11}) розглядається як елемент першого рівня, вузлові елементи якого належать до другого рівня, а елементи, які умовно не підлягають подальшому розділенню складають базові елементи третього рівня. З урахуванням того, що при створенні нових напіввагонів модуль кузова слід розглядати як їх несучу систему виникла необхідність переходу до розроблення ФО його конструкції з виділенням не трьох а чотирьох ієрархічних рівнів. Тобто вводиться додатковий (другий) рівень елементами якого є основні складові модуля кузова B_{11} : складова стін бокових та торцевих B_{111} , складова рами B_{112} , складова розвантажувального устаткування B_{113} . В свою чергу їх декомпозиційні елементи утворюють третій та четвертий ієрархічні рівні.

У роботі представлено фрагменти модульно-декомпозиційних схем універсальних напіввагонів моделі 12-9745 та спеціалізованих напіввагонів моделі 20-9749 виробництва ДП «Укрспецвагон». Вони приймалися за основу при проведенні робіт зі зниження їх матеріалоемності. Також наведено розроблене ФО напіввагонів моделей 12-9904, 12-9904-01 (виробник ПрАТ «ДМЗ») і приклад його використання при проведенні проектних робіт з розробки альтернативних варіантів конструювання їх кузовів.

Отримані результати підтверджують доцільність використання запропонованих ФО в дослідженнях з удосконалення конструкції сучасних напіввагонів. Такий підхід може використовуватися при проведенні науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт зі створення нових та модернізації вже існуючих вантажних вагонів різних типів.

Исследование эксплуатационных свойств надежности опытных вагонов в замкнутых маршрутах УЗ

Мурадян Л.А., Мищенко А.А., Бруякин В.К.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Muradian L.A., Mishenko A.A., Bruiakin V.K. The results of operational test of new railway equipment have in structure of self-closed experienced "Rokovataya-Uzhgorod-Kosice". Reliability figure and period of service of separates details and nodes carriage have been defined

Продолжаются эксплуатационные испытания образцов новой вагонной техники в опытных маршрутах по направлению Кривой Рог–Ужгород. Основной задачей испытаний является оценка характеристик надежности новых образцов по сравнению с прототипами, а также разработка рекомендаций по уменьшению износов поверхности деталей.

С декабря 2012 года по указанию УЗ сформирован третий маршрут, составленный из вагонов с биметаллическими подшипниками скольжения в пятниковых узлах и безрезьбовыми соединениями в тормозных магистралях.

Кроме того, в эксплуатации находятся еще два маршрута, в составе которых проходят испытания вагонов: нового поколения на тележках отечественного производства; на тележках модели 18-100, модернизированные по технологии «А.Стаки»; с новыми профилями поверхности катания колес; вагоны на модернизированных и немодернизованных тележках модели 18-100 на литых колесах производства США.

Вагоны нового поколения модели 12-7023-01 на тележках модели 18-7020 постройки Крюковского вагоностроительного завода проходят испытания по оценке свойств в эксплуатации и ремонтпригодности между 1-ым и 2-ым деповскими ремонтами.

Эксплуатационные испытания предусматривают контроль за ходовыми частями во время поездок, комиссионных и внеочередных осмотрах, при этом фиксируются следующие показатели:

- толщина гребня;
- наличие подреза гребня или его остроконечного проката;
- величина зазоров в пятниковом узле и челюстях букс;
- износы фрикционных планок и клиньев;
- толщины упругих деталей тележки (прокладка в пятнике, полиуретановые элементы в скользунах и на наклонной поверхности фрикционного клина).

Во время испытаний также контролируются внешнее состояние кузова вагона, его ходовых частей и ударно-тяговых устройств.

При регистрации перечисленных параметров фиксируется и величина пробега полувагона.

Анализу подвергаются количественные показатели соответствующих износов образцов новой техники, которые сравниваются с серийными и аналоговыми образцами, рассчитывается интенсивность износа на каждые 10000 км пробега.

Достоверность полученных результатов эксплуатационных испытаний определяется количеством объектов испытаний и определяется продолжительностью их проведения.

По результатам эксплуатационных испытаний приведен прогноз характеристик надежности некоторых контролируемых деталей и узлов грузовых вагонов.

Использование транспортного агрегата для перемещения вагонов между позициями гибкого вагоноремонтного потока

Мямлин В.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Myamlin V.V. Using the transport unit for moving cars between the positions of the flexible flow cars

The method for moving the units among the positions of flexible car-repair flow is described. The operational principle and design features of proposed transporter are shown

Огромное внимание при ремонте вагонов промышленными методами должно уделяться вопросу перемещения вагонов между ремонтными позициями. Вагоны являются крупногабаритными, громоздкими и тяжёлыми изделиями, что во многом затрудняет их свободное перемещение. В настоящее время эту функцию выполняют грузоведущие конвейеры, которые толкают вагоны по рельсам. Перестановка всех вагонов осуществляется, как правило, одновременно. Надо отметить, что такие конвейеры являются очень ненадёжными и в большинстве депо вообще не работают. Они расположены в ремонтной зоне, вдобавок ещё ниже уровня пола и, поэтому подвержены попаданию в них различных посторонних предметов, имеющих в изобилии при ремонте вагонов. Поэтому перестановка вагонов осуществляется либо при помощи маневрового локомотива, либо при помощи мостовых кранов, либо при помощи аншпуга, либо при помощи физической силы самих рабочих. Таким образом, сложность в перемещении вагонов затрудняет использование поточных методов ремонта и вынуждает предприятия ремонтировать вагоны стационарным методом.

Исследования в области организации адаптивных вагоноремонтных потоков, должны одновременно идти по пути поиска конфигураций зданий депо с оригинальными компоновочными решениями, позволяющими в рамках единого потока производить ремонты разных типов вагонов, а также использования более надёжных транспортных механизмов для их перемещения вагонов.

Одним из перспективных решений в этом направлении являются гибкие асинхронные потоки ремонта вагонов, для которых разница в объёмах выполняемых работ на вагонах не имеет существенного значения и не отражается на их производительности. Для перемещения вагонов между позициями таких потоков должен быть использован другой вид транспорта, да и сами транспортные механизмы не должны находиться непосредственно в зоне ремонта. Речь идёт о создании принципиально новых компоновок вагоноремонтных предприятий. Одним из возможных решений может быть организация гибкого вагоноремонтного потока в трёх параллельных пролётах, крайние из которых будут ремонтными, а средний – транспортным. Ширина каждого пролёта должна быть по 24 м. В ремонтных пролётах позиции должны размещаться поперёк пролётов на параллельных путях. Транспортное устройство является главным рабочим органом гибкого потока. От его надёжности и скорости его работы зависит пропускная способность всего потока. Как правило, для перемещения подвижного состава между параллельными путями используются трансбордерные тележки. В настоящее время существует большое количество таких тележек, имеющих различные конструктивные особенности. В принципе, они, как вариант, могут быть использованы и для перемещения вагонов между позициями гибкого потока, но такое перемещение будет не совсем эффективно. В отличие от тягового подвижного состава, который может самостоятельно въезжать на трансбордер, для перемещения вагонов в продольном направлении должны быть использованы различные принудительные устройства. Существующие же конструкции тележек являются низкопроизводительными,

так как требуют затрат времени на выполнение стропальных работ - для захвата вагонов тросовой лебёдкой, что удлиняет период цикла. Поэтому для успешного функционирования гибкого вагоноремонтного потока необходимо такое устройство, которое бы без участия человека, наравне с поперечным перемещением вагонов могло бы осуществлять и продольное перемещение. Причём не просто перемещать вагоны, а выставлять их на определённую «глубину» в ремонтные модули, которые расположены не только на расстоянии 4-5 м от края траншеи, в которой перемещается трансбордер, но и в совершенно другом строительном пролёте, а также забирать их оттуда.

Поэтому для сокращения транспортного цикла предложена конструкция специального транспортного агрегата (ТА). Этот ТА состоит из двух основных частей, каждая из которых служит перемещения вагона в конкретном направлении – это трансбордерная тележка, предназначенная для перемещения вагонов в поперечном направлении (между параллельно расположенными ремонтными модулями), и смонтированное на ней телескопическое порталное устройство, предназначенное для перемещения вагонов в продольном направлении (между ремонтным модулем и трансбордерной тележкой). ТА размещается в среднем пролёте в специальной технологической траншее таким образом, чтобы уровень головок рельсов расположенных на трансбордерной тележке, совпадал с уровнем головок рельсов, находящихся на ремонтных позициях.

Портальное устройство состоит из трёх взаимосвязанных между собой секций: внешнего неподвижного портала, жёстко соединённого с трансбордерной тележкой, среднего и внутреннего передвижных порталов. Телескопическое порталное устройство выполнено таким образом, что позволяет пропускать вагон внутри себя. Оба мобильных портала предназначены для перемещения вагона в продольном направлении. Внутренний портал дополнительно оборудован двумя захватными устройствами, предназначенными для стыковки с вагоном с разных сторон. Захватное устройство смонтировано на раме, которая может перемещаться по вертикальным направляющим. В зависимости от выполняемой транспортной операции (погрузка или выгрузка вагона), рама, с помощью внутреннего портала, может перемещаться к разным концам вагона и выполнять разные функции (тянуть вагон спереди или толкать его сзади). Внутренний портал движется по направляющим среднего портала, а тот в свою очередь – по направляющим, расположенным на стационарном портале.

ТА является ответственным элементом транспортного процесса. В случае выхода его из строя, вся работа потока может быть парализована. Поэтому в целях обеспечения непрерывной и надёжной работы потока должно быть предусмотрено два ТА: один – рабочий, другой – резервный. Во время «пиковых» ситуаций возможна работа двух ТА одновременно. При этом каждый ТА должен обслуживать только свою зону.

К достоинствам данного ТА относится и то, что перестановку вагонов он может осуществлять по обе стороны транспортного пролёта, в том числе перемещать вагоны в продольном направлении между противоположными модулями в автоматическом режиме, без какого-то ни было вмешательства человека.

Использование ТА и отдельного транспортного коридора для перемещения вагонов между позициями, позволит не только обезопасить работу исполнителей в ремонтных пролётах, снизить риск травматизма, но даже и не отвлекать их от работы при совершении межпозиционных перемещений на соседних модулях. Кроме того, такое решение позволит не загромождать ремонтные позиции «лишним» транспортным оборудованием, а сохранить место непосредственно для технологического ремонтного оборудования.

Основные технологические решения многофункционального производственного комплекса по ремонту и изготовлению грузовых вагонов на базе вагонного депо Гянджа (Азербайджан)

Мямлин В.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Myamlin V.V. Basic technological solutions of multifunctional industrial complex for repair and manufacturing of freight cars on base of cars depot Gyanga (Azerbaijan)

Main technological solutions of development of cars depot Gyanga (Azerbaijan), which permit to transform it for multifunctional complex on base with use of flexible flow are presented

В настоящее время Республика Азербайджан не имеет собственных мощностей по производству новых вагонов, а также запасных частей к ним. Кроме того, плохо обстоят дела с ремонтом грузовых вагонов. Несмотря на то, что в стране имеется целый ряд вагонных депо, вагоноремонтная база по ремонту грузовых вагонов находится в крайне тяжёлом состоянии. Многие технологическое оборудование в депо, крайне необходимое для качественного ремонта вагонов, отсутствует, а износ существующего оборудования составляет более 80 %. Единственный в республике Бакинский ВРЗ подлежит ликвидации, из-за освобождения территории центра города.

В связи с этим существует большая потребность в создании в Азербайджане мощного вагоноремонтного и вагоностроительного комплекса. В качестве базового предприятия для реализации проекта было выбрано депо ст. Гянджа, которое построено в 1978 году. Из всех вагоноремонтных депо Азербайджана это депо является наиболее технологически оснащённым. Вместе с тем, из 63 единиц оборудования 18 единиц являются неисправными. Оборудование было приобретено ещё в 1978 году и на сегодняшний день изношено на 70-80 %. Ремонт вагонов осуществляется стационарным методом. Отсутствие специализированного оборудования не позволяет осуществлять качественный ремонт вагонов в полном объёме, что не может не сказаться на безопасности движения поездов. К положительным моментам относится то, что существующая территория депо позволяет осуществить посадку нового вагоноремонтного корпуса с необходимыми габаритами.

Наиболее производительным методом организации производства является поточный метод. На сегодняшний день альтернативы потоку нет. Поэтому при разработке основных технологических решений данного проекта были использованы поточные методы ремонта. При этом был максимально учтён опыт по организации поточного метода ремонта вагонов в передовых вагонных депо на территории СНГ, а также последние научные разработки в области индустриальных методов ремонта вагонов. Основная проблема вагоноремонтных предприятия, не позволяющая в полную силу использовать поточный метод, заключается в вероятностном характере ремонта вагонов, диапазон значений трудоёмкости которых имеет довольно существенный размах. В связи с этим величина такта не соблюдается, технологическое оборудование и исполнители на позициях зачастую простаивают, эффективность производства падает.

При разработке производственного комплекса грузовых вагонов были использованы концепции многофункциональности и гибкого асинхронного вагоноремонтного потока, который позволяет индивидуально переставлять вагоны с одной позиции на другую, без привязки к другим вагонам, как это имеет место в настоящее время в существующих вагонных депо. Такой поток позволяет избежать большинства трудностей, с которыми сталкиваются на практике все вагоноремонтные предприятия, работающие по схеме жёсткого потока ремонта вагонов. Благодаря организации гибкого потока, данное предприятие

сможет использовать индустриальные методы ремонта, несмотря на различные типы вагонов и различные виды ремонта (деповской и капитальный).

Существующее здание ВЧД Гянджа построено по старому образцу и не позволяет применять гибкие инновационные технологии ремонта. Поэтому существующие площади вагоносборочного участка могут быть использованы в дальнейшем для начальной и конечной стадий технологического процесса, на которых трудоёмкости выполнения работ носят в основном стабильный характер.

Реализацию проекта предполагается выполнить в условиях действующего депо без остановки существующего производства. Перспектива расширения и реконструкции предприятия видится следующим образом. К существующему зданию ВЧД Гянджа с тыльной стороны будет пристроено новое здание прямоугольной формы с размерами 210,0 x 102,0 м. В этом здании будут располагаться все основные производственные участки. Весь процесс ремонта вагонов будет осуществляться в едином непрерывном потоке под одной крышей. Движение вагонов между позициями потока предусматривается организовать по П-образной схеме. Генеральный вагоноремонтный поток будет состоять из трёх основных участков: участка подготовки вагонов к ремонту, главного вагоноремонтного участка и малярного участка. Участок подготовки вагонов к ремонту и малярный участок будут организованы на существующих площадях депо. Первые три строительных пролёта здания, в которых будет размещаться главный вагоноремонтный участок, для возможности организации гибкого асинхронного потока, будут расположены поперёк остальным пролётам. Ширина транспортного и ремонтных пролётов принята по 30 м, что позволит устанавливать на позиции, ремонтировать и перемещать вагоны повышенной длины, в частности, фитинговые платформы. Основной вагоноремонтный поток предусматривается разместить в двух ремонтных пролётах, между которыми будет расположен транспортный коридор, оборудованный двумя трансбордерными тележками. Трансбордерная роботизированная тележка является основным механизмом, выполняющим всю работу, связанную с перестановками вагонов между ремонтными позициями. Тележка будет располагаться в прямке транспортного пролёта. Уровень пола на тележке и уровень пола на участке ремонтов – одинаковый. Она будет сама затаскивать на себя вагон и стаскивать (продольное движение), а также осуществлять перемещение вагонов между параллельными путями (поперечное перемещение).

Поток ремонта вагонов представляет собой набор необходимых ремонтных позиций, размещённых по обе стороны от транспортного коридора. Каждая позиция может иметь несколько модулей – место для размещения одного вагона, оснащённое необходимым технологическим оборудованием. Согласно технологическому процессу вагон должен пройти через ряд ремонтных позиций, каждая из которых специализирована на выполнении определённых операций.

Предлагаемая схема ремонта вагонов, благодаря оригинальной компоновке строительных пролётов, в которых будут размещаться ремонтные позиции, и использованию трансбордерных тележек, позволит свести до минимума влияние большой разницы в трудоёмкостях ремонтных работ, что положительно скажется на времени простоя вагонов в ремонте и на пропускной способности потока. Если при жёсткой схеме для вагонов возможен только один-единственный путь движения, так как они движутся по одному и тому же пути, то при гибком потоке количество возможных вариантов движения вагонов по позициям потока может достигать нескольких сотен. Предлагаемая планировка вагоноремонтного участка позволит каждому вагону находиться в ремонте именно столько времени, сколько того требует его техническое состояние.

Ремонтные позиции будут оборудованы правильными машинами, передвижными площадками, кантователями, дробеструйными установками, домкратами, мостовыми кранами грузоподъёмностью по 10 и более тонн. В зависимости от типа вагона и вида ремонта, оборудование на позициях может отличаться друг от друга.

Остальные пролёты нового корпуса будут расположены параллельно пролетам существующего здания. В двух крайних пролётах с размерами 120,0 x 24,0 м будут размещены участки заготовительный и крупно-узловой сборки новых вагонов. Сборка вагонов будет осуществляться поточным методом. После того, как кузов вагона будет соединён с рамой и поставлен на тележки, дальнейшие его оборудование, окраска и окончательная сдача будут осуществляться в общем гибком потоке ремонта вагонов. Этот участок оснащён необходимым оборудованием и приспособлениями, как специализированным, для производства конкретных типов вагонов, так и универсальным, а также мостовыми кранами.

Общая годовая программа ремонта составляет – 4800 вагонов разных типов, в том числе: деповской ремонт – 3600 вагонов, капитальный ремонт – 1200 вагонов. Изготовление новых вагонов – 500 вагонов в год. Ориентировочная стоимость объекта 60,0-65,0 млн. долларов.

Опыт проведения теоретических и экспериментальных исследований железнодорожной техники

Мямлин С.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

The report provides information on theoretical and experimental tests of railway equipment and infrastructure elements in the Dnepropetrovsk national university of railway transport named after academician V.Lazaryan (former Dnepropetrovsk institute of railway engineers (DIRI)). Our university has been founded in 1930, the first results of the studies have been published in 1932. Every year, research departments of our university perform more than 200 research and development works for railways and industries.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна (бывшее название Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта (ДИИТ)) основан в 1930 году, а первые результаты исследований уже опубликованы в 1932 году. Конечно, эти исследования относились к тем конструкциям подвижного состава, которые использовались в то время на железных дорогах Советского Союза. Работы были связаны с оценкой эксплуатационных характеристик и совершенствованием ремонта отдельных типов подвижного состава, а именно: двухосных грузовых вагонов, двухосные пассажирские вагоны и различные типы паровозов. Развитие железнодорожной техники требовало от ученых различных научных школ применения современных, для каждого этапа развития техники, средств вычислительной техники и совершенствования методов проведения экспериментальных исследований.

Основная часть лабораторий создавалась уже после Великой Отечественной войны, и к середине 50-х годов прошлого века были созданы первые научно-исследовательские лаборатории, которые формировались сначала как научные группы, а затем приказами Министерства путей сообщения СССР организовывались отраслевые научно-исследовательские лаборатории. К ведущим научно-исследовательским лабораториям следует отнести лабораторию динамики и прочности подвижного состава, лабораторию вагонов, лабораторию динамики мостов и путепытательную лабораторию. Затем по мере развития научных школ и кафедр ДИИТа формировались новые научно-исследовательские лаборатории. На сегодняшний день в университете ведутся исследования в 27 научных подразделениях, в том числе 22 научно-исследовательских лабораториях, 3 конструкторских бюро, научно-исследовательском институте подвижного состава, пути и транспортных сооружений, Испытательном центре и 2 испытательных лабораториях. Причем только за последние 3 года создано 5 научных подразделений, которые специ-

алізуються на проектуванні подвижного складу, елементів інфраструктури залізничних доріг і об'єктів промислового будівництва, а також ведуть розробку технологій ремонту і експлуатації нового подвижного складу.

Начинаючи з 60-х років ХХ століття науковими лабораторіями університету виконані теоретичні і експериментальні дослідження більш ніж 300 типів подвижного складу магістрального і промислового залізничного транспорту як вітчизняного, так і іноземного виробництва. К об'єктам досліджень відносяться: вантажні, пасажирські і рефрижераторні вагони, транспортні, тепловози і електровози, путеві машини, дизель- і електropоезда, спеціальна залізнична техніка (крани на залізничному ході, дрезини, самохідні і несамохідні машини, військова техніка на залізничному ході і т.д.)

Для виконання теоретичних досліджень в університеті в 1962 році був створений перший в Дніпропетровській області обчислювальний центр, де застосовувалися ЕВМ. В даний час університет має більш ніж 1000 сучасних комп'ютерів.

Базою сучасних експериментальних досліджень є значительний парк стендового обладнання - 6 вагонів-лабораторій для проведення натурних експериментів (4 на базі пасажирських вагонів і 2 на базі вантажних вагонів). Цілий комплекс досліджень, пов'язаних з визначенням ресурсних характеристик подвижного складу, проводиться на спеціалізованому полігоні університету на станції Ілларионово Придніпровської залізничної доріжки, який має горку, ударний тупик і цех для проведення стендових випробувань.

Таким чином, в університеті сформована і успішно функціонує система організації і проведення наукових досліджень залізничної техніки і елементів інфраструктури, яка дозволяє здійснювати комплексну оцінку нової і модернізованої техніки для потреб залізничного транспорту і транспортного будівництва.

Актуальність створення сучасних систем гасіння коливань для пасажирських вагонів

Мямлін С.В., Андрєєв О.А., Грічаний М.А.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Urgency of creation modern systems of vibration damping for railway passenger cars

Сучасними тенденціями розвитку залізничного транспорту, зокрема пасажирських перевезень, обумовлено прагнення до збільшення швидкостей руху та поліпшення динаміки рухомого складу, що потребує покращення умов комфортабельного перевезення пасажирів. Плавність ходу обумовлюється: станом колії, швидкістю руху, характеристиками систем гасіння коливань та рівнем технічного стану пасажирського рухомого складу. Від властивостей підвіски пасажирського вагона залежить фізіологічний і емоційний стан пасажирів, оскільки вібрації, швидкі й різкі зміни положення тіла сильно стомлюють людину, що знижує комфорт при користуванні залізничним транспортом. Ці властивості в основному залежать від ефективності гідравлічних гасителів коливань, які поглинають енергію горизонтальних і вертикальних коливань під час руху пасажирського вагона.

Пасажирський рухомий склад, що експлуатується в Україні, має, в основному, пасивну систему гасіння коливань, зокрема, в центральному ресорному підвішуванні він обладнаний телескопічними гідравлічними гасниками коливань, механізм яких перетворює кінетичну енергію рухів окремих частин екіпажів або екіпажів в цілому як у потенціальну енергію стиснення робочої рідини в порожнині гасителя і деформацій корпусу та окремих

його частин, так і в тепло, внаслідок перетікання рідини через дросельні отвори. При цьому основна частина перетворюваної кінетичної енергії розсіюється. Цей пристрій гасить різкі коливання не тільки при зустрічному стисненні, але і пом'якшує віддачу у зворотному напрямку.

Недоліком цієї пасивної системи, в яку входять гідравлічні гасники коливань візків, пасажирських вагонів, є її нездатність враховувати зміну швидкості руху вагона, і те, що під час руху вагона на його динамічні показники впливають нерівності колії і рух в криволінійних її ділянках, а також взагалі технічний стан колії. Це призводить до обмеження швидкості руху та зниження комфортних умов проїзду пасажирів.

На теперішній час над створенням активної системи гасіння коливань рухомого складу, яка надасть можливість покращити його динамічні, а, як наслідок, і швидкісні характеристики, та підвищити рівень комфорту пасажирів, працюють провідні конструктори та виробники рухомого складу залізничного транспорту з різних країн, які, виконуючи теоретичні та експериментальні дослідження, намагаються вдосконалити ці системи та наблизити їх характеристики до найбільш оптимальних.

Розробка теоретичних основ створення такої системи та покращення ходових якостей, як для існуючого парку пасажирських вагонів, так і для вагонів, що проектується, за рахунок мінімальних конструктивних змін при адаптації параметрів існуючої системи демпфірування до умов зовнішнього впливу під час руху для вітчизняного рухомого складу, враховуючи існуючий рівень наукових знань з динаміки вагонів, досвід виробництва та експлуатації, сучасний стан вагонного парку та перспективи розвитку пасажирського залізничного транспорту, являється актуальним завданням для залізничного транспорту. Однак, реалізація цієї системи неможлива без удосконалення конструкції безпосередньо гасника коливань, покращення його технічних характеристик та підвищення ефективності та надійності. Одним з критеріїв є створення конструкції гасника коливань, що забезпечить безремонтний пробіг до 1 млн. км. або три роки експлуатації.

Совершенствование элементов рессорного подвешивания пассажирских тележек

Мямлин С.В., Кивишева А.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

The article reviews basic theoretical positions concerning introduction into exploitation of a new type of lightweight trucks. The results of the comparative analysis of lightweight truck and standard passenger truck are shown.

Являясь связующим звеном между путем и экипажной частью подвижного состава, тележка вагона воспринимает воздействия всех дефектов пути (отклонения от нормального положения в плане и профиле, перекосы рельсов), а также пересечений и переходов к мостовому верхнему строению пути. Тележка должна соответствовать противоречивым критериям: иметь прочную конструкцию, обеспечивающую высокую несущую способность, и в то же время обладать минимально возможной массой. Ее конструкция должна снижать до минимума динамические воздействия, передаваемые на кузов, и гарантировать устойчивый и плавный ход. Расчетный срок службы тележки равен 30 годам, что соответствует пробегу более 10 млн. км.

Современный уровень конструирования, основанный на самых последних достижениях техники, является хорошей базой для разработки тележек вагонов. За прошедшие 15–20 лет стремительное развитие компьютерной техники способствовало значительному усовершенствованию программного инструментария для проектирования и конструирования. Тем не менее, любая программа высокого уровня хороша в такой степени, в какой

человек умеет ею пользоваться. Научно-технический уровень конструктора, опирающегося, помимо своих специальных знаний, также на опыт и понимание роли качества, дает в итоге экономию в затратах, надежность и безопасность тележки в ежедневной эксплуатации. Опыт крайне необходим и также является основой для постоянного совершенствования продукции, поскольку сфера деятельности железнодорожного транспорта очень сложна и условия эксплуатации подвижного состава могут значительно различаться. Кроме того, обязательным условием является высокое качество, ибо отсутствие его также выводит тележку из строя, создает проблемы текущего содержания, а в некоторых случаях может даже привести к аварийным ситуациям в процессе эксплуатации.

Используя весь накопленный опыт и новейшие разработки, компании Bombardier удалось создать тележку облегченной конструкции для пассажирского подвижного состава, рассчитанного на скорость движения более 160 км/ч.

Тележка, именуемая Flexx Eco, ранее B5000, была разработана с целью удовлетворения жестких требований рынка к подвижному составу. Конструкция тележки была оптимизирована для уменьшения повреждений пути, уменьшения массы и снижения затрат на обслуживание.

Успех разработки зависел от фундаментальных переосмыслений конструкции тележки наравне с улучшением общей безопасности и производительности базовой модели. Общая простота дизайна в сочетании с внутренним рессорным подвешиванием колесных пар лежит в основе успеха разработки.

Эти тележки уже успешно применяются на электропоездах Voyager и Meridian.

Рассмотрим основные характеристики, присущие этой тележке:

- областью применения заявлен подвижной состав пригородного сообщения, поезда дальнего следования и высокоскоростной подвижной состав;
- первая ступень подвешивания оборудована резиновыми рессорами типа Metacon;
- применено облегченное внутреннее подвешивание (буксовое);
- во второй ступени подвешивания применена пневморессора производства Metalastik серии 45\4003.
- применены дисковые тормоза с возможностью дополнения магнитным тормозом.

На основе проведенных компанией-изготовителем сравнительного анализа и испытаний тележек, можно заключить, что:

Достигается уменьшение массы поезда:

- на 30% снижена масса тележки по сравнению с обычной тележкой;
- на 30% снижена масса необрессоренных частей.

2) Обеспечение тележкой «дружественного» отношения к пути:

- снижение повреждения пути из-за снижения необрессоренной массы;
- уменьшение износа рельс, благодаря улучшению качества прохождения кривых;
- снижение риска усталостных повреждений железнодорожного полотна.

3) Оптимизация затрат:

- снижение потребления энергии;
- снижение затрат на обслуживание тележек;
- снижение аэродинамического сопротивления.

Важную роль играет система подвешивания, а именно используемые резиновые рессоры типа Metacon и пневморессора производства Metalastik серии 45\4003.

Рессора Metacon™ представляет собой легко устанавливаемый и компактный блок подвески, в котором рабочим материалом на сдвиг и сжатие является резиновый элемент.

Оптимальные величина прогиба под нагрузкой, то есть возможны большие статические нагрузки в пределах допустимых ограничений.

Рессора сохраняет работоспособность при статической вертикальной нагрузке и отклонениях до 50 кН и 40 мм соответственно.

Экспертами Metalastik был создан ряд пневморессор, которые отвечают самым стро-

гим требованиям современных технологий железнодорожных, в частности, сочетание больших горизонтальных перемещений и низкие частотные характеристики в нормальных и аварийных условиях движения.

Баланс характеристик сила нажатия/смещение в устройстве обеспечивают стабильность работы транспортных средств.

Возможность восприятия высоких горизонтальных и перемещений по диагонали, а также сопротивление скручиванию делают эти системы подвешивания идеальным решением для всех конструкций тележек.

Новые технологии не стоят на месте и с дальнейшим усовершенствованием амортизационных систем, как примененная в конструкции данной тележки облегченная буксовая ступень подвешивания, появляются новые возможности создания более легких и практичных тележек.

Привід ручного гальма рейкового транспортного засобу

Мямлін С.В., Мурашова Н.Г., Романюха М.Р., Кебал І.Ю.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Проблема, що існує при забезпеченні гальмування рейкового транспортного засобу на стоянці, представляє собою неможливість керування приводом без пошкодження його складових частин під навантаженням.

Відомий привід ручного гальма рейкового транспортного засобу, що включає вал, на одному кінці якого закріплений штурвал, а на іншому кінці – черв'як, який взаємодіє з поворотним черв'ячним сектором, зв'язаним з гальмовими колодками. Цей привід ручного гальма має складну конструкцію, яка трудомістка в виготовленні і не надійна в експлуатації.

Також відомий привід ручного гальма рейкового транспортного засобу, що включає корпус, в якому розташований вал, на одному кінці якого закріплений штурвал, а на іншому кінці вала виконана різьба, котра не є самогальмівна, і зв'язана із розміщеною в корпусі гайкою, яка має можливість осьового переміщення, і, в свою чергу, яка взаємодіє з поворотним важелем, зв'язаним з гальмовими колодками. Недоліком його є невисока надійність конструкції, обумовлена наявністю отворів в корпусі, вздовж яких проходить поворотний важіль.

Авторами створена модель, суть який полягає в тому, що привід ручного гальма рейкового транспортного засобу, що включає установлений в корпусі вал, на одному кінці якого виконана різьба, котра не є самогальмівна, зв'язана із розміщеною в корпусі гайкою, яка має можливість осьового переміщення, і в свою чергу взаємодіюча з поворотним важелем, зв'язаним з гальмовими колодками, а на іншому кінці вала, біля штурвалу, встановлено фіксатор зворотнього ходу, виконаний у вигляді храпового колеса, жорстко закріпленого на валу і взаємодіючою із згаданим колесом запобіжником, встановленим на важелі розчеплення з можливістю обертання навколо вісі, розташованої в корпусі приводу. Новим є те, що поворотний важіль, виконаний з двох частин: одна з них знаходиться всередині корпусу, яка взаємодіє з гайкою, а друга частина-зовні корпусу, що взаємодіє з гальмівними колодками, і з'єднанні між собою за допомогою шпонки.

Технічною задачею, що вирішується моделлю є створення конструкції приводу, який має підвищену надійність шляхом виконання корпусу, в якому відсутні отвори. Таким чином, запропоновано удосконалену конструкцію приводу ручного гальма рейкового транспортного засобу, що дозволяє підвищити надійність гальмівної системи.

Определение параметров рессорного подвешивания пассажирских вагонов перспективных конструкций

Мямлин С.В., Приходько В.И.¹, Жижко В.В., Дузик В.Н.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна, 1 – ПАО «Крюковский вагоностроительный завод»)

При проектировании новых конструкций подвижного состава важную роль играют исследования по выбору параметров ходовых частей и особенно рессорного подвешивания. Как с точки зрения обеспечения необходимых прочностных характеристик рессорного подвешивания, так и с учетом получения улучшенных динамических ходовых качеств вагона.

Для достижения поставленной задачи выполнены теоретические исследования по определению прочностных характеристик пружин центрального и буксового рессорного подвешивания тележек при использовании их под пассажирскими вагонами базовой модели 61-779 и определены соответствующие динамические показатели вагонов. Так, значение коэффициента динамики обрессоренной рамы тележки равно: для груженого (полностью экипированного и с пассажирами) вагона - 0,266, а для порожнего вагона - 0,27, что соответствует оценке хода вагона – отлично.

Расчетные суммарные напряжения в пружинах центрального рессорного подвешивания равны для обоих режимов нагружения составляют 360 МПа, при допускаемых 1133 МПа. Расчетные напряжения в пружинах буксового подвешивания по I режиму составляют 1086 МПа для наружной и 1087 МПа для внутренней, при допускаемом 1133 МПа, а по III режиму для внутренней и наружной пружин напряжения составляют 897 МПа при допускаемом 906 МПа. Выполнен также расчет пружин центрального и буксового рессорного подвешивания на устойчивость по оценке отношения высоты ненагруженной пружины к ее диаметру, которое составляет 3,22 для пружин центрального и 1,98 (наружной), 2,78 (внутренней) буксового при критическом значении 5,54.

Выполнены также сравнительные исследования динамических качеств пассажирских вагонов в диапазоне скоростей до 250 км/ч для вагона на тележках модели КВЗ-ЦНИИ, модели 68-7007 усовершенствованной конструкции и модели 68-7041 с пневматическим рессорным подвешиванием, которые подтвердили значительно лучшие динамические качества и показатели износа для вагонов на тележках моделей 68-7007 и 68-7041.

Выполнены теоретические исследования динамической нагруженности пассажирского вагона при движении по прямолинейному участку пути со скоростями до 250 км/ч, с целью определения динамических показателей вагона при различной массе кузова. При незначительном изменении жесткости пневморессоры (484–567 кН/м вертикальная и 201–235 кН/м горизонтальная) динамические показатели центральной ступени и плавности хода близки по значению.

Определено, что использование пневморессор с выбранными характеристиками приводит к существенному улучшению динамических показателей в центральной ступени подвешивания тележек пассажирского вагона. В результате выполненных теоретических исследований динамической нагруженности пассажирского вагона определены оптимальные параметры рессорного подвешивания для достижения скорости движения до 200 км/ч и до 300 км/ч.

Таким образом, в результате оценки прочностных параметров рессорного подвешивания и оценки динамических характеристик пассажирских вагонов с различными конструкциями тележек получен вывод о полном соответствии принятых технических решений рессорного подвешивания с выбранными параметрами требованиям нормативной документации.

Определение динамических качеств вагонов межрегионального электропоезда производства ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» на перспективных тележках

Мямлин С.В., Приходько В.И.¹, Жижко В.В., Дузик В.Н.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, 1 – ПАО «Крюковский вагоностроительный завод»)

Разработка подвижного состава железных дорог включает в себя проведение теоретических и экспериментальных исследований. Выбор характеристик новых конструкций на предварительных этапах разработки опытных образцов органично дополняется также теоретическими исследованиями по выбору рациональных параметров рессорного подвешивания [1-7]. Задачей данного исследования является определение динамических показателей головного и промежуточного вагонов межрегионального двухсистемного электропоезда производства ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» (КВСЗ) [8] во всем диапазоне эксплуатационных скоростей движения, которые допускаются на имеющихся участках железных дорог Украины, с использованием моторных и немоторных тележек перспективных конструкций.

Определение показателей динамических качеств производилось с использованием математического моделирования пространственных колебаний головного и промежуточного вагонов при их движении в составе электропоезда по прямому участку пути, а также по кривым среднего (600 м) и малого радиуса (300 м). При моделировании использовалась, разработанная в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, компьютерная программа «DYNRAIL» [9, 10].

На рис.1 и рис.2 приведены расчетные схемы тележек рассматриваемых вагонов.

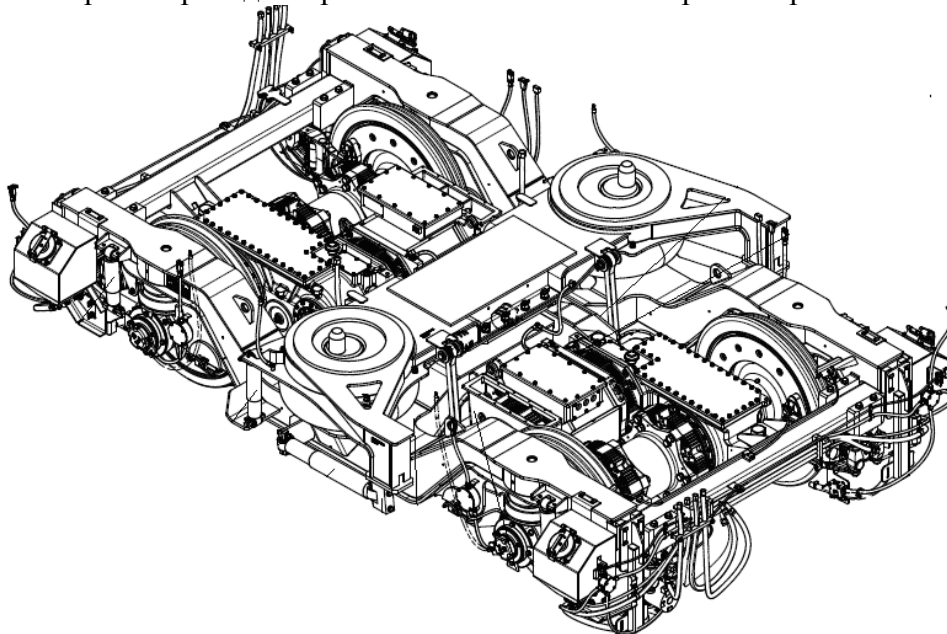


Рис. 1. Расчетная схема тележки головного вагона электропоезда

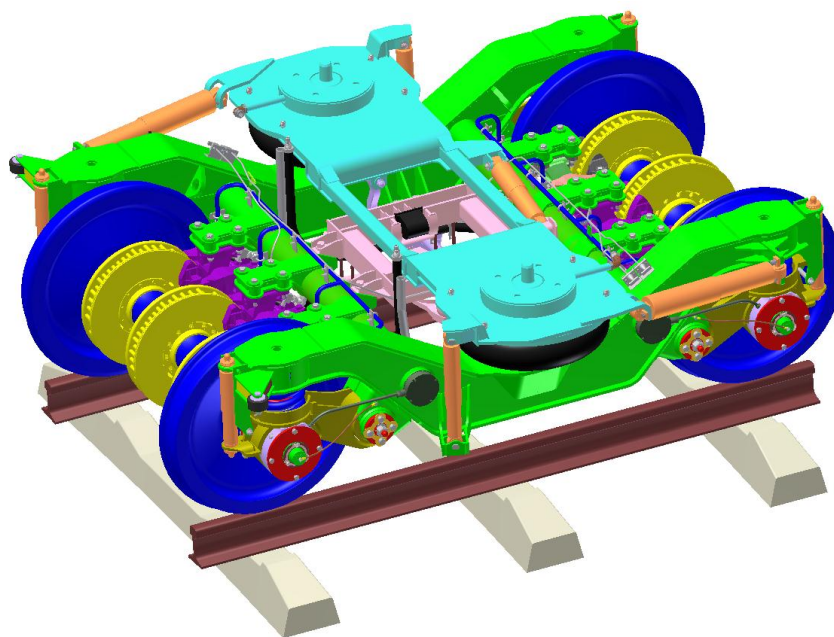


Рис. 2. Расчетная схема тележки промежуточного вагона электропоезда

Для оценки динамических показателей выполнены исследования, моделирующие движение полученных пространственных математических моделей головного и промежуточного вагона электропоезда, а также объектов-эталонов по прямому пути и по кривым среднего и малого радиусов. Кроме основных динамических показателей, определялись еще два дополнительных: показатель износа колес по поверхности катания (Пк) и показатель износа на гребне колеса (Пг). Величины этих показателей, хоть и не регламентируются нормативной документацией, но все же позволяют дополнительно оценить качества исследуемых вагонов на перспективных тележках в условиях эксплуатации.

Из результатов математического моделирования следует, что на прямом участке пути основные динамические показатели головного и промежуточного вагонов электропоезда не выходят за допустимые пределы при скоростях до 220 км/ч, при этом имеется значительный запас по всем величинам динамических показателей. Кроме этого, в рассмотренных диапазонах скоростей все динамические показатели промежуточного и головного вагонов электропоезда гораздо лучше, чем у объектов-эталонов, что свидетельствует о качественном отличии разработанных конструкций вагонов от имеющихся в эксплуатации.

Таким образом, в результате выполнения теоретических исследований динамической нагруженности головного и промежуточного вагонов межрегионального двухсистемного электропоезда производства ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» на тележках перспективной конструкции получен вывод о подтверждении конструкционной скорости движения, которая составляет 200 км/ч для прямолинейных участков пути, что дает основание для формирования инновационного для Украины направления развития скоростного и высокоскоростного железнодорожного транспорта на базе предложенных моделей вагонов. Это дает возможность перейти к производству и эксплуатации инновационного подвижного состава нового поколения с использованием перспективных тележек.

Литература

1. Мямлин, С. В. Поиск оптимальных параметров рессорного подвешивания тележек пассажирских вагонов / С. В. Мямлин, В. В. Жижко // Вісник Дніпропетровського нац.ун-ту залізнич. тр-ту ім. акад. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. – № 30. – С. 173-182.
2. Выбор рациональных параметров рессорного подвешивания пассажирских вагонов / В. И.

Приходько, В. Н. Дузик, С. В. Мямлин, В. В. Жижко // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: тез. докл. 7 Междунар. научно-техн. конф., 6-10 июля 2011 г., СПб. – СПб: ПГУПС, 2011. – С. 81-83.

3. Приходько, В. И. Выбор оптимальных параметров скоростной тележки для пассажирского вагона / В. И. Приходько, С. В. Мямлин // Залізничний транспорт України. – 2007. – № 3. – 58-62.

4. Приходько, В. И. Оптимальные параметры буксового и центрального подвешивания пассажирского вагона модели 61-779 на тележках КВЗ-ЦНИИ / В. И. Приходько, С. В. Мямлин // Залізничний транспорт України. – 2007. – №6. – С. 42-48.

5. Мямлин, С. В. Оптимизация параметров рессорного подвешивания рельсовых экипажей / С. В. Мямлин, А. Н. Пшинько // Вісник Східноукраїнського нац. університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2003. – № 9 (67). – С.79–85.

6. Определение параметров подвешивания пассажирских вагонов модели 61-779 / С. В. Мямлин, В.И.Приходько, В.В.Жижко, О.А.Шкабров // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доповідей 72 Міжнар.науково-практич. конф., 19-20 квітня 2012 р., Дніпропетровськ. – Д.: ДНУЗТ, 2012. – С. 43.

7. Результаты теоретических исследований динамической нагруженности новых пассажирских вагонов на различных тележках / В. И. Приходько, О. А. Шкабров, В. Н. Дузик, С. В. Мямлин, В. В. Жижко // Вагонный парк. – 2011. – №7. – С. 44-48.

8. Создание отечественной пассажирской тележки – весомый вклад отечественных вагоностроителей и отраслевой науки в развитие железных дорог Украины / В. И. Приходько, Е. Ф. Хворост, С. В. Лутонин, О. А. Шкабров, Ю. Н. Коваленко, А. Н. Пшинько, С. В. Мямлин, А. В. Донченко // Вагонный парк. – 2011. – №7. – С. 19-22.

9. Мямлин, С.В. Моделирование динамики рельсовых экипажей. – Д.: Новая идеология, 2002. – 240 с.

10. Свідоство про реєстрацію авторського права на твір № 7305. Комп'ютерна програма «Dynamics of Rail Vehicles» («DYNRAIL») / Мямлін С. В.; Зареєстр. 20.03.2003.

Влияние продольного профиля пути на уровень продольных сил в наливных поездах

Мямлин С.В., Романюк Я.Н.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Движение грузовых поездов, состоящих из цистерн, по участкам ломаного профиля может привести к возникновению таких продольных сил, которые могут повлиять на безопасность движения в целом. В докладе приводятся результаты исследования продольной нагруженности наливных поездов при движении по участкам пути ломаного профиля. Рассмотрены поезда различной длины, состоящие из четырехосных цистерн. Оценивалось влияние типа перевозимого груза на уровень продольных сил в поезде при движении поезда по вогнутому участку пути.

Уровень наибольших продольных сил оценивался с помощью математического моделирования. Оценивая продольную нагруженность, рассматривались поезда, состоящие из 60, 70, 80 или 100 четырехосных цистерн массой 84 тонн с одним локомотивом ВЛ-8 в голове. Масса цистерны выбиралась таким образом, чтобы объем перевозимой жидкости не превышал полезного объема котла цистерны. При математическом моделировании предполагалось, что в цистерны залито либо дизтопливо плотностью $\rho=0,85 \text{ т/м}^3$ либо карбамида-аммиачной смесь (КАС) плотностью $\rho=1,31 \text{ т/м}^3$.

Моделируя движение поезда по вогнутому участку пути предполагалось, что перелом профиля образован двумя уклонами с разделительной площадкой длиной 50 метров таким образом, что алгебраическая разность руководящих уклонов варьировалась от 10% до 40% с шагом 10%. Начальные скорости движения принимались равными 40, 60, 80, 100, 120 км/ч. Для оценки продольной нагруженности рассматривались регулировочные торможения II ступенью и движение «на выбеге». Для оценки наибольших ударных нагрузок

моделировался въезд на вогнутый перелом растянутого однородного поезда, а для определения квазистатических сил – сжатого.

Решая задачу об оценке наибольших продольных сил предполагалось, что вагоны-цистерны оборудованы воздухораспределителями с условным № 483, включенными на средний режим работы и композиционными тормозными колодками, а межвагонные соединения - упруго-фрикционными поглощающими аппаратами Ш-1-ТМ.

В результате расчетов были получены зависимости наибольших продольных сил в поездах от типа перевозимого груза, алгебраической разности уклонов, количества вагонов-цистерн, начальной скорости движения, режимов движения, начального состояния зазоров в поезде.

Полученные результаты показывают, что при необходимости вождения наливных поездов по участкам пути сложного профиля наиболее опасным оказалось регулировочное торможение предварительно сжатых поездов при въезде на участки вогнутого профиля, так как в поездах, составленных более чем из 90 четырехосных цистерн квазистатические усилия достигают величин опасных с позиции выжимания цистерн.

Уровень наибольших ударных и квазистатических продольных сил растет при увеличении алгебраической разности уклонов, числа вагонов в поезде, практически не зависит от перевозимого груза и незначительно зависит от начальной скорости движения.

Повышение точности расчетов по воздействию подвижного состава на путь

Мямлин С.В., Татуревич А.П., Письменный Е.А., Скогарев И.Е.,
Викторова Е.А., Гергель Н.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

В правилах порядка разработки и аттестации методик, организации и проведения сертификационных (и не только) испытаний железнодорожной техники детально излагаются требования к объектам испытаний, видам и последовательности проведения испытаний, определяемым характеристикам и т. д., но отсутствуют (за редким исключением) четкие указания и требования к теоретическим исследованиям и расчетам до начала проведения тех или иных испытаний железнодорожной техники. Обычно указываются определяемые сертификационные показатели без должного обоснования их применения в различных эксплуатационных условиях. Это относится к методике проведения испытаний подвижного состава, конструкций верхнего строения пути и стрелочных переводов. Условия обращения нового подвижного состава на сети железных дорог разрабатываются на основании результатов различного вида испытаний на специальных стендах, полигонах либо на выбранных участках пути магистральных железных дорог. Конструкция верхнего строения пути на таких участках одного типа. В процессе испытаний определяются все показатели воздействия на путь и стрелочные переводы, предусмотренные типовыми и рабочими методиками испытаний, но они относятся лишь к конструкции пути на данном участке. На основании результатов таких испытаний расчетным путем устанавливаются допускаемые скорости движения испытываемого нового подвижного состава по пути и стрелочным переводам для всех эксплуатируемых на сети железных дорог стран СНГ и Балтии колеи 1520 мм конструкций верхнего строения пути и условия их обращения по ним. В основе указанных расчетов пути на прочность и устойчивость, естественно берутся результаты тех или иных испытаний на конкретном участке с корректировкой, а также пересчетом, их для всех остальных, конструкций пути. Методика такой корректировки ни в одних программах и инструктивных документах не регламентируется.

Основополагающей характеристикой упругости пути при расчетах пути на прочность и устойчивость являются пространственные модули упругости рельсового основания, ко-

торые существенно отличаются от условий эксплуатации в летних и зимних условиях. Исследования параметров жесткости модулей упругости пути проводились различными научно-исследовательскими организациями на протяжении многих лет. Однако, намеченная в свое время на многие годы обширная программа столь важных исследований не была завершена в полном объеме. В итоге оказывается затруднительной разработка единых нормативных и справочных данных о пространственных модулях упругости рельсового основания по крайней мере типовых конструкций верхнего строения пути в различных условиях эксплуатации. Представляется очевидным, что по этой причине в типовых программах и методиках испытаний нового подвижного состава и конструкций верхнего строения пути даже не предусматриваются (в обязательном порядке) измерения параметров жесткости и упругости пути на опытных участках. Это в конечном итоге может приводить к некорректной оценке результатов экспериментальных исследований. Следует отметить, что для различных конструкций верхнего строения пути указанные механические параметры по их значениям существенно отличаются друг от друга с достаточно большими разбросами, т.е. они являются статистическими величинами.

Предлагается выработать единые нормативные и справочные данные о пространственных модулях упругости рельсового основания для основных конструкций верхнего строения пути в различных условиях эксплуатации для колеи 1520мм и утвердить их на межгосударственном уровне.

Устранение клиновидного износа тормозных колодок – значимое ресурсосберегающее мероприятие

Нечволода К.С.
(УкрГАЗТ, г. Харьков)

Результаты проведенных расширенных обследований тормозных систем тележек грузовых вагонов в условиях эксплуатации позволили установить, что 80-90% тормозных колодок в грузовых поездах при движении без торможения неуправляемо свисают, наклонены и трут верхней частью по поверхности катания колес. В процессе фрикционного износа колодки приобретают клиновидную форму. При этом около 20% рабочей массы в колодках изнашивается не при торможениях, а от трения по колесам при движении в режиме тяги и выбега, создавая вредное сопротивление движению.

Анализ результатов натурных обследований и проведенные аналитические исследования процесса клиновидного износа тормозных колодок позволили выявить ряд негативных факторов, с которыми связаны убытки железнодорожной инфраструктуры.

1. Более чем вдвое уменьшается ресурс тормозных колодок, что приводит не только к увеличению средств на их закупки и трудозатрат на замену, а главное – при таком состоянии с износом колодок нет возможности внедрять высокоэффективные, но более дорогие колодки с улучшенными эксплуатационными свойствами.

2. Вредно стертые во время движения поезда в режиме тяги и выбега верхние части колодок не могут принимать участие в торможениях, так-как отходят от вращающихся колес, что ухудшает эффективность торможений поездов, согласно тормозным нормативам, почти на 20%. Значит на столько увеличены тормозные пути грузовых поездов в настоящее время из-за ненормативного износа тормозных колодок.

3. Подсчитано, что основное сопротивление движению в грузовых поездах от частично трущихся по колесам тормозных колодок увеличивается в среднем на 3-8 %, поэтому на такую же величину возрастают затраты энергоносителей на тягу поездов.

4. На верхних укороченных стертой частью частях колодок торможение сопровождается образованием очага высокотемпературного дефектообразующего воздействия на по-

верхности катания колес, следствием которого становятся трещины, выщербины, кольцевые выработки, навары и др. повреждения, требующие переточки колес.

Такое состояние с работой и износом тормозных колодок в грузовых вагонах, как наиболее массовом виде подвижного состава, наносит существенный ущерб железнодорожной инфраструктуре и требует безотлагательного принятия мер.

На кафедре «Вагоны» Украинской государственной академии железнодорожного транспорта (г. Харьков) проведен комплекс исследований, по результатам которых разработано эффективное решение проблемы клиновидного износа тормозных колодок.

Достаточно продолжительные эксплуатационные испытания, проводимые по указанию Главного управления вагонного хозяйства «Укрзализныци» на одном вагоне хоппер-дозаторной вертушки в течение 3-х лет и на десяти полувагонах постройки Крюковского ВСЗ более года, показывают устойчивую работоспособность и высокую надежность опытных модернизированных таким устройством рычажных передач тележек грузовых вагонов.

На опытных вагонах тормозные колодки не наклоняются, устойчиво удерживаются равномерные зазоры относительно колес, что является основным в решении проблемы клиновидного износа колодок и ликвидации всех негативных последствий, связанных с ним.

Гарантией надежности нового устройства является изменение характера действия гравитационных сил, таким образом, что они не наклоняют тормозные колодки до опирания в колеса.

Оснащение такими устройствами грузовых вагонов позволит владельцам железнодорожной инфраструктуры получить ощутимый экономический эффект, положительно повлиять на безопасность движения и экологию, что может стать одним из значимых ресурсосберегающих мероприятий в рамках железнодорожной инфраструктуры всех стран постсоветского пространства.

Конструкция межрегиональных двухсистемных электропоездов производства ПАО «Крюковский вагоностроительный завод»

Приходько В.И., Хворост Е.Ф., Лутонин С.В., Шкабров О.А., Игнатов Г.С.,
Пшинько А.Н.¹, Мямлин С.В.¹

(ПАО «Крюковский вагоностроительный завод», 1 - Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Актуальным направлением научно-технических разработок на железнодорожном транспорте является создание межрегиональных двухсистемных электропоездов со скоростями движения до 160 км/ч и выше. Практически все железнодорожные администрации и производители моторвагонного подвижного состава занимались и продолжают заниматься разработкой, постановкой на производство и вводом в эксплуатацию современного подвижного состава для пассажирских перевозок в межрегиональном сообщении. В зависимости от подготовленности инфраструктуры железных дорог данный подвижной состав эксплуатируется со скоростями движения от 120 до 400 км/ч. Наличие на магистральных железных дорогах различных видов энергоснабжения, которое в основном подразделяется на постоянный и переменный ток, требует применения двухсистемных, а в некоторых случаях и мультисистемных электропоездов.

К инновационным и наукоемким техническим разработкам в области создания современного подвижного состава на уровне лучших мировых аналогов подобного класса следует отнести разработку ПАО «КВСЗ», выполненную совместно с целым рядом научных и производственных организаций. При этом локализацию производства на отечественных предприятиях удалось приблизить к 80%.

Разработке предшествовал целый комплекс теоретических, опытно-конструкторских и экспериментальных работ. Результаты проведения приемочных испытаний свидетельствуют о полном соответствии требованиям технической и нормативной документации. Запас по показателям оценки безопасности движения вагонов электропоезда позволяет прогнозировать конструкционную скорость электропоездов до 200 км/ч и выше.

Новый электропоезд отличается от существующих электропоездов колеи 1520 мм, прежде всего, своим назначением. Это межрегиональный поезд повышенной комфортности, составленный из вагонов различной классности, для дневных перевозок пассажиров на расстояние 600-800 км. Дополнительными особенностями являются: продажа билетов с конкретными местами; небольшое количество промежуточных остановок при движении; скорость движения 160 км/ч. Такие поезда в Украине ранее не производились.

Таким образом, в результате сотрудничества научных, производственных организаций и железнодорожной администрации создана оригинальная отечественная конструкция межрегионального двухсистемного электропоезда, которая может послужить базой для расширения линейки пассажирского подвижного состава в соответствии с государственными программами по машиностроению и по развитию железнодорожного транспорта.

Підвищення корозійної стійкості кузовів пасажирських вагонів в інтервалі між капітальними ремонтами

Пуларія А.Л., Грічаний М.А., Андреев О.А.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Describes the rationale of the method phosphate treatment of metal for creation of preliminary protective layer before painting, which ensures an increase of corrosion resistance of bodies of passenger cars in the period between overhauls, in the event of damage to the paintwork.

На сьогоднішній день залізничний транспорт є найважливішою та однією з ключових галузей економіки України. З кожним роком за рахунок старіння парку пасажирського рухомого складу витрати на його утримання і ремонт підвищуються, що приводить до зниженню його ефективності на ринку компаній перевізників.

Однією з найважливіших проблем є утримання зовнішнього лакофарбового покриття та підвищення корозійної стійкості кузовів пасажирських вагонів в інтервалі між капітальними ремонтами. Так як кузов пасажирського вагона в процесі експлуатації піддається впливу руйнуючих зовнішніх факторів (перепади температур, вологе активне середовище, абразивний вплив, обробка хімічними речовинами при обмивці та ін..) його лакофарбового покриття за короткий проміжок часу, а особливо в зимовий та весняний періоди, що приводить до корозійному впливу, який досягає до 50% поверхні кузова, та позначається на міцності конструкції, і її надійності, а також тягне за собою додаткові витрати на неповне фарбування при деповському ремонті.

На сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних методів захисту металевих поверхонь від корозійних ушкоджень кожен з яких має свої переваги та недоліки.

Одним з таких методів є холодне (від 18 ° С) фосфатування металевих поверхонь перед нанесенням лакофарбового покриття.

Застосування цього методу дозволяє утворити на поверхні металів захисну плівку, яка має хороші антикорозійні властивості та значно підвищує адгезію лакофарбового покриття до поверхні, що дає можливість отримання довготривалого антикорозійного захисту поверхонь металоконструкцій вагонів між капітальними ремонтами.

Результаты исследования тормозной эффективности опытного электропоезда ЭКр1

Пятаков О.О., Водяников Ю.Я.¹, Гречко А.В.¹, Свистун С.М.¹
(ПАТ «КВСЗ», 1 - ГП «УкрНИИВ», г. Кременчуг)

Pyatakov O.O., Vodyannikov Y.Y., Hrechko A.V., Svistun S.M., Research results of brake effectiveness of electric multiple-unit train prototype ЭКр1

Research results of brake effectiveness of electric multiple-unit train prototype ЭКр1, manufactured by PJSC "Kryukovsky Railway Car Building Works" are investigated. Obtained parameter values and characteristics of electric train brake system prove their compliance with performance and technical specifications.

Исследования тормозной системы электропоезда осуществлялись в два этапа – при стационарных, а затем при ходовых тормозных испытаниях.

Стационарные испытания проводились для головного и промежуточного вагона 3 класса, как наиболее нагруженных. Во время испытаний определялась работоспособность и эффективность тормозных систем вагонов путем измерения давления сжатого воздуха в тормозных приборах, а также сил нажатия накладок на тормозные диски при экстренном пневматическом торможении и действии автоматического стояночного тормоза. Кроме того, во время стационарных испытаний определялись основные характеристики тормозной системы электропоезда в целом.

Процессы торможения записывались на компьютер с использованием датчиков давления и аналогового цифрового преобразователя (Е330). Полученные данные подвергались дальнейшей обработке и анализу с построением графиков зависимости давления сжатого воздуха в тормозных приборах от времени торможения.

Усилия нажатия накладок на диски определялись с помощью силоизмерительных тензорезистерных датчиков.

Полученные результаты сил нажатия накладок на колесную пару в пересчете на чугунные колодки превышают значения, установленные Инструкцией по эксплуатации тормозов № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015, 10 тс/ось.

Ходовые тормозные испытания электропоезда проводились на прямых горизонтальных участках пути перегонов «Новомосковск – Баловка» и «Павлоград – Самойловка» Приднепровской ж. д.

Испытания проводились в порожнем состоянии, а затем – груженом, при следующих видах торможения:

- экстренном пневматическом;
- экстренном электропневматическом;
- служебном до полной остановки поезда;
- при срабатывании приборов безопасности.

Торможения осуществлялись методом последовательных торможений, в режиме вы бега, с интервалом в 20 км/ч в диапазоне скоростей начала торможения от 40 до до 160 км/ч.

Процессы торможения записывались на компьютер с использованием датчиков давления и аналогового цифрового преобразователя Е 330.

Обороты колес электропоезда записывалась с использованием штатного датчика противоюзного устройства, установленного на оси колесной пары.

Обработка измерений указанных параметров осуществлялась на ЭВМ с использованием соответствующей программы.

Полученные данные подвергались дальнейшей обработке и анализу с построением графиков зависимости тормозных путей от скорости начала торможения.

На основании полученных тормозных путей, с помощью соответствующих номограмм, определялись значения:

- тормозных коэффициентов электропоезда, регламентируемых «Нормами для расчета и проектирования вагонов...» 1996 г.;
- сил нажатия накладок на ось в пересчете на чугунные колодки электропоезда, регламентируемые Инструкцией по эксплуатации тормозов ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015;
- тормозных путей на нормированных спусках 6 ‰ и 10 ‰, на соответствие требованиям Инструкции по сигнализации (ЦШ/0001).

По результатам ходовых тормозных испытаний было установлено:

- тормозной путь груженого электропоезда на площадке при экстренном пневматическом торможении составляет 1246 м и не превышает тормозной путь, установленный техническим заданием для скорости 160 км/ч – 1300 м;
- тормозные пути электропоезда на нормируемых спусках 6 ‰ и 10 ‰ при экстренном торможении для скоростей в начале торможения 100 км/ч, 140 км/ч и 160 км/ч меньше максимально допустимых значений, обусловленных инструкцией ЦШ/0001;
- тормозные коэффициенты для скорости 160 км/ч в пересчете на композиционные и чугунные колодки превышают минимально допустимые значения величиной 0,30 и 0,85, устанавливаемые «Нормами для расчета и проектирования вагонов...»;
- силы нажатия накладок на ось в пересчете на чугунные колодки для всего диапазона скоростей в загруженном состоянии превышают минимально допустимые значения 10 тс/ось, установленные Инструкцией ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015.

Система регистрации тормозного пути

Савченко К.Б.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Savchenko K. Registration system of braking distance

The system of registration of the braking distance of a train, which differs from similar simplicity and versatility of use, and low cost.

Основным показателем, характеризующим эффективность тормозной системы подвижного состава, является тормозной путь. Этот показатель определяется во время ходовых тормозных испытаний.

Такого рода испытания для самоходного подвижного состава не вызывает никаких сложностей, поскольку и органы управления тормозом и аппаратура для фиксации процесса торможения, размещается внутри объекта испытаний, где к тому же есть возможность обеспечить бесперебойное питание регистрирующего оборудования на протяжении всего периода испытаний.

Для определения тормозного пути несамоходного подвижного состава используют метод бросания. При этом, испытуемый объект принудительно отцепляют от опытного сцепы, состоящего из ведущего локомотива и вагона-лаборатории, оборудованной приспособлениями для расцепки вагонов и перекрытия концевого крана. Разместить измерительное оборудование непосредственно на опытном вагоне достаточно сложно, как и обеспечить длительную его работу без внешнего источника электроэнергии. Поэтому аппаратуру устанавливают в вагон-лабораторию. Длина тормозного пути определяется как разность путей пройденных вагонами от момента начала разрядки тормозной магистрали до места соединения вагонов.

Для усовершенствования регистрации тормозного пути была разработана простая, недорогая, автономная система, которая монтируется непосредственно на том подвижном составе, тормозной путь которого измеряется.

Система состоит из датчика оборотов колеса (геркон-магнит), счетчика оборотов и реле давления. Принцип действия основан на подсчете количества оборотов колеса от момента начала разрядки тормозной магистрали до полной остановки. Начало разрядки тормозной магистрали регистрирует реле давления, и подает сигнал начала отсчета, который длится до полной остановки, в результате чего и получается чистый тормозной путь.

Благодаря автономности, компактности и малой себестоимости комплектующих устройств, данная система может быть использована в тех случаях, когда специализированная вагон-лаборатория не может быть задействована.

О сравнении показателя энергозатратности профилей качения колес

Савчук О.М., Савченко К.Б., Мищенко А.А.

(Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Savchuk O., Savchenko K., Mischenko A. On the comparison of energy-intensive profile rolling wheels

Проблема разработки оптимального профиля качения колеса для подвижного состава колеи 1520 мм остается актуальной в связи с тем, что унифицированный во времена СССР единый профиль (ГОСТ 9036 – для вагонов и ГОСТ11018 – для локомотивов) имеет существенный недостаток - повышенный износ гребня. Помимо износных показателей немаловажным фактором для колесных профилей является энергозатратность при качении.

Установлено, что эффективным способом снижения износа гребня колеса является повышение уклона основной зоны поверхности качения (между кругом катания и галтелью гребня). Физическая сущность этого способа заключается в том, что в процессе движения колесной пары (с постоянным влиянием по Клингелю) возникают силы, уменьшающие воздействия гребней на рельсы, что способствует снижению износа. Но одновременно будет расходоваться дополнительная энергия тяги на преодоление повышенного уклона профиля качения, следовательно – возрастут общие энергозатраты на перемещение вагона. Отсюда вытекает целесообразность оценивать профили качения (помимо их износостойкости) по критерию затрат энергии на поперечное перемещение колеса относительно рельса.

В качестве показателя энергозатратности профиля принята величина, пропорциональная вертикальной составляющей Δz перемещения колеса, которое происходит во время его поперечного смещения относительно рельса на величину зазора в колее до соприкосновения гребня с рельсом. Очевидно, что этот показатель энергозатратности профиля не подменит традиционных способов определения энергетических параметров вагона и его частей. Однако, показатель $\dot{E}$ пригоден для сравнительной оценки существующих и вновь разрабатываемых профилей качения колес.

$$\dot{E}=k \Delta z$$

По данной методике проанализированы несколько профилей, применяемых на железных дорогах Украины и Европы, а также новые малоизносные профили, которые проходят эксплуатационные испытания. Показатели энергозатратности для профилей: ГОСТ 9036 - 2,65к, ДМетИ - 2,76к, UIC - 1,84к, ДНУЖТ – 09 - 1,76к.

Вывод. Профиль ДНУЖТ-09 можно считать перспективным для вагонов стандарта 1520 мм, поскольку его внедрение дает не только снижение затрат на техническое обслуживание, но и экономное расходование энергоресурсов.

Комплексный подход к повышению ресурса цельнокатаных колес

Степанов П.П., Ладыченко А.О.¹, Камышный А.Е.

(ОАО «Выксунский металлургический завод», г. Выкса, 1 – ОМК, г. Москва)

Stepanov P.P., Ladychenko A.I., Kamyshnyi A.E. Comprehensive approach to increasing the life of solid-rolled wheels

Use of the comprehensive approach at the stages of solid-rolled wheels development and design enables to increase their life and also operational reliability. Application of the developed and op-timized steel grades with the set of properties required for the specified operating conditions permits to have an up to 30% increase of wheel life and, thus, a positive effect on operational cost saving.

Ужесточение условий эксплуатации подвижного состава обусловленных ростом скоростей, повышением осевых нагрузок, внедрением новых конструкций верхнего строения пути, применением новых композиционных материалов требует применения комплексного дифференцированного подхода к разработке цельнокатаных колес. Дифференцированный подход к разработке новых видов продукции для пассажирского и грузового движения реализуется на ОАО «Выксунский металлургический завод» и соответствует требованиям международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS.

Применение комплексного подхода к повышению ресурса цельнокатаных колес позволяет оптимизировать качественные показатели цельнокатаных колес под заданные условия эксплуатации.

Дифференцированный подход к потребностям заказчика требует оптимизации свойств цельнокатаных колес и конструкции. На надежность и ресурс цельнокатаных колес в эксплуатации оказывают влияния факторы технологического и эксплуатационного происхождения. К технологическим факторам относят:

- комплекс качественных показателей стали;
- конструкция цельнокатаных колес.

К эксплуатационным факторам относят нагрузку на ось колесной пары, условия торможения, свойства тормозных колодок и т.п.

Наилучший эффект от использования цельнокатаных колес достигается в случае применения цельнокатаных колес, спроектированных под заданные условия эксплуатации. При проектировании продукции определяются наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на ресурс и надежность колес в эксплуатации.

Оценка качественных показателей стали, определенных на оборудовании Центра исследовательских лабораторий инженерно-технологического центра ОАО «Выксунский металлургический завод» позволяет с достаточно высокой точностью проводить сравнительные испытания испытываемых сталей, имитирующие реальные условия эксплуатации, прогнозировать склонность сталей к образованию дефектов контактно-усталостного происхождения.

Проведенные исследования позволили определить оптимальный химический состав, и комплекс свойств стали, которые обеспечивают высокую стойкость стали к образованию дефектов контактно-усталостного происхождения для заданных условий эксплуатации. Разработка и оптимизация конструкции производится в каждом конкретном случае под заданные условия эксплуатации по разработанным методикам.

Проведенные работы позволяют в кратчайшие сроки предложить цельнокатаные колеса, с оптимизированной конструкцией и обладающие оптимальным комплексом свойств, как для пассажирских, так и грузовых вагонов российской и европейской сети железных дорог.

Обозначенные подходы реализуются в рамках разработки и проектирования продук-

ции соответствующей требованиям международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS. Применение комплексного подхода на этапах разработки и проектирования цельнокатаных колес позволяет увеличить ресурс цельнокатаных колес, а также их надежность в эксплуатации. Использование разработанных и оптимизированных марок сталей с требуемым комплексом свойств под заданные условия эксплуатации позволяют увеличить ресурс колес до 30%, что оказывает положительное влияние на снижение затрат в эксплуатации.

Дослідження ліній току і швидкостей руху повітря в купе пасажирського вагона

Титаренко І.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Якісна робота системи вентиляції у пасажирському вагоні необхідна в будь-яку пору року: влітку, при охолодженні зовнішнього повітря в системі кондиціонування, в перехідний та зимовий періоди при його нагріванні у водяному або електричному калориферах. У загальному випадку проектування систем вентиляції для пасажирських вагонів пов'язане із забезпеченням заданих параметрів: температури, кратності повітрообміну, відносної рівномірності розподілу повітря по вагону.

У зв'язку із збільшеними вимогами споживачів до комфортабельності залізничного транспорту, дослідження вентиляційних процесів в обмежених об'ємах має велике прикладне значення. При проектуванні сучасних систем вентиляції слід звернути особливу увагу на процеси, що відбуваються всередині пасажирського купе, зокрема, на процес поширення вентиляційного повітря. До теперішнього часу при проектуванні вагонів для розрахунків системи вентиляції використовуються спрощені формули, емпіричні і напівемпіричні залежності, які широко викладені в науковій літературі. Разом з тим, для вибору оптимального режиму роботи необхідно не тільки правильно визначити розташування припливних та витяжних отворів, але і переконатися в тому, що вони в змозі забезпечити оптимальні параметри повітрообміну по всьому об'єму купе.

У зв'язку з цим була розроблена методика розрахунку руху вентиляційного повітря в пасажирському купе та виконано теоретичне дослідження руху потоків повітря при різних способах подачі повітря.

При розбивці досліджуваної області сіткою, бралось до уваги наступне: розрахунок проводиться в прямокутних (декартових) координатах з рівномірним кроком сітки по осях. В якості вихідних даних використовувалися геометричні розміри пасажирського купе, розрахунок кількості точок по осях в залежності від введених габаритних розмірів, значення швидкостей повітря в точках нагнітання і витяжки та перші наближення швидкостей повітря для формування поля швидкостей першої ітерації. При розрахунку поля швидкостей використовувався метод поліпшених ітерацій Зейделя.

За результатами проведених розрахунків можна зробити наступні висновки.

У разі усталеного режиму роботи при існуючій, верхній подачі повітря і відомих граничних умовах, швидкості повітря поблизу відкидного столика наближається до нульового значення, утворюючи в просторі біля вікна під верхніми полицями застійну зону. Найбільш комфортна зона знаходиться вище, над другими полицями. Далі повітряний потік звужується і зміщується в бік дверей, прямує вниз і через витяжні щілини виходить у коридор.

При моделюванні подачі повітря на рівні відкидного столика, поширення його відбувається тільки в районі нижніх полиць і подібний спосіб можна використовувати тільки для локального створення комфортної зони в районі столика. Такий спосіб подачі на практиці може бути застосовний в пасажирських вагонах типу СВ з двомісними купе.

Для об'єднання позитивних моментів перерахованих способів подачі повітря, необхідна одночасна робота двох вентиляційних випусків. Таким чином, вентиляційне повітря, що надходить в купе через верхній випуск, буде створювати зону комфорту в районі верхніх полиць, а випуск, який перебуває на рівні столика – в районі нижніх. Результати моделювання при спільній подачі показали, що область комфортної зони значно розширилася і охоплює майже весь простір купе.

Подібний спосіб подачі забезпечує найкращий повітрообмін і повністю виключає наявність застійних місць.

Розробка розрахункової тривимірної моделі пасажирського вагона для дослідження нестационарних теплових процесів

Хоменко І.Ю.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Khomenko I. Yu. Design of Calculational Three-dimensional Passenger Car Model for the Unsteady Heat Exchange Processes Research

The mathematical model of unsteady heat exchange processes in a passenger car was designed. Assumptions were made and contemporary methods of heat exchange processes calculations were used. The system of differential equations that characterizes unsteady heat exchange processes in a passenger car was composed. Computer program for modeling transitional heat processes in the car was designed and tested.

Методи математичного моделювання широко застосовуються на сучасному етапі для оцінки ефективності різних конструктивних рішень. Таке моделювання дозволяє якісно відтворити реальну роботу обладнання та вплив на неї різних факторів. Крім того, математичні моделі можуть використовуватися для порівняння різних конструктивних рішень між собою.

Сучасні методи розрахунку теплообмінних та масообмінних процесів базуються на диференціальних рівняннях руху, нерозривності, теплопровідності та дифузії, що були отримані для малих об'ємів середовища.

З фізичної точки зору пасажирський вагон, обладнаний системою кондиціонування повітря, являє собою відкриту саморегулюючу термодинамічну систему. Параметри, що контролюються в такій системі, це: температура t , вологість ϕ і склад повітря у вагоні. Для управління ними використовується атмосферне повітря, що примусово прокачується через вагон та кондиціонер.

При побудові розрахункової моделі було зроблено ряд припущень, що суттєво спрощують задачу, що розглядається:

- Температурне поле повітря в основній, центральній зоні купе, завдяки вільній та вимушеній конвекції, залишається близьким до рівномірного, не дивлячись на доволі низьку теплопровідність повітря.
- Процеси тепло- та масообміну розглядаються як такі, що проходять незалежно один від одного.
- Тепловий потік від сонячного випромінювання будемо враховувати таким, що підводиться безпосередньо до внутрішнього об'єму купе (тобто моделюється як об'ємне джерело тепла).
- Потік холодного повітря G_x від кондиціонера або акумулятора холоду, що потрапляє до вагона з температурою t_x , відносною вологістю ϕ_x та питомою ентальпією i_x , ментально перемішуючись всередині вагона, виявляється здатним поглинати теплоту нагрітих внутрішніх стінок і перегородок, а також тепло- і вологовиділення пасажирів.

Тобто, тепловий потік, що поглинається кондиціонером, розглядаємо як об'ємний витік тепла.

Тепловий потік, що поглинається повітрям за час перебування всередині вагона визначає зміну температури повітря, та складається з наступних складових:

$$mc_p \frac{dt}{dt} = Q_{ст} + Q_{пром} + Q_{вн} + Q_{вип} + Q_{зп} - Q_{конд},$$

де t , m і c_p – температура, маса та теплоємність повітря в купе; $Q_{ст}$ – тепловий потік від стінок та інтер'єру купе; $Q_{пром}$ – тепловий потік від сонячного випромінювання; $Q_{вн}$ – тепловий потік від внутрішніх джерел тепла; $Q_{вип}$ – тепловий потік від випаровування води пасажирями; $Q_{зп}$ – теплоприплив від зовнішнього повітря, що подається до купе; $Q_{конд}$ – тепловий потік, що поглинається кондиціонером.

З іншого боку, розповсюдження тепла в елементах конструкції вагона зумовлене характерними для твердих тіл процесами теплопровідності і в загальному випадку описується рівнянням:

$$c_k \rho_k \frac{\partial t_k}{\partial \tau} = \text{div}(\lambda_k \text{grad} t_k),$$

де c_k – теплоємність; ρ_k – густина; t_k – температура; λ_k – теплопровідність.

Граничні умови, що визначають теплообмін між поверхнею елементів конструкції і повітрям у середині купе та зовні вагона, мають вигляд:

$$\left(\lambda_{cm} \frac{\partial t_{cm}}{\partial n} \right)_F + \alpha (t_{нов} - t_{cm}) = 0,$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, $t_{нов}$ і t_{cm} – температура повітря та стінки відповідно.

Наведені рівняння описують теплові процеси, що досліджуються. Для вирішення складеної системи диференціальних рівнянь обрано метод елементарних балансів. Величина часового кроку розрахунку обиралася з умови квазірівноваги процесу, тобто не перевищення різниці температури між сусідніми ділянками 100% на кожному часовому кроці. Було складено спрощену тривимірну модель купе вагона. Тривимірна модель купе вагона подається у вигляді набору скінчених елементів (елементарних об'ємів), з яких «зібрані» найбільш великі елементи конструкції купе вагона (зовнішні стінки), інтер'єру і внутрішні перегородки, а також елемента, що описує внутрішній об'єм повітря в купе, як систему з зосередженими параметрами. В якості граничних умов задані: об'ємний витік тепла від кондиціонера (величина якого може змінюватися відповідно до заданої циклограми роботи кондиціонера), теплоприплив від оточуючого середовища внаслідок конвективного і променевого теплообмінів і теплоприпливи від пасажирів і внутрішнього обладнання вагона.

Зовнішні стінки вагона моделювалися 3-х шаровими: зовнішній шар – металева оболонка, далі теплоізоляція на основі базальту та фанера. Кожен шар в свою чергу розбивався на 3 розрахункові елементи. Внутрішні перегородки моделювалися однорідними і також поділялися на три елементи. Складові інтер'єру вагона задаються спрощено у вигляді набору прямокутних елементів, що мають характерну товщину, масу та поверхню теплообміну.

За описаною моделлю було складено комп'ютерну програму. Для оцінки точності отриманої моделі було використано дані санітарно-гігієнічних випробувань пасажирського вагона, проведених лабораторією «Вагони» ДІІТу. Результати моделювання досить добре збігаються з результатами санітарно-гігієнічних випробувань, що дає підстави вважати модель достатньо точною, та використовувати для подальших теоретичних досліджень.

Складена розрахункова модель дає змогу моделювати зміни температури у вагоні на нестационарних теплових режимах, досить легко вводити та виводити до розрахункової

схеми додаткові елементи. Це дозволяє проводити оцінку різних схем та конструктивних рішень системи життєзабезпечення вагона шляхом математичного експерименту.

Застосування основних положень невизначеності вимірювань для оцінки гальмівної ефективності рухомого складу

Шелейко Т.В., Водянніков Ю.Я., Свистун С.М.
(ДП «УкрНДІВ», м. Кременчук)

Sheleyko T.V., Vodyannikov Y.Y., Svistun S.M. Application of main provisions of measurement uncertainty for assessing rolling stock braking efficiency.

There are the calculated dependence and estimation algorithm dispersion defined of braking efficiency unit of a rolling stock by value at specified confidence probability.

Подальше удосконалення гальмівного обладнання, з урахуванням прийнятого напрямку українських залізниць на створення вантажних і пасажирських вагонів нового покоління з покращеними техніко-економічними показниками, потребує розроблення більш досконалих методів дослідження гальмівної ефективності одиниць рухомого складу та інтерпретації отриманих результатів.

Найбільш повну і достовірну інформацію стосовно властивостей гальмівної системи та її характеристик можна отримати лише за результатами випробувань на натурних зразках в реальних умовах експлуатації. Тому одним з важливіших етапів дослідження гальмівної ефективності є проведення поїзних гальмівних випробувань досліджуваного вагона.

Методика експериментального дослідження гальмівної ефективності вагона базується на вимірюваннях гальмівного шляху вагона за різних швидкостей руху на початку гальмування і має низку специфічних особливостей, до основних з яких слід віднести розгін вагона до початкової швидкості гальмування з наступним гальмуванням і вимірюванням гальмівного шляху лише досліджуваного об'єкта. Це потребує формування дослідного поїзда, до складу якого, крім дослідного вагона, мають входити локомотив і вагон-лабораторія з вимірювальною апаратурою.

У практиці експериментальних досліджень метод кидання є найбільш точним і достовірним з існуючих на сьогодні методів експериментального визначення гальмівного шляху, хоча його застосування має високий ступінь ризику з погляду безпеки руху і тому вимагає обов'язкового огороження всієї ділянки колії, де проводяться випробування, оскільки «кинутий» вагон до повної зупинки рухається самостійно, без керування, під дією тільки своєї гальмівної сили.

За отриманими шляхами гальмування дослідного вагона визначають розрахункові коефіцієнти сили натиснення гальмівних колодок. При цьому важливого значення набувають питання аналізу і оцінки результатів гальмівних випробувань та ухвалення рішення про їх відповідність або невідповідність нормативним вимогам саме зараз, коли традиційний підхід в оцінюванні точності вимірювань, базований на понятті «похибка вимірювань», що є кількісною характеристикою відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини, не достатньо відповідає сучасним вимогам і все більшого розповсюдження знаходять імовірнісні методи оцінювання результатів випробувань, базованих на понятті «невизначеність вимірювань» (або просто «невизначеність») – параметрі, що характеризує розсіяння значень, які обґрунтовано могли б бути приписані вимірюваній величині – новому підходу в оцінюванні якості вимірювань, розробленого з ініціативи Міжнародного комітету мір і ваг та введеного в дію в Україні у 2006 році як ДСТУ-Н РМГ 43-2006.

Пропонуються розрахункові залежності і алгоритм оцінювання розкидів значень визначуваних величин гальмівних характеристик одиниць рухомого складу для заданої довірчої імовірності.

Розроблений алгоритм дозволяє визначати невизначеність гальмівних характеристик за результатами поїзних випробувань методом кидання. Це дає можливість отримувати більш повну і достовірну інформацію стосовно властивостей гальмівних систем рухомого складу та їх відповідності нормативним вимогам.

СЕКЦИЯ 3 «ДИНАМИКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ»

Деякі аспекти розрахунків оптимальних режимів руху поїздів

Акулов А.С., Євдомах Г.В., Желєзнов К.І., Заболотний О.М., Повстенко Я.Л.,
Татуревич А.П., Чабанюк Є.В., Швець А.О.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Akulov A., Yevdomakha Y., Zhelieznov K., Zabolotnyi O., Povstenko Y., Taturewitz A., Chabaniuk Y., Shvets A. Some aspects of the calculation of the optimal trajectory of the train

The paper describes aspects of the use of dynamic programming method for the determination of the power saving modes control train. Various methods of determining the external forces acting on the train were analyzed and their impact on the accuracy of calculation of phase coordinates. The correction methods of train's phase coordinates were recommended.

Одним із засобів зменшення собівартості перевезень на залізничному транспорті є зниження енерговитрат на ведення поїздів. Найменш витратним способом досягнення цієї мети є впровадження енергооптимальних режимів управління поїздом. Існує безліч методів, призначених для розрахунку таких режимів. У даній роботі розглянуті аспекти використання методу динамічного програмування. Застосування цього методу передбачає, що потяг може мати тільки дискретні значення фазових станів. Під фазовими станами розуміють значення швидкості, координати і часу руху поїзда. Для реалізації цього методу будується сітка в координатах «Швидкість – Відстань».

У процесі побудови оптимального режиму руху розглядаються зміни фазових станів поїзда тільки між доступними вузлами сітки. Метод динамічного програмування, по суті, являє собою метод спрямованого перебору варіантів переходу між вузлами сітки. Таким чином, може бути отримана кінцева множина траєкторій (набору режимів руху поїзда), тому що кількість фазових станів поїзда кінцева. Кожній з отриманих траєкторій відповідає свій час руду і своя величина витрат енергоносіїв. Можливість переходу між вузлами сусідніх перетинів сітки повинна бути визначена на першому етапі рішення задачі про отримання енергооптимальної траєкторії руху поїзда. Під можливістю переходу розуміють можливість його реалізації. Кожен локомотив має обмежені ресурси управління поїздом, тому можливість реалізації управління означає застосування такого управління, яке не перевищує ресурс локомотива.

На практиці потрібно отримати одну із траєкторій руху поїзда, яка забезпечує мінімальні витрати енергоносіїв при заданому часі руху. Але через дискретність фазових станів поїзда неможливо отримати таку оптимальну траєкторію, для якої час руху поїзда буде дорівнювати заданому. Крім того, в процесі побудови траєкторії руху поїзда методом динамічного програмування потрібно вирішити декілька завдань. Перше з них – визначення витрат енергоносіїв на перехід між вузлами сусідніх перетинів сітки. Друге – визначення можливості переходу і режиму управління при переході між цими вузлами (тяга / гальмування / вибір). Третє – визначення часу ходу поїзда між вузлами сусідніх перетинів сітки. Четверте – вибір з безлічі переходів найбільш підходящого, з точки зору критерію пошуку рішення. Таким чином, отримані результати теоретичних досліджень дозволяють об'єктивно оцінити вплив різних обчислювальних аспектів на результати розрахунків енергооптимальних режимів управління потягом, а також запропонувати заходи щодо уточнення фазових координат потягу з метою підвищення реалізації результатів розрахунків.

Учет геометрических параметров профилей поверхностей катания колеса и рельса в уравнениях вертикально-поперечных колебаний вагона и пути как единой механической системы

Беляев Г.Д.

(Институт технической механики НАНУ и НКАУ)

An algorithm has been developed to account for the wheel and rail tread geometry in the car and track vertical-lateral vibration equations

Колесные пары являются важнейшими частями вагона. Они несут на себе массу вагона, направляют его движение по рельсовому пути и воспринимают жестко все удары от стыковых неровностей и в свою очередь жестко воздействуют на путь.

Рельсы служат для поддержания и направления колес, непосредственно воспринимают от них давления и передают эти давления на шпалы.

При определении сил взаимодействия между колесом и рельсом целесообразно выделить на этих элементах три непосредственно контактирующих участка: поверхности катания головки рельса и колеса, их выкружек, а также боковой грани рельса и гребня колеса.

Для каждого выделенного участка были выведены кинематические уравнения перемещения (относительные, переносные и абсолютные) точек контакта колеса и рельса через декартовы и эйлеровы обобщенные координаты. В эти уравнения входили также геометрические параметры профилей поверхностей катания колеса и рельса, которые существенно отличаются друг от друга.

Силы взаимодействия между колесом и рельсом определялись через абсолютные перемещения контактирующихся точек соответствующих поверхностей.

Для математического описания вертикально-поперечных колебаний подвижного состава и пути как единой механической системы применялась дискретная расчетная схема колесной пары в виде шести абсолютно твердых тел (двух шеек оси с предподступичными частями, двух колес с подступичными частями и двух средних частей), а пути – в виде двух упругих балок с сосредоточенными массами.

Используя аксиому об освобождении от связей, каждую выделенную часть (твердое тело и сосредоточенную массу) можно рассматривать как свободное тело или массу, находящееся под действием приложенных к нему активных сил и реакций связей (в том числе и сил взаимодействия между колесом и рельсом).

Согласно теореме Шаля свободное движение каждого твердого тела колесной пары может быть получено посредством поступательного перемещения вместе с произвольно выбранным полюсом и поворота вокруг некоторой оси, проходящей через этот полюс.

Поступательное движение описывается уравнением движения центра масс или математическим выражением теоремы об изменении количества движения, а вращательное – теоремой Резаля. При описании ориентации твердых тел целесообразно применять самолетную систему координат.

Математическое описание мгновенного винтового движения около мгновенной винтовой оси колесной пары по неравноупругому сплошному многослойному основанию осуществляется путем корректировки соответствующих переменных коэффициентов соответствующих блоков глобальных матриц жесткости и диссипации системы параметрических дифференциальных уравнений.

Разработанный алгоритм входит в состав программного обеспечения **“BRUS”** по проектированию высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Об оценке безопасности от схода колеса с рельсов при использовании направляющей либо боковой силы

Блохин Е.П., Коротенко М.Л., Клименко И.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Blokhin Ye.P., Korotenko M.L., Klimenko I.V. On the equivalence of security criteria of the wheels off the rails when using the guide or lateral force

It is shown that for the movement of rolling stock safety assessment from the derailed wheel choices derailing of a criterion on the side or guide maintained by the convenience of using it, since both criteria equivalents, and safety factors calculated using the sustainability criteria are equal.

Еще в 1976 г. в работе В. М. Кондрашова отмечалось, что до тех пор не было единого мнения, какое из отношений: боковой, направляющей или рамной горизонтальных поперечных сил к вертикальной силе, действующей в точке контакта конической части гребня (при односточечном контакте) с головкой рельса, следует выбрать в качестве критерия безопасности колеса от схода с рельсов.

До сих пор этот вопрос окончательно не решен. Так, для оценки безопасности движения от схода колеса с рельсов вагонов используется критерий, в который входит боковая сила, а для оценки безопасности движения локомотивов и моторвагонного подвижного состава используется критерий, в который входит направляющая сила.

В работе показано, что критерии безопасности по боковой и направляющей силе эквивалентны. Для этого используется известное определение направляющей силы как горизонтальной проекции нормальной реакции рельса в точке контакта на набегающем колесе. С другой стороны, направляющую силу можно определить как сумму боковой силы и проекции на горизонтальную ось силы трения в точке контакта набегающего колеса с рельсом. После некоторых преобразований получаем одно и тоже выражение, что свидетельствует об эквивалентности рассматриваемых критериев.

Иным путем это можно показать, если взять отношение направляющей к боковой силе и выразить направляющую через боковую силу.

Из эквивалентности выражений критерия безопасности по боковой или направляющей силе следует, что для оценки безопасности движения подвижного состава от схода колеса с рельсов равнозначно применение и того, и другого выражения. Выбор одного из этих выражений для оценки безопасности движения подвижного состава от схода колеса с рельсов можно оценивать равнозначно по любому из них, и выбор того или иного определяется удобством его использования.

Анализ возможностей применения обоих критериев в практике расчетов и экспериментов показал, что преимущества в этом отношении имеет критерий по боковой силе. Эти преимущества заключаются в следующем.

1. В случае использования из опыта сил, действующих со стороны надрессорного строения на колесную пару, при использовании формулы, полученной на основании первого критерия, упрощается расчетная формула по сравнению с формулой для расчета коэффициента запаса устойчивости против схода колеса с рельса, полученной по второму критерию, так как вычисление боковой силы по указанным данным проще, чем направляющей силы.

2. При использовании из опыта сил взаимодействия колеса и рельса в точке контакта непосредственно, например, с помощью тензометрической колесной пары, определяется боковая сила, значения которой прямо подставляются в формулу для оценки безопасности движения от схода колеса с рельсов без всяких пересчетов.

3. Упрощается сравнение данных испытаний по первому критерию с данными, полу-

ченними при помощи европейских норм, так как в этих нормах используется критерий безопасности движения от схода колеса с рельсов, связанный с боковой силой.

Розробка заходів з покращення показників міцності несучих конструкцій та засобів передачі тяги головних вагонів дизель-поїздів ДР1А на підставі експериментально-теоретичних робіт

Бондарєв О.М., Горобець В.Л., Бондарєва В.С., Ягода Д.О.,
Скобленко В.М.¹, Рядковський В.В.¹

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, 1 - «Укрзалізниця», Київ)

In materials a lecture the results of complex are laid out nauko-experimental works, directed on the improvement of indexes of durability of basic bearings constructions of baskets, frames of light carts and knots of transmission of hauling efforts of main carriages of dizel'-poizdiv of DR1A, and also measures are offered on introduction of the proper suggestions with the purpose of lengthening of term of their service.

Для забезпечення пасажирських перевезень у міжміських сполученнях на залізницях України використовується досить великий парк дизель-поїздів ДР1А. Досвід їх експлуатації протягом більш тридцяти років виявив, що з часом певна частина несучих конструкцій кузова була пошкоджена внаслідок дії корозії. Зменшення товщин цих елементів привело до створення в них тріщин, а в окремих випадках і до їх зламів. Поряд із цим недосконалість конструкційного виконання балок центрального підвішування головних вагонів призвела до створення тріщин та їх зламу. Тому з метою покращення показників міцності цих несучих конструкцій спеціалістами університету було проведено комплексну роботу, яка передбачала: експериментальне визначення рівнів навантажень та напружень, які створюються в умовах експлуатації; проведення чисельних розрахунків з визначення рівнів напружень в несучих конструкціях рами та бічних стінок кузова головного вагона, в балках центрального підвішування, а також у вузлах передачі тягового зусилля; з використанням методу скінчених елементів (МСКЕ) шляхом моделювання відповідних режимів умов експлуатації.

Виконані роботи надали можливість: встановити на підставі проведених експериментальних випробувань рівні навантажень та напружень у найбільш навантажених перерізах основних несучих конструкціях кузова, рам візків та засобів реалізації тяги; на підставі виконаних вібраційних ресурсних випробувань рам візків визначити границі витривалості цих несучих конструкцій; отримати поля розподілу напружень в елементах несучих конструкцій кузова, рам візків та пристроїв передачі тягового зусилля провести чисельних розрахунки моделювання різних експлуатаційних режимів руху шляхом завдання відповідних навантажень з використанням твердотілого моделювання та метода скінчених елементів (МСКЕ).

Спочатку на підставі отриманих результатів досліджень було розроблено заходи, які були впроваджено з підсилення бічних стінок та міжвагонних перегородок, а також даху та піддизельних рам під час виконання капітальних ремонтів з подовженням терміну служби до 40 років від побудови.

Наступна частина дослідних робіт була присвячена визначенню можливості подовження терміну служби дизель-поїздів серії ДР1А до 45 років. На цьому етапі було проведено не тільки визначення показників втоми матеріалу, а також запропоновано та впроваджено заходи з посилення балок центрального підвішування.

Заключною частиною була науково-дослідна робота з оцінки напруженого стану вузлів передачі тягових зусиль та розробкою заходів з покращення показників їх міцності.

Впроваджені заходи модернізації основних несучих конструкцій кузовів, рам візків, балок центрального підвішування та вузлів передачі тягових зусиль головних вагонів сприяли покращенню показників міцності та зменшенню небажаних випадків неочікуваних руйнувань і таким чином підвищенню надійності виконання пасажирських перевезень у відповідності до встановлення розкладу руху приміських та міжрегіональних поїздів Укрзалізниці.

Експериментально-теоретична оцінка та покращення показників міцності середніх поперечних балок рам візків причіпних вагонів електропоїздів серій ЕР9

Бондарев О.М., Горобець В.Л., Кривчиков О.Є., Рядковський В.В.¹
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, 1 - «Укрзалізниця», Київ)

In a lecture the results of the executed works are laid out from the exposure of reasons of creation of cracks in middle cross-beams frames of light carts of the towed carriages of electric trains grizzle ER9 and the variant of measure is estimated from the improvement of indexes of durability.

Досвід експлуатації електропоїздів ЕР9М, ЕР9Е, та ЕР9П протягом останніх років виявив, що при оцінці стану їх основних несучих конструкцій під час проведення капітальних, або поточних ремонтів в середніх поперечних балках рам візків причіпних вагонів було виявлено окремі випадки створюватися тріщин. Так в поперечній балці рами візку причіпного вагона зав. №58 електропоїзда ЕР9М тріщини, що створені на бічних стінках, мали довжину приблизно 40 мм, а на верхній полиці – 60 мм. В інших випадках появу тріщин виявляли і в інших місцях.

Для виявлення чинників, які привели до пошкодження цих балок було проведено відповідні експериментальні та теоретичні роботи з визначення їх навантаженості та відповідних рівнів напружень, а також проведено вимірювання твердостей по Брінелю матеріалу цих балок для оцінки значень показників втомного руйнування. Результати вимірювань виявили, що середні значення твердостей у різних точках відрізняються та змінюються у діапазоні від 103,8 до 175 НВ. Навколо місця створення тріщини значення твердості ставило 130,3 НВ. Від ваги кузова вагона найбільші статичні складові напруження створюються на верхній полиці середньої поперечної балки в місці її приєднання до поздовжньої балки та дорівнюють 4,8 МПа, а в середньому перерізі по його висоті навколо місця виникнення тріщини напруження становлять 0,3; 1,1 та 1,3 МПа відповідно. Найбільші значення динамічних складових напружень в точках цього перерізу створюються при рухові в кривих та досягають 9,8; 33,7; 8,4 МПа відповідно. Таким чином сумарні значення на-пружень, які були виміряні в дослідній поїзді в перерізі створення тріщин дорівнюють 10,1; 34,8 та 9,7 МПа відповідно.

Для проведення розрахунків було створено модель рами візка з використанням твердотільного моделювання, а потім і розрахункові скінченно-елементні схеми для базового варіанту та для варіанту підсилювання накладками, які установлюються на бічні стінки середніх поперечних балок. Під час проведення чисельних розрахунків приймалося:

1) Статичні навантаження у центральному підвішуванні збільшувалися в Кдц разів, де Кдц коефіцієнт вертикальної динаміки. Найменше значення Кдц=0,2, а найбільше Кдц=0,5;

2) Динамічна складова горизонтального поперечного навантаження відповідала значенню $H=0,45 QCT$, QCT статичне навантаження на колісну пару;

3) Кососиметричне навантаження, що створюється при вході в криву з відведенням підвищення зовнішньої рейки ставить 6,7%. В такий ситуації навантаження на буксу буде

змінюватися в межах до 4,5 кН. В розрахунках приймалося, що значення динамічних складових змінюються на 5...15 кН;

4) При гальмуванні додатково до вищевказаних зусиль у вузлах шарнірного закріплення гальмівних колодок прикладалися зусилля 4,15 кН, а на кожний упор середніх поперечних балок діяли зусилля по 16,6 кН, що відповідало найбільш гострому режиму гальмування при швидкості руху 20 км/год.

Розрахунки виявили, що найбільші напруження у середніх поперечних балках створюються при моделюванні кососиметричного навантаження та при гальмуванні в кривих 87,4 МПа та 62,6 МПа відповідно. Підсилювання накладкою зменшує найбільших напружень в межах до 20%. Чинниками створювання тріщин могли бути: порушення технології виготовлення; наявність скритих дефектів зварювання; нештатні ситуації, які привели до створювання великих за рівнем навантажень і напружень.

О применении рационального способа подбора параметров элементов комбинированных конструкций в расчетах кузовов

Брынза А.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Brynza A.A. Application of the method of selection of good items parameter combined structure in the calculations bodies

The application of rational method of selection of parameters of elements in the calculation of the combined designs of vehicle bodies. It's based on the method of the stress-strain state in the combined design, the proposed N.V. Gogol. The solution is a numerical-analytical method based on the use of the apparatus of generalized functions. The calculation of the carrier rail bus body design for symmetrical loading.

Современные тенденции развития вагоностроения остро ставят вопрос о повышении эффективности несущих конструкций кузовов транспортных средств, что в первую очередь означает снижение их материалоемкости. В связи с этим, разработка конструкций кузовов меньшей массы является актуальной задачей.

В работах Н.В. Гоголя (Гоголь М.В. Проектування і розрахунок раціональних комбінованих конструкцій/ М.В. Гоголь// Металеві конструкції. – 2008.- т. 14.- №4.- с. 253-262 и др.) был предложен метод регулирования напряженно-деформированного состояния в комбинированных конструкциях типа балка-ферма. Для расчета конструкций им используется энергетический метод.

В данной работе этот метод предлагается использовать для подбора параметров элементов несущих конструкций кузовов, являющихся конструкциями типа балка-ферма. Комбинированная конструкция разделяется на две подсистемы. Главной подсистемой является балка, а вспомогательной – ферма. На первом этапе расчета рассматривается балка нагруженная заданной нагрузкой, с дополнительными упругими опорами, моделирующими работу системы подкрепления. Деформация дополнительных упругих опор изменяется по гипотезе Винклера. Для расчета балки на упругих опорах используется численно-аналитический метод предложенный В.А. Лазаряном, основанный на применении аппарата обобщенных функций. Опоры учитываются с помощью обобщенных функций Дирака. Решение полученного дифференциального уравнения с сингулярными коэффициентами находится операционным методом Лапласа. Используя условия жесткости и равномоментности, в балке определяются реакции упругих опор. На втором этапе определяются усилия в стержнях системы подкрепления, рассматриваемой как статически определимая ферма, нагруженная реакциями упругих опор. В качестве критерия рационального

подбора элементов вспомогательной системы выступает условие равнонапряженности. С помощью этих критериев подбираются характеристики поперечных сечений элементов конструкции. Выполнен расчет несущей конструкции кузова рельсового автобуса при симметричном нагружении.

Об оценке уровня продольных сил, влияющих на угон пути, при переходных режимах движения поезда

Горобец В.Л., Маслеева Л.Г., Урсуляк Л.В., Арсонов В.В.¹
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, 1 – Укрзалізниця)

With the help of mathematical simulation of the effect of longitudinal forces that arise during the transition driving on the hijacking of the way.

Как показывает опыт эксплуатации грузовых поездов, угон пути происходит, когда для поддержания заданной скорости движения применяется режим тяги или торможения особенно на затяжных подъемах и спусках.

Обеспечение безопасности движения грузовых поездов требует изучения влияния переходных режимов их движения на угон пути.

Для исследования процессов возникновения продольных сил взаимодействия пути и подвижного состава, вызванных переходными режимами движения поездов при торможениях, в качестве упрощенной модели поезда рассматривалась цепочка тел (экипажей), соединенных между собой связями (межвагонными соединениями). При этом полагалось, что каждый экипаж состоит из следующих объектов: кузов (твердое тело) и колесные пары, соединенных с кузовом подшипниками скольжения.

При исследовании учитывалось, что в процессе поступательного движения кузова, колеса совершают чистое качение без проскальзывания. Такое движение колеса при моделировании рассматривалось как сложное, состоящее из поступательного движения со скоростью центра масс кузова V_c и ускорением a_c и вращательного движения с угловой скоростью ω и угловым ускорением ε .

Моделировались торможения (пневматические и рекуперативные) как предварительно сжатых, так и предварительно растянутых грузовых поездов на горизонтальных участках пути и на затяжных спусках.

Определялись уровни продольных сил, действующих на рельсы со стороны экипажей поезда. При этом определялось среднее значение суммарной погонной силы взаимодействия состава и пути в каждый момент времени по ходу движения поезда на заданном участке.

В процессе моделирования рассматривались различные режимы торможения (работа пневматических тормозов состава и (или) электрическое торможение локомотивами).

При моделировании продольных колебаний поезда, предполагалось, что поезд состоит из 50-ти однородных четырехосных полувагонов массой 80 тонн и четырех локомотивов ВЛ-11. Сплотка из трех локомотивов находилась в голове и один локомотив в хвосте поезда.

Решая задачу о влиянии продольных сил на угон пути полагалось, что вагоны оборудованы воздухораспределителями с условным №483 и композиционными колодками, а межвагонные соединения – упруго - фрикционными поглощающими аппаратами Ш-1-ТМ.

Движение поезда моделировалось на реальном участке пути Львовской железной дороги со сложным продольным профилем.

В результате расчетов получены основные динамические показатели продольных колебаний поезда и пространственных колебаний отдельных экипажей.

**Результаты ходовых динамических приемочных испытаний
двухсистемного электропоезда межрегионального сообщения производства
ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»**

Грановский Р.Б., Дзичковский Е.М., Кривчиков А.Е., Федоров Е.Ф., Грановская Н.И.
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

The brought results of the sought-after test the electric-train with dual power production by PJSC “Kryukovsky Railway Car Building”.

В ноябре 2012 года Отраслевая научно–исследовательская лаборатория динамики и прочности подвижного состава железных дорог Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна провела на Приднепровской железной дороге Украины приемочные ходовые динамические испытания двухсистемного электропоезда межрегионального сообщения производства ОАО «Крюковский вагоностроительный завод». Поезд состоит из двух головных и семи прицепных вагонов.

Основные характеристики электропоезда согласно ТЗ

Ширина колеи, мм	1520
Ширина вагонов, мм	3420
База вагона, головной/прицепной, мм	14000/19000
База тележки, головной/прицепной, мм	2800/2600
Высота вагонов от уровня головок рельсов, мм	4420
Высота оси автосцепок от уровня головок рельсов, мм	1060±20
Масса вагона в служебном состоянии, головной/прицепной, т	76,55/53,80
Количество мест для сидения, головной/прицепной	20/112
Расчетная масса пассажира, кг	100
Нагрузка от колесной пары на рельсы, не более, кН	180
Конструкционная скорость, км/ч	160
Среднее ускорение для тягового режима, м/с ² :	
- до скорости 60 км/ч; не менее	0,50
- до скорости 120 км/ч; не менее	0,33
Номинальное напряжение питания, род тока:	3000 В DC; 25000В, 50Гц AC
Габарит	T
Диапазон рабочих температур, °С	минус 50...плюс 40

Испытания проводились на прямых участках пути со скоростями движения до 176 км/час и с установленными скоростями на кривых малого, среднего и большого радиусов и стрелочных переводах. Проведенные испытания показали, что показатели, нормируемые действующими на железных дорогах Украины документами, не были превышены и имели следующие предельные значения в порожнем/груженом состояниях:

	головной вагон	прицепной вагон
• показатели плавности хода		
• в вертикальном направлении -	2,45/2,53	2,49/2,53
в горизонтальном поперечном направлении	2,67/2,69	3,20/3,10;
• минимальные значения коэффициента запаса		

устойчивости против схода колеса с рельсов

при движении

по прямым	2,49/2,47	2,16/2,32
по кривым больших радиусов	2,09/2,20	1,98/2,19
по кривым средних радиусов	2,19/2,16	1,97/2,04
по кривым малых радиусов	2,26/2,26	2,07/2,07
по стрелочным переводам	2,11/2,18	1,96/2,21.

• рамная сила (в долях $P_{ст}$) при движении

по прямым	0,09/0,09	0,18/0,15
по кривым больших радиусов	0,22/0,21	0,18/0,22
по кривым средних радиусов	0,19/0,18	0,22/0,21
по кривым малых радиусов	0,20/0,20	0,20/0,20
по стрелочным переводам	0,15/0,16	0,20/0,18.

• коэффициент вертикальной динамики

в I ступени рессорного подвешивания

при движении

по прямым	0,31/0,32	0,10/0,08
по кривым больших радиусов	0,24/0,29	0,27/0,21
по кривым средних радиусов	0,23/0,26	0,24/0,20
по кривым малых радиусов	0,25/0,25	0,18/0,18
по стрелочным переводам	0,24/0,26	0,21/0,17;

• коэффициент вертикальной динамики

в II ступени рессорного подвешивания

при движении

по прямым	0,10/0,11	0,09/0,09
по кривым больших радиусов	0,15/0,14	0,14/0,12
по кривым средних радиусов	0,13/0,16	0,11/0,11
по кривым малых радиусов	0,13/0,13	0,12/0,12
по стрелочным переводам	0,10/0,15	0,10/0,11.

По результатам приемочных ходовых динамических испытаний можно заключить, что вышеназванные вагоны электропоезда соответствуют требованиям безопасности и нормативных документов по параметрам устойчивости против схода колеса с рельса, величинам коэффициентов динамики в первой и второй ступенях рессорного подвешивания, а также рамных сил. Электропоезд может эксплуатироваться:

- на прямых участках пути – со скоростями до 160 км/ч;
- в кривых радиусом менее 400 м – до 80 км/ч;
- в кривых радиусом от 400 м до 700 м – до 100 км/ч;
- в кривых радиусом более 700 м – до 160 км/ч;
- на стрелочных переводах – с установленными скоростями.

Определение усилий в системе вагон – сыпучий груз при продольных воздействиях на вагон

Даценко В.Н.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

The article is devoted to strength assessment of the front wall of cars in longitudinal collisions. The mathematical model of the theoretical calculation to determine the pressure of bulk cargo on the front wall is given.

Задача об определении усилий, возникающих между кузовом вагона и находящимся в нем сыпучим грузом, является актуальной с точки зрения оценки прочности несущих элементов кузова и особенно торцевых стенок при продольных воздействиях на вагон, таких как соударение вагонов и пр. При решении этой задачи применяются различные подходы: с использованием теории предельного равновесия сыпучей среды, клиновой модели сыпучего груза, метода конечных элементов и др. Однако до конца вопрос об определении давления насыпного груза на стенки кузова, возникающего от продольных инерционных сил, не решен в силу большого множества факторов, влияющих на величину этого давления, и более того зачастую неопределенности самих этих факторов.

В данной работе проводится оценка характера воздействия насыпного груза на торцевую стенку при продольных соударениях вагонов. В качестве математической модели принимается теория о распространении ударных волн в сыпучем материале, определяемом как обобщенно пластическая среда. Напряженно-деформированное состояние сыпучего груза рассматривается в виде плоской деформации. Расчетная схема представляет собой систему, состоящую из сосредоточенной массы (массы вагона) с присоединенной к ней ограниченной с трех сторон деформируемой полуплоскостью, которая ударяется в упругую опору большой жесткости с начальной скоростью v_0 .

Получение общего решение указанной задачи связано со значительными трудностями математического характера. Однако для интегральной оценки давления насыпного груза на торцевую стенку можно в качестве упрощения не принимать во внимание изменение при соударении давление груза на боковые стенки и пол вагона, что позволяет привести решение задачи к определению плоских продольных волн в упруго пластической среде. При определении напряженно-деформированного состояния груза при его движении в кузове вагона в работе применяется теория предельных состояний Мора-Кулона, диаграмма напряжений материала груза принимается билинейной.

Первоначально для определения характера изменения давления на торцевую стенку во время удара принималась упрощенная расчетная схема, в которой груз рассматривался как полубесконечный стержень. Возможность применения такой модели обосновывается тем, что длина кузовов вагонов достаточно велика по сравнению с их поперечными размерами. Получены графики изменения давления в процессе нагружения и разгрузки.

Анализ результатов решения задачи показывает, что величина давления на торцевую стенку в первую очередь зависит от плотности груза, модуля упругости материала груза и его сцепляемости, которые, как известно, в сыпучих телах существенно зависят от спрессованности сыпучей среды. Влияние сил трения груза по вагону на величину максимального давления в случае жесткого удара незначительно.

Полученный теоретическим путем характер изменения давления груза на торцевую стенку полностью совпадает с графиками зависимости давления, полученными с помощью специальных месдоз при испытаниях вагонов-самосвалов на соударение.

Термонапряженное состояние тормозных систем подвижного состава

Ищенко В.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Ishchenko V.A. Thermal stress of the braking systems of rolling stock

Investigate the thermal stress state of brake discs and wheel with metal and composite pads in case of emergency and long inhibition.

В работе рассмотрен режим экстренного и длительного торможения дисковых тормозов и колеса с различными типами тормозных колодок металлических и композицион-

ных. В основу расчета термонапряженного состояния этих конструкций положена теорема о взаимности работ Бетти-Максвелла, которую В.М. Майзель обобщил на случай изотропных тел с учетом температурных воздействий. В последствии эта теорема В. Новацким была уточнена для анизотропных тел. В соответствии с этой теоремой термонапряженное состояние определяется интегральным уравнением, включающим в себя температурное поле объекта и компоненты деформаций нагруженного тела. Непосредственное интегрирование этого уравнения требует наличия зависимости компонент деформаций от соответствующих перемещений. Считая деформации малыми, в рассматриваемой работе для анизотропных тел, а именно такими являются композиционные тормозные колодки, необходимые зависимости получаются из решения дифференциального уравнения равновесия, записанного в перемещениях при единичном нагружении.

Температурное поле определялось из решения дифференциального уравнения теплопроводности. Нагрев колеса, диска и тормозных колодок осуществлялся за счет работы силы трения, возникающей между тормозными колодками, диском и колесом при действии тормозной силы. Особенностью расчета является то обстоятельство, что граничные условия являются функцией координат. Вне зоны контакта с тормозной колодкой граничные условия учитывают конвективный теплообмен и излучение, кроме этого учитывается контакт колеса с рельсой. Несмотря на существенное различие между коэффициентом трения скольжения и трением качения, нагрев колеса при длительном качении обусловлен контактом колеса с рельсой за счет большой вертикальной нагрузки, намного превышающей силу торможения. Температурное поле колеса, диска и тормозных колодок определялось численно и аппроксимировалось кусочно-линейной зависимостью, что позволило проинтегрировать уравнения, описывающее термонапряженное состояние элементов тормозных систем.

С целью оценки термонапряженного состояния этих элементов проанализированы два вида торможения экстренное и длительное при скоростях движения до 200 км/ч. В случае экстренного торможения максимальная температура на поверхности как диска, так и колеса достигается в пределах 10-30 секунд в зависимости от скорости движения. Независимо от температуры колеса на момент экстренного торможения, ввиду большого градиента температур по толщине колеса или диска значения компонент напряжения достигают и превышают критические значения. Аналогичные значения напряжений возникают и на поверхности тормозных колодок. В случае дисковых тормозов критические значения напряжений можно уменьшить за счет применения нескольких тормозных дисков, что позволит уменьшить величину тормозной силы. Также исследовано влияние степени износа поверхности колеса на термонапряженное состояние. Для такого случая характерно уменьшение максимальной температуры при прочих равных условиях, однако заметно увеличивается градиент роста температур, что также приводит к критическим значениям компонент напряжений.

Несовершенство карданных приводов подвижного состава

Клименко И.В., Панасенко В.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

The influence of a Cardan joint in the generators drives of a passenger wagon the evenness of generators shaft rotation has been considered. The absolute angles between wagons depending on their possible mutual displacements have been calculated. The recommendations on the improvement of the drive work have been given.

Карданные передачи нашли широкое распространение в транспортном и технологи-

ческом машиностроении. Их используют в том случае, когда необходимо соединить валопроводом и передать мощность между плоскостями, которые меняют свое взаимное расположение, когда ведущий и ведомый валы в силу конструкции и эксплуатации машин не находятся в одной плоскости и меняют свое взаимное расположение. Наиболее изучены карданные соединения в автомобилестроении (Чудаков Е.А. Конструкции и расчет автомобиля, ОГИЗ, 1936. Лысов М.И. Карданные передачи. ОНТИ, 1945. Малаховский Я.Э. Карданные передачи. Машгиз, 1962).

Пассажирские вагоны оборудованы системой энергоснабжения своих потребителей от генератора, закрепленного на раме вагона с забором мощности от средней части оси колесной пары, используя вал с двумя карданами. Эти приводы совместно с карданными приводами энергоснабжения от торца шейки оси колесной пары составляют более 40% от количества вагонов. Столь широкое распространение данной конструкции привода энергоснабжения обусловлено стабильностью снимаемой энергетической мощности.

Однако эксплуатация вагонов с карданными приводами энергоснабжения свидетельствует о множествах поломок, интенсивных износах в приводах.

По техническим условиям монтажа карданного вала шарниры его монтируются так, что плоскости вилок, находящиеся на карданном (промежуточном) валу размещаются в одной плоскости, ведущий вал удерживается в горизонтальной плоскости, а ведомый – может быть как угодно расположенным в пространстве по отношению к ведущему валу. На его положение в горизонтальной плоскости влияет наличие кривых в пути следования вагона, а в вертикальной плоскости – возможный прогиб рессорного подвешивания тележек вагона. Создаются условия, когда ведущий и ведомый валы не параллельны между собой и абсолютные углы их пересечения с промежуточным валом не равны между собой (Решетов Л. Н. Теория карданного шарнира без применения сферической тригонометрии пространственных чертежей. Вестник машиностроения, № 10, 1961), что приводит к неравномерному вращению как промежуточного, так и ведомого валов. Необходимо отметить, что эти условия создают неравномерность вращения промежуточного и ведомого валов, которые обладают значительной массой, что, в конечном счете, приводит к большим динамическим нагрузкам, особенно при повышенных скоростях движения пассажирских поездов.

Для стационарных агрегатов, где нет изменения вращения валов, улучшить динамику валопровода, имеющего карданное соединение, возможно за счет поворачивания вилок на промежуточном валу на расчетный угол, который зависит от габаритных размеров монтажа привода и возможных перемещений ведомого вала по отношению к ведущему.

Сложность решения вопроса уменьшения динамических нагрузок в рассматриваемом приводе заключается в том, что пассажирские вагоны меняют направление своего движения. Необходимо аналитически определить место защиты и конструкцию ее в валопроводе генератора пассажирского вагона. Или же, необходимо решить вопрос сохранения направления вращения валов привода генератора даже при изменении направления движения вагона при условии смещения вилок на промежуточном валу.

Совершенствование методов оценки усталостной прочности самоходного подвижного состава, применяемых на этапах проектирования и допуска к эксплуатации

Кострица С.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени акад. В. Лазаряна)

Kostritsa S. Perfection of methods for assessing the fatigue strength of self-propelled rolling stock, which are applied at design stages and permissions for exploitation

A comparison of regulatory documents and appropriate methods of assessment of fatigue strength of self-propelled vehicles, that applies in Ukraine and the European Union. The proposed recommendations directed at increasing reliability of evaluation of fatigue strength bearing constructions of self-propelled mobile

Одним из этапов решения задачи по повышению безопасности и эксплуатационной надежности, как существующих конструкций подвижного состава железных дорог, так и вновь проектируемых является обеспечение усталостной прочности несущих конструкций.

На этапе проектирования и в процессе допуска к эксплуатации для оценки усталостной прочности подвижного состава железных дорог, в том числе и самоходного, в Украине и за рубежом используется нормативная база, которая основана на фундаментальных исследованиях в области усталости материалов. Однако критерии, по которым производится эта оценка, качественно отличаются, что создаёт значительные трудности при заключении международных контрактов, связанных с покупкой новой техники.

В настоящей работе проведено сравнение нормативных документов и соответствующих методов оценки усталостной прочности самоходного подвижного состава, которые применяются на Украине и странах Евросоюза. В результате проведенного сравнения, выделены следующие основные отличия указанных методов:

1. В Украине оценка усталостной прочности проводится с применением коэффициента запаса усталостной прочности, который не должен превышать нормативного значения. В странах Евросоюза оценка усталостной прочности проводится по допускаемым напряжениям, при этом допускаемые напряжения определяются с применением диаграмм предельных напряжений.

2. Согласно требованиям Норм, действующим на Украине для определения коэффициентов запаса усталостной прочности используются пределы выносливости стандартных образцов при симметричном цикле нагружения. Диаграммы предельных напряжений, которые используются в европейских нормах, строятся для характерных конструктивных элементов с учётом коэффициентов асимметрии цикла напряжений.

Однако, несмотря на различия в методах и критериях оценки усталостной прочности, сравнительный анализ результатов исследований нескольких типов самоходного подвижного от различных производителей позволил сделать о хорошей сходимости результатов полученных по нормам, действующим в Украине и странах Евросоюза. В тоже время указывается, что применяемые нормативные методы обладают определёнными недостатками и требуют модернизации.

Проведенные автором аналитические исследования и анализ экспериментальных данных, позволили выработать ряд рекомендаций, направленных на повышение достоверности результатов оценки усталостной прочности несущих конструкций самоходного подвижного состава и внести предложения по гармонизации соответствующих нормативных документов, действующих в Украине и странах Евросоюза.

Применение градиентных методов оптимизации к выбору рациональных параметров несущих конструкций подвижного состава на этапе проектирования

Кострица С.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени акад. В. Лазаряна)

Kostritsa S. Application of gradient methods to optimize the choice of rational parameters of rolling bearing structures at the design stage

This paper proposes a modernization of the gradient projection method, based on the numerical determination of the gradients of the functions defining the limits of strength. Provides examples of the application of the proposed numerical method to real constructions of the rolling stock.

Решение задачи по повышению безопасности и эксплуатационной надежности, как существующих конструкций подвижного состава железных дорог, так и вновь проектируемых, требует привлечения современных методов проектирования и оценки прочности несущих элементов инженерных конструкций.

В настоящее время выбор рациональных параметров конструкций подвижного состава железных дорог на этапе проектирования осуществляется, в основном, путем вариантного проектирования. В процессе проектирования размеры несущих элементов назначаются конструктором на основе опыта проектирования аналогичных конструкций. Затем производятся корректировки размеров элементов по результатам расчетов на прочность и испытаний опытных образцов таким образом, чтобы действительные напряжения в основных несущих элементах были близки к допускаемым.

Такой способ выбора рациональных параметров, в значительной степени основанный на личном опыте и интуиции проектировщика, позволяет рассмотреть ограниченное число вариантов, и при этом может оказаться, что конструкции с оптимальными параметрами находятся в числе нерассмотренных.

В работе предлагается в процессе проектирования использовать один из градиентных методов условной оптимизации - метод проекций градиента (МППГ), который в сочетании с моделированием конструкции при помощи метода конечных элементов (МКЭ) обладает достаточной универсальностью. Однако при решении задач оптимизации сложных механических систем такое сочетание методов (МППГ и МКЭ) может привести к определенным трудностям, которые связаны, прежде всего, с отсутствием аналитической зависимости напряжений в несущих элементах при действии определенной нагрузки от параметров конструкции. Поэтому, в работе предлагается некоторая модернизация метода проекции градиента, основанная на численном определении градиентов функций задающих ограничения по прочности с использованием известного соотношения для вычисления частных производных от функции многих переменных.

Основным недостатком изложенного способа вычисления градиентов функций, задающих ограничения по прочности является необходимость многократного расчета конструкции по МКЭ. Однако при определенном виде нагружения прочность конструкции в целом обусловлена прочностью нескольких, наиболее нагруженных элементов. Поэтому при проведении практических расчетов, связанных с выбором рациональных параметров несущих конструкций подвижного состава, число функций, задающих ограничения по прочности, а следовательно и количество вычислительных операций будут небольшими.

В качестве примера рассмотрено применение предлагаемой методики при модернизации узла крепления наклонной тяги электровоза 2ЕЛ5, вызванной его недостаточной прочностью при ударных нагрузках.

Применение GPS навигации для уменьшения динамического воздействия на путь и улучшения плавности хода электропоездов

Краснобрыжева Ю.С.

(Восточноукраинский национальный университет им. В.Даля, г.Луганск)

Krasnobryzheva Julia. The use of GPS navigation in order to reduce the dynamic impact on the track and improve the smoothness of electric train's motion

We suggest a way to use global positioning systems to reduce the dynamic impact on the track and improve dynamic performance

На данный момент в мире существует ряд систем, оснащенных GPS-системой, предназначенных для определения и беспроводной передачи данных в широком диапазоне – от геометрии пути и изменения профиля колес и рельсов до планов текущего содержания пути.

Будущее систем управления пневматическим рессорным подвешиванием связано с более точным и частым контролем не только геометрии пути, но и параметров взаимодействия колеса и рельса. Нами проведено исследование применения пневморессор на высокоскоростном транспорте и разработана система регулирования жесткостных характеристик пневморессор. Данная система позволяет управлять динамическими качествами подвижного состава, используя GPS навигацию.

Разработанная система работает следующим образом. Отмечаем точку А начала движения и точку В конца движения транспортного средства. После того как экипаж проходит над точкой А, датчик компенсационного типа подает сигнал о начале работы системы и включает датчик ускорения, установленный на буксе колесной пары, и GPS – систему. Датчик ускорения считывает геометрические неровности пути и через коммуникационный кабель передает полученные данные на ЭВМ. Навигационный приемник автоматически вычисляет координаты объекта, скорость сигнала, скорость движения транспортного средства, всемирное время, и формирует отчет. При прохождении экипажа через точку В датчик компенсационного типа подает сигнал о выключении работы системы. С помощью разработанного нами программного обеспечения «ActiveRegulate», данные о геометрических неровностях пути, полученные с датчика ускорения, и данные с GPS приемника обрабатываются. Данные о пути анализируются на основании рекомендуемых предельных значений параметров динамики с привязкой их к географическим координатам. Путь разбивается на конечное количество отрезков, каждому из которых соответствует определенное состояние пути: отличное, хорошее, удовлетворительное и неудовлетворительное. На каждом из отрезков предлагается индивидуально регулировать параметры пневматического рессорного подвешивания. На основании полученных данных генерируется карта пути движения рельсового экипажа от пункта А до пункта В. Частота измерения пути подбирается индивидуально для заданных участков пути.

Тестирование виртуальной модели данной системы показало, что ее применение позволяет уменьшить динамическое воздействие на путь по сравнению с пружинным рессорным подвешиванием, а так же увеличить скорость движения рельсового транспортного средства с сохранением удовлетворительных качеств по показателям вертикальной динамики.

Анализ расчетов по математической модели показал, что применение пневматического рессорного подвешивания (ПРП) позволяет уменьшить динамическое воздействие от колеса на рельс в диапазоне скоростей от 5 до 45 м/с в двое по сравнению с пружинным подвешиванием (с 9,8 до 17,3 %). При ухудшении состояния пути увеличение динамической нагрузки при скорости 20 м/с составляет для ПРП до 3%, для пружинного до 8,5 %. При скорости 40 м/с для ПРП до 5,6%, для пружинного до 8,5%.

Разработанная система рекомендуется для пассажирских перевозок. Она дает возможность улучшить динамические показатели, плавность хода рельсового транспортного средства, и тем самым повысить комфортабельность поездки для пассажиров.

Несущая способность прессового соединения колесной пары

Кротов С.В.

(ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный университет путей сообщения»,
Ростов-на-Дону, Россия)

Krotov S.V. Bearing ability of wheel set assembly

This article shows the calculation of freight car wheel set and define the stress-deformed state of wheel set assembly by FEM and the relationship between adhesion and slip areas accepted as a criterion of bearing capacity connection.

В эксплуатации колесная пара грузового вагона находится в сложных условиях нагружения и поэтому физическое моделирование представляет значительные трудности, а натурные испытания весьма длительны.

При расчете колесной пары как наиболее ответственного элемента подвижного состава, от надежности которого зависит безопасность движения, с особой тщательностью следует подходить и к выбору расчетной схемы, и к нагружающим факторам.

При выполнении численного эксперимента по методу конечных элементов (RSFem, БГТУ), возможно варьирование нагружающих параметров на разных уровнях с целью установления закономерностей появления отрицательных воздействий, снижающих в целом надежность соединения колеса и оси вагонной колесной пары.

Вертикальная нагрузка на ось принималась равной 216 кН и 245 кН; горизонтальная нагрузка на колесо 60 кН и 120 кН; крутящий момент 0 и 1710 кН·см; режим торможения (тепловой поток, подводимый к поверхности колеса, соответствующий отсутствию торможения, служебному (2 мин.) и экстренному (48 сек.) торможению) – 0; 151,5 кВт и 39,44 кВт; эксцентриситет точки контакта с рельсом по отношению к центру соединения колеса и оси 2,8 см и 7,5 см; толщина обода колеса 7 см и 2,2 см.

В области соединения колеса и оси сетка конечных элементов сгущена с целью более точного описания распределения контактных давлений. Это позволило при относительно небольшом количестве элементов получить равномерную сетку контактных конечных элементов. Далее, определяя зоны взаимного скольжения элементов соединения, как значительные величины соотношения касательных усилий по отношению к нормальным, будем считать несущую способность соединения удовлетворительной при наличии «прямого» и «обратного» скольжения до 50 % площади контакта колеса и оси.

При выполнении полного факторного эксперимента полностью определено напряженно-деформированное состояние колесной пары и ее прессового соединения.

Выполнено более ста расчетов, и в 10% вариантов расчета максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу в зоне перехода от диска к ступице колеса достигают 1000 МПа и более, что почти достигает предела прочности колесной стали, а в прессовом соединении колеса и оси появляются зоны скольжения, достигающие в некоторых экстремальных сочетаниях нагрузок 50-60% площади посадочной поверхности соединения.

Оценка уровня продольных сил в грузовых поездах разной длины при движении по участкам пути сложного профиля

Луханин Н.И., Мямлин С.В.¹, Урсуляк Л.В.¹

(Одесская железная дорога, 1 - Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

При движении наливных поездов по участкам пути сложного профиля могут возникать ситуации, которые приведут к появлению сил, способных разрушить подвижной состав или спровоцировать его сход с рельсовой колеи.

В данной работе с помощью математического моделирования исследована продольная нагруженность грузовых поездов разной длины в зависимости от режимов движения, параметров продольного профиля пути, начальной скорости движения и состояния зазоров перед началом переходного процесса. При моделировании движения грузовых поездов предполагалось, что в цистерны залит различный груз. Оценивалось влияние типа перевозимого груза на уровень продольных сил в поезде при движении по участкам пути сложного профиля.

Для решения поставленной задачи использовался программно-вычислительный комплекс, созданный в Отраслевой научно-исследовательской лаборатории динамики и прочности подвижного состава ДИИТа, и данные натурных опытов.

Моделируя движение поезда, предполагалось, что он сформирован из однотипных четырехосных вагонов-цистерн с одним локомотивом, расположенным в голове. Цистерны оборудованы воздухораспределителями с условным № 483, включенными на средний или груженный режим работы и композиционными или чугунными тормозными колодками, а межвагонные соединения - упруго-фрикционными поглощающими аппаратами Ш-1-ТМ.

В результате расчетов были получены:

- распределения максимальных сил вдоль длины поезда,
- осциллограммы продольных сил в межвагонных соединениях,
- изменения величины наибольших продольных сил, действующих в данный момент времени или в данной точке пути,
- зависимости наибольших продольных сил в поездах от типа перевозимого груза,
- зависимости наибольших продольных сил в поездах от алгебраической разности уклонов,
- зависимости наибольших продольных сил в поездах от количества вагонов-цистерн,
- зависимости наибольших продольных сил в поездах от начальной скорости движения,
- зависимости наибольших продольных сил в поездах от режимов движения,
- зависимости наибольших продольных сил в поездах от начального состояния зазоров в поезде.

Полученные результаты позволяют дать рекомендации по безопасному вождению наливных поездов по участкам пути сложного профиля.

Оценка нагруженности сцепа вагонов-цистерн в составе сухогрузного поезда при переходных режимах движения

Науменко Н.Е., Хижа И.Ю., Богомаз Е.Г.
(ИТМ НАНУ и ГКАУ, г. Днепропетровск)

Naumenko Nadezhda, Khizha Inna, Bogomaz Helena. Evaluation of the tank-cars tractive connection response in the bulk cargo train at transient regimes of motion

The tank-cars response in the bulk cargo train at transient regimes of motion is investigated. The recommendations on the formation of freight trains to increase safety of their motion are given.

В большинстве стран мира эксплуатационная деятельность железнодорожного транспорта связана с грузовыми перевозками и составляет порядка 80 % работы железных дорог. Важнейшей задачей железнодорожного транспорта является повышение провозной и пропускной способности железных дорог. Это обуславливает как увеличение веса поездов, так и скоростей их движения.

Неоднородность состава по массе и виду перевозимого груза приводит при переходных режимах движения поезда к росту продольных усилий в его межвагонных соединениях. Уровень динамических нагрузок оказывает существенное влияние на безопасность движения вагонов в составе поезда. Перевозки значительных объемов по железным дорогам нефти, нефтепродуктов, сжиженных газов, кислот, щелочей и т. д. осуществляются специализированными вагонами-цистернами. В процессе эксплуатации на базе вагонов-цистерн формируются наливные поезда, кроме того, вагоны-цистерны включаются в составы сухогрузных поездов. В отличие от других типов вагонов, нагруженность элементов конструкций вагонов-цистерн при эксплуатационных воздействиях во многом зависит от поведения жидкого груза. Как правило, возникают колебания свободной поверхности жидкости в котле цистерны, что приводит в ряде случаев к появлению значительных нагрузок на котел, а также на узлы его крепления и другие несущие элементы конструкции. Кроме того, колебания жидкого груза в котлах вагонов-цистерн, находящихся в составе поезда, оказывают влияние на уровень динамических усилий, возникающих в межвагонных соединениях при нестационарных режимах движения неоднородного поезда.

Сравнение максимальных продольных сжимающих усилий по длине наливного поезда, полученных экспериментально, с результатами численного моделирования динамики наливного поезда, показало, что при исследованиях переходных режимов движения грузового поезда, в состав которого входят вагоны-цистерны, необходимо учитывать колебания свободной поверхности жидкого груза в котле цистерны, и использовать расчетную модель вагона-цистерны в виде эквивалентного твердого тела с математическими маятниками.

Проведены исследования динамической нагруженности вагонов грузового поезда, составленного из локомотива ВЛ-80, 43-ех четырехосных вагонов разной степени загрузки и 15-ти вагонов-цистерн модели 15-1547 на тележках модели 18-100. Автосцепные устройства железнодорожных экипажей оборудованы пружинно-фрикционными поглощающими аппаратами. Масса поезда составляла порядка 5000 т. Такое формирование состава имело место в реальности при эксплуатации поезда на Львовской железной дороге.

Исследованы такие переходные режимы движения грузового поезда как торможение, трогание с места и движение по переломам продольного профиля для случаев, когда сцеп из вагонов-цистерн расположен в головной, средней и хвостовой частях состава. Уровень недолива котлов вагонов-цистерн жидким грузом составлял 3 % и 40 %. Рассматривался также сцеп из порожних вагонов-цистерн.

Анализ результатов численного моделирования динамики грузового поезда, в состав которого входит сцеп из вагонов-цистерн, показал, что наиболее благоприятной схемой формирования поезда по уровню максимальных значений сжимающих усилий в межвагонных соединениях в целом является схема, при которой вагоны-цистерны находятся в хвостовой части состава.

Усилия же в межвагонных соединениях вагонов-цистерн возрастают, если сцеп из цистерн, независимо от уровня заполнения котла жидким грузом, расположен во второй половине состава. Наихудшей из рассмотренных схем формирования, с точки зрения наибольших значений сжимающих усилий в межвагонных соединениях вагонов-цистерн, является схема, согласно которой вагоны-цистерны, особенно со значительным уровнем недоливом жидкого груза в котле, расположены между большими группами сухогрузных

вагонов. Таким образом, с целью повышения безопасности транспортировки экологически опасных грузов и минимальной нагруженности конструкций вагонов-цистерн сцепы вагонов-цистерн лучше располагать в первой половине поезда. Анализ аварийных лобовых столкновений поезда с препятствием на переезде или с транспортным средством на железнодорожном пути (вагоном, маневровым локомотивом и т. п.), показал, что, как правило, сход цистерн с рельсов с возможным последующим их опрокидыванием происходит при расположении вагонов-цистерн непосредственно за локомотивом. Поэтому вагоны-цистерны, котлы которых заполнены жидким грузом с разным уровнем недолива, должны находиться в первой половине состава, но располагаться так, чтобы было прикрытие из сцепа грузовых вагонов, который следует за локомотивом. Сцеп из порожних вагонов-цистерн целесообразно располагать в хвостовой части состава.

Использование в тележках модели 18-100 упругодиссипативных скользунгов постоянного контакта улучшает динамические показатели вагона-цистерны при его движении с учетом разного уровня недолива жидкости в котле. Поэтому полученные результаты исследования динамической нагруженности грузового поезда, в состав которого входит сцеп из вагонов-цистерн, при переходных режимах движения справедливы и в случае, когда сцеп сформирован из вагонов-цистерн с комплексно модернизированными тележками.

Результаты приемочных испытаний щебнеочистительной машины RM-80 UHR №011 производства ПАО «Старокраматорский машиностроительный завод»

Островерхов Н.П., Дзичковский Е.М., Кривчиков А.Е.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна)

Ostroverhov N., Dzichkovskyy E., Kryvchykov A. Results of dynamics and strength tests on ballast cleaning machine RM-80 UHR №011 (productions of PAO "Starokramatorsk machine-building plant")

In the article there are results of dynamics and strength tests on ballast cleaning machine RM-80 UHR, carried out by Research Laboratory of Dynamics and Strength of a Rolling Stock.

В отраслевой научно-исследовательской лаборатории динамики и прочности подвижного состава Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна (далее ОНИЛ ДППС) проводились приемочные испытания щебнеочистительной машины RM-80 UHR №011 производства ПАО «Старокраматорский машиностроительный завод». Были проведены следующие виды испытаний: ходовые динамические, ходовые прочностные, прочностные в рабочем режиме и прочностные при соударении. Несущая рама опытной машины имеет базу 23000 мм и выполнена из прокатного профиля по стандарту DIN. Общая масса машины при взвешивании составила 92,5 т. Рессорное подвешивание выполнено по одноступенчатой схеме, при этом практически вся рама тележки относится к неподрессоренной массе, ввиду жесткой связи боковин и колесных пар.

При проведении ходовых динамических испытаний была определена первая собственная частота изгибных колебаний рамы щебнеочистительной машины, которая составила достаточно низкое значение 1,7 Гц. По результатам проведенных динамических испытаний было внесено предложение по ограничению максимально допустимой скорости движения машины до 60 км/ч, поскольку при дальнейшем увеличении скорости наблюдалось превышение коэффициентов вертикальной динамики ($K_{дв}$) над допустимыми значениями. Так, уже при скорости 70 км/ч по прямым участкам пути значение $K_{дв}$ достигло величины 0,51 (при максимально допустимом 0,5). В то же время, коэффициенты горизонтальной динамики находились в допустимых пределах – до 0,25 при допустимом значении 0,4. Также, при скорости 70 км/ч, значения среднеквадратичных ускорений на крес-

ле машиниста в вертикальном направлении при частоте 1,6 Гц составили $0,69 \text{ м/с}^2$ (допустимое значение $0,5 \text{ м/с}^2$).

На основании ходовых прочностных испытаний определялись значения коэффициента запаса усталостной прочности в элементах несущих конструкций согласно требованиям ОСТ 32.62. По результатам обработки, минимально допустимое значение коэффициента запаса усталостной прочности $n=1,5$ обеспечивается только при ограниченном сроке службы несущей рамы. Такие выводы были получены по результатам анализа напряженно-деформированного состояния конструкции и значениям динамических добавок напряжений, замеренным во время испытаний с учетом механических свойств материала рамы. В тоже время, при выполнении машиной технологических операций по очистке балластной призмы коэффициент запаса усталостной прочности не опускался ниже нормативного значения для всех элементов несущих конструкций и рабочих органов.

Испытания на соударение проводились до достижения продольной сжимающей нагрузки 1200 кН и по их результатам напряжения в элементах несущих конструкций не превысили значения $0,9\sigma_T$ для сталей, из которых изготовлена рама.

Квантовая гидродинамика движущихся систем

Пащенко А.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Paschenko A.V. Quant hydrodynamics of the moving systems
Results of physical experiments with magnets are delivered

Квантовые жидкости были открыты П.Л Капицей при проведении экспериментальных исследований поведения жидкого гелия при температурах ниже 2,19, до абсолютного нуля. Оказалось, что жидкий гелий представляет собой как бы смесь двух компонент, находящихся в двух различных квантовых состояниях. В дальнейшем, Л. Ландау дал теоретическое обоснование и создал гидродинамическую теорию открытого явления. В этой теории показано, что могут существовать одновременно встречные потоки одной и той же жидкости, которые наблюдались в экспериментах. За эти работы ученым были присуждены Нобелевские премии.

В данной работе рассматривается квантово-механическая концепция пространства на основе гидродинамической модели взаимодействия квантовых жидкостей с физическими телами.

Для определения направлений исследований были проанализированы природные процессы с целью выявления параметров движений квантовых жидкостей. Наиболее близкими к ним оказались процессы, происходящие в постоянных магнитах.

Явления сильного магнетизма связано с существованием кристаллической решетки, поскольку неизвестны сильномагнитные вещества, являющиеся жидкостями или газами. В кристаллических решетках имеется всего лишь несколько направлений легкого намагничивания. Классическая теория ферромагнетизма была разработана французским физиком Вейссом. Согласно его гипотезе ферромагнетик состоит из множества малых областей, называемых доменами, каждая из которых самопроизвольно (спонтанно) намагничена до насыщения. Линейные размеры доменов имеют порядок $10^{-5} - 10^{-4} \text{ м}$. Домен объединяет миллиарды атомов; в пределах одного домена магнитные моменты всех атомов ориентированы строго параллельно.

Хотя теория Вейсса хорошо описывает свойства ферромагнетиков, она не может объяснить, откуда берется самопроизвольная намагниченность доменов. Такое объяснение дается квантовой механикой. Установлено, что магнитные свойства ферромагнетиков

определяются спиновыми магнитными моментами электронов, которые в домене ориентируются параллельно под действием особых сил квантово-механического происхождения - обменных сил, обусловленных волновыми свойствами электронов.

Происхождение спинов и энергии, затрачиваемой на них, не рассматривается на современном этапе. Хотя логично предположить что это и есть «первичная» энергия. И обусловлена она потоками квантовых жидкостей. Тогда находит объяснение и существование «вихрей» Абрикосова, как вихрей квантовых жидкостей, движущихся по направлениям «легкого намагничивания», диамагнетизм материалов не имеющих кристаллической структуры и другие явления.

Выполнены многочисленные опыты с использованием современных неодимовых постоянных магнитов. Результаты подтверждают реальность данной гипотезы.

Проведенные эксперименты показали возможности разработки новых технологий с использованием энергии постоянных магнитов. Эти технологии могут найти применение во многих отраслях.

Математическая модель динамики вагона на магнитном подвесе, движущегося вдоль путевой структуры переменной кривизны в плане

Ройбул П.А.

(Запорожская дистанция сигнализации и связи, ДПС «Приднепровская железная дорога»)

Roibul P.A. A mathematical model dynamics of the carriage on magnetic suspension, moving along track structure in terms of variable curvature

The superconducting Magnetically-levitated Linear Motor Car is a most promising high speed transportation system in the 21st century. It is a most advanced traffic system, which has less noise and vibration and promises a safe and comfortable ride. A mathematical model of the super conductive suspension based on the "Magnetic Levitation" phenomenon is constructed. Forces acting on a free vehicle are reduced to constant weight and magnetic forces. Sufficient conditions of the equilibrium and motion of the vehicle as a solid body are derived on the basis of Ljapunov's function method. In the case of small perturbations, the dynamic system decomposes into three independent parts. The first of them is equilibrium or horizontal uniform motion, the second is vertical oscillations, and the third is orientational-lateral oscillations (a non-linear conservative dynamic subsystem of the 8-th order). Solutions and phase portraits for orientational-lateral oscillations are constructed on the basis of the computer software Maple.

Большинство авторов научных статей при сравнении транспорта на магнитном подвесе с другими видами транспорта приводят неоспоримые преимущества. Например экономические – уход от использования нефтепродуктов и переход на возобновляемый источник энергии, экологические – отсутствие источников загрязнения внешней среды или эксплуатационные – отсутствие деформационной составляющей подвеса предполагает значительное увеличение срока эксплуатации и уменьшения затрат на капитальный ремонт. Но мое субъективное мнение, в первую очередь необходимо обратить внимание на огромные перспективы по достижению скоростей, многократно превышающих скорости, используемые в реактивной авиации. Это обстоятельство в дальнейшем может привести к социальной революции. Человечество получит шанс нивелировать такие понятия как мегаполис или даже страна, отпадет например необходимость в проживании вблизи предприятия, на котором работаешь, достаточно будет проживать в красивом и экологически чистом уголке Земли рядом со станцией магнитного транспорта и ездить на работу за тысячи километров от места проживания. В силу изложенных выше фактов считаю научные изыскания на тему разработки транспорта на магнитном подвесе актуальными.

Построим математическую модель динамики вагона на магнитном подвесе. Будем считать, что вагон (рис. 1 а, б) свободно подвешен только при помощи магнитного взаимодействия токов, протекающих в витках прямоугольной формы (1, 3, 5, 7) которые

жестко связаны с магнитной путепроводной системой и витках прямоугольной формы жестко связанных с вагоном (2, 4, 6, 8). Схема конструкции изображена на рис. 1 а, б. На рис. 1 а, 1 б приведена неподвижная инерциальная система координат $O\xi\eta\zeta$ с ортами $\vec{i}_1, \vec{i}_2, \vec{i}_3$ и подвижная жестко связанная со свободным вагоном система координат $O_1\xi_1\eta_1\zeta_1$ с ортами $\vec{j}_1, \vec{j}_2, \vec{j}_3$. Расстояние от центра O неподвижной системы координат $O\xi\eta\zeta$ до центра O_1 подвижной $O_1\xi_1\eta_1\zeta_1$ определяется радиусом-вектором $\vec{\rho}$. В плоскости неподвижной системы координат $\xi O \zeta$ путепровода попарно симметрично расположены короткозамкнутые витки токов прямоугольной формы, причем вектор $\vec{A}_1$ определяет половину расстояния между витками 1, 3 и 5, 7, величина $\vec{B}_1$ определяет половину расстояния между витками 1, 5 и 3, 7. Снизу вагона в плоскости $\xi_1 O_1 \zeta_1$ попарно симметрично размещены четыре короткозамкнутые сверхпроводящие витки прямоугольной формы, причем вектор $\vec{A}_2$ определяет половину длины подвеса, $\vec{B}_2$ - половину ширины подвеса. $\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{R}_3, \vec{R}_4$ - векторы расстояний от центров витков подвеса до ближайших витков путепроводной системы. Пространственная ориентация подвеса определяется тремя углами x_4, x_5, x_6 (x_4 - угол крена, x_5 - угол тангажа, x_6 - угол рыскания).

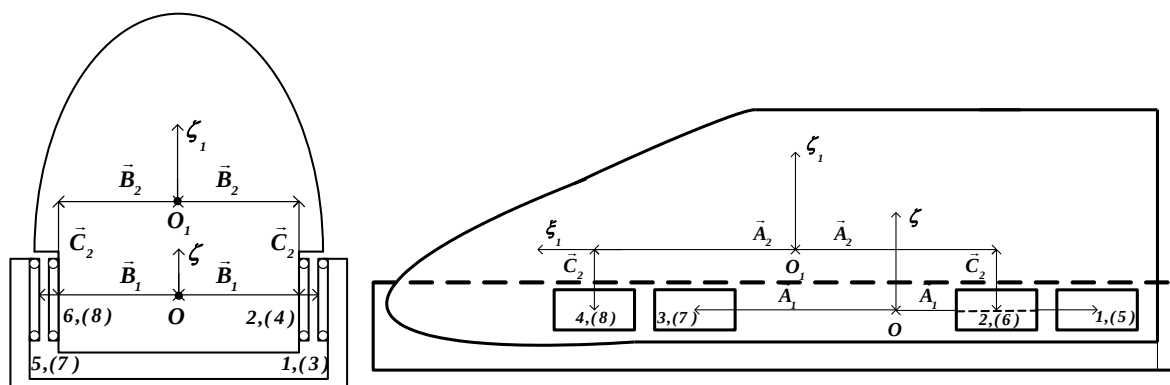


Рис. 1. а, б

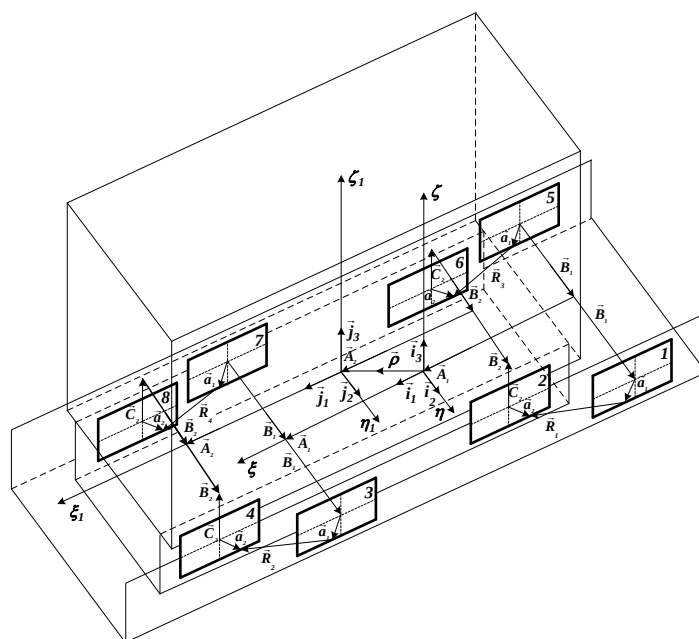


Рис. 2

Так как тело связано с подвижной системой координат, то для построения математической модели используем углы Эйлера – Крылова. Определив аналитически потенциальную и кинетическую энергии и воспользовавшись уравнением Лагранжа получим математическую модель физического процесса в виде системы дифференциальных уравнений с квадратичной нелинейностью.

Её решения, без особых проблем, можно найти численно и проанализировать влияния разных воздействий на их поведения. На основе математической модели создана программа в пакете Maple 14, которая с достаточной точностью моделирует физический процесс. Система имеет решения, графики которых представлены на рис. 3-8.

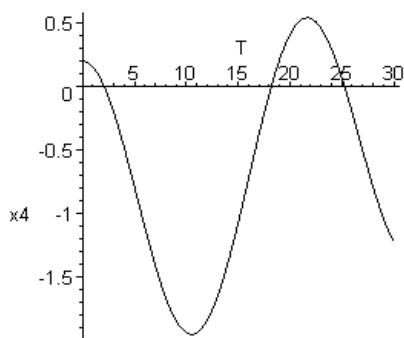


Рис. 3. Фазовый портрет угла крена x_4

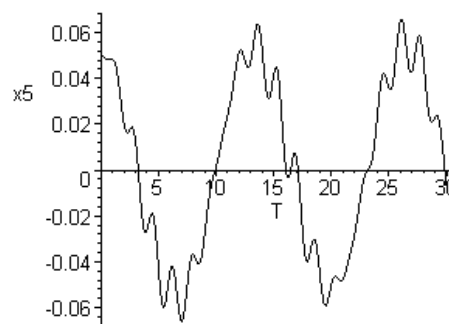


Рис. 4. Фазовый портрет угла тангажа x_5

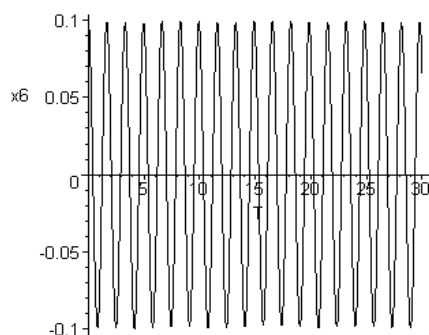


Рис. 5. Фазовый портрет угла рыскания x_6

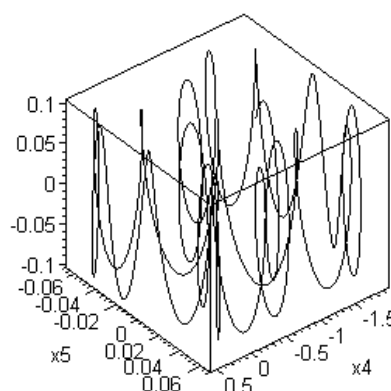


Рис. 6. Фазовый портрет зависимостей углов крена x_4 , тангажа x_5 , рыскания x_6

Таким образом, построена математическая модель движения вагона на магнитном подвесе, которая разрешает находить решения и анализировать влияния разного типа на поведения системы, даже учет путевой структуры переменной кривизны в плане (в кривой постоянного радиуса $R=8000$ м).

Литература

1. Ишлинский А.Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация. – М.: Наука, 1976. – 670 с.
2. Козорез В.В. Динамические системы магнитно взаимодействующих свободных тел. – К.: Наукова думка, 1981. – 140 с.
3. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – М.: Наука, 1974. – 432 с.
4. White, D.C. & Woodson, H.H. 1959. Electromagnetic Energy Conversion. New-York: John Wiley & Sons, Inc.

Математична модель динаміки двох довгих циліндричних магнітів та їх Maple реалізація

Ройбул П.А.

(Запорізька дистанція сигналізації і зв'язку, ДП «Придніпровська залізниця»)

Roibul P.A. Mathematical model dynamics of two long cylindrical magnets and them Maple realization

The known concept to solve the magnetic dynamic stability problem (« $1/R^3$ problem») is based upon the allowance made for the spatial extent of the magnetic particle. In the Ginzburg theory was elaborated for an arbitrary shape and distribution of the dipole magnetic moment over the particle volume. Another approach to implement the idea of the spatial extended magnetic particle is employed in this monograph. It consists in the choice of simple and different in shape magnetic bodies but such that they permit finding exact formulae for the magnetic potential energy under the condition of arbitrariness in space relative positions and orientations of free magnets.

Задачі динаміки тіла у випадках, коли замість постійної сили ваги діють електричні або магнітні сили мало досліджені в силу відомих обмежень аналітичних методів аналізу нелінійних динамічних систем. Можливості сучасних комп'ютерних технологій, зокрема, системи комп'ютерної алгебри Maple багато обмежень знімають. Це стимулює інтерес досліджень динаміки твердого тіла за нових умов, зокрема у випадках дії на тіло магнітних або електричних сил. Класичним вважаються результати, отримані в [1], або в [2]. Там розглянуто випадок задачі із небесної механіки, а тому тіла взаємодіяли по закону всесвітнього тяжіння Ньютона. Але задача двох тіл у вигляді матеріальних точок розв'язана і для інших типів взаємодій. Також там накладається суттєве обмеження на характеристики тіл – вони вважаються матеріальними точками. В зв'язку з розглядом зарядів, що здійснювали рух один навколо одного було висунуто гіпотезу про неможливість досягнення рівноважного руху зарядів без стикання та розлітання. Ця знаменита гіпотеза має назву «проблема $\frac{1}{R^3}$ ». В формулюванні В. Гінзбурга [3] сказано, що в класичній теорії ру-

ху пари магнітних моментів прийде неминуче падіння їх одного на іншого, якщо тільки не розглядати інших видів енергії окрім потенціальної та кінетичної енергії обертального руху. Але розглянута в цій роботі модель показує, що рівновага можлива при урахуванні просторової протяжності тіл.

Розглянемо два довгі циліндричні магніти, що є однорідно намагнічені вздовж своїх осей. Один магніт, радіусом a та довжиною $2l$ ($a \ll l$) вважається нерухомим, а інший магніт таких самих розмірів – вільним.

Гантелею назвемо два точкові заряди $+\chi$ та $-\chi$, що віддалені один від одного на скінченну відстань $2l$.

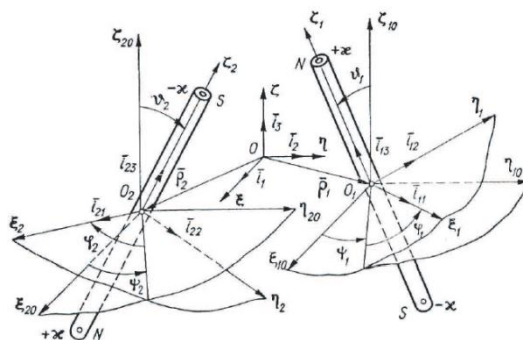


Рис.1. Конфігурація магнітів

Оскільки виконується умова малості радіусів магнітів по відношенню до найменшої

відстані між їх поверхнями, то ми можемо замінити такі магніти гантелями, що розміщені вздовж їх магнітних осей і що мають довжину, рівну довжині магнітів. Перевагою такої заміни є можливість визначення взаємодії магнітів через кулонівську взаємодію точкових зарядів. Справедливість такої заміни можна перевірити за допомогою розрахунків [5, с. 419-420]. Або можна подивитися доведення саме для випадку двох магнітів в [4, §5.2].

Як відомо з [6], формула потенційної енергії взаємодії двох магнітів в даній моделі, виражається через взаємодію чотирьох пар магнітних зарядів:

$$U = \chi^2 \sum_{k=1}^4 \Delta_k \left\{ \rho_1^2 + \rho_2^2 - 2\rho_1\rho_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2) + l_1^2 + l_2^2 + (\zeta_2 - \zeta_1)^2 + 2\delta_k l_2 \sin \vartheta_2 [\rho_2 \sin(\psi_2 - \alpha_2) - \rho_1 \sin(\psi_2 - \alpha_1)] + 2(-1)^k l_1 \sin \vartheta_1 [\rho_2 \sin(\psi_1 - \alpha_2) - \rho_1 \sin(\psi_2 - \alpha_1)] + 2\Delta_k l_1 l_2 [\sin \vartheta_1 \sin \vartheta_2 \cos(\psi_1 - \psi_2) + \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2] + 2\Delta_k l_1 l_2 [\sin \vartheta_1 \sin \vartheta_2 + \cos(\psi_1 - \psi_2) + \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2] + 2(\zeta_2 - \zeta_1) [\delta_k l_2 \cos \vartheta_2 \cos \vartheta_2 + (-1)^k l_1 \cos \vartheta_1] \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \Delta_k = -1, 1, 1, -1 \quad (k=1, \dots, 4) \quad (1)$$

А кінетичну енергію вільного тіла записуємо у відомому вигляді (наприклад [7]):

$$T = \left[\frac{1}{2} m_i (\dot{\rho}^2 + \rho_i^2 \dot{\alpha}_i^2 + \dot{\zeta}_i^2) + \frac{1}{2} A_i (\dot{\psi}_i^2 \sin^2 \vartheta_i + \dot{\vartheta}_i^2) + \frac{1}{2} C_i (\dot{\phi}_i + \dot{\psi}_i \cos \vartheta_i) \right] \left(\cdot = \frac{d}{dt} \right) \quad (2)$$

де r_i , l_i , m_i - відповідно радіуси основ, півдовжини та маси стрижнів, A_i - центральний масовий момент інерції (ЦММІ) вздовж осі, перпендикулярній осі магнітної симетрії, C_i - ЦММІ вздовж осі магнітної симетрії магнітів. Нескладними розрахунками можна переко-
нати (або ж знайти в довіднику), що $A_i = m_i l_i^2 / 3$, $C_i = m_i r_i^2 / 2$.

Далі запишемо систему рівнянь руху магнітів, скориставшись системою рівнянь Лагранжа:

$$\frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} = \frac{\partial L}{\partial q}; \quad q: \rho, \alpha, \zeta, \vartheta, \psi, \phi; L = T - U. \quad (3)$$

На основі вище запропонованої моделі була створена комп'ютерна програма в математичному пакеті Maple 14 для обчислення траєкторії руху вільного магніта.

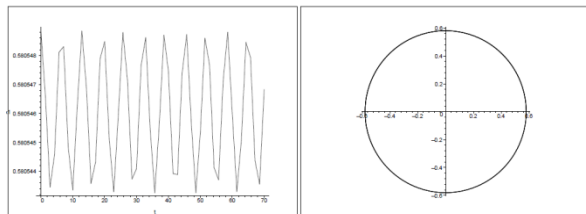


Рис. 2. Фазовий портрет для початкової відстані $x_1 = 0.5805488545$
а) відстань між центрами мас, x_1 , б) 2D-вигляд

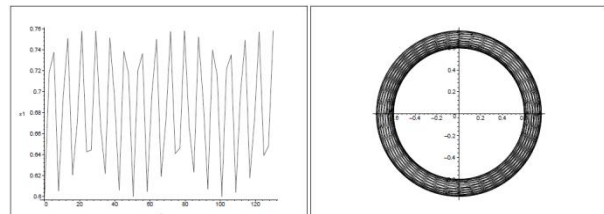


Рис. 3. Фазовий портрет для початкової відстані $x_1 = 0.6$
а) відстань між центрами мас, x_1 б) 2D-вигляд

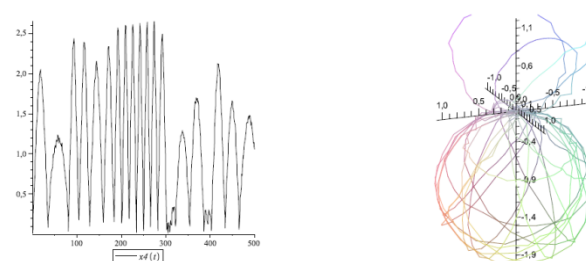


Рис. 4: фазовий портрет для початкового кута нутації $v_1 = 0.1$:
а) кут нутації, v_1 ; б) 3D-вигляд

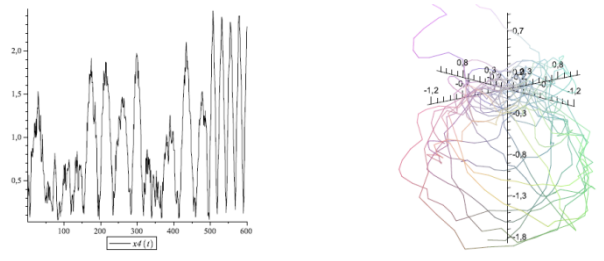


Рис. 5. Фазовий портрет для початкового кута нутації $v_1 = 0.45$:
а) кут нутації, v_1 ; б) 3D-вигляд

Наявність сили опору середовища

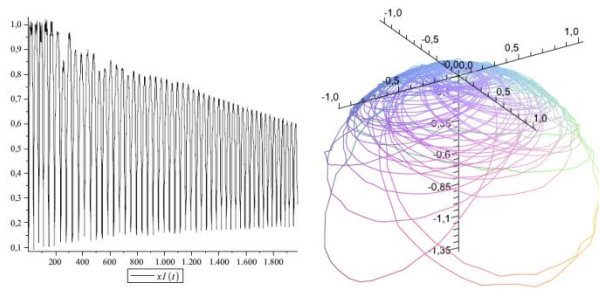


Рис. 6. Фазовий портрет для функції Релея
 $f(\bullet) = 0.1\dot{x}_3 + 0.1\dot{x}_4$
а) відстань між центрами мас, x_1 , б) 3D-вигляд

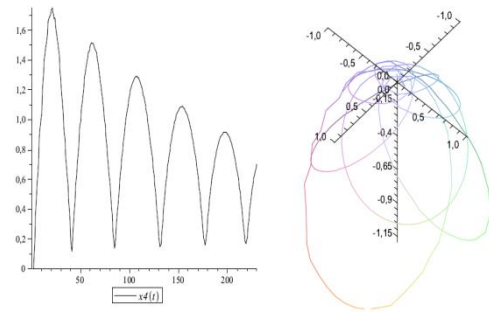


Рис. 7. Фазовий портрет для функції Релея
 $f(\bullet) = \dot{x}_3 + \dot{x}_4$
а) відстань між центрами мас, x_1 б) 3D-вигляд

В даній роботі було досліджено математичну модель системи з двох магнітів, в якій один з магнітів вважається нерухомим, а інший – рухомим. Складено систему диференціальних рівнянь руху, що адекватно моделюють дану систему. Наближеними методами знайдено розв'язок системи рівнянь, побудовано фазові портрети розв'язку у найцікавіших випадках.

Комп'ютерним моделюванням підтверджено рекомендації по знаходженню планетарної рівноваги в [6, §9.1].

Досліджено залежність між стійкістю траєкторії системи та:

1. швидкістю власного обертання рухомого магніту;
2. відстанню між магнітами;
3. кутом нутації рухомого магніту;

Досліджено стаціонарний рух для випадку важких магнітів за допомогою введення дисипативних сил.

Литература

1. Аппель П. Теоретическая механика, Т. 2. – М.: Физматгиз, 1960. – 488 с.
2. Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. –М.: Наука, 1965. –416 с.
3. Гильберт В. О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле. –М.: Изд-во АН СССР, 1956. –411 с.
4. Михалевич В.С., Козорез В.В., Хусаинов Д.Я. Магнитная Потенциальная Яма эффект стабилизации сверхпроводящих динамических систем. – К.: Наукова Думка, 1991.
5. Смайт В. Электростатика и электродинамика. –М.: Изд-во иностр. лит., 1954. – 604 с.
6. Козорез В.В. Динамические системы магнитно взаимодействующих тел. –К.: Наукова думка, 1981. –238 с.
7. Ройбул П. А. MAPLE-моделирование динамики двух диполей в поле магнитных сил // Залізничний транспорт України. – 2011. № 3. – С. 35-37.

Моделирование работы системы пассивной безопасности электровоза при столкновении с крупногабаритным препятствием на железнодорожном переезде

Соболевская М.Б., Сирота С.А., Хрущ И.К., Горобец Д.В., Теличко И.Б.¹
(ИТМ НАНУ и ГКАУ, 1 - ПКПП “МДС”, г. Днепропетровск)

Sobolevska M.B., Sirota S.A., Hrusch I.K., Gorobets D.V., Telychko I.B. Simulation of passive safety systems of electric locomotive in a collision with a large-size obstacle at a railway crossing

Researches of stress strained state for front part speed locomotive with passive safety system at his collision with a mobile transport vehicle at a railway crossing are conducted. Different large-sized obstacle models were considered. Recommendations for modeling of the obstacle in this collision scenarios for the Interstate standard are developed.

Одним из главных направлений развития железнодорожного транспорта в Украине, как и на всем пространстве колеи 1520 мм, является внедрение скоростного пассажирского движения и создание подвижного состава нового поколения с эффективными системами активной и пассивной безопасности, которые позволят уменьшить вероятность аварийных столкновений, а в случаях невозможности их предотвращения – сохранить человеческие жизни и сократить расходы на ликвидацию последствий аварий.

В странах ЕС наличие системы пассивной безопасности (СПБ) у железнодорожного экипажа является обязательным и регламентируется стандартом EN 15227 с 2008 года. В Украине требования, регламентирующие пассивную безопасность подвижного состава, пока отсутствуют. Однако в настоящее время вопрос о пассивной безопасности железнодорожных экипажей на пространстве колеи 1520 мм активно прорабатывается.

В Российской Федерации введены в действие “Технические требования к системе пассивной безопасности подвижного состава для пассажирских перевозок железных дорог колеи 1520 мм” и разрабатывается межгосударственный стандарт «Крэш-системы аварийные железнодорожного подвижного состава для пассажирских перевозок. Технические требования и методы контроля». Этот стандарт должен стать аналогом стандарта EN 15227 для железнодорожного подвижного состава на пространстве колеи 1520 мм. Отличительной особенностью межгосударственного стандарта от стандарта EN 15227 является учет существенных различий в конструкциях железнодорожных экипажей и статистике аварийных столкновений на железных дорогах государств СНГ и ЕС. Согласно статистическим данным о столкновениях на железных дорогах России за 2001 – 2008 гг. 86 % от общего количества аварий происходит на железнодорожных переездах. Поэтому в проекте Межгосударственного стандарта в качестве обязательного тестового сценария для экспериментальной и расчетной проверки СПБ локомотива определен сценарий столкновения с автодорожным транспортным средством на переезде. В этом сценарии предполагается использовать жесткое препятствие массой 10 т, а скорость аварийного столкновения принята равной 72 км/ч или 110 км/ч для подвижного состава с конструкционной скоростью соответственно до 160 км/ч или более 160 км/ч.

В EN 15227 сценарий столкновения с автодорожным транспортным средством на переезде предусматривает деформируемое препятствие массой 15 т и скорость столкновения 110 км/ч.

С использованием конечно-элементного моделирования нелинейного контактного взаимодействия передней части скоростного электровоза с препятствием выполнен анализ пластического деформирования элементов СПБ при ударе, соответствующем сценарию столкновения на переезде. Рассмотрены различные варианты моделей крупногабаритного препятствия. Разработаны рекомендации по моделированию препятствия для сценария столкновения на железнодорожном переезде для Межгосударственного стандарта.

Постановка задачі топологічної оптимізації конструкцій рухомого складу та спеціальної техніки залізниць з урахуванням обмежень на міцність

Товт Б.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

In this report we consider the statement of the topology optimization problem subject to durability constraints for the rolling stock and special railway equipment.

У доповіді розглядаються ключові етапи становлення топологічної оптимізації, як окремої області наукових досліджень. Окреслено методи математичного програмування, що застосовуються для вирішення задач чисельної скінченно-елементної топологічної оптимізації, а саме градієнтні методи (послідовного лінійного програмування, послідовного квадратичного програмування, методи випуклої лінеаризації, метод рухомих асимптот), неградієнтні методи (генетичні, еволюційні тощо), а також методи, засновані на критеріях оптимальності (евристичні методи). Градієнтні методи мають найбільше поширення серед сучасного оптимізаційного програмного забезпечення (Altair HyperWorks OptiStruct, Dassault Systems Simulia ABAQUS, ANSYS та ін.).

Основна ідея топологічної оптимізації конструкцій полягає у отриманні оптимального розподілу матеріалу у наперед визначеній області. Класична постановка задачі полягає у мінімізації піддатливості (максимізації жорсткості) конструкції при обмеженнях на її об'єм або вагу. У доповіді розглядаються класична варіаційна та скінченно-елементна постановки задачі топологічної оптимізації.

Найбільш широко вживаним методом, який застосовується для вирішення задач топологічної оптимізації конструкцій на теперішній час є SIMP-метод, у основу якого закладено поняття Твердої Ізотропної Мікроструктури (або Матеріалу) зі Штрафом (Solid Isotropic Microstructure (or Material) with Penalization). У доповіді детально розглядається ідея SIMP-методу, а також особливості його реалізації для скінченно-елементної постановки задачі топологічної оптимізації.

Для більшості задач оптимізації рухомого складу та спеціальної техніки залізниць, класична постановка задачі топологічної оптимізації є неприйнятною, оскільки створення найбільш жорсткої конструкції при обмеженнях лише на її об'єм або вагу не є актуальним. Практично доцільною постановкою задачі слід вважати задачу мінімізації маси конструкції з урахуванням обмежень на напруження.

Введення обмежень на напруження породжує ряд труднощів, серед яких слід виділити велику розмірність оптимізаційних задач у такій постановці, а також проблеми зі збіжністю, обумовлені так званою сингулярністю напружень. У доповіді детально описується і аналізується проблема сингулярності напружень у задачах топологічної оптимізації конструкцій. Розглядається ряд методів, що вирішують цю проблему.

Для введення обмежень на напруження до задач топологічної оптимізації існує ряд способів, які розглянуто у доповіді, зокрема метод локальних обмежень, метод глобального обмеження і метод блочно-об'єднаних обмежень. Проведено аналіз, розглянуто переваги і недоліки описаних методів.

Виконано постановку задачі топологічної оптимізації конструкцій рухомого складу та спеціальної техніки залізниць з урахуванням обмежень на міцність, зокрема за критеріями допустимих напружень та коефіцієнтів запасу утомної міцності.

Совершенствование математической модели пространственных колебаний четырёхосных рельсовых экипажей

Мямли́н С.В., Харченко А.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Как правило, при моделировании железнодорожных экипажей используются математические модели с применением дифференциальных уравнений Лагранжа второго рода, которые позволяют описать колебания отдельных элементов механической системы и определить силы, действующие между этими элементами. Но формирование сложных механических систем, к которым относятся вагоны электропоезда, требует создания систем дифференциальных уравнений до двухсотого порядка. Это приводит к созданию громоздкого математического аппарата, который затруднителен для машинной обработки и для проведения теоретических исследований динамических качеств рельсовых экипажей.

В данной работе предлагается формирование математического описания пространственных колебаний с использованием математического аппарата на базе кватернионных матриц, который позволяет без потери адекватности физической модели описывать колебательные процессы отдельных элементов и системы в целом.

Авторами предлагается математическое описание с использованием кватернионных матриц для изучения динамической нагруженности головного и прицепного вагонов межрегионального электропоезда. На основе разработанной математической модели подготовлена программная реализация на языке программирования C++ и выполнены сравнительные расчеты пространственных колебаний головного и прицепного вагонов межрегионального электропоезда с результатами моделирования на компьютерной программе DYNRAIL, а также с результатами экспериментальных исследований. Получено удовлетворительное согласование результатов. Таким образом, получена оценка разработанной математической модели пространственных колебаний рельсовых экипажей с использованием математического аппарата на базе кватернионных матриц.

СЕКЦІЯ 4 «ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТ»

Повищення енергетичної ефективності випробувань на нагрів тягових двигателів електроподвижного складу магістрального і промислового транспорту

Афанасов А.М., Столяренко М.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Afanasov A., Stoliarenko M. Increasing the energy efficiency of tests for heating of traction motor locomotives of the main and industrial transport

Considered are the issues of energy conservation in carrying out acceptance testing of traction motor locomotives of the main and industrial transport. The methods to increase energy efficiency of a test of traction electric motors for heating.

Снижение затрат электроэнергии на проведение испытаний на нагрев тяговых электродвигателей электроподвижного состава может быть достигнуто за счёт увеличения испытательного значения тока нагрузки. С увеличением тока нагрузки при той же мощности теплоотдачи уменьшается общая энергия теплоотдачи при заданном значении превышения температуры обмоток электромашины.

Учитывая тот факт, что суммарная мощность источников испытательного стенда определяется требованиями проверки коммутации, величина тока нагрузки при испытании на нагрев может быть увеличена до значения пускового режима. Расчёты показали, что проведение испытаний на нагрев при пусковом значении тока нагрузки позволит снизить суммарные затраты электроэнергии на проведение испытаний на нагрев на 20 – 30%. При этом время проведения испытаний уменьшается в три - четыре раза.

Наиболее рациональным при проведении испытаний на нагрев тягових двигателів електроподвижного складу промислового транспорту буде ток навантаження п'ятнадцятихвилинного режиму, який являється типовим параметром для даного виду тягових двигателів.

Перспективи підвищення пропускної спроможності транспортних коридорів в умовах Львівської залізниці

Баб'як М.О.

(Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Babyak N. Prospects of increase of carrying capacity of transport corridors are in the conditions of Lvov railway

Possibilities of increase of operating indexes of a fifth international transport corridor are considered on an area Lvov-Chop of the Lvov railway due to the increase of carrying and transport capacity by the update of rolling stock and increase of critical mass of trains.

У сучасних умовах гнучка, надійна, недорога транспортна система, яка дозволяє здійснювати міжнародні перевезення, набуває вирішального значення. Одним із головних напрямків удосконалення транспортної системи у світі є функціонування і розвиток міжнародних транспортних коридорів.

Україна посідає важливе місце у мережі транспортних сполучень, оскільки через її територію проходять міжнародні транспортні коридори (№3, №5, №7, №9), які дають змогу в найкоротші строки об'єднати вантажопотоки Азії та Європи. МТК №5 є стратегічно і економічно важливим для економіки України і забезпечує обсяги перевезень 15,2 млн.т.

вантажів, що становить 33% загального міжнародного потоку України. Його протяжність - 1595 км., у тому числі по Україні: залізничний - 266 км., автодорожній - 338,7 км. Головною проблемою транспортного коридору №5 на території України є подолання Карпатських гір, а для залізничного сполучення є однокільний Бескидський тунель, який обмежує швидкість руху поїздів, пропускну та перевізну спроможність всього коридору, перешкоджає зростанню обсягів перевезень.

Для підвищення пропускної спроможності ділянки Львів – Лавочне – Чоп найбільш прийнятним є колійний розвиток. З цією метою передбачено будівництво нового двоколісного Бескидського тунелю, який згодом повинен повністю замінити аварійний. Передбачено, що пропускна спроможність нового двоколісного тунелю його збільшиться з 47 до 100 пар поїздів на добу, а швидкість проходження тунелю зросте з 40 до 60 км/год.

На даний час на ділянці Львів – Лавочне - Чоп вантажні перевезення на основному ході Карпатського перевалу здійснюються електровозами постійного струму ВЛ11м. При цьому залежно від маси складу для ведення поїзда використовуються до чотирьох електровозів ВЛ11м. Так при масі складу 4600 т для ведення поїзда на ділянці Лавочне – Воловець використовується 4 електровози ВЛ11м: три в голові і один в хвості поїзда.

Для підвищення провізної спроможності необхідно використати локомотиви більшої потужності. Одним з шляхів покращення використання електровозів на Львівській залізниці є модернізація окремих систем електровозів ВЛ11м при капітальному ремонті в умовах ПрАТ "Львівський локомотиворемонтний завод". Нажаль, вартість модернізації старого рухомого складу майже така ж, як випуск нового локомотива, не враховуючи розробки технічної документації.

Відповідно до Програми оновлення локомотивного парку Укрзалізниці планується постачання на Львівську залізницю вантажних електровозів 2ЭС6 і 2ЭС10 виробництва ТОВ «Уральські локомотиви». Згідно даним заводу виробника, конструкція електровозів забезпечує зниження трудомісткості ремонтних робіт на 15%, а міжремонтні пробіги збільшені на 50%. Покращені тягові і гальмівні характеристики електровозів і умови роботи локомотивних бригад. У порівнянні з електровозами ВЛ10 та ВЛ11м потужність електровозів 2ЭС6 (за даними виробників) вища на 20%, а у електровозів 2ЭС10 на 60%.

Комплексне впровадження обох напрямків дозволить очікувати економії для Львівської залізниці 390 млн. грн. в рік.

Проектирование тепло-электрических аккумуляторов

Белименко С.С., Ищенко В.А.¹

(з-д «Теплотехника», 1 – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Belimenko S. C. Ishchenko V. A. Design of heat electric battery

The mathematical models for the design of heat and power batteries are designed. A comparative computational and an experimental study that showed adequate results.

В последние годы теплоаккумулирующие устройства находят очень широкое применение в различных отраслях народного хозяйства страны. Температурный диапазон их применения необычайно широк – от -20 °С до 500 °С и выше. Наиболее широкое применение они находят в системах жизнеобеспечения человека. Несмотря на то, что работы по созданию таких устройств ведутся уже около полувека, теоретические аспекты их проектирования развиты недостаточно.

Важным приоритетным направлением развития тепловых аккумуляторов является экономия затрат на тепло в промышленных и жилых зданиях за счет запасенной тепловой энергии в ночное время и отдача её в дневные часы. Эта экономия достигается за счет

разницы в тарифах на стоимость электрической энергии в ночное и дневное время ввиду значительных потерь электрической энергии вырабатываемой электрическими станциями страны.

Конструкции тепловых аккумуляторов во многом зависят от механизма аккумуляирования тепла – либо за счет изменения физических параметров теплоаккумулирующего материала, либо за счет использования энергии связи атомов и молекул вещества. Независимо от конструкции теплового аккумулятора общим условием их функционирования является наличие двух тепловых процессов – это зарядка аккумулятора и его разрядка, т.е. накопление тепла и последующая его отдача.

Процесс накопления тепла связан с передачей тепла теплоаккумулирующим материалам. Разработаны математические модели, описывающих перемещение теплоносителей по конструктивным элементам аккумулятора с последующей передачей тепла теплоаккумулирующим материалам. Эти процессы описываются уравнениями движения ньютоновской жидкости и решаются методами преобразования Лапласа.

В процессе зарядки аккумулятора элементы конструкции подвергаются существенным температурным напряжениям. Для повышения надежности работы теплового аккумулятора разработаны математические модели расчета термонапряженного состояния всех ответственных элементов конструкции. Эти модели основаны на теореме о взаимности работ Бетти-Максвелла-Майзеля, на основе которой были получены аналитические выражения для компонент деформаций и напряжений различных элементов теплоаккумулятора.

Разработанное математическое обеспечение лягло в основу методологии расчета конструкций тепловых аккумуляторов заданной мощности.

Выполнены экспериментальные исследования по определению температурных полей в основных наиболее ответственных элементах теплового аккумулятора на различных стадиях работы – зарядки и разрядки. Сравнение расчетных и экспериментальных значений температур, проведенных на различных конструкциях тепловых аккумуляторов показало удовлетворительное совпадение.

Преимущества сохранения группировок тяговых двигателей при импульсном регулировании напряжения

Белухин Д.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Belukhin D. S. Benefits of conservation groupings traction engine at pulse regulation of the voltage. Considered positive aspects conservation groups engines with pulsed voltage regulation. The comparison of the losses in the converter. Determine the value of the coefficient of pulsations.

Несколько лет назад специалистами ОАО НИИ «Преобразователь» был разработан интересный проект модернизации электрооборудования электровоза ЧС2, в котором предполагалась модернизация силовой схемы электровоза путем замены реостатного пуска на систему плавного регулирования напряжения тяговых двигателей. При этом сохранялись существующие группировки тяговых двигателей (сериесное – С, сериес-параллельное – СП, параллельное – П), но получающие питание уже от статического преобразователя. Аргументацией сохранения группировок было наличие фиксированных естественных скоростных характеристик при С и СП соединении, что позволило бы осуществлять движение поезда на скоростях характерных для этих соединений.

Следует заметить, что кроме эффекта наличия фиксированных скоростных характеристик есть еще некоторые положительные моменты, которые могут быть использованы в качестве доводов в пользу указанной модернизации.

Известно, что одними из проблем при внедрении импульсного регулирования на электроподвижном составе являются потери энергии в элементах преобразователя и пульсация тока в цепи тяговых двигателей.

Для анализа потерь и пульсаций был выполнен расчет для двух электровозов: 6-осный (ЧС2) и 8-осный (ВЛ8). Расчетный режим по току – часовой. Принята классическая схема на основе тиристорного ключа постоянного тока, запираемого приложением обратного напряжения. Регулирование – широтно-импульсное. Схема выбрана по причине наличия четких методик расчета.

Анализ показал, что при разгоне пассажирского поезда от ст. Днепропетровск в направлении ст. Горяиново потери в реостатах для электровоза ЧС2 составляют ≈ 76 кВт·ч. При разгоне на П соединении потери в элементах преобразователя $\approx 1,5$ кВт·ч, а с использованием перегруппировок ≈ 1 кВт·ч. Для электровоза ВЛ8 с поездом весом 3400 т и разгоне в том же направлении соответствующие потери распределились: ≈ 126 , $\approx 2,4$, ≈ 2 кВт·ч. Т. е. плавное регулирование дает видимое преимущество в не зависимости от разгона с наличием группировок или сразу на П соединении.

Пульсации тока в цепи тяговых двигателей определяют массогабаритные показатели фильтрующих устройств и влияют на нагрев тяговых двигателей. В ходе анализа выявлено, что среднее значение пульсации тока в процессе пуска составляет 0,636 от принятого максимального значения при разгоне на П соединении. При наличии группировок тяговых двигателей это значение снижается до 0,597 для 8-осного и 0,398 для 6-осного электровоза. Для 6-осного электровоза максимальное значение пульсации тока не достигается, т. к. регулирование напряжения на П соединении начинается с коэффициента заполнения 0,66, что дает дополнительный резерв в увеличении значения индуктивности реактора в цепи тяговых двигателей. Само по себе среднее значение пульсации тока не является нормирующим показателем, однако снижение этого значения в процессе разгона ведет к уменьшению потерь от вихревых токов и нагрева двигателя, который не рассчитан на режим пульсирующего тока.

Аналіз силових схем з використанням високочастотного трансформатора для живлення асинхронних тягових двигунів електрорухомого складу

Вісін М.Г., Забаріло Д.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Visin M. G., Zabarilo D. O. The analysis of power circuits using a high-power transformer for the feeding of induction traction motors of electric rolling stock

The existing circuits of multisystem electric rolling stock which use high-frequency transformer was analyzed and the new version of the circuit was developed

Перспективним напрямком в області залізничного транспорту являється розвиток і впровадження багатосистемного електрорухомого складу на якому застосовано тяговий асинхронний привод. Тяговий привод являється основною системою перетворення потужності на рухомому складі і включає в себе трансформатор, перетворювач і двигун. Тяговий трансформатор являється найбільш громіздким елементом привода і має значну масу і об'єм, тому знижуючи його масогабаритні показники можливо отримати більш компактний і економічний привод в цілому.

Одним із способів суттєвого зниження масогабаритних показників тягового трансформатора являється підвищення його робочої частоти. Для реалізації цього необхідно розробити спеціальні схеми для живлення високочастотного трансформатора. Існуючі схемотехнічні рішення не дозволяють в значній мірі спростити схеми, а також, в деяких випадках, мають низький коефіцієнт корисної дії, тому необхідно розробити схему силових кіл електрорухомого складу, яка матиме високий ККД, просту реалізацію з точки зору схемотехніки та надійну в експлуатації.

В роботі виконано аналіз існуючих схем багатосистемного електрорухомого складу, які використовують високочастотний трансформатор та розроблено новий варіант схеми двосистемного електрорухомого складу з тяговим асинхронним приводом, який дозволить знизити масогабаритні показники трансформатора, підвищити ККД ЕРС при живленні від мережі постійного струму 3 кВ і підвищити надійність в аварійних режимах роботи. Крім того, в запропонованій схемі відсутній імпульсне відбирання енергії від тягової мережі, що підвищує рівень електромагнітної сумісності ЕРС з пристроями автоматики.

Снижение перенапряжений в силовой цепи электровоза ДЭ1 при отключении линейных контакторов

Власенко Б.Т., Марикуца С.Л., Мосейчук В.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Vlasenko B., Marikutsa S., Moseitchuk V. Decline of overstrains in the power circuit of DE1 locomotives when disconnected line contactors

The issues of improving of DC traction motors protection and associated electrical equipment at overvoltage was considered. The proposal to change of location of the line contactors of power circuit and of DE1 locomotives was substantiated. It allows to reduce the switching overvoltage

Силовая цепь тяговых двигателей на электровозе ДЭ1 отключается линейными контакторами в каждой своей параллельной ветви в двух местах. В одной цепи линейный контактор КМ1 расположен со стороны контактной сети, а другой КМ2 со стороны «земли». Аналогично и в другой параллельной ветви контактора (КМ9 и КМ 10).

Обычно под перенапряжением подразумевают напряжения на дуге при отключении цепи в момент ее погасания. При чрезмерной величине этого перенапряжения могут возникать повторные зажигания (пробой воздуха между контактами, нарушения изоляции контактора, тяговых двигателей по отношению к «земле»). Для каждого из них существуют предельные значения, которые не должны превышать.

Отключение линейных контакторов КМ1 и КМ2 может происходить не одновременно. Как показали испытания, при более раннем отключении КМ2 по сравнению с КМ1 возникают перенапряжения до 9,9 кВ, а когда первым отключается КМ1 перенапряжения достигают только 6,7 кВ.

Поэтому рекомендуем изменить расположение в силовой цепи линейных контакторов КМ1 и КМ2, а именно, соединить их последовательно со стороны контактной сети. Аналогично следует соединить контакторы КМ9 и КМ10, в другой параллельной ветви.

Результаты исследований имеют практический характер и должны быть внедрены на электровозе ДЭ1.

Оценка энергетической эффективности мероприятий по повышению тяговых свойств электроподвижного состава

Гетьман Г.К., Арпуль С.В., Горелов Я.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Getman G., Arpul S., Gorelov Y. Evaluation of energy efficiency of measures to improve the traction properties of electric rolling stock

Analyzed are the results of the executed during the last years, the scientific-research works on the improvement of energy efficiency of rail transport.

Анализируются результаты выполненных в течение последних лет научно-исследовательских работ по повышению энергетической эффективности железнодорожных перевозок. Показано, что внедрение разработок, направленных на повышение противобуксовочных свойств тяговых средств, составляет реальный резерв экономии энергии на тягу поездов. Приводится обоснование взаимосвязи регламентируемых расчетных коэффициентов сцепления и энергоемкости железнодорожных перевозок. Предложена методика оценки энергетической эффективности мероприятий по повышению тяговых свойств электроподвижного состава.

Методика определения экономии электроэнергии на тягу поездов при частичном отключении тяговых двигателей

Гетьман Г.К., Васильев В.Е.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Getman G., Vasilev V. The methodology of determining the economy the electric power for train traction in case of partial disconnection traction motors

Considers the history of the questions of saving energy for train traction by turning off the part of the traction motors for driving of trains underweight or when driving on the lungs elements of the profile.

Рассматривается история вопросов об экономии электроэнергии на тягу поездов за счет отключения части тяговых двигателей при вождении поездов пониженной массы или при движении на легких элементах профиля. Показано, что методики оценки влияния отключения части установленной на электроподвижном составе тяговой мощности на энергетику движения поезда, основанные как на сравнении мощности потерь тяговых двигателей, так и на сравнении их к.п.д., в ряде случаев приводит к ошибочным результатам. Рассмотрена методика определения экономии электроэнергии, основанная на сравнении удельного расхода электроэнергии на тягу поездов.

Особенности электропоездов двойного питания производства «Hyundai-Rotem Company» и «SKODA VAGONKA»

Друбецкий А.Е.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Drubeckiy A. Features of electric trains dual supply the production of the «Hyundai-Rotem Company» and «Skoda Vagonka»

Considers the peculiarities of the electrical part of the management and control systems of electric trains HRCS2 production of the Hyundai-Rotem Company» and EJ675 production of «SKODA VAGONKA», as well as the results of their traction-power tests performed in april-may 2012.

Рассматриваются особенности электрической части системы управления и контроля электропоездов HRCS2 производства «Hyundai-Rotem Company» и EJ675 производства «SKODA VAGONKA», а также результаты их тягово-энергетических испытаний, выполненных в апреле-мае 2012 года.

Выполнено сопоставление преимуществ и недостатков электропоездов с распределенной по длине поезда и сосредоточенной мощностью тяги.

Приводится программа и методика тягово-энергетических испытаний.

Принципи побудови силових схем багатосистемних електровозів нового покоління

Забарило Д.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Zabarilo D. O. Construction principles of new generation multi-system electric locomotive power circuits

The construction principles of power circuits of new generation multi-system electric locomotive was considered and the most efficient and reliable was determined.

Електрорухомий склад нового покоління характеризується тяговим асинхронним приводом, який має значні переваги над колекторним.

В загальному випадку структура побудови схеми силових кіл двосистемних електро-возів поділяється на схеми живлення від мережі постійного струму та змінного струму.

При живленні від контактної мережі змінного струму напруга знижується тяговим трансформатором, випрямляється чотириквadrантним перетворювачем, згладжується фільтром в ланці постійної напруги і подається на вхід автономного інвертора напруги (АІН), який живить асинхронний тяговий двигун (АТД). До ланки постійної напруги також паралельно підключений гальмівний чопер, який складається і резистора та силового напівпровідникового ключа, і використовується для гасіння енергії при реостатному гальмуванні, а також призначений для захисту проміжної ланки від перенапружень.

При живленні від мережі постійного струму можливі такі принципово різні схемні рішення:

1) напруга подається на чотириквadrантний перетворювач, елементи якого виконують роль знижуючого чопера (імпульсного переривника постійної напруги);

2) напруга подається безпосередньо до ланки постійної напруги («пряме підключення»).

Для першого випадку знайшли застосування схеми з вхідними перехресними чоперами та додатковими вирівнюючими дроселями, схеми з послідовним з'єднанням чотириквadrантних перетворювачів в якості вхідних чоперів.

В другому випадку використовуються схеми з ємнісними ділянками напруги до яких підключені послідовно з'єднані дворівневі АІН. Для вирівнювання напруги плечей ділянки застосовуються АТД з двозірковою статорною обмоткою. Інший варіант передбачає використання трирівневих АІН.

Така різноманітність схемних рішень викликана використанням в перетворювачах напівпровідникових приладів 33 та 45 класу, що не дозволяє безпосередню подачу на них напруги контактної мережі 3 кВ.

З появою IGBT 65 класу стало можливим подавати напруга мережі постійного струму 3 кВ до проміжної ланки та АІН, що призвело до значного спрощення побудови силових кіл.

Вперше така схема була використана на багатосистемних електровозах серії 189. Схема такого електровоза відрізняється від попередніх більшою надійністю та ефективністю, що дозволяє застосувати її в якості базової схеми при створенні двосистемних електровозів нового покоління для залізниць України.

Експлуатаційні випробування міжрегіональних електропоїздів подвійного живлення для пасажирських перевезень на залізниця України

Михайленко Ю.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Mikhaylenko Y. Operational tests of inter-regional electric trains dual supply for passenger transportation by railways of Ukraine

Operational safety tests are obligatory to put into permanent operation of new traction rolling stock. Program and methods of the test should ensure that the definition of its reliability by obtaining estimates of the fixed indicators of reliability.

На залізницях України у 2012 році введено в експлуатацію десять составів електропоїздів HRCS-2 виробництва компанії Hyundai – Rotem і два состави електропоїздів EJ-675 виробництва компанії Škoda. Вони проходять дослідну експлуатацію з пасажирами в зв'язку з незавершеністю окремих видів випробувань, передбачених відповідними нормативними документами, до яких входять і експлуатаційні випробування на надійність.

Представлені виробниками плани і програми випробувань на надійність мають суттєві відмінності, що пов'язано з прив'язкою розробників цих документів до різних стандартів в галузі надійності техніки. Так виробники поїздів EJ-675 посилаються на національні і європейські стандарти з надійності залізничного обладнання, а представники компанії Hyundai – Rotem на міждержавний і національний стандарти України. Різна кількість і склад показників надійності, які підлягають визначенню, обумовлює специфіку систем накопичення і передачі інформації про відмови, що ускладнює розробку єдиної методики визначення показників надійності цих електропоїздів.

В останні роки відбулося суттєве оновлення основоположних стандартів в галузі надійності як на рівні міждержавної, так і національної стандартизації. Враховуючи це, розроблена програма – методика проведення експлуатаційних випробувань на надійність електропоїздів передбачає визначення надійності за безвідмовністю і ремонтпридатністю. Визначаються оцінки таких одиничних показників надійності (одиниці составної частини ТПС): середнє напрацювання на відмову, параметр потоку відмов, середній час відновлення і комплексного показника – коефіцієнта готовності ТПС (поїзда) експериментальним методом.

Определение задаваемого абсолютного скольжения асинхронного тягового двигателя по величине требуемого момента

Напара Ю.Б.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Napara Y. Determination of specify absolute slip-phase asynchronous motor largest required torque
A method of determining the absolute slip of asynchronous traction motor-largest full torque on the shaft of the engine under all laws regulating

Как правило, величину пускового момента асинхронного двигателя до выхода на номинальную частоту тока статора принимают постоянной используя закон регулирования $\frac{E}{f_1} = const$, что дает постоянный магнитный поток. Отсюда обычно делают вывод, что величина абсолютного скольжения и параметр абсолютного скольжения также должны быть постоянными.

Во-первых, осуществлять пуск с постоянным моментом это недоиспользование сцепного веса электровоза на низких скоростях, при которых коэффициент сцепления значителен.

Во-вторых, величина абсолютного скольжения при $M = const$, не может быть постоянной, так как жесткость характеристик на разных частотах тока статора разная из-за разных критических абсолютных скольжений. Это имеет место даже при регулировании с равными критическими моментами на всех пусковых частотах f_1 .

Величину задаваемого абсолютного скольжения f_2 для требуемого на валу двигателя момента при любых законах регулирования можно легко найти из полной формулы Клосса, сделав преобразование ее.

Полная формула в отличие от упрощенной содержит активное сопротивление статора и ротора, что повышает точность расчета. Заменив в формуле величины относительных скольжений S и S_k на абсолютные скольжения f_2 и f_{2k} и выполнив преобразование, получаем простое квадратное уравнение относительно абсолютного скольжения f_2 . Решив его и получив два значения f_2 используем то, которое по абсолютному значению меньше критического, т.е. $f_2 < f_{2k}$.

Полученное уравнение годится и для генераторного режима. Только следует учесть изменения знаков f_2 и f_{2k} , а также ограничение по мощности и моменту при электрическом торможении из-за возможности юза.

Особливості конструкції і характеристики струмоприймачів для швидкісного руху

Кійко А.І., Демчук Р.М.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Kiiko A., Demchuk R. Design features and characteristics of the current collectors for high-speed movement

Considered design of the existing current collectors of high-speed electric trains and analyzed their specifications. Characteristics of the current collectors for high-speed traffic should be acceptable, first of all, the dynamic characteristics.

Підвищення швидкостей руху на залізничному транспорті до 200 км/год ставить задачу забезпечення надійності струмознімання як найбільш актуальну.

Досвід експлуатації високошвидкісного руху електровозів і електропоїздів показує, що конструкція струмоприймача суттєво відрізняється від традиційних пружинних струмоприймачів електровозів для швидкостей до 120 км/год, оскільки умови роботи і вимоги до конструкції суттєво відрізняються.

Розглядаються конструкції існуючих струмоприймачів високошвидкісних електропоїздів і аналізуються їх технічні характеристики. Характеристики струмоприймачів для високошвидкісного руху повинні мати прийнятні, перш за все, динамічні характеристики. Важливим параметром є приведена маса струмоприймача.

Обов'язковою вимогою стає обладнання струмоприймачів пристроями автоматичного опускання струмоприймача при ударах.

Відкритим залишається питання застосування універсального струмоприймача для постійного і змінного струмів, чи використати досвід поїздів TGV і обладнати поїзд двома струмоприймачами, один для постійного зміню і другий для змінного.

СЕКЦИЯ 5 «ЭЛЕКТРОПРИВОД ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

Аналітичне дослідження підвищення потужності тягового двигуна електровоза ДСЗ

Безрученко В.М., Салямон Р.П.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bezruchenko V. M., Saliamon R. P. Analytic research the increasing power of traction motor of electric locomotive DS3

The possibility of increasing power asynchronous traction motor controlled by frequency, electric locomotive DS3, is shown.

Багаторічний досвід створення тягових двигунів не тільки колекторних, але й асинхронних показав, що доведення будь-яких двигунів від дослідних зразків до надійних машин, які серійно випускаються, потребує досить багато часу та інтенсивної праці. Тому слід прагнути чи використовувати вже «доведенні до ладу» тягові двигуни, без їх конструктивних змін, або з можливо мінімальними доробками. На даний час питання про створення нового тягового двигуна, більш потужного, ніж сучасний двигун СТА1200 є досить гострим, бо необхідно забезпечити експлуатацію електровоза ДСЗ в більш форсованому режимі, а також мати на увазі можливість побудови нового двосистемного електровоза теж з асинхронним двигуном.

Відомо, що зараз потужність електровоза ДСЗ використовується майже на межі зачепленням. Тому в цій роботі розглянуті питання про зміну номінальних параметрів тягового двигуна СТА1200 та значного збільшення максимальної швидкості руху. Обмеженням в цьому діапазоні є з одного боку зчеплення, а з другого – необхідність забезпечити рух з потягом, який складається з десяти пасажирських вагонів. Обидві ці криві обмеження розраховані і наведені на рисунках.

При цьому був обраний необхідний режим руху, побудовані тягові характеристики, виконані розрахунки втрат потужності і тягові розрахунки, котрі підтвердили, що двигун СТА1200 спроможний забезпечити максимальну швидкість поїзда до 220 км/год з залишковим прискоренням більш ніж 0.05 м/с^2 . При цьому знайдені нові параметри номінального режиму при перевищенні температури над навколишнім середовищем до 171°C .

Слід також додати, що зараз електромашинобудівельні заводи України почали застосовувати нову ізоляцію, яка умовно одержала назву «клас 200», і її допустимий перегрів складає 200°C . За необхідності ця ізоляція може бути використана для двигуна СТА1200.

Таким чином доведено, що тяговий двигун СТА1200 при незмінній механічній передачі може бути використаний на електровозі ДСЗ при швидкості руху до 220 км/год з номінальною потужністю майже 1500 кВт. Очевидно, перетворювач електровоза при цьому необхідно модернізувати.

Дослідження електромагнітного поля в лінійному асинхронному двигуні шляхом комп'ютерного моделювання

Бондар О.І., Корогод О.П., Теодорський С.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bondar O. I., Korogod O. P., Teodorskyi S. V. Research of an electromagnetic field in the linear asynchronous drive by computer simulation

The computer model of the linear asynchronous drive is developed by electronic design automation software Maxwell 3D. Distribution of an electromagnetic field of the drive by finite-element method is received.

Як відомо, переважна більшість існуючих на сьогодні електротехнічних пристроїв містять в своєму складі електромагнітну систему у вигляді сукупності провідників зі струмами, ізоляції та магнітопроводів. Отже властивості та робочі характеристики зазначених пристроїв суттєво залежать від розподілу поля в електромагнітній системі, тому для проектування таких пристроїв потрібно здійснити розрахунки електромагнітного поля.

Теоретичною базою методів розрахунку електромагнітних полів є система рівнянь, запропонована Д. Максвелом ще у 60-х роках XIX ст. Після цього протягом тривалого часу існували лише роботи з прикладами точного або наближеного аналітичного розрахунку поля у деяких випадках для тіл простої форми. Проте для електромагнітних систем з деталями складної форми та нелінійними характеристиками виконання таких розрахунків виявлялося практично неможливим. Тому при розв'язуванні реальних інженерних задач дуже часто використовували напівемпіричні прийоми розрахунку або ж вирішували проблему на основі експериментальних досліджень.

Розвиток обчислювальної техніки зумовив широке використання чисельних методів розрахунку, таких як метод сіток, інтегральний метод та метод кінцевих елементів. Зокрема на методі кінцевих елементів базується ряд програмних пакетів, призначених для комп'ютерного моделювання в різних галузях техніки, наприклад це спеціалізовані програми ANSYS, FEMM, COSMOSM, FEMLAB, ELCUT, VIZIMAG.

На нашу думку, з поміж згаданого програмного забезпечення особливо слід відзначити програми компанії Ansoft-Maxwell 2D/3D, RMxpert та Simplorer. Їх особливостями є легкість в засвоєнні, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та вбудований редактор графічної побудови моделей. Тісна інтеграція між модулями в системі ANSYS Workbench дозволяє виконувати як інженерні розрахунки електромагнітного поля у пристроях складної конфігурації, так і проводити междисциплінарний аналіз, досліджуючи величини які характеризують теплообмін у пристрої та його механічну міцність.

Зокрема модуль Maxwell 3D може бути застосований для комп'ютерного моделювання електромагнітного поля в лінійному асинхронному двигуні. Перевагами лінійних двигунів у порівнянні з ротаційними двигунами є можливість отримання поступального руху безпосередньо без застосування механічної передачі, великих швидкостей та прискорень, простота конструкції, висока надійність та низький рівень шуму роботи пристроїв на основі таких двигунів. Це робить їх перспективними для використання на внутрішньоце-ховому, промисловому та швидкісному залізничному транспорті, у приводах роз'єднувачів та інших механізмів, робототехніці, тощо.

Моделюваний двигун представляє собою машину з «довгим» статорм, розміри якого 300x120x40 мм і який живиться від трифазної мережі з фазною напругою 220 В. Результати моделювання показали, що для забезпечення тривалого зусилля у 200 Н та струмі, що споживається з мережі до 10 А повітряний проміжок між первинною та вторинною частинами двигуна не повинен перевищувати 1 мм.

Обчислені втрати активної потужності, які викликані вихровими струмами та активним опором проводів можуть слугувати вихідними даними для розрахунку температури двигуна за допомогою програмного модуля ANSYS Thermal, а за допомогою модуля Optimetrics в подальшому можна оптимізувати геометрію моделі, аналізувати вихідні параметри при зміні вхідних даних і врешті визначити оптимальний варіант конструкції машини.

Особенности моделирования электромагнитного влияния тягового статического преобразователя на системы электрифицированных железных дорог

Бондаренко Ю.С.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bondarenko Y. S. Features of electromagnetic impact modeling of tractive static converter at the systems of electric railways

The key problem is an electromagnetic compatibility research of the tractive static converters with the systems of electric railways including their possibility to development.

В рамках забезпечення повноцінності досліджень та покращення адекватності отриманих результатів для аналізу будь яких процесів або систем широкого загалу набуває використання фізичного моделювання. Даний інструмент широко застосовують і для моделювання процесів, що супроводжують функціонування всіх систем залізничного транспорту, як в окремоті так і в комплексі.

Так, в рамках дослідження електромагнітного впливу статичних перетворювачів електродвигуна на суміжні системи залізниць, а також впливу на зміну показників якості електричної енергії системи тягового електропостачання, було розроблено експериментальну установку. Остання дозволяє здійснити аналіз функціонування системи «тягова мережа – електровоз постійного струму з асинхронними тяговими електродвигунами», що на поточний час знаходить своє застосування на залізницях України.

Розроблена установка безумовно дозволяє, з урахуванням масштабності, повноцінно оцінити весь характер досліджуваних процесів, але діапазон досліджень для її використання все ж обмежений. Розширити діапазон досліджень можливо шляхом застосування математичного моделювання, що на сьогоднішній день широко застосовується з використанням програмного середовища Matlab.

Зважаючи на це було створено математичну модель існуючої установки, яка повністю повторює процеси, що супроводжують її функціонування, а отже є адекватною. Адекватність моделі дозволяє значно розширити діапазон досліджень, в першу чергу за рахунок розширення діапазону параметрів.

Загалом це може дозволити зробити новий крок у напрямку вирішення проблеми електромагнітної сумісності з урахуванням можливих напрямків розвитку та вдосконалення системи залізничного транспорту.

Розробка стенду керування локальним технологічним процесом

Волощенко Д.Д.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Voloshchenko D. D. The development of the stand for a control a local technological process

This article will be useful for people, who are interested in building of local systems that controls electrical drives. Also it can help some students to study new subject, called SCADA systems.

На сучасному етапі розвитку виробничих комплексів та електромеханічних систем, однією з найважливіших задач є автоматизація процесу та спрощення процедур керування автоматизованими процесами, а також зменшення кількості допоміжного персоналу за рахунок об'єднання виконавчих органів у локальні мережі.

Сучасне виробництво вимагає від розробників суттєво спрощеного підходу у напрямку «машина-людина». Велике значення має універсальність засобів керування, їх уніфікація та можливість вибору одного з декількох джерел керуючого впливу: персональний комп'ютер – портативний або стаціонарний, сенсорні панелі, різного роду промислові контролери, що мають дискретні та/або аналогові входи.

В даному проекті було створено та зв'язано між собою одразу декілька елементів системи керування. До їх складу входять: перетворювач частоти INVT GD100, промисловий контролер KINKO та НМІ панель з сенсорним екраном KINKO.

Розробка стенду передбачала об'єднання в одну локальну мережу персональний комп'ютер, два частотні перетворювачі, два асинхронних двигуна з короткозамкненим ротором, одну сенсорну панель для створення графічного інтерфейсу користувача, промисловий контролер для програмування та передачі керуючих сигналів.

Конструкція стенду передбачає як керування системою за допомогою спеціального програмного забезпечення, так і вручну, за допомогою спеціальних засобів, що було передбачено у стенді. В якості органів керування можна використати набір дискретних входів, які подають на керовані затискачі частотних перетворювачів напругу 24 В постійного струму. Також можливе керування за допомогою промислового контролера, який також працює на постійному струмі з напругою 24 В. За допомогою спеціального програмного забезпечення записується алгоритм спрацювання реле, що містить в собі контролер і в залежності від стану входних затискачів, на виході будуть створюватись відповідні керуючі сигнали, що будуть вмикати запрограмовані заздалегідь функції у частотних перетворювачах.

Для зв'язку між елементами використано промисловий стандарт зв'язку MODBUS RTU, що являє собою дещо модифікований стандарт USART, який представляє собою універсальний синхронно-асинхронний передавач даних. При використанні цього протоколу може бути лише один передавач сигналу і велика кількість приймачів.

При проектуванні виникла проблема, що стосується зв'язку, так як не усі елементи системи керування використовували одні й ті самі рівні напруги. Попри те, що протокол зв'язку один і той самий, в частотних перетворювачах використано MODBUS на базі рівнів RS-485, що використовують рівні $-7...+7$ В, а в промисловій панелі використано той самий протокол, проте на базі рівнів RS-232, що використовують напруги від $-12...+12$. Для вирішення цієї проблеми було розроблено два перетворювача рівнів, що до звольють керувати через USB як панеллю, так і напряму частотним перетворювачем. Отож в результаті система зв'язку має вигляд: $PC - USB_{RS232-KINKO}^{RS485-GD100}$. Ця система є дещо ускладненою, проте дозволяє за допомогою будь-якого комп'ютера, що має на борту USB здійснити налаштування та пуск системи.

Улучшение энергетических показателей предприятий по ремонту подвижного состава

Дубинец Л.В., Карзова О.А., Краснов Р.В., Маренич О.Л., Мельник А.А.
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Dubynets L. V., Karzova O. A., Krasnov R. V., Marenych O. L., Melnyk A. A. Improving the energy performance of enterprises repair of rolling stock

In this work represented a researches to determine the effective ways to improving energy performance by switching the stator winding of asynchronous motors from delta to star in the aforementioned companies.

Технологический процесс ремонта подвижного состава в локомотивных, вагонных депо, заводах по ремонту подвижного состава характеризуется существенной неравномерностью нагрузки соответствующего оборудования. Например, электроприводы станков токарной группы, конвейеров, которые в основном нерегулируемые, могут быть нагружены от номинальной мощности P_H до $(0,2...0,3)P_H$. При этом нагрузка в пределах $(0,2...0,3)P_H$ составляет существенную часть времени. В то же время номинальная мощность двигателя должна быть такова, чтобы обеспечить нормальную работу механизмов при их максимальной нагрузке.

В качестве двигателя указанных приводов, в большинстве случаев, используется асинхронный двигатель (АД).

С точки зрения минимума первоначальных затрат выделим два способа улучшения энергетических показателей электропривода при его недогрузке: ограничение во времени режима холостого хода; снижение напряжения путем переключения обмотки статора АД со схемы треугольника на звезду.

Эффективность ограничения режима холостого хода очевидна и не требует каких-либо исследований. Переключение с треугольника на звезду наиболее простой по исполнению и капитальным затратам способ улучшения энергетических показателей нерегулируемых электроприводов с АД на предприятиях по ремонту подвижного состава. Но в питающих сетях цехов этих предприятий в настоящее время напряжение 380 В, а промышленность пока выпускает двигатели на 380 В только по схеме «звезда». Вместе с тем, есть информация, что ряд заводов-изготовителей асинхронных двигателей готовы выпускать двигатели с такими техническими характеристиками, какие определит заказчик. В нашем случае должны быть двигатели, которые предназначены для работы при питании от сети 380 В при соединении обмоток статора как по схеме «треугольник» (Δ), так и по схеме «звезда» (Y).

В связи с этим, в работе, проведены необходимые исследования с целью определения эффективности этого способа улучшения энергетических показателей вышеуказанных приводов.

В качестве базовой при исследовании приняты двигатели современной серии АИР. Исследован двигатель типа АИР 100L4 с номинальной мощностью $P_H = 4$ кВт, так как двигатели с мощностью близкой к этой в значительной степени используются в приводах токарных станков и конвейеров на предприятиях по ремонту подвижного состава.

Проведенные исследования показали, что переключение с Δ на Y при коэффициенте нагрузки, например $m_c = 0,5$ не выгодно, так как увеличиваются активные потери и снижается коэффициент полезного действия (КПД), а переключение при нагрузке $m_c = 0,3$ дает весьма положительные результаты с точки зрения улучшения как коэффициента

мощности, так и КПД. Таким образом, подтверждается целесообразность применения переключения с Δ на Y при вышеуказанных условиях.

Перспективи використання вітроелектричних установок

Карзова О.О., Сиротенко В.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Karzova O. O., Syrotenko V. V. Prospects of using a wind-electric setups
It is shown a question of the using prospects of wind-electric setups in energy production process.
Also there is described a work principle of base model of wind-electric setup.

При сучасних темпах подорожчання паливних ресурсів, проблема використання поновлюваних джерел енергії стає все більш актуальною і характеризує енергетичну та економічну незалежність держави.

З відновлюваних джерел енергії найбільш ефективною є вітроенергії, хоча її використання пов'язане з певними кліматичними умовами.

Вданий часу світі функціонує понад 30000 вітроелектричних агрегатів, сумарна потужність яких перевищує 30 млн. кВт. Діапазон потужностей сучасних вітроелектричних станцій (ВЕС) має межі від сотень ват і до декількох мегават.

Світова практика показує, що темпи зростання кількості вітроелектростанцій збільшуються щорічно на 30 %. Ефективне використання ВЕУ найбільш привабливо, оскільки не порушується природний баланс енергії на планеті і одночасно використовується безвідходна, екологічно чиста технологія виробництва енергії для різних цілей: заряд акумуляторів та накопичення електроенергії, енергопостачання різних об'єктів і віддалених муніципальних утворень (освітлення вулиць, опалення будівель, будинків, ферм, електрифікація польових станів та зерноосхищ, пасовищ, пасік та ін.), а також подача електроенергії в мережі централізованого електропостачання.

В даний час частка вітроенергетики в енергобалансі Європи становить приблизно 11 %. У США, Канаді, Австрії, Данії і Німеччині розвитку вітроенергетики приділяється особлива увага, причому на державному рівні з інвестиціями, позитивної банківської та податковою політикою, що заохочує цей важливий напрямок енерговиробництва.

В Україні можливості вітроенергетики до теперішнього часу залишаються практично не реалізованими, із-за: інерційного відношення, суб'єктивних оцінок пріоритетів не відновлюваного викопного палива, що добувається в екстенсивному режимі.

Слід зазначити, що перші спроби використання зарубіжних вітроелектростанцій також були малоефективним і не дали очікуваного результату, через високу вартість цих вітроагрегатів та їх сервісного обслуговування.

В даний час застосовуються дві основні конструкції вітроенергетичних установок (ВЕУ) горизонтальноосьові і вертикальноосьові вітроприводи. Обидва типи вітроенергетичних установок мають приблизно рівний ККД, проте найбільшого поширення набули вітроагрегати першого типу.

Базова модель ВЕУ працює за принципом накопичення електроенергії, виробленої генератором, в акумуляторній батареї (АБ), з подальшим перетворенням за допомогою інвертора постійного струму в змінний 380/220 В, частотою 50 Гц. Це дозволяє виключити «провали» вихідної напруги при коливанні швидкості вітру, резервувати електричну енергію з подальшим її використанням у період безвітря, а також надавати споживачеві нормовану по напрузі і частоті електричну енергію незалежно від поточної швидкості вітру. Керування режимами роботи ВЕУ (пуск, гальмування, заряд АБ) здійснюється ав-

томатично за допомогою мікропроцесорної системи і сигналів датчика швидкості вітру (анемометра).

Диференційні рівняння динамічних процесів в тяговому електроприводі постійного струму

Кедря М.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kedria M. M. Differential equations of the dynamic processes in tractive DC electric drive

Present approaches and methods of preparation work differential equations traction electric drive electric DC. Delineation of electrical and mechanical parameters that significantly affect the nature of transients. These equations allow us to study transients in traction in moving with an electric train from the place.

Тягові електричні приводи з двигунами постійного струму послідовного збудження достатньо розповсюджені на електрорухомому складі залізниць України. Такий привод застосований, наприклад на сучасних вантажних електровозах ВЛ10, ВЛ11 та ДЕ1 з осьовою формулою $2(2o-2o)$. Для дослідження перехідних процесів у двигунах привода та їх впливу на роботу колісно-моторного блоку і силу тяги електровоза складені диференційні рівняння роботи привода. Рівняння складені для представленої еквівалентної розрахункової електромеханічної схеми з окремо виділеними електричними та механічними елементами на основі рівняння Лагранжа-Максвелла. Відомо, що перехідні процеси у двигунах постійного струму відносяться до категорії найбільш складних. На характер перехідних процесів впливають нелінійність характеристик намагнічування головних і допоміжних полюсів, взаємоіндукція кола якоря і збудження, вихрові струми в масивних частинах магнітопроводу, зміна перехідного падіння напруги в щіточному контакті, зміна частоти обертання якоря. При складанні рівнянь передбачається, що тягові двигуни достатньо компенсовані і вплив реакції якоря на перехідні процеси можна вважати незначними. Якщо розглядаються швидкодіючі перехідні процеси (раптове коротке замикання, обрив живлення, буксування колісної пари), то вплив на перехідні процеси мають вихрові струми, електрорушійна сила самоіндукції, яка може перевищувати напругу двигуна, іскріння та спалах на колекторі та деякі інші. Вплив вихрових струмів при роботі тягових двигунів можна проводити за допомогою умовного контуру або введенням дослідних коефіцієнтів. Високий рівень певності отриманих результатів можна досягнути при використанні методу магнітної індуктивності. На вид перехідних процесів, окрім розглянутих також впливають механічна енергія обертальних і поступово рухаючихся мас (якір, редуктор, колісна пара, тяговий двигун, візки, кузов і т. д.).

Диференційні рівняння, складені для визначення перехідних процесів при рушанні електровоза з місця, передбачають, що усі тягові двигуни мають ідентичні параметри і характеристики, колісні пари – однакові діаметри по колу кочення, напруга контактної мережі відповідає номінальній, рушання здійснюється на площадці при відсутності буксування колісних пар, тобто коефіцієнт зчеплення коліс з рейками відповідає розрахунковому для даного електровоза. Якщо електровоз рушає з місця у складі поїзда, то враховується маса вагонів, які рухаються як єдине недеформоване тіло. При розгляді спільних перехідних процесів в електроприводі та у потязі склад вагонів розглядається як тверді тіла, з'єднані пружньо-в'язкими елементами.

Энергетический спектр напряжений и токов электротранспортных средств постоянного тока

Костин Н.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Kostin N. The energy spectrum of the voltages and currents means of DC electrical transport.
Numerical estimation of spectral density (power) of random processes voltage on the current collector and traction current DC electric locomotives and trams was performed.

Тяговые двигатели систем электрического транспорта постоянного тока (в частности, электропоездов и трамваев) питаются выпрямленным напряжением. Однако, вследствие причин эксплуатационного технологического характера, это напряжение и тяговый ток имеют резкоизменяющийся стохастический характер, существенно затрудняющий вероятностный анализ электромагнитных и электроэнергетических процессов в полном объеме. Поэтому при исследованиях таких систем со случайными процессами часто ограничиваются нахождением только их вероятностных характеристик: функций математических ожиданий, дисперсий и корреляционных функций. Однако нередко, особенно при изучении внутренней структуры случайного процесса, в частности, его спектрального состава и электроэнергетики, определяют и анализируют также и функцию спектральной плотности $S(\omega)$ этого процесса. Последнее обусловлено тем, что классические методы теоретической электротехники для разложения случайных функций в ряд Фурье не применимы.

Математически спектральная плотность $S(\omega)$ представляет собой прямое преобразование Фурье корреляционной функции $K(\tau)$ случайного процесса. И если последний является напряжением $U(t)$ или током $I(t)$ (что и имеет место в рассматриваемых электротранспортных системах), тогда физически величина $S(\omega)$ будет иметь размерность энергии.

А при $\tau = 0$ имеем, что $K(\tau = 0) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) d\omega = D$, где D – дисперсия случайного

процесса напряжения или тока, и тогда $S(\omega)$ показывает, что дисперсия D (энергия в B^2 или A^2) равна площади под кривой $S(\omega)$. В этом случае величину $S(\omega) \cdot d\omega$ можно понимать как мощность анализируемого процесса (напряжения или тока), приходящаяся на полосу частот $d\omega$ непрерывного спектра гармоник. То есть, дисперсия элементарной гармоник пропорциональна энергии колебания напряжения или тока. Поэтому с физической точки зрения функция $S(\omega)$ характеризует распределение энергии всего процесса по отдельным частотам. На основании этого функцию $S(\omega)$ нередко называют спектральной мощностью или энергетическим спектром рассматриваемого случайного процесса. Однако $S(\omega)$ не содержит информации о фазах спектральных составляющих, а также не дает в явном виде количественной оценки их амплитуд. Спектральная плотность состоит из двух составляющих. Первая представляет собой непрерывную часть функции $S(\omega)$, связанную с вероятностным характером изменения напряжения или тягового тока. Вторая является суммой дельта-функций, представляющая собой дискретную часть, связанную с частотами периодических колебаний, устойчиво проявляющихся в соответствующем случайном процессе.

Была выполнена количественная оценка энергетических спектров случайных функций тяговых напряжений и токов электропоездов ДЭ1 и ВЛ8, эксплуатирующихся на участках Приднепровской железной дороги, и трамваев типа Т-3Д, работающих на линиях г.

Дніпропетровська. В результаті розрахунку $S(\omega)$ отримано, що повна енергія сплошного спектра процесів зміни напруги на токоприймачі і тягового струму за поїздки відповідно склала: для електровоза ДЭ1 – $4,695 \cdot 10^4 \text{ В}^2$ і $33,2 \cdot 10^4 \text{ А}^2$; для ВЛ8 – $4,489 \cdot 10^4 \text{ В}^2$ і $21,6 \cdot 10^4 \text{ А}^2$; для трамвая – $2,418 \cdot 10^3$ і $69,86 \cdot 10^3 \text{ А}^2$. При цьому $\sim 85 \dots 90 \%$ повної енергії напруги зосереджено в полосі частот (називаємої «шириною спектра») $0 \dots 0,126 \text{ с}^{-1}$ для електровоза ДЭ1, $0 \dots 0,026 \text{ с}^{-1}$ – ВЛ8 і $0 \dots 0,4 \text{ с}^{-1}$ – трамвая. В той же час ширина спектра тягового струму декількома ширше і становить $0 \dots 0,031 \text{ с}^{-1}$ для електровозів ДЭ1 і ВЛ8 і $0 \dots 1,24 \text{ с}^{-1}$ – трамвая. Останнє, а також помітно більша величина повної енергії спектра свідчить про те, що тяговий струм, в порівнянні з напругою на токоприймачі, є більш енергодинамічним, різко змінюючимся випадковим процесом.

Механічні пошкодження електродвигунів ДК-409 компресорів ЭК-7Б та їх зв'язок з тривалістю першого етапу пуску

Краснов Р.В., Корх О.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Krasnov R. V., Korkh O. M. Mechanical damage to electric motors DK-409 compressors EK-7B and their relationship with the duration of the first phase of launch

The article shows the study of the effect of high modulus compressor mechanism for the duration of the first stage motor starting, and the relationship between the duration of the first phase of launch, and associated mechanical injuries that occur in the real exploitation of rolling stock. It is proposed to use the duration of the first stage of starting as a parameter characterizing the technical conditions of the compressor during diagnostic equipment vehicles.

Статистика виходу з ладу електродвигунів ДК-409 компресорів ЭК-7Б, що експлуатуються на електропоїздах постійного струму серії ЭР-1 в Дніпропетровському моторвагонному депо показує, що поряд з великою кількістю «електричних» пошкоджень (прогар обмотки якоря та обмотки головного полюса) мають місце у значній кількості і «механічні» пошкодження, такі як обрив вала електродвигуна компресора.

Для оцінки надійності окремих вузлів двигунів використовуємо поняття пошкоджуваності, як відношення кількості машин, що вийшли з ладу з тих чи інших причин, до загальної кількості машин, за якими велось спостереження.

Основною причиною обриву вала електродвигуна може бути втома металу, а також підвищений момент опору механізму при пуску, що може бути викликана цілим рядом причин (відсутність мастила в картері компресора внаслідок його втрат через зношені сальники та поршневі кільця, несправність підшипників, низька температура навколишнього середовища).

Тобто особливу увагу при проведенні досліджень необхідно приділити саме процесу пуску. На відміну від існуючої практики, коли пуск розглядається без поділу його на окремі фази, пропонується розглядати його як такий, що складається з двох етапів: перший етап – напруга подана, а ротор ще не обертається; другий етап – ротор розганяється від нульового значення кутової швидкості до її сталого значення.

За допомогою математичної моделі, в результаті досліджень встановлено, що у разі перевищення електродвигуном ДК-409 критичного моменту $M_{кр} = 286 \text{ Нм}$ може відбутися руйнування його валу.

Очевидним є той факт, що тривалість першого етапу пуску може характеризувати при певних умовах технічний стан механічної частини компресора. Тому при проведенні технічного обслуговування компресорів електрорухомого складу є можливість, за допомогою

спеціальних сучасних технічних пристроїв, визначати технічний стан механічної частини компресора по тривалості першого етапу пуску.

Вплив якості живлячої напруги на роботу аварійних реле залізничної автоматики

Куриленко О.Я.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kurylenko O. Ya. The influence a quality of supply voltage to the work of emergency relays of railway automatic

Justified expediency of research a quality of supply voltage to the work of emergency relays, with the purpose of establishment the maximum indexes at which their normal work is violated.

Як відомо, чітка та безперебійна робота залізничної автоматики безпосередньо залежить від надійної роботи системи електропостачання. Проведений автором аналіз експлуатаційної роботи по галузі автоматики, телемеханіки та зв'язку Укрзалізниці за останні роки, дозволяє стверджувати, що приблизно 85 % відмов з вини служби «Е» пов'язано з вимкненням електроенергії, а 7 % – обумовлені зниженням або підвищенням напруги. Саме тому необхідно жити ці системи як мінімум від двох джерел, з двостороннім живленням. Крім того, має бути наявним резервне автономне джерело, як правило, дизель-генераторний агрегат, який повинен підключатися автоматично. Для контролю рівня напруги, наявності коротких замикань та інших аварійних режимів в системі живлення залізничної автоматики, як правило, встановлюються захисні та аварійні реле. Аварійні реле забезпечують підключення резервного живлення, при зникненні або зміні рівня напруги. Рівень напруги живлення, відповідно до діючих нормативних документів, є одним з показників якості електричної енергії.

З точки зору забезпечення рівня електричної напруги, як критерію якості електричної енергії, до систем живлення висуваються наступні основні вимоги. По-перше: пункт електроживлення повинен бути достатньої потужним, для забезпечення стабільності напруги та частоти, що подається; по-друге: високовольтні кола автоблокування напругою 6-10 кВ повинні отримувати енергію від шин через ізолюючі трансформатори та не мати гальванічного зв'язку з іншими лініями, у тому числі з лініями продовжного електропостачання.

Крім того, внаслідок спотворення форми змінної напруги живлення, під впливом потужних тягових та не тягових споживачів, аварійні реле можуть сприйняти спотворення живлючої напруги, як зниження або збільшення рівня напруги, та помилково ввімкнути резервне джерело живлення, що класифікується як відмова з вини служби «Е». Тому є доцільним провести дослідження по встановленню впливу якості живлячої напруги на роботу аварійних реле, з метою встановлення граничних показників, при яких порушується їх нормальна робота.

Методи зниження кидків струму в режимі «зняття-відновлення» напруги на струмоприймачі

Михаліченко П.Є., Нікітенко А.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Mihalichenko P. Nikitenko A. The methods of lowering current inrush in the mode "breaking-off-contact" voltage current collector

Experimental and theoretical methods is executed estimation of the influence of the mode "breaking-off-contact" current collector on electromagnetic processes in electric train of direct current. It is offered to use drives to electric energy for reduction dash current at moment of the recovering the power supply

Режим короткочасного зняття напруги на струмоприймачі електрорухомого складу (ЕРС) з наступним її відновленням, на рівні з режимом короткого замикання в елементах системи електричної тяги, є найчастішим і найбільш небезпечним аварійним режимом. Як випливає з результатів досліджень, у цьому режимі виникають 3,5...4-кратні і навіть більші струмові перенавантаження тягових електричних двигунів (ТЕД) ЕРС, що призводять до колових вогнів на їх колекторах, а, отже, і до виходу із ладу самих двигунів. Одночасно, як показали експериментальні дослідження, у цьому режимі «зняття-відновлення» напруги, який спостерігається, наприклад, при відриві струмоприймача від контактного проводу з наступним його доторканням, мають місце також кидки і фідерних струмів у системі тягового електропостачання.

Основною причиною появи зазначених кидків струму в ЕРС, а, отже, і фідерних струмів є характер зміни в часі магнітного потоку $\Phi(t)$ магнітопроводу ТЕД. При тривалості часу зняття напруги $t_{\text{зн}} > 0,5$ с величина $\Phi(t)$ суттєво загасає. Відповідно і величина проти-е.р.с. якорів $e(t)$ складає невелике значення, оскільки $e(t) \sim \Phi(t)$, а швидкість обертання якорів не змінюється за інтервал часу розглядуваного перехідного процесу. При миттєвому відновленні напруги U_e на ЕРС (після доторкання струмоприймача до контактного проводу) магнітний потік $\Phi(t)$, а, отже, і проти-е.р.с., починають зростати, але не кидком, як напруга U_e , а сповільнено внаслідок демпферуючої дії вихрових струмів магнітопроводу ТЕД. В результаті в початковий момент відновлення напруги на струмоприймачі U_e створюється різниця між цією напругою і проти-е.р.с., яка при малому активному опорі обмоток якоря і обмоток збудження (ОЗ) ТЕД і обумовлює значний кидок струму якоря ТЕД (а, отже, і фідерного струму). Тобто, для недопущення виникнення кидків струмів можливо використання одного із таких двох методів. Перший – недопущення значного зменшення магнітного потоку $\Phi(t)$ після втрати напруги (й тим самим зменшення струму $i_3(t)$ в ОЗ ТЕД до нуля). Другий – різке прискорення збільшення $\Phi(t)$ до його початкового усталеного значення після повного відновлення напруги на струмоприймачі.

На думку автора, існує практична можливість вирішити поставлену задачу за першим методом. Для цього треба паралельно обмотці збудження кожного ТЕД увімкнути ємнісний (конденсаторний) накопичувач C електроенергії (рис. 1).

В нормальному усталеному режимі роботи ЕРС, коли струмоприймач торкається контактного проводу, постійний струм (який дещо коливається, але з дуже низькою частотою) протікає по якорю і ОЗ, а конденсатор, зарядившись, має напругу U_C , яка дорівнює напрузі U_z на обмотці збудження. Оскільки активний опір останньої r_z малий, то і напруга на накопичувачі U_C теж має невелике значення. При відриві струмоприймача від контактного проводу напруга на струмоприймачі різко знижується до нуля; теж саме стосується і струму в якорі, в ОЗ і напруги на ній. В результаті ємнісний накопичувач починаючи розряджатися через ОЗ (рис. 1), й тим самим підтримує майже незмінним магнітний потік $\Phi(t)$ за весь термін часу відриву струмоприймача. Щоб зазначене виконувалось потрібно

здійснити вибір необхідного значення ємності конденсаторного накопичувача, враховуючи деякі умови, розглянемо їх.

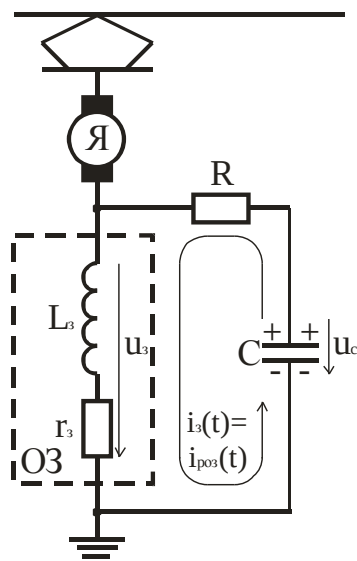


Рис. 1. Схема вмикання ємнісного накопичувача до ОЗ ТЕД

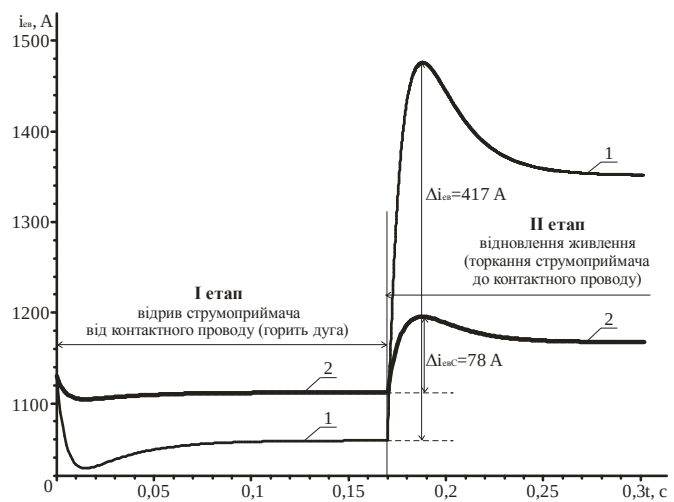


Рис. 2. Часові залежності зміни струму електровозу в режимі «зняття-відновлення» напруги на струмоприймачі:

1 – без ємнісного накопичувача;
2 – з суперконденсатором

Умова перша. Виходячи із змісту поставленої задачі і характеру часової зміни перехідних величин у зазначених процесах, необхідно щоб процес розряду накопичувача через ОЗ (r_3 , L_3 – коло) (рис. 1) був аперіодичним.

Умова друга. Для утворення і підтримки практично незмінного магнітного потоку $\Phi(t)$ на протязі всього терміну часу зняття $t_{\text{зн}}$ напруги в цей інтервал часу через ОЗ повинен протікати перехідний розрядний струм $i_3(t)=i_{\text{роз}}(t)$ (рис. 1).

Умова третя. В паралельному контурі не повинен виникати режим резонансу струмів.

Таким чином, магнітний потік $\Phi(t)$ при наявності конденсаторного накопичувача спадає не більше як на $\Delta\Phi_C=0,5$ мВб, в той час як його спад без накопичувача досягає $\Delta\Phi=1,8$ мВб. Наслідками цього є значне зменшення кидка струму електровоза Δi_e (рис. 2), який у колі без накопичувача у $417/78 \approx 5,3$ рази перевищує максимальне значення струму електровозу з вітками накопичення енергії. Отже, увімкнення вітки накопичення паралельно ОЗ, буде значне покращення потенціального стану на колекторі ТЕД, а це, у свою чергу, зменшить кількість аварійних режимів перекриття колекторних пластин коловим вогнем.

Підвищення надійності гібридних тягових електричних апаратів

Муха А.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Mukha A. M. A reliability raising of hybrid traction electric apparatus

In the report the necessity research of electromagnetic conditions on the rolling-stock is proved, with the purpose of increase of reliability traction electrical devices and sites of management.

В колах керування сучасним електрорухомим складом все більш впроваджуються мікропроцесорні пристрої у складі центральних систем керування та колах керування допоміжними машинами і пристроями. Завдяки використанню гібридних електричних апаратів, які складаються з малопотужних контактних пристроїв та напівпровідникових схем

керування на базі мікроконтролерів стало можливим досягти високого ступеню повторюваності параметрів та точності електричних апаратів.

Застосування напівпровідникових елементів у вузлах систем керування електрорухомим складом вимагає приділяти особливу увагу на заходи щодо підвищення стійкості до електричних перешкод гібридних електричних апаратів. Перешкоди, маючи достатню потужність, можуть не тільки спотворити передану інформацію, але й фізично знищити буферні елементи інтерфейсів, портів під впливом перенапруг і пробойів на корпус. Шляхи підвищення стійкості до електричних перешкод загальновідомі: ізолювання джерела перешкод; екранування пристроїв і приладів.

Перший спосіб вимагає знання електромагнітної обстановки в кузові електровозу, електропоїзду та ін., з метою подальшої локалізації й ізолювання джерела перешкод.

Екранування й інші способи та засоби подібного роду, наприклад застосування кручених пар у лініях зв'язку, також вимагає знання розташування джерел перешкод, оскільки це дозволить раціонально розташовувати апаратуру керування та зв'язку між ними при мінімізації витрат.

Тому, є доцільним проведення всебічних досліджень з метою визначення якісних і кількісних характеристик перешкод, у колах керування електрорухомим складом. Отримані результати досліджень дозволять розробити необхідні рекомендації з конструювання на сучасній елементній базі не тільки окремих тягових електричних апаратів, але й всієї системи керування в цілому.

Модельовання навантаженості елементів приводу підвісної канатної дороги з використанням діаграм окружних зусиль

Ракша С.В., Горячев Ю.К., Куроп'ятник О.С.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Raksha S. V., Goryachev Y. K., Kuropyatnik O. S. Modeling of elements on loading of cableway using diagrams the district efforts.

Проектування підвісних канатних доріг (ПКД) різного конструктивного виконання і призначення передбачає багатоваріантний розрахунок основних параметрів дороги в різних комбінаціях їх значень з метою отримання максимального техніко-економічного ефекту. При цьому однією з найголовніших задач є пошук оптимально-компромісного рішення, яке поєднує в собі економічну доцільність, технологічність та безпечність конструкції.

Однією з основних складових дороги є привод, який забезпечує переміщення рухомого складу у заданих режимах. Відмова будь-якого з елементів приводу може мати катастрофічні наслідки.

Суттєвий вплив на параметри приводу має профіль ПКД, оскільки його характеристики (довжини прогонів, перепади висот опорних точок і провисання несучого каната тощо) визначають навантаженість усіх елементів системи «привод – тяговий канат – натяжний пристрій». Тому врахування його особливостей при моделюванні процесів, які виявляються впродовж роботи ПКД та формують динамічні навантаження, а також під час розробки рекомендацій щодо вдосконалення дороги є обов'язковим.

Окружне зусилля є одним із параметрів приводу, який характеризує його тягову спроможність та може виступати критерієм оцінки навантаженості елементів приводу (такі як вали, підшипникові вузли, опорні елементи тощо). Тому дослідження щодо обґрунтування раціональних значень окружного зусилля є актуальними з точки зору зменшення матеріаломісткості та зниження енергоспоживання приводу.

Розв'язанню такої задачі сприяє використання діаграм окружних зусиль приводу, які показують зміну відповідної величини під час руху вагона.

Існує декілька способів побудови діаграм окружних зусиль як аналітичним, так і експериментальним шляхом, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Особливістю одного з таких способів, який запропоновано автором, є врахування переміщення несучого каната уздовж опорного башмака під час руху вагонів. Такий підхід дозволяє більш точно моделювати зміну кривої провисання несучого каната, від форми якої залежить кут підйому, а отже, й опір переміщенню вагона, що сприймається тяговим канатом.

В основу запропонованого способу побудови діаграм покладено вирази для визначення зусиль у вітках тягового каната, одна з яких набігає на приводний шків, а інша збігає з нього; при цьому окружне зусилля приводу визначається як різниця вказаних величин.

Використання зазначеного підходу дозволило розв'язати ряд задач, пов'язаних з математичним моделюванням навантаженості елементів приводу та розробкою рекомендацій щодо раціонального профілювання ПКД. Зокрема, було встановлено наявність стрімкої зміни (так званого стрибка) окружного зусилля під час проходження вагонами опор, обґрунтовано причини виникнення такого явища та запропоновано способи зменшення його негативного впливу на навантаженість елементів приводу.

Коефіцієнти потужності і реактивної потужності трамваїв

Саблін О.І., Шейкіна О.Г., Костін М.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Sablin O., Sheykina O., Kostin N. The power and reactive power factors trams

The theoretical aspects was considered and calculations and analysis such important energy performance of trams as the power and the reactive power factors was performed.

Трамваї, як і електрорухомий склад постійного струму магістральних залізниць, живляться випрямленою сглаженою напругою. Однак причини технологічного експлуатаційного характеру обумовлюють різкі випадкові зміни в часі як цієї «незмінної» напруги на струмоприймачі трамвая $U(t)$, так і його тягового струму $I(t)$. Зокрема, аналіз регистрограм $U(t)$ і $I(t)$, отриманих на трамваях типу Т-3Д, що експлуатуються в м. Дніпропетровську і типу Т-3, що працюють в містах Польщі, показав, що при $U_{ном}=550$ В фактичні значення U трамвая змінюються в межах 500...850 В ($m_U = 718$ В, $\sigma_U = 50$ В) у реостатного і 510...980 В ($m_U = 713$ В, $\sigma_U = 48$ В) у тиристорного (з рекуперацією) трамвая. Тяговий струм змінюється в діапазоні від величини струму холостого ходу до 1050 А з такими імовірнісними характеристиками відповідно типів трамваїв: $m_I = 409$ А, $\sigma_I = 307$ А; $m_I = 255$ А, $\sigma_I = 245$ А.

Тобто, система електричного транспорту «трамвай» є системою змінних напруг і струмів і тому при складанні її енергобалансу потрібно оцінювати такі енергетичні показ-

ники як коефіцієнт потужності $\lambda = \frac{P}{S}$ і коефіцієнт реактивної потужності $\text{tg}\phi = \frac{Q}{P}$ (де P , Q і S – активна, реактивна по Фрізе і повна потужності трамвая).

В цій роботі, користуючись експериментально отриманими випадковими процесами $U(t)$ і $I(t)$, за розробленими методами були визначені P , Q , S обох типів трамваїв і у подальшому виконана оцінка їх λ , $\text{tg}\phi$ в квазіусталеному і перехідному режимах роботи трамваїв; результати розрахунків свідчать про таке.

1. Коефіцієнт потужності λ трамваїв значно менше нормативних значень 0,92...0,95 і складає 0,308...0,825, а коефіцієнт реактивної потужності $\text{tg}\phi$ суттєво перевищує нормативне значення 0,25 і міститься в межах 3,09...0,686.

2. Режим вибігу і рекуперації суттєво зменшують λ , до 0,308, і підвищують $\text{tg}\phi$ до 3,09; власне у режимі рекуперації $\lambda = 0,466$, а $\text{tg}\phi = 1,93$.

3. У режимах з вибігами, але без рекуперації (найбільш типовий режим) λ трамваїв $\approx 0,562$, тобто менше, а $\text{tg}\phi \approx 1,473$, тобто більше, ніж у електровозів ДЕ1 і ВЛ8, для яких λ і $\text{tg}\phi$ відповідно склали: 0,75...0,87; 0,882...0,560 (для ДЕ1) і 0,58...0,71; 1,519...0,992 (для ВЛ8), що пояснюється більш інтенсивним характером коливань тягового струму трамваїв, який є основним фактором зміни λ і $\text{tg}\phi$.

4. Значення коефіцієнта λ в перехідних режимах роботи трамвая, тобто миттєві значення $\lambda(t)$ мають явно виражений різко змінний випадковий характер коливань від 0,5 до 1,0.

Насамкінець зазначимо, що невеликі значення λ і великі значення $\text{tg}\phi$ обумовлені підвищеним споживанням реактивної потужності трамваем. Тому для поліпшення енергетичних показників останніх необхідні розробки і застосування різних способів компенсації реактивної потужності трамваїв.

Моделирование динамических режимов работы силовых полупроводниковых приборов при их групповых з'єднаннях

Шаповалов В.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Shapovalov V.O. Modeling of dynamic work modes of power semiconductor devices with their connections in groups

На етапі проектування тягових перетворювачів електрорухомого складу з метою мінімізації масо-габаритних показників і забезпечення надійної роботи перетворювачів проводиться їх моделювання. Моделі (які використовуються в САПР) силових напівпровідникових приладів не завжди дають можливість адекватно проаналізувати розподілення напруги і струму між ними (та відповідними ланцюжками дільників) в динамічних режимах при їх послідовно-паралельних з'єднаннях. В [1] запропонована резистивно-зарядна модель для аналізу процесу зворотного відновлення силових напівпровідникових приладів. На основі цієї моделі з використанням явного методу інтегрування диференціальних рівнянь була розроблена модель послідовно-паралельного з'єднання чотирьох силових напівпровідникових приладів. При створенні математичного опису в явному методі Рунге-Кутта похідні напруги і струму в часі для кожного конденсатора і котушки індуктивності були виражені явно, при цьому вирази для похідних були досить великими.

Вказана резистивно-зарядна модель також може бути використана і для аналізу процесів включення силових напівпровідникових приладів. Якщо для математичного опису розрахункової схеми застосовувати неявні методи інтегрування диференціальних рівнянь, в яких конденсатори і котушки індуктивності представляються відомими дискретними резистивними моделями, тоді можна з єдиних позицій складати алгебраїчні рівняння, наприклад, на основі законів Кірхгофа як для силових напівпровідникових приладів, так і для конденсаторів і котушок індуктивності. Це значно спрощує складання математичної

моделі (оскільки не використовуються похідні) і підвищує точність обчислення (неявні методи інтегрування є абсолютно стійкими).

У випадку, коли конструктивно захисні ланцюжки (або ділянки) віддалені від силових напівпровідникових приладів, тоді лінію зв'язку між ними в моделі можна представити як «електрично довгу» лінію з її розбиттям на певну (відносно велику) кількість LC- (або RLC-) ланцюжків і для розв'язку описати також відповідною системою алгебраїчних рівнянь. При цьому можна врахувати процеси розповсюдження і можливе відбиття напруги (струму) при «неузгодженому» режимі підключення лінії зв'язку.

Таким чином, описаний підхід (використання резистивно-зарядної моделі і неявного методу інтегрування) дає можливість проаналізувати розподілення напруги і струму як між послідовно-паралельно з'єднаними силовими напівпровідниковими приладами, так і між ними та захисними ланцюжками і ланцюжками ділянок.

Література

1. Музыкин В. А., Шаповалов В. О. Моделирование последовательно- параллельных соединений силовых полупроводниковых приборов и их подбор// Тезисы докладов IV Всесоюзной научно-технической конференции «Проблемы преобразовательной техники». – Киев, 1987. – Ч. 6. – С. 190-191.

СЕКЦИЯ 6 «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОК»

Оцінка ефективності керування черговістю розпуску составів на сортувальній станції

Бардась О.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bardas O. O. Evaluating the effectiveness of the trains dissolution order.

Designed the information management technology of the trainforming problems. Shows an example of using the information to solve trainforming problems.

В сучасних умовах ефективного планування поїздоутворення неможливе без залучення до процесу інформаційного забезпечення та подальших розрахунків автоматизованих систем керування вантажними перевезеннями. До вихідних даних, що забезпечують вирішення задач планування поїздоутворення на сортувальних станціях відносяться прогноз прибуття поїздів, відомості про поїзди, що прибувають у розформування та дані динамічної моделі сортувальної станції.

В існуючих умовах головним чинником, що обмежує можливості ефективного застосування в оперативному управлінні задачі вибору черговості розпуску составів являється точність прогнозу прибуття поїздів. На даному етапі прогнозування руху поїздів в АСК ВП УЗ-Є здійснюється за нормативним значеннями тривалості руху, які на практиці дуже часто не дотримуються. Для забезпечення більш достовірного прогнозування прибуття поїздів варто використовувати наявні дані автоматизованих систем керування вантажними перевезеннями. У зв'язку з цим у доповіді запропонована модель прогнозування підходу поїздів, що розроблена на основі відомого ситуаційно-евристичного методу прогнозування.

Для дослідження точності запропонованої технології прогнозування було обрано станцію Нижньодніпровськ-Вузол та виконано серію імітаційних експериментів по прогнозуванню прибуття поїздів на цю станцію. Результати досліджень показали, що очікувана точність прогнозу прибуття являється різною для різних підходів до станції. Середньоквадратична похибка короткострокового прогнозування на період 1-1,5 год для підходу Синельникове II становить біля 18 хв, а для підходу Новомосковськ – 8 хв.

Для оцінки ефективності керування черговістю розпуску составів було розроблено імітаційну модель роботи станції Нижньодніпровськ-Вузол. Порівняння варіантів черговості розпуску здійснювалось за експлуатаційними витратами, до яких включаються витрати, що пов'язані із простоем вагонів та локомотивів на станції, простоем поїздів по неприйому на станцію та додатковою маневровою роботою. Модель вибору черговості розпуску составів реалізовано на основі двоетапної задачі стохастичного програмування. Розроблена модель враховує стохастичну природу прогнозу прибуття поїздів на станцію.

Виконані дослідження показують, що при існуючій точності прогнозування максимально можливе скорочення експлуатаційних витрат сортувальної станції складає біля 2,5 %.

В дійсний час на залізницях України відбувається оснащення поїзних локомотивів навігаційними передавачами, які дають змогу відслідковувати положення поїздів на залізничній мережі в режимі реального часу. В майбутньому це дасть змогу підвищити точність прогнозування руху поїздів за рахунок використання більш точної та актуальної інформації про місцезнаходження поїздів на перегонах. В зв'язку з цим очікується збільшення можливостей ефективного застосування задачі вибору черговості розпуску

составів. Виконані дослідження показують, що зменшення середньоквадратичної похибки прогнозування поїздів на станції Нижньодніпровськ-Вузол з 15 до 5 хвилин дасть змогу підвищити ефективність керування черговістю розпуску на величину від 15 до 25 % в залежності від розмірів вагонопотоку із переробкою.

Повышение эффективности расформирования составов на сортировочной горке

Бобровский В.И., Демченко Е.Б.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Bobrovskiy V. I., Demchenko E. B. The effectiveness increase of train humping process

The simulation model of pushing and breaking-up process at the hump yard was developed. The proposed model provides co-simulation of train motion regime and cut rolling down. It allows to evaluate comprehensively the quality of classification process, which is necessary for determination of efficient mode of breaking-up process.

В условиях постоянного удорожания энергоресурсов внедрение ресурсосберегающей технологии переработки вагонопотоков является приоритетным направлением повышения эффективности функционирования сортировочных станций. Как показал анализ, эксплуатация сортировочных комплексов в настоящее время характеризуется существенным падением объемов переработки и значительной неравномерностью поступления поездов в расформирование. Однако, независимо от оперативной ситуации, складывающейся на станции, общепринятым требованием является обеспечение максимальной скорости роспуска; при этом во внимание не принимаются расходы, связанные с расформированием составов. Такой подход к организации сортировочного процесса не соответствует ресурсосберегающей политике отрасли и, как следствие, должен быть пересмотрен.

Известно, что энергетические затраты на расформирование состава на сортировочной горке состоят из затрат топлива на его надвиг и электроэнергии на торможение отцепов. Поэтому эффективное решение задачи ресурсосбережения в подсистеме расформирования возможно при условии комплексного рассмотрения процессов надвига и роспуска. Однако, как показал анализ, в настоящее время исследования указанных процессов выполняется, как правило, раздельно. Так, существующие модели надвига не позволяют оценивать влияние принятого режима расформирования состава на условия интервального и прицельного торможения его отцепов. Вместе с этим, в известных моделях процесса роспуска начальная скорость отцепов принимается постоянной, что не соответствует реальному режиму надвига составов на горку. При этом следует отметить, что указанные модели надвига построены с использованием методики тяговых расчетов для поездной работы и упрощенного алгоритма управления горочным локомотивом, что вызывает значительные погрешности при расчете затрат времени и энергоресурсов на расформирование составов.

Для решения указанной проблемы была разработана комплексная имитационная модель процесса надвига и роспуска составов на сортировочной горке. Данная модель детально имитирует режим работы горочного локомотива и процесс движения маневрового состава, что позволяет точно определять начальную скорость отцепов в моменты их отрыва от состава на вершине горки. Полученные начальные скорости отцепов используются для дальнейшего моделирования процесса их скатывания. Также разработанная модель позволяет определять затраты топлива на выполнение надвига и роспуска составов, что необходимо для определения рациональных режимов их расформирования.

При моделировании расформируемый состав рассматривается как управляемая система, на которую действуют внешние и внутренние факторы, а также управляющих воздействия. Движение состава в модели описывается с помощью дифференциального урав-

нения второго порядка $S'' = f(t, S, S')$, в котором независимой переменной является время t . Для реализации модели была разработана методика расчета сил, действующих на маневровый состав в процессе его надвига и роспуска.

Управляемое движение состава определяется режимом работы горочного локомотива. При этом основными управляемыми параметрами являются касательная сила тяги F_k и тормозная сила B_t маневрового тепловоза, величина которых зависит от установленной позиции контроллера и положения крана вспомогательного тормоза. В работе был предложен алгоритм управления горочным тепловозом, который, кроме требований по безопасному выполнению маневровой работы и эксплуатации локомотивов, учитывает и биохевиоральные факторы, связанные с управляющими действиями машиниста.

Таким образом, разработанная модель надвига и роспуска позволяет с достаточной точностью имитировать процесс расформирования составов на сортировочной горке и определять соответствующий расход топлива горочным локомотивом. Данная модель позволяет комплексно оценивать качество сортировочного процесса и может быть использована в системе поддержки принятия решений для определения эффективных режимов функционирования сортировочных комплексов станций в условиях переменной интенсивности входящего потока поездов.

Оптимизация режима торможения управляемого отцепя расчетной группы состава

Бобровский В.И., Дорош А.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Bobrovskiy V. I., Dorosh A. S. The optimization retarding regime of control cut within the particular group of cuts

The method of determining the retarding regime of the control cut within the particular group was formalized. This retarding regime provides a reliable separation of cuts not only at the switches, but also at the retarders of the hump.

Эффективность работы автоматизированных систем управления роспуском составов на горке в значительной степени зависит от технологических алгоритмов определения управляющих воздействий на сортировочный процесс. В качестве управляющих воздействий могут выступать режимы торможения (РТ) скатывающихся отцепов, определение которых является сложной оптимизационной задачей. Решение данной задачи позволит повысить безопасность роспуска и обеспечить эффективность автоматизации сортировочного процесса.

Существующие методики оптимизации РТ направлены на обеспечение разделения отцепов на стрелочных переводах; при этом разделение отцепов на замедлителях спускной части горки не учитывается, что не позволяет максимально повысить качество интервального регулирования скорости отцепов расформируемого состава. Анализ, выполненный на основе имитационного моделирования роспуска составов на автоматизированных горках, показал, что в некоторых случаях при достаточно больших интервалах между отцепами на стрелках имеют место неразделения отцепов на входных замедлителях средних тормозных позиций (СТП). В связи с этим были выполнены исследования условий разделения отцепов и их связи с РТ на основе системного подхода; при этом рассматривались интервалы между отцепами расчетной группы ОП-ОХ-ОП одновременно и на стрелках (δt_{12} , δt_{23}), и на замедлителях спускной части горки ($\delta t_{12}^{БТП}$, $\delta t_{12}^{СТП}$, $\delta t_{23}^{БТП}$, $\delta t_{23}^{СТП}$). Следует отметить, что с позиций интервального регулирования наилучшим для среднего отцепя

является такой режим торможения $\mathbf{H}^*$, при котором наименьший из интервалов в группе обращается в максимум

$$\min\{\delta t_{12}(\mathbf{H}^*), \delta t_{23}(\mathbf{H}^*), \delta t_{12}^{\text{ВТП}}(\mathbf{H}^*), \delta t_{12}^{\text{СТП}}(\mathbf{H}^*), \delta t_{23}^{\text{ВТП}}(\mathbf{H}^*), \delta t_{23}^{\text{СТП}}(\mathbf{H}^*)\} \rightarrow \max.$$

Установлено, что конкретное число входящих в указанную целевую функцию интервалов зависит как от взаимного расположения стрелок и тормозных позиций на сортировочной горке, так и от маршрутов следования отцепов группы.

Для оценки эффективности предложенного метода оптимизации РТ был выполнен сравнительный анализ качества интервального регулирования в случае, когда первая пара отцепов расчетной группы разделяется на головной стрелке ($\sigma_1 = 1$) горочной горловины, а вторая – на последней ($\sigma_2 = 5$). Установлено, что первый метод, в котором учитываются интервалы только на стрелках, обеспечивает равные интервалы $\delta t_{12} = \delta t_{23} = 3,01$ с при оптимальном значении $h' = 1,213$ м.э.н.в.; при этом интервал на СТП составляет всего $\delta t_{23}^{\text{СТП}} = 0,75$ с, что может стать причиной нагона отцепов даже при незначительной погрешности реализации установленного режима. В то же время, при использовании предложенного в работе метода рациональное значение $h' = 1,055$ м.э.н.в.; при этом $\delta t_{12} = 2,86$ с, что не намного меньше, чем в первом случае, но за счет этого $\delta t_{23}^{\text{СТП}}$ увеличивается до такого же значения, а δt_{23} возрастает до 5,78 с.

Таким образом, формализация задачи оптимизации РТ управляемого отцепа группы в предложенной постановке позволяет обеспечить наилучшие условия разделения отцепов, как на стрелочных переводах, так и на замедлителях тормозных позиций спускной части горки.

Пути повышения эффективности управления скатыванием отцепов на сортировочной горке

Бобровский В.И., Дорош А.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Bobrovskiy V. I., Dorosh A. S. Ways to improvement the efficiency of cuts rolling control on the hump

The main directions of improving the efficiency of cuts rolling control on the hump were considered in this paper.

Наиболее сложной проблемой, возникающей при разработке систем горочной автоматики на железнодорожных станциях, является задача автоматического регулирования скоростей скатывания отцепов (АРС). В первую очередь она заключается в определении режима скатывания каждого отцепа состава, представляемого в виде вектора $\mathbf{U} = (U', U'')$ скоростей его выхода из верхней (ВТП) и средней (СТП) тормозных позиций. При этом установленные режимы движения должны обеспечить надежные условия разделения отцепов расформируемого состава на всех разделительных элементах спускной части горки, а также качественное заполнение путей сортировочного парка с соблюдением требований прицельного регулирования.

Следует отметить, что при определении скоростей выхода отцепов из тормозных позиций (U', U'') расформируемый состав необходимо рассматривать как систему взаимосвязанных отцепов. Применение системного подхода позволит определить рациональные режимы скатывания для всех отцепов состава, и за счет этого снизить риск их неразделения, повысить безопасность расформирования составов.

Вторым направлением повышения эффективности функционирования систем АРС является разработка методов управления вагонными замедлителями, обеспечивающими реализацию установленных режимов скатывания U отцепов с горки. Как показали исследования, задача управления замедлителями тормозных позиций значительно усложняется в силу нестабильности тормозной мощности вагонных замедлителей и наличия слабо формализуемых факторов в динамике процесса роспуска. В этой связи разработка систем АРС, в которых отсутствует человек-оператор, управляющий процессом регулирования скорости отцепов на тормозных позициях, не представляется возможной. Поэтому актуальной является разработка интеллектуальных подсистем АРС, которые будут основаны на использовании знаний и опыте экспертов, и позволят обеспечить поддержку принятия решения в сложных технологических ситуациях либо недостаточно опытным операторам. Для решения поставленной задачи могут быть использованы получившие широкое распространение методы нечеткого моделирования и управления. Такой подход может быть обусловлен тем, что методы нечеткой логики позволяют эффективно решать широкий круг задач в условиях наличия динамически изменяющейся информации, слабо формализованных объектов и процессов, а также отсутствия точных алгоритмов принятия решений. При таком подходе в качестве источника данных для разработки алгоритмов управления могут использоваться результаты торможения отцепов, а также примеры поведения операторов тормозных позиций сортировочной горки в конкретных ситуациях.

Таким образом, для обеспечения эффективного функционирования систем АРС на сортировочных горках необходимо совершенствовать технологические алгоритмы расчета и реализации управляющих воздействий при скатывании отцепов в зоне тормозных позиций.

Совершенствование имитационной модели управляемого скатывания отцепов на сортировочных горках

Бобровский В.И., Дорош А.С., Демченко Е.Б.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Bobrovskiy V. I., Dorosh A. S., Demchenko E. B. The improvement of the simulation model of controlled rolling down of cuts on the humps

The cubic splines are used for presentation of profile of all routes of cuts' rolling down from the hump in the simulation model. In addition the process of the cut speed control at the retarding positions was detailed.

Имитационное моделирование является основным инструментом для теоретических исследований сортировочного процесса с целью решения задачи оптимизации режимов скатывания отцепов и оценки алгоритмов управления. При этом базовым элементом имитационных моделей процесса расформирования является модель управляемого скатывания отцепов с горки, от качества которой зависит достоверность указанной оценки.

Как показал анализ, существующая имитационная модель имеет ряд недостатков. В частности, продольный профиль маршрутов скатывания на все пути сортировочного парка в модели представлен одним кубическим сплайном, что не позволяет учитывать различия в конструкции плана и продольного профиля отдельных сортировочных путей. Для исследования влияния режимов торможения отцепов на скорость их скатывания необходимо учитывать случайный характер тормозной силы замедлителей, действующей на отцеп. Кроме того, для оценки влияния технико-эксплуатационных характеристик замедлителей на показатели сортировочного процесса необходимо предусмотреть возможность оперативного изменения параметров управления тормозными позициями.

Для ликвидации указанных недостатков была усовершенствована имитационная модель скатывания отцепов на автоматизированных сортировочных горках. С этой целью продольный профиль горки был представлен совокупностью кубических сплайнов, полученных в результате аппроксимации профиля маршрутов скатывания на все пути сортировочного парка; при этом были учтены параметры всех элементов плана горочной горловины. При определении уклонов путей в пределах стрелочной зоны учитывался пилообразный поперечный профиль земляного полотна сортировочного парка. В процессе моделирования скатывания отцепа выбор данных о продольном профиле маршрута осуществляется по номеру пути назначения отцепа. Такая модель позволяет повысить достоверность оценки условий разделения отцепов на стрелках горочной горловины.

Информация о замедлителях необходима для расчета их удельного тормозного сопротивления w_t , а также для моделирования управления торможением; она содержит данные о расположении замедлителя, статистических параметрах его удельного тормозного сопротивления, а также о его инерционности. Эти данные позволяют исследовать влияние характеристик замедлителей на показатели сортировочного процесса.

Моделирование процесса скатывания отцепов с горки осуществляется путем взаимодействия модуля роспуска, который имитирует движение отцепа на каждом шаге Δt , и модуля управления. Модуль управления преобразует входные сигналы от блока имитации роспуска по установленному алгоритму и подает соответствующие команды на замедлители. Модуль управления роспуском адаптируется к исследуемой системе регулирования скорости отцепов, что дает возможность оценить эффективность ее функционирования.

Управление работой замедлителей осуществляется автономным блоком, который взаимодействует с модулем управления роспуском. Задачей такого блока является реализация заданных скоростей выхода отцепов из тормозных позиций при действующем алгоритме регулирования. Указанный блок действует с учетом параметров, характеризующих инерционность замедлителей, и позволяет имитировать существующую точность реализации заданной скорости выхода отцепов из тормозных позиций в моделируемой системе.

Разработанная модель дает возможность решения широкого круга задач исследования и оценки эффективности мероприятий, направленных на повышение качества интервального и прицельного регулирования скорости отцепов, сокращение затрат энергоресурсов при роспуске составов на автоматизированных сортировочных горках.

Аналіз умов розділення відцепів на сортувальних гірках залізниць України

Болвановська Т.В., Ванжа О.В., Борецький А.С.¹

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна, 1 – Придніпровська залізниця)

Bolvanovska T., Vanzha O., Boretskiy A.S. Analysis of the conditions for the separation of cars humps railways of Ukraine

The analysis of the probabilities of separation of cars on a real hump, which showed some discrepancies with the theoretical formulas. Evaluated the influence of factors on the initial interval of separation of cars humps.

В сучасних умовах, в наслідок падіння обсягів перевезень, яке сталося в 90-х роках двадцятого століття, і збільшення частки маршрутизованих відправок, завантаження сортувальних гірок становить 30-50 %, тому питання проектування нових гірок для України є малоактуальним. У той же час, підвищення безпеки сортувального процесу є досить гострою проблемою.

Найбільш важкими для регулювання інтервалів між відчепами є моменти, коли відчепи, що йдуть послідовно, складаються з одиночних вагонів і спрямовуються на колії одно-

го й того ж пучка і в особливості на суміжні колії, які відгалужуються на самій віддаленій від вершини гірки розділовій стрілці. В цих випадках є велика небезпека нагону, особливо, якщо за поганим бігуном йде більш хороший. Якщо розташовані поруч відчепи направляються в різні пучки, то це дозволяє збільшити швидкість розпуску, тому що маршрути прямування таких відчепів розподіляються вже на перших стрілках. Більш довгі відчепи подаються на гірку з підвищеними швидкостями.

Величина розділових інтервалів між відчепами на стрілках залежить від багатьох факторів, серед яких початковий інтервал на вершині гірки. З метою оцінки впливу параметрів відчепів, що скочуються, на величину початкового інтервалу виконано серію імітаційних експериментів по скочуванню одновагонних та багатоввагонних відчепів з гірки. В якості факторів прийнято довжини першого та другого відчепів та їх вагу. В якості відгуку було обрано величину початкового інтервалу між відчепами на горбу сортувальної гірки.

Аналіз коефіцієнтів отриманої моделі показав, що основними факторами, що впливають на величину інтервалу є довжини відчепів. Збільшення довжини відчепів, збільшує інтервал між ними на вершині гірки та зменшує ризики нерозділення відчепів на розділових стрілках.

Для аналізу роботи сортувальної гірки доцільно визначити ймовірності розділення відчепів на розділових стрілках. Умовно всі розділові стрілки за місцем їх розташування об'єднують в стрілочні позиції. На гірці, що розглядається стрілочних позицій 5 (перша розділова стрілка знаходиться майже на вершині гірки, розділові стрілки п'ятої стрілочної позиції найбільш віддалені від вершини гірки та знаходяться на сортувальних коліях).

Для аналізу отриманих теоретичних значень було визначено ймовірність розділення відчепів на непарній сортувальній гірці станції Нижньодніпровськ–Вузол за результатами обробки сортувальних листків та порівняно її з величиною, розрахованою за теоретичними формулами. Аналіз виявив розбіжності між статистичними та теоретичними значеннями. Так, наприклад, ймовірність розділення першої та другої пар відчепів на стрілках 4-5 та 5-4 менша за допустиму ймовірність нерозділення відчепів, що дозволить знехтувати цими сполученнями стрілок в проведенні досліджень.

Использование жестких ниток графика при перевозке металлургической продукции

Бычков О.А., Березовый Н.И.¹

(ООО «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ», 1 – Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Bychkov O., Berezoviy M. Using a hard thread schedule the transport of steel products

The analysis of possibility of the use of hard threads of train table is executed at transportation of skelp.

В январе 2012 г. в Днепропетровске введен в эксплуатацию новый металлургический завод «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» (далее Сталь), расположенный на территории, прилегающей к заводу «ИНТЕРПАЙП НТЗ» (далее НТЗ) и являющийся его контрагентом при взаимодействии с магистральным железнодорожным транспортом. Основной продукцией Стали является трубная заготовка взамен ранее выпускаемой в выведенном из эксплуатации мартеновском цехе. Основными потребителями трубной заготовки являются трубопрокатные цеха завода НТЗ и завод «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» (далее Нико Тьюб), расположенный в городе Никополь.

Вопрос организации процесса перевозки трубной заготовки со Стали на Нико Тьюб был рассмотрен в рамках выполнения научно-исследовательской работы совместно специалистами ООО «НПП «Укртранскад», Стали, НТЗ и Нико Тьюб.

Исследования организации процесса перевозки трубной заготовки магистральным

железнодорожным транспортом, выполняемые до ввода в эксплуатацию Стали показали следующее. Для перевозки трубной заготовки целесообразно использовать модернизированные универсальные платформы моделей 13-401-35 и 13-4012-35, что и было реализовано на практике. Кроме этого, после достижения среднесуточного объема отгрузки трубной заготовки на внешнюю сеть равного 14 вагонов, осуществлен переход на использование маршрутных отправок.

Однако реальное осуществление перевозки трубной заготовки между указанными предприятиями показало, что одними из слабых звеньев логистической цепи, связующей Нико Тьюб и Сталь, являются, пункт погрузки готовой продукции на Стали и сам процесс перевозки магистральным железнодорожным транспортом. Следует также отметить, что продолжительность обработки маршрута на Нико Тьюб не только соответствует полученным теоретическим расчетам, но и в большинстве случаев меньше расчетной.

Резервы уменьшения продолжительности вагонов под погрузкой на Стали могут быть использованы за счет уменьшения продолжительности грузовой операции. Это может быть достигнуто с течением времени при достижении операторами погрузочных мостовых кранов определенного опыта и квалификации.

Усовершенствование процесса перевозки трубной заготовки на данном этапе должно быть направлено на обеспечение ритмичности доставки, и уменьшения рабочего парка вагонов. Кроме этого, в летний период времени график движения поездов на участке Синельниково – Запорожье-Левое заполнен практически полностью. Учитывая то, что преобладающее количество поездов на данном участке – пассажирские, простои маршрутов, как порожних, так и груженых в ожидании нитки графика могут быть значительными и существенно влиять на показатели всего процесса перевозки трубной заготовки.

Одним из решений этой проблемы является использование закрепленных или жестких ниток графика движения маршрутов.

Такая система организации перевозочного процесса накладывает определенную ответственность и на подъездные пути, и на железную дорогу. Маршруты должны быть переданы с подъездного пути на железную дорогу в установленный момент времени, а железная дорога должна предоставить поездной локомотив и обеспечить выполнение графика движения поездов.

Следует отметить то, что выделенная нитка графика не может быть переменной. В зависимости от объема вагонопотока нитка графика может выделяться ежедневно или в выделенные дни. Кроме этого на протяжении суток может быть выделено две нити графика движения с использованием одной из них. Интервал между нитками графика, которые выделяются на протяжении одних суток целесообразно установить равным 12 часам.

Следует отметить, что при обороте 3,5 суток невозможно выдержать низменный момент отправления порожних и груженых маршрутов соответственно со станций Никополь и Запорожье-Левое. Интервал между отправлениями маршрутов из указанных станций равняется $3,5:2=1,75$ суток. Это означает, что моменты отправления груженых маршрутов со станции Нижнеднепровск в отдельные сутки будут переменными.

При обороте вагона равном 3,0 суток интервал между отправлениями маршрутов будет равняться 1,5 сутки, а моменты отправления груженых маршрутов со станции Нижнеднепровск в отдельные порядковые сутки будут неизменными с интервалом 12 часов в пределах одних суток.

При уменьшении продолжительности оборота вагона предлагается вариант, при котором на одном из подъездных путей создается обменный парк вагонов. Более предпочтительным вариантом является подъездной путь НТЗ, имеющий достаточное путевое развитие для отстоя вагонов, к примеру, пути станции, обслуживающей выведенный из эксплуатации мартеновский цех. При этом только определенная часть вагонов порожнего маршрута после погрузки включается в груженный маршрут. Маршрут до установленной длины пополняется вагонами из обменного парка, которые должны быть погружены за-

благовременно – в промежутке между отправлением груженого маршрута с подъездного пути НТЗ и прибытием порожнего маршрута под погрузку. Вторая часть порожнего маршрута в данном случае перемещается в обменный парк.

Такая организация перевозочного процесса позволит обеспечить ритмичность отгрузки готовой продукции и ее подачи в основное производство на Нико Тьюбе, а также сократить рабочий парк вагонов, задействованных в перевозочном процессе, уменьшив тем самым эксплуатационные расходы и повысив общую эффективность взаимодействия подъездных путей.

Исследования перевозок грузов в условиях организации движения грузовых поездов по расписанию

Верлан А.И., Козаченко Д.Н.¹, Баланов В.О.¹

(ОАО «Трансиинвестсервис», 1 – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Verlan A., Kozachenko D., Balanov V. Studies of cargo in the organization of freight trains on schedule

Results of research of the organization of cargo trains movement according with the stable schedule are presented in the abstract

С переходом Украины к рыночной экономике произошли значительные изменения в условиях эксплуатации железнодорожного транспорта. В настоящее время сформировался парк собственных вагонов, величина которого превышает инвентарный парк Укрзализныци. Следующим этапом рыночных реформ на железнодорожном транспорте, в соответствии с программой экономических реформ Президента Украины «Состоятельное общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство», является выход на рынок независимых перевозчиков. Указанные изменения требуют изменений и в организации движения поездов. Анализ отечественного и зарубежного практического опыта, имеющихся научных исследований в области организации перевозок грузов на железнодорожном транспорте позволяет сделать вывод о том, что одним из направлений совершенствования перевозочного процесса является технология организации движения грузовых поездов на основе твердых ниток графика по расписанию.

Необходимо отметить, что в настоящее время данная технология представляется как инновационный продукт, однако внедрение движения грузовых поездов по расписанию в СССР имеет достаточно длительную историю и данная технология не приобрела широкого распространения даже в условиях плановой экономики. Анализ исследований, выполненных в Российской Федерации показывает, что основной эффект от организации движения грузовых поездов по расписанию достигается за счет улучшения показателей использования локомотивов и локомотивных бригад и связан в основном с экономией затрат перевозчика. В то же время перевозки грузовых поездов между техническими станциями по твердым ниткам практически не осуществляются, что указывает на наличие как преимуществ, так и недостатков в данной технологии. Однако, выделение в значительном числе случаев кольцевых маршрутов движения частных вагонов, более высокая плата за пользование ними по сравнению с инвентарными, а также старение локомотивного парка Укрзализныци, степень износа которого составляет более 95 %, создает условия для того, чтобы перевозки грузов на отдельных направлениях по расписанию были эффективными. Более того, в случае появления независимых перевозчиков на транспортном рынке Украины указанная технология будет для них основной так, как движение поездных формирований с частной локомотивной тягой будет осуществляться по выделенным оператором инфраструктуры ниткам графика.

В этой связи достаточно актуальной задачей в настоящее время является оценка эффективности перевода грузовых поездопотоков на движение по расписанию. Принципиально можно выделить два направления внедрения жестких ниток. Во-первых, жесткие нитки графика могут быть эффективными при осуществлении технологических перевозок, перевозок ценных и скоропортящихся, а также других грузов для которых актуальной является доставка «точно в срок». Во-вторых, использование твердых ниток графика может быть эффективным при выполнении массовых перевозок с устойчивыми во времени объемами, для которых актуальной является задача сокращения оборота вагонов. В данной работе исследовался второй случай.

Исследования проводились на основе организации экспортных перевозок железорудного сырья из Полтавского ГОК в транспортный узел ТИС для перегрузки на морской транспорт. При традиционной организации перевозок оборот вагонов составляет 107 часов. В качестве направления совершенствования перевозочного процесса рассматривается организация движения поездов по расписанию.

Система обработки вагонов представляет собой многоканальную многофазную стохастическую систему массового обслуживания. При этом принято, что в процессе обслуживания вагон последовательно может находиться в следующих фазах: погрузка (от приема до окончания уборки с грузового фронта); накопление составов груженых поездов; отправление груженых поездов; следование груженых поездов на направлении Полтавский ГОК – ТИС; выгрузка (от приема до окончания уборки с грузового фронта); накопление порожних поездов; отправление порожних поездов; следование порожних поездов на направлении ТИС – Полтавский ГОК.

В связи с тем, что система пропуска вагонопотоков является достаточно сложной, то в качестве основного метода исследования выбрано имитационное моделирование. Имитационная модель для исследования пропуска вагонопотоков была разработана в среде Builder C++. Результаты моделирования показали, что организация движения грузовых поездов по расписанию приводит к сокращению нахождения вагонов в процессе ожидания поездных локомотивов и движения на 30 часов. Однако при этом появляются дополнительные простои в системе накопления, связанные с ожиданием готовыми поездами нитки графика. Проведенные исследования показали, что зависимость дополнительного простоя вагонов в ожидании нитки графика от объемов перевозок имеет локальные минимумы, соответствующие объемам перевозок которые кратны составу поезда. В этих случаях дополнительные простои в ожидании нитки графика составляют 1,2-2 часа. Однако в условиях, когда суточная величина вагонопотока не кратна составу поезда, возникает необходимость отправления остатка вагонов по накоплению. В этой связи актуальной является задача выбора оптимального соотношения доли вагонопотока, отправляемого по жестким ниткам графика и по накоплению либо установления допустимых пределов колебания состава поезда.

Дослідження впливу нерівномірності відправлення вантажних поїздів з технічних станцій на тривалість їх руху по ділянках

Вернигора Р.В., Сльнікова Л.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Vernigora R., Yelnikova L. The study of non-uniformity influence of sending cargo trains from technical stations on the duration of their movement on areas

The study of seasonal non-uniformity influence of sending cargo trains on the duration of their movement on areas has been made, the law of distribution of this random variable has been defined.

Одним з першочергових завдань перевізного процесу на залізничному транспорті є забезпечення своєчасної доставки вантажів за їх призначенням. При цьому загальний термін доставки вантажів включає тривалість початкових та заключних операцій в пунктах навантаження і розвантаження, простій вагонів з вантажами на технічних станціях, а також тривалість власне руху вантажних поїздів на ділянках між технічними станціями. Тривалість знаходження вантажних поїздів на ділянках між технічними станціями певною мірою визначається встановленим графіком руху поїздів, але в реальних умовах часто відхиляється від встановлених нормативів. Однією з причин такого відхилення є нерівномірність вантажного руху на ділянках між технічними станціями, як сезонна, так і внутрішньомісячна та внутрішньодобова.

Для дослідження впливу сезонної та внутрішньодобової нерівномірності відправлення поїздів на тривалість їх знаходження на ділянках залізничного напрямку П'ятихатки – Нижньодніпровськ-Вузол – Синельникове-І було проаналізовано три 10-добові періоди 2012 року за січень, травень та червень. На основі статистичної обробки даних про рух вантажних поїздів на вказаному напрямку, наданих ІОЦ Придніпровської залізниці, були отримані параметри законів розподілення випадкових величин тривалості руху поїздів по ділянкам між технічними станціями, а також інтенсивність відправлення поїздів з технічних станцій ділянок. Так, встановлено, що випадкові величини тривалості руху вантажних поїздів на ділянках досліджуваного залізничного напрямку мають логарифмічно-нормальний розподіл.

Окрім того, були виконані дослідження щодо виявлення зв'язку між інтенсивністю відправлення поїздів з технічних станцій та тривалістю їх руху на наступних ділянках. На основі кореляційного аналізу були визначені коефіцієнти кореляції для кожної ділянки в залежності від періоду року; при цьому середній коефіцієнт кореляції між інтенсивністю відправлення поїздів та тривалістю їх руху на ділянках склав $-0,73$, що згідно до шкали Чеддока свідчить про наявність високого зв'язку між цими факторами. Збільшення тривалості руху поїздів між технічними станціями протягом травня та червня обумовлюються переходом на літній розклад руху зі збільшенням кількості пасажирських поїздів, а також наданням «вікон» для проведення ремонтних робіт. Дослідження внутрішньодобової нерівномірності відправлення поїздів з технічних станцій показала відсутність тісного зв'язку між періодом доби та тривалістю їх знаходження на ділянках.

Виконані дослідження дозволили встановити залежності між тривалістю руху вантажних поїздів по залізничних ділянках та інтенсивністю їх відправлення з технічних станцій, а також зв'язок цієї величини з періодом року та доби. Отримані залежності можуть бути використані для прогнозування моментів надходження вантажних поїздів на технічні станції при розробці імітаційної моделі для дослідження існуючої системи оперативного управління локомотивним парком.

Аналіз умов просування іновагонів мережею Львівської залізниці

Германюк Ю.М., Нестеренко О.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Hermaniuk J. Nesterenko O. Analysis of the conditions promoting inovahoniv Lviv railway network

The process of following the transit or foreign owner's cars on Lviv railway network is described in abstracts. The proposals to reduce of terms of their traffic are given.

Україна – транзитна держава. Тому ефективне функціонування шляхів сполучень є основною умовою для інтеграції України у світове господарство.

На сьогодні кардинально постала задача удосконалення процедур проходження різного роду операцій на прикордонних та інших технічних станцій, а також підвищення рівня транзитності транспортних шляхів України.

Разом з тим, незважаючи на наявність широкого кола досліджень, для зменшення терміну перебування іновагонів, що слідують мережею залізниць України у треті країни, задачі у повній мірі ще не вирішені. Основною проблемою при роботі з парками вагонів країн СНД та Балтії є зменшення тривалості часу знаходження вагонів на мережі Укрзалізниці і, зокрема у межах Львівської залізниці (ЛЗ) при передачі іновагонів у треті країни.

Актуальність проблеми полягає у збільшенні фінансових надходжень до бюджету від здійснення перевезень.

Вихідними даними для аналізу просування іновагонів є дані архіву вагонної та поїзної моделі АСК ВП УЗ. При цьому задача полягає у отриманні тих чи інших показників на її основі з достатньою точністю. Оскільки аналіз умов пропуску вагонопотоків пов'язаний з обробкою інформації у базах даних, то в якості основних методів дослідження обрані математична статистика і програмування за допомогою запитів у середовищі VisualFoxPro, MicrosoftExcel.

Для визначення цих параметрів за статистичними даними з використанням методів програмування побудована модель просування транзитних вагонопотоків по мережі Львівської залізниці.

В результаті запитів знайдені станції переформування іновагонів, час слідування між пунктами мережі, кількість вагонів, що проходить по мережі у складі маршрутних та інших поїздів, побудована модель розподілу слідування транзитних вагонопотоків по мережі Львівської залізниці.

За виконаними розрахунками визначено середній час перебування вагона в русі складає 21,3 %, а час простою на станціях переформування 49,9 % від загального часу знаходження на Львівській залізниці. Решта 28,8 % складає час простою на прикордонних станціях під очікуванням здачі.

Модель розподілу слідування транзитних вагонопотоків по мережі Львівської залізниці дає можливість перевірити раціональність розподілу вагонопотоків за маршрутами по мережі Львівської залізниці. Складовими маршруту слідування є час ходу та пропускна спроможність на кожній ділянці маршруту.

Перевірка раціональності розподілу за часом ходу виконується на основі алгоритму Дейкстри. За отриманими за допомогою запитів даними визначено середній час ходу між зв'язаними пунктами та побудована мережа з довільною нумерацією пунктів. Аналіз отриманої моделі та результатів виконання алгоритму Дейкстри показує, що маршрутом з найменшою тривалістю просування основного потоку іновагонів по мережі Львівської залізниці, а саме 12,65 годин, є маршрут Здолбунів – Красне – Клепарів – Стрий – Мукачеве – Батєво.

Перевірка раціональності розподілу за пропускною спроможністю виконується на основі моделювання за алгоритмом Форда – Фалкерсона. Результатами моделювання є максимальна величина потоку, яку може пропустити вся мережа, вагонопотоки по окремим ділянкам мережі, а також вузькі місця мережі.

Аналіз результатів показує, що ділянки Ківерці – Клепарів та Стрий – Мукачеве є найвузкими місцями, і дозволяють пропустити потік в 214729 іновагонів, а загальний резерв пропускної спроможності маршруту Здолбунів – Красне – Клепарів – Стрий – Мукачеве – Батєво складає 263756 іновагонів.

Оскільки маршрут Здолбунів – Красне – Клепарів – Стрий – Мукачеве – Батєво є найкоротшим для просування іновагонів та має резерв пропускної спроможності то доцільним є перерозподіл вагонопотоків попутного напрямку з інших ділянок на дуну.

Застосування даного рішення на практиці вимагає подальших досліджень, наявності

більшого об'єму інформації про вагонопотоки з врахуванням плану формування поїздів. До наявних даних необхідно включити дані про пасажирські та вантажні поїзди у прямому та місцевому сполученні.

У зв'язку з необхідністю проведення складних експериментів для дослідження впливу характеристик вагонопотоків, умов їх пропуску і розрахунків за використання вагонів власності іноземних держав на простої вагонів може бути використаний метод імітаційного моделювання. Комплексне вирішення вказаних проблем дозволить істотно скоротити простої вагонів та терміни доставки вантажів, збільшити фінансові надходження у бюджет України від транзитних перевезень і за рахунок цього підвищити конкурентоспроможність залізничного транспорту.

Аналіз проблем організації міжнародних транзитних залізничних перевезень в Україні

Германюк Ю.М., Пайончківська Н.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Hermaniuk J., Payonchkivska N. Analysis of problems of international transit railway transportation in Ukraine

Results of the analysis of the international transit's volumes on the territory of Ukraine by railway transport are presented in the abstract

Україна має високий рівень транзитних перевезень, так як знаходиться на перетині основних напрямків транзитних вантажів з Європи в країни Близького, Середнього та Дальнього Сходу і Південно-Східної Азії.

По території України проходять три пан європейські міжнародні залізничні транспортні коридори №3, 5 і 9, а також п'ять міжнародних транспортних коридорів, затверджених в рамках ОСЖД – № 3, 5, 7, 8, 10. Отримують розвиток перевезення по міжнародному транспортному коридору «ТРАСЕКА» (Європа – Кавказ – Азія). Транспортний зв'язок залізничної системи України з залізничними системами інших держав забезпечують 25 сухопутних прикордонних переходів.

Географічне положення України, розвинута транспортна мережа, наявність незамерзаючих портів повинні сприяти тому, щоб об'єми транзитних вантажопотоків через її територію збільшувалися.

Однак, в 2012 році об'єми міжнародних транзитних перевезень становлять 40940,14 тис. т і являються найнижчими за останні 10 років. Основні причини, що стримують розвиток транзиту в Україні, полягають в недосконалої системи контролю за вантажами на кордоні, в оплаті високої вартості послуг, які надаються митними брокерами, контрольними службами і транспортними терміналами, низькій швидкості доставки вантажів, недоліку комплексного, у тому числі інформаційного обслуговування на шляху прямування, у відсутності комплексу правових актів, які регулюють транзитні перевезення та їх експедиційне обслуговування

Для аналізу стану міжнародних транзитних перевезень на наступний період необхідно спрогнозувати об'єм транзитних перевезень на 2013 рік. Для цього використовується метод складання прогнозів для показників, які піддаються сезонним коливанням, на основі гармонійного аналізу. Суть даного методу полягає в розкладанні тимчасового ряду на складові. Його виконують, представляючи часовий ряд як сукупність гармонійних коливальних процесів. Для того, щоб оцінити точність прогнозу, складеного на основі гармонійного аналізу, для побудови моделі використовуються дані за попередні 12 років, складається прогноз і порівнюється з реальними даними. Для отримання розрахунків з ве-

ликою точністю число гармонік приймається рівним п'яти. При цьому середня похибка становить 0,12 %. На основі отриманих даних побудовано графік зміни фактичних даних та розрахованих даних на період 12 років та визначено прогнозовану величину міжнародних транзитних перевезень на 2013 рік, який складає 38934,778 тис. т транзитних вантажів.

Отримане значення вказує на те, що об'єми міжнародних транзитних перевезень будуть зменшуватися і надалі, якщо не прийняти кардинальних рішень для зміни ситуації в кращу сторону. До них можна віднести: здійснення заходів щодо тарифного стимулювання розвитку транзиту (запровадження єдиного збору, наскрізних тарифів, тарифних знижок тощо); підготовка нормативно-правових актів щодо тарифів за напрямками проходження транспортних коридорів; розробка методики формування наскрізних тарифів на перевезення транзитних вантажів; створення системи моніторингу тарифів і цін щодо надання послуг з перевезень та переробки транзитних вантажів на залізницях і в портах іноземних держав, які конкурують з українськими; здійснення гнучкої тарифної політики і т.і.

Аналіз структури вагонопотоків, що підлягають переробці на сортувальних гірках

Журавель В.В., Журавель І.Л.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Zhuravel V., Zhuravel I. Analysis of wagonflows subject to processing sorting hump
The analysis of the structure of wagonflows, are processed in the sorting hump

На сучасному етапі розвитку економіки України актуальними задачами для залізничного транспорту є підвищення його конкурентоспроможності на ринках транспортних послуг, забезпечення безпеки маневрової роботи та термінів доставки вантажів, їх схоронності під час перевезень, впровадження ресурсозберігаючих технологій.

Сортувальні гірки переробляють різноманітний за структурою вагонопотік, який відрізняється масою та типами вагонів, кількістю вагонів у відчепі, потужністю окремого призначення плану формування поїздів тощо. При цьому потік відчепів має стохастичний характер.

Аналіз структури вагонопотоків, які переробляються на сортувальних гірках, дозволили встановити наступне:

1. У вагонопотоках, які досліджено на одинадцяти автоматизованих і механізованих гірках, переважають одновагонні відчепи, але їх кількість має значний розкид – від 32,6 % до 70,0 %. Частота появи відчепів з більшою кількістю вагонів є меншою: двовагонних – від 15,3 до 21,3 %, трьохвагонних – від 5,0 до 15,4 %, чотирьохвагонних – від 3,0 до 10,0 %, з п'яти та більше вагонів – від 5,0 до 32,1 %. Середня кількість вагонів у відчепі при цьому становить від 1,72 до 3,84.

2. У структурі вагонопотоку, який досліджено на одинадцяти гірках, спостерігається значне коливання за ваговою категорією. Так, частка вагонів відповідної категорії знаходиться у межах:

- легкої – від 7,0 % до 60,7 %;
- легко-середньої – від 0,9 % до 30,0 %;
- середньої – від 0,9 % до 29,0 %;
- середньо-важкої – від 6,2 % до 18,0 %;
- важкої – від 14,0 % до 68,8 %.

Додаткові дослідження, які виконано на трьох гірках, показали, що основна частка вагонів припадає на вагони важкої вагової категорії та порожні, частки яких складають в се-

редньому 60 % та 23 % відповідно. Частки вагонів легкої та легко-середньої вагових категорій не перевищують 3 %. Частки вагонів середньої та важко-середньої вагових категорій становлять до 7 % та 16 % відповідно.

3. У вагонопотоках, які переробляються на дев'яти гірках, переважають піввагони. При цьому спостерігається розкид частоти появи вагонів певного типу:

- піввагонів – від 21,9 % до 84,0 %;
- критих – від 2,0 % до 20,0 %;
- платформ – від 1,1 % до 12,1 %;
- цистерн – від 2,0 % до 17,9 %;
- інших – від 5,0 % до 33,0 %.

4. На сортувальних гірках спостерігається значна кількість вагонів, які заборонено спускати з гірки без локомотива. Частота появи таких вагонів коливається в діапазоні від 14,0 % до 29,0 % і в останні роки не має тенденції до зниження.

Для забезпечення ефективності функціонування сортувальних гірок, їх параметри повинні визначатися з урахуванням даних факторів. Окрім того, наявність вагонів, які заборонено спускати з гірки без локомотива, значною мірою впливає на процес розформування составів і його тривалість, що потребує удосконалення існуючих імітаційних моделей розформування составів і дозволяє підвищити адекватність отриманих за їх допомогою результатів.

Актуальність вдосконалення роботи вантажних станцій

Журавель І.Л., Журавель В.В., Яновський П.О.¹

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, 1 – Національний авіаційний університет)

Zhuravel I., Zhuravel V., Yanovsky P. Improvement of urgency freight stations

The present paper describes the influence of various factors on the performance of the stations based on the analysis of two freight stations

Роль залізничного транспорту у транспортній системі України продовжує залишатися домінуючою. В першу чергу, це пояснюється значними обсягами перевезень вантажів і пасажирів (за даними Державної служби статистики залізничним транспортом України в 2011 році перевезено 468,4 млн. т. вантажів, що складає 57,7 % від загального обсягу перевезень усіма видами транспорту, а в 2012 році відповідно 457,5 млн. т. або 59,2 %). Обсяги перевезень вантажів залізницями після світової кризи відновилися, але не в повній мірі – збільшення в 2011 році порівняно з 2010 роком склало 8,2 %, а в 2012 році відбулося зниження на 2,5 % порівняно з 2011 роком.

Транспортною стратегією розвитку залізничного транспорту України на період до 2020 року визначені основні напрямки її реалізації, серед яких передбачене удосконалення технології організації перевезень, в т. ч. за рахунок збалансування інтересів залізниць і споживачів їх послуг, а також створення системи логістики.

Важливим елементом технологічного комплексу залізниць є вантажні станції, які забезпечують виконання основного обсягу навантаження та вивантаження вантажів. Основними питаннями, які розглядаються під час організації роботи таких станцій є вдосконалення технології їх функціонування, яке направлене, в першу чергу, на скорочення тривалості знаходження вагонів на станції, підвищення продуктивності праці та скорочення собівартості переробки вантажів на станції за умови забезпечення потреб клієнтури.

Клієнтура залізничного транспорту в галузі вантажних перевезень обслуговується переважно на під'їзних коліях (ПК), які примикають до станцій загальної мережі залізниць, в т. ч. вантажних. Особливості процесів взаємодії вантажних станцій і прилеглих до них

ПК порушують питання вибору раціональної технології їх сумісного функціонування, яка включає до свого складу як місце виконання добірки вагонів (на станції чи на ПК) по вантажних фронтах (ВФ), так і черговість подавання вагонів на ВФ. Крім цього, важливе значення в удосконаленні роботи вантажних станцій відіграє визначення параметрів вагонопотоків, які прибувають на ПК, і їх впливу на показники роботи станції.

Базовим принципом координації розвитку залізничного транспорту є забезпечення оптимізації взаємної технології за рахунок використання єдиних технологічних процесів роботи станцій примикання та ПК.

Досліджено роботу двох вантажних станцій, які обслуговують різну кількість ПК з вагонопотоками, що відрізняються характером і параметрами, та мають різні технічні характеристики (кількість колій, сортувальні пристрої тощо). Техніко-експлуатаційні показники для цих станцій отримані в результаті імітаційного моделювання їх функціонування та побудови добових планів-графіків роботи.

Аналіз отриманих під час досліджень результатів довів, що на показники роботи вантажних станцій, які обслуговують ПК, суттєво впливає значна кількість факторів – схема колійного розвитку, ємність та спеціалізація колій, кількість маневрових локомотивів і встановлений порядок обслуговування ними ПК, характер і параметри вагонопотоків, які перероблюються на ПК та ін. В цілому, вдосконалення роботи вантажних станцій мережі залізниць України є питанням актуальним.

Організація роботи сортувальної станції в умовах збільшення транзитних вагонопотоків з переробкою

Зеленкевич Ю.О., Папахов О.Ю.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Zelenkevich U., Papakhov A. Organization of work of marshalling yard is in the conditions of increase of transit carriage-stream with processing

Co-operation of elements of marshalling yard is in-process examined from in the conditions of increase of volumes of transportations on 25 and 50 %.

В умовах після кризового періоду з'явилась необхідність збільшення обсягів перевезень в умовах існуючої інфраструктури станцій та зменшення вагонного парку, що довело до розробки заходів, пов'язаних з прискоренням обслуговування вагонів на сортувальних станціях і тим самим скорочення обороту вантажних вагонів.

Сортувальна станція З розташована на головному напрямку Укрзалізниці, що з'єднує промисловий Східний регіон України з Центральною частиною та портами Чорноморського регіону.

При збільшенні обсягів перевезень на 25–50 % з'являється необхідність удосконалення технології роботи сортувальної станції З, що і розглядається у даній роботі.

У роботі виконані розрахунки взаємодії елементів сортувальної станції З при збільшених обсягах перевезень на 25 % та 50 %, а також перевірку кількості колій в парках станції.

Розрахунки довели, що колійний розвиток сортувальної станції З відповідає обсягам роботи і не потребує будівництва додаткових колій.

Розрахунки довели, що для стаціонарного режиму роботи сортувальної станції З при збільшених на 25 % обсягах перевезень транзитних вагонопотоків, станція функціонує в стандартному режимі.

При збільшенні обсягів транзитних перевезень на 50 %, стаціонарний режим роботи сортувальної станції 3 не виконується: в приймально-відправному парку виникають затримки, пов'язані з технічним та комерційним оглядом поїздів.

Для зменшення часу простою поїздів в парку приймання необхідно збільшити кількість бригад для технічного та комерційного огляду вагонів з однієї до двох.

Оценка неравномерности поступления вагонов на подъездные пути промышленных предприятий

Козаченко Д.Н., Вернигора Р.В., Рустамов Р.Ш.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, 1 – Одесская железная дорога)

Kozachenko D., Vernigora R., Rustamov R. Rating irregularity of cars on driveways
industrial enterprises

The technique of estimation of irregularity of volumes of railway transport's work is presented in
the abstract

Объективной реальностью грузовых перевозок являются колебания объемов вагонопотоков. Увеличение объемов работы в отдельные сутки вызывает необходимость содержания резервных мощностей, которые простаивают при уменьшении объемов работы. В этой связи весьма актуальной является задача оценки неравномерности перевозок.

Неравномерность прибытия вагонов на подъездные пути связана с различными причинами. Значительную неравномерность создает работа железных дорог: в связи с закрытием путей для проведения ремонтных работ, несогласованностью подвода поездов из разных направлений, накоплением составов поездов до нормы массы или длины, задержками в ожидании локомотивов и т.п. В отдельные сутки сочетание данных факторов может приводить к значительному превышению средних объемов работы. Однако, как показывает анализ, пиковые размеры перевозок, вызванные неравномерностью работы железных дорог, сопровождается соответствующим снижением размеров работы в смежные сутки. Сглаживание данной неравномерности обеспечивается за счет дополнительной путевой емкости промышленных станций и станций примыкания и не приводит к существенному ухудшению работы железнодорожного транспорта. Иная причина неравномерности связана с колебаниями объемов производства. В этом случае происходят длительные увеличения объемов перевозок. Отсутствие достаточной путевой емкости на промышленных станциях приводит не только к переполнению станций примыкания, но и к бросанию поездов на промежуточных станциях примыкающих участков, существенному ухудшению показателей использования грузовых вагонов и локомотивов.

В этой связи в качестве неблагоприятных условий работы подъездного пути предлагается считать такие, когда он испытывает пиковые нагрузки в течении трех и более суток. Допустимой предлагается считать ситуацию, когда превышение расчетных объемов работы происходит не более одного раза в год. Анализ предложенной методики применительно к условиям работы ПАО АрселлорМиттал Кривой Рог и МЗ Азовсталь показывает, что расчетные коэффициенты неравномерности поступления вагонов на предприятия составляют соответственно 1,41 и 1,45. Вероятность превышения в отдельные сутки объемов работы, установленных на основании данного коэффициента неравномерности, близка к 5 %. В то же время устойчивое превышение данных объемов наблюдается только один раз в год.

Представленная методика основывается на статистических методах анализа и может быть использована для определения неравномерности поступления вагонов на подъездные пути промышленных предприятий.

Дослідження умов закріплення рухомого складу гальмовими башмаками на станційних коліях

Козаченко Д.М., Іващенко Є.В., Пасічний О.М.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kozachenko D., Ivaschenko E., Pasichnyy O. Studies of fixing rolling stock on the station tracks
The new technique of definition of brake shoes for fixing of a rolling stock on stations track is presented in abstract

Одним із важливих питань безпеки руху поїздів є забезпечення надійного закріплення рухомого складу для запобігання його самовільного виходу зі станційних колій. В сучасних умовах закріплення рухомого складу на залізницях України здійснюється в основному гальмовими башмаками. Виконання цієї операції вимагає певного часу та утримання штату сигналістів і на станційних коліях зі значним ухилом призводить до великих простоїв вагонів, локомотивів, падіння пропускної та переробної спроможності станцій. У зв'язку з цим задача вибору раціональних норм закріплення рухомого складу гальмовими башмаками є актуальною для залізничного транспорту України.

У 1995 році в Україні була введена в дію нова «Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи». В новій методиці суттєво збільшені норми закріплення для випадків укладання башмаків під порожні вагони та вагони з невідомим навантаженням на вісь. Хронометражні дослідження, проведені на станції Нижньодніпровськ-Вузол показали, що тривалість закріплення окремих составів досягає 12 хвилин і викликає суттєві простої локомотивів, локомотивних бригад та вагонів. У зв'язку з цим актуальною є задача удосконалення методики нормування кількості гальмових башмаків для забезпечення безпечного утримання рухомого складу на станційних коліях.

Основною причиною необхідності укладання зайвих гальмових башмаків є нормування їх кількості в залежності від числа осей у составі. При цьому навантаження на вісь та структура состава є невідомими і при нормуванні приймається найгірший розрахунковий випадок.

Зважаючи на те, що маса організованих поїздів є відомою для нормування кількості гальмових башмаків, що укладаються під вагони з невідомим навантаженням на вісь при закріпленні змішаних составів може використовуватись вираз

$$n_6 = \frac{Q(i-0,5)}{1100} + \frac{3n_{oc}}{200},$$

де Q – маса состава поїзда; n_{oc} – кількість осей у составі.

Виконані розрахунки показують, що використання даного виразу при нормуванні кількості гальмових башмаків забезпечує утворення гальмових сил, що гарантують утримання состава на коліях в несприятливих умовах.

Дослідження поїздопотоків, що прибувають у переробку у парну систему станції Нижньодніпровськ-Вузол показало, що 80 % поїздів мають змішані состави з порожніх та завантажених вагонів у яких вагони з навантаженням на вісь менше 15 т розташовуються у зоні укладання гальмових башмаків. Дослідження середнього навантаження на вісь у поїздах зі змішаними составами показало, що воно є випадковою величиною з логарифмічно-нормальним законом розподілу. Математичне очікування середнього навантаження на вісь у составі для парку прийому 3 станції Нижньодніпровськ-Вузол складає 10,6 т, що у 2,2 рази менше розрахункового значення 23,5 т, яке використовується при нормуванні кількості гальмових башмаків для закріплення состава.

Урахування маси состава при визначенні кількості гальмових башмаків для його закріплення дозволяє в окремих випадках зменшити норму закріплення до 5 башмаків і в середньому для парку прийому 3 станції Нижньодніпровськ-Вузол забезпечує зменшення норми закріплення на 2,54 башмака на состав.

Визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю сортувальних гірок

Колесник А.І., Тарнай Є.Є.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kolesnyk A. I., Tarnay Y. Y. The determination of the rational parameters of a longitudinal profile of sorting humps

The method of the complex calculation of a height and a longitudinal profile of a sorting hump is given in this article.

Конструкція поздовжнього профілю сортувальної гірки суттєво впливає на динаміку скочування відчепів. Параметри профілю, разом із встановленими режимами гальмування, визначають величину інтервалів між відчепами, швидкість співударяння вагонів, а також ступінь заповнення сортувальних колій. Існуючі підходи до оптимізації поздовжнього профілю не досить повно враховують техніко-експлуатаційні показники роботи гірки, що вимагає пошуку нових критеріїв і методів оптимізації конструкції сортувальних гірок. Таким чином, визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю є важливою задачею під час розрахунку сортувальних гірок.

Характер роботи гірки вимагає комплексного розрахунку її висоти та поздовжнього профілю. Тому в даній роботі запропонована методика визначення раціональної конструкції поздовжнього профілю за критерієм мінімізації висоти сортувальної гірки H_r за умови докочування поганого бігуна до розрахункової точки $S_{рт}$. Зменшення висоти, за умови певної конструкції колії насуву, дає можливість скорочення енергетичних витрат на насув состава, на витягування груп вагонів із сортувального парку у випадку необхідності їх повторного сортування, а також дозволить скоротити потрібну потужність гальмівних позицій.

В якості параметра, що характеризує висоту та конструкцію поздовжнього профілю, запропоновано використовувати коефіцієнт увігнутості профілю μ , що залежить від площі поздовжнього перетину гірки. Як показали дослідження, зі збільшенням увігнутості профілю при постійній висоті гірки, суттєво зменшується швидкість відчепів у розрахунковій точці (РТ), що призводить до збільшення кількості та величини вікон на сортувальних коліях. Коефіцієнт увігнутості, що при певній висоті гірки та несприятливих погодних умовах забезпечує зупинку розрахункового відчепа в РТ названо базовим μ_0 . Встановлено, що між висотою гірки H_r і коефіцієнтом μ , що є для неї базовим, існує лінійний зв'язок $H_r = f(\mu_0)$. При цьому зі зниженням висоти гірки, для забезпечення зупинки розрахункового бігуна в РТ, необхідно зменшувати коефіцієнт увігнутості профілю.

Поздовжній профіль, який забезпечує досягнення РТ при найменшій висоті гірки представляє собою однорідний ухил від вершини гірки до розрахункової точки. При цьому реалізація подібного профілю неможлива, оскільки ухили всіх елементів профілю мають певні експлуатаційні обмеження. Так, значення ухилів елементів швидкісної ділянки повинні визначатися виходячи із забезпечення надійного розділення відчепів на першому розділовому елементі. Параметри ухилів стрілочної зони розраховуються виходячи із забезпечення необхідного поперечного ухилу сортувальних колій. Звідси невідомими залишаються ухили ділянок І гальмівної позиції ($i_{гпI}$), проміжного елементу ($i_{пр}$) та ІІ гальмівної позиції ($i_{гпII}$). Таким чином необхідно знайти такий вектор параметрів $\mathbf{I}^* =$

($i_{ГП}$, $i_{пр}$, $i_{ГПШ}$), що забезпечить зупинку розрахункового бігуна в розрахунковій точці при мінімальній висоті гірки.

Для вирішення поставленої задачі спочатку знайдено область допустимих параметрів $i_{ГП}$, $i_{пр}$, $i_{ГПШ}$, що забезпечують зупинку розрахункового відчепа в РТ. В подальшому, в отриманій області, за допомогою методу Хука-Дживса, знайдено вектор $\mathbf{I}^*$, при якому висота гірки найменша. Як показали дослідження, ухил елементу ГП I слід приймати найменшої величини, а проміжний елемент і елемент ГП II доцільно проектувати однорідним ухилом.

Таким чином, використання запропонованого підходу для визначення ухилів елементів поздовжнього профілю сортувальних гірок дозволить зменшити експлуатаційні витрати на розформування составів та підвищити якість сортувального процесу.

Розвиток сервісу в пасажирських залізничних перевезеннях

Коробйова Р.Г., Чугай А.Д., Руденко Н.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Korobiova R. G., Chugaj A. D., Rudenko N. V. Development of services in passenger rail transportation.

The set of services related to transportation, the organization consists of passengers for the trip, during the trip and after. In connection with the introduction of high-speed urgent issue usefulness in night trains. In this paper, comparisons traffic demand high-speed trains and night trains «Intercity+»

Сьогодні «транспортний мир» – це конкуренція фірм, компаній, організацій в виробництві та збитку своєї продукції – перевезенні. Боротьба за пасажирів ведеться не тільки між видами транспорту, але й всередині них. Сукупність послуг, пов'язаних з перевезенням, стає основною умовою конкурентоспроможності перевізників. В цю сукупність входить обслуговування пасажирів до поїздки, під час поїздки та після неї. Кожна з цих складових етапного обслуговування може зіграти вирішальну роль в виборі виду транспорту. При відсутності комплексного сервісного обслуговування на залізничному транспорті основний етап – перевезення, втрачає частку споживчої цінності, стає неконкурентоспроможною.

Для комерційного успіху перевізника обслуговування, пов'язане з розширенням асортименту послуг, які надається пасажирів, останнім часом набуває все більше значення. При цьому, окрім традиційних видів сервісу, з'являються нові форми організації обслуговування пасажирів.

Однією з задач покращення обслуговування подорожуючих залізничним транспортом є збільшення швидкості руху поїздів, що дозволить скоротити час доставки пасажирів в пункт призначення. В зв'язку з цим на даний час в Україні з'явилась тенденція – скорочення значної кількості пасажирських нічних поїздів на заміну яким прийшли швидкісні електропоїзди. За розкладом руху пасажирських поїздів на 2012-2013 роки було відмінено близько 30 пар нічних поїздів. Таким чином пасажирів позбавлені можливості обирати зручний для них вид пресування, не здійснюючи для цього додаткових пересадок.

Для оцінки затребуваності нічних поїздів було виконано порівняння нічного фірмового поїзда № 79/80 та швидкісних поїздів «Інтерсіті+», денного № 165/166 і вечірнього № 167/168, які курсують в сполученні Дніпропетровськ – Київ.

При виборі виду транспорту пасажирів керуються такими показниками, як швидкість, зручність графіку руху, комфортність під час подорожі, вартості, можливості пільгового проїзду. Тому при порівнянні поїздів виконувалось наступні критерії: комфортабельність; час у дорозі; вартість проїзду; населеність поїзда; кількість проданих квитків.

На даний час аналіз показав, що найбільшим попитом у пасажирів продовжує користуватися нічний фірмовий поїзд № 79/80. Населеність його в березні 2013 року склала близько 90 %, в той час як населеність швидкісного денного біля 42 %, швидкісного вечірнього – 58 %. Такий попит обумовлено не лише вартістю квитка, а й часом відправлення з початкової станції та прибуття на кінцеву станцію, можливість більш зручно, в порівнянні з швидкісним, відпочити.

При вартості квитка на фірмовий поїзд № 79/80 у двічі менше ніж на поїзда «Інтерсіті+» прибуток, отриманий від реалізації квитків на нічний поїзд в березні 2013 року, склав 16974,47 тис. грн., що на 12426,12 тис. грн. більше ніж денний № 165/166, та на 10712,41 тис. грн. більше аніж вечірній швидкісні поїзди.

Підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів неможливо без підвищення якості експлуатаційної роботи, використання нової техніки та технології в організації перевізного процесу, покращення взаємовідносин з користувачами залізничного транспорту. При цьому уподобання повинні віддаватися інтересам клієнтів перед відомственими.

Реформування приміських перевезень на залізницях України

Коробйова Р.Г., Лобань О.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Korobiova R. G., Loban' E. A. Reform of commuter traffic on the railways of Ukraine.

To meet the needs of society and compliance services provided to European quality standards, it is necessary to develop measures that will improve the efficiency of the rail industry in the segment of sub-urban passenger transportation.

За останні десять років в Україні загострилася ситуація, яка стосується питання щодо реформування залізничного транспорту України. Позитивний момент для нашої держави полягає в тому, що вона не першопрохідець, що дає значні переваги в досягненні більш ефективних результатів за більш короткі проміжки часу, оскільки є можливість аналізувати та використовувати опит країн в яких реформи залізничного транспорту розпочалися раніше або вже проведені.

Реформування пасажирського залізничного транспорту Україні необхідно одночасно як у дальньому так й приміському сполученні, яке несе найбільше соціальне навантаження. В приміському сполученні перевозиться до 90 % всіх пасажирів, які користуються залізничним транспортом. Не дивлячись на такий потік пасажирів цей сегмент залишається найбільш збитковим. До основних причин збитковості зазвичай відносять:

- використання економічно необґрунтованих тарифів на перевезення пасажирів;
- велику кількість пільговиків (на залізницях України надається пільговий проїзд 26 категоріям громадян, які мають таке право відповідно до чинного законодавства);
- знос існуючого парку приміських составів становить біля 80 %;
- велика кількість «зайців», які відмовляються сплачувати за свій проїзд.

Тому заходи, які приймаються залізничним транспортом для ліквідації збитковості приміських перевезень зводяться в основному до усунення безквиткового проїзду, субсидування з місцевих бюджетів областей приміських перевезень і збільшення вартості проїзду пасажирів без зміни в цілому якості перевезень. Цей напрямок не дає в даний час належного ефекту. Більш перспективним напрямком у підвищенні рентабельності приміських перевезень є комплексне покращення умов проїзду та якості обслуговування пасажирів.

Для забезпечення потреб суспільства та відповідності послуг, які надаються, європейським стандартам якості, а також підвищенню ефективності функціонування галузі в 2009 році була прийнята Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки. Цією програмою передбачається на основі існуючих 6 українських доріг створити акціонерне товариство залізничного транспорту загального користування як національного перевізника вантажів та пасажирів, на балансі якого будуть знаходитись об'єкти інфраструктури залізничного транспорту загального користування. За таким принципом, у результаті злиття двох німецьких компаній – Bundesbahn (Федеральні залізниці, ФРН) і Reichsbahn (Державні залізниці, НДР), в 1994 році була створена німецька державна компанія Deutsche Bahn (DB). За цим же принципом, на базі міністерства шляхів сполучення, в 2003 році створювались і «Російські залізниці» (РЖД).

Згідно з програмою реформ, в сфері приміських перевезень передбачається створювати регіональні підприємства за участю обласних держадміністрацій для забезпечення приміських перевезень пасажирів. Завдяки чому будуть розподілені функції між державою, яка продовжить здійснювати регулювання і контроль над галуззю, і компанією (100 % державна власність), яка здійснює господарську діяльність.

Планується що завдяки проведенню реформи за 3-4 роки сектор приміських пасажирських перевезень перестане буди збитковим, для чого необхідно тісно співпрацювати з обласними державними адміністраціями. А через 7 років відбудеться повна реформа залізничного транспорту. Очікується, що реформування галузі, створення дирекцій на місцях, дозволить ефективніше управляти галуззю і залучити як державні, так і приватні інвестиції, в тому числі і в сектор приміських перевезень.

Организация использования технологии «дорога на рельсах» (rail-road) в России

Магомедова Н.М., Игнатова Д.В.

(ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный университет путей сообщения»)

Magomedova N. M., Ignatova D. V. Organization of technology "the road on rail" (rail-road) in Russia

The existing level of the organization of the transport infrastructure does not allow to fully realize the existing potential of Russia in the transport market. To reach the higher level of organization re carriage should take the path of innovative development, to develop and introduce new technologies. This entail an increase in the Russian and foreign cargo traffic growth requirements for the quality of transport services

Существующий уровень организации транспортной инфраструктуры, не позволяет в полной мере реализовать существующий потенциал России на рынке транспортных услуг. Для выхода на более высокую ступень организации пере возок, необходимо становиться на путь инновационного развития, разрабатывать и внедрять новые технологии. Это, в свою очередь, повлечет за собой увеличение внутри российских и внешнеторговых грузопотоков, рост требований к качеству транспортного обслуживания.

С 1990-х годов в России и странах Восточной Европы совершалось несколько попыток наладить контрейлерное сообщение. Однако почти все они оказались не очень удачными. Первый российский проект в 90-х годах был прекращен из-за технических несовершенств – системы крепления были не продуманы, и техника была повреждена. Второй крупный украинско-литовско-белорусский проект – поезд «Викинг» - просуществовал с 2003 по 2007 год и перевез несколько сотен автопоездов. Аналогичный поезд «Ярослав» перевозил автопоезда между Украиной и Польшей и перестал совершать пейсы в 2005 году.

«Викинг» и «Ярослав» постигла печальная судьба по причине высоких железнодоро-

рожных тарифов. На сегодня день в Западной Европе пользоваться контрейлерными перевозками выгодно, поскольку если пускать авто своим ходом, в силу вступят огромные экологические налоги. Ну, а в России и Восточной Европе экологическое законодательство пока не сильно развито. Ситуацию усугубляет и невозможность или нежелание железнодорожных перевозчиков установить более конкурентные тарифы на контрейлерные перевозки.

В настоящее время для формирования развитой, удовлетворяющей современным требованиям транспортной системы, оптимизации затрат на грузоперевозки, эффективного использования потенциала России на рынке услуг по грузоперевозкам, группой компаний «Delo» совместно с компанией «Lohr Industrie» разрабатывается проект по внедрению на территории РФ современной технологии комбинированной перевозке полуприцепов «ModaLohr».

Технология «дорога на рельсах» (Rail-Road) предполагает организацию перевозки большегрузных автомобильных полуприцепов по железной дороге. Цель данной технологии: осуществлять быструю, безопасную и экономичную их перевозку по железнодорожным рельсам, разгрузив тем самым авто инфраструктуру страны.

Основные характеристики технологии ModaLohr:

- Погрузка стандартных полуприцепов 4 метра высотой и 13,7 метров длиной.
- Транспортировка 38-тонных полуприцепов на дальние расстояния.
- Продолжительность стоянки под загрузкой или выгрузкой без отсоединения от локомотива на терминале не превышает 1 ч (для маневров грузового автомобиля необходимо 30 – 40 мин).
- Независимая погрузка каждого транспортного средства.
- Возможность совершать промежуточные остановки (например, для выгрузки полуприцепа из середины состава).
- Возможность перевозки интермодальных грузов, а именно контейнеров.
- Безопасность при движении обеспечивают фиксирующие устройства на платформе.

Уже сегодня на решение существующих задач по развитию технологии «ModaLohr» в России тратятся средства и усилия многих специалистов. Существенно затрудняет организацию бесперегрузочных железнодорожных перевозок наличие существенных технических различий железных дорог разных стран мира: по габаритам, ширине колеи, нагрузкам на ось, а также по системам ходовой части, сцепного и тормозного оборудования. Для решения возникающих задач требуются большие силы и средства.

Перевозка груженого автопоезда производится в сопровождении проводника. Отправитель может возложить функции проводника на водителя автопоезда. Во всех случаях водитель автопоезда подчиняется таможенным, паспортным, железнодорожным и другим правилам стран, железные дороги которых участвуют в перевозке. В связи с тем, что автопоезд сопровождает водитель, и груз чаще всего находится под его ответственностью, принято целесообразно считать такую перевозку перевозкой в сопровождении. Для этой цели в состав поезда включается спальный вагон.

Съемные автомобильные кузова и полуприцепы принимаются к перевозке за пломбами, запорно-пломбировочными устройствами грузоотправителя или за пломбами, запорно-пломбировочными устройствами первоначального отправителя груза автомобильным транспортом. Железная дорога должна проверить наличие пломб или запорно-пломбировочных устройств, которые должны быть навешены отправителем при приеме груза к перевозке автомобильным транспортом.

Груз в автопоезде, съемном автомобильном кузове и полуприцепе должен быть размещен в соответствии с требованиями к размещению и креплению грузов в них с соблюдением следующих основных положений, являющимися общими правилами размещения и крепления груза в контейнерах, съемных автомобильных кузовах, кузовах полуприцепов и автопоездов:

- груз должен быть равномерно расположен по площади пола;
- тяжелые грузы не должны укладываться на легкие грузы;
- центр тяжести груза в кузове должен находиться в точке, не превышающей половину высоты кузова;
- груз в кузове, во избежание возможного смещения, должен быть компактно уложен, а имеющиеся в кузове зазоры должны быть заполнены вкладышами типа: согнутый картон, надувные емкости, распорные деревянные конструкции и др.;
- между штабелями груза и торцевыми дверями, во избежание повреждения грузом кузова или тента, должны предусматриваться соответствующие компенсирующие (упорные, защитные) устройства. Упор отдельных мест в тент не допускается;
- при размещении в кузове одиночных мест нагрузка на пол не должна превышать допустимого значения.

Это лишь некоторые из правил, применяющиеся при контрейлерных перевозках, перевозках по железным дорогам груженых автопоездов, съемных автомобильных кузовов и полуприцепов.

Таким образом, внедрение технологии «дорога на рельсах» будет способствовать улучшению состояния автодорожного полотна, увеличение срока его службы, снижению аварийности, уменьшению количества пробок, позитивному эффекту в экологической обстановке, уменьшению эксплуатационных государственных расходов. При переключении части грузоперевозок с автомобильного транспорта на железные дороги существенно сократится расход энергоресурсов в транспортном секторе экономики.

Моделювання роботи технічної станції для дослідження різних технологій обміну груп вагонів у двогрупних поїздах

Мазуренко О.О., Кудряшов А.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Mazurenko O. O., Kudryashov A. V. Modeling of the work of technical station for research of different the technologies exchange of wagon units in the two-unit trains

Provides general structure of the simulation model of the technical station, which can be used to investigate the effectiveness of various the technologies exchange of wagon units in the two-unit trains.

Дослідження роботи залізничних станцій було в числі перших сфер застосування комп'ютерної техніки в експлуатації залізниць. Широке застосування здобуло імітаційне моделювання, яке є потужним засобом для дослідження процесів, що відбуваються на залізничному транспорті. Крім цього імітаційне моделювання забезпечує виконання таких експериментів, які неможливо виконати на реальних об'єктах залізничного транспорту з різних причин. Кількісну оцінку техніко-експлуатаційних та економічних показників роботи технічної станції для кожного з можливих варіантів технології обслуговування поїздів різних категорій найбільш доцільно виконувати за допомогою методів імітаційного моделювання. Отже виникає необхідність в розробці відповідних імітаційних моделей роботи залізничних станцій, які дозволять виконувати дослідження, пов'язані з різними варіантами технології обміну груп вагонів у двогрупних поїздах в оперативних умовах.

Основою розробленої функціональної моделі роботи технічної станції (ФМС) є трирівнева модель. На метарівні станція розглядається як система масового обслуговування (СМО), що виконує обслуговування вхідного потоку заявок. На макrorівні виконується моделювання технологічного процесу (ТП) обслуговування потоку заявок. На мікрорівні виконується моделювання обслуговування окремих заявок.

Структура функціональної моделі включає в себе генератор вхідного потоку поїздів та модель технологічного процесу обслуговування об'єктів (МТП).

Генератор вхідного потоку призначений для моделювання надходження поїздів на станцію з тих підходів, які не входять до складу обраного залізничного напрямку. Моделювання надходження заявок на окрему станцію з тих станцій, які входять до даного напрямку, виконується за результатами роботи попередньої станції та з використанням графікової тривалості руху поїздів.

Модель технологічного процесу обслуговування об'єктів призначена для моделювання процесу обслуговування поїздів різних категорій. В МТП технічна станція розглядається як багатофазна, багатоканальна, керована СМО. В наведеній СМО вхідний потік створюють об'єкти, що вимагають обслуговування на станції. Фазами обслуговування є окремі технологічні операції, які виконуються в певній послідовності відповідно до ТП. Обслуговуючими пристроями є виконавці технологічних операцій.

ТП обробки об'єктів Ok на станції являє собою комплекс технологічних операцій q_i , кожна з яких має бути виконана у певному порядку перед тим, як об'єкт залишить систему. В якості об'єктів, що обробляються в ФМС розглядаються поїзди, локомотиви, маневрові состави та состави, що накопичуються на сортувальних коліях. Тривалість виконання кожної операції розглядається як випадкова величина з заданим законом розподілу. Параметри, необхідні для моделювання випадкової величини t при кожній реалізації обробки состава, встановлюються в результаті статистичної обробки даних натурних досліджень.

Для виконання досліджень, пов'язаних з різними варіантами обслуговування поїздів, до складу ФМС включено модель оперативного керування технологічним процесом станції (МОКТП). Також дана модель дозволяє приймати рішення щодо застосування певної технології обміну груп вагонів у двогрупному поїзді в залежності від поточної оперативної ситуації та прогнозу надходження вагонів на станцію.

Інформація, яка необхідна для аналізу варіантів обробки двогрупного поїзда, може бути поділена на зовнішню та внутрішню. До зовнішньої інформації відносяться відомості щодо моменту надходження поїзда на станцію та його складу, яка може бути отримана від поїзного диспетчера або з НАСК ВП УЗ. Внутрішня інформація формується безпосередньо на самій станції. Для забезпечення найбільш якісного планування роботи сортувальної станції необхідна наявність наступної оперативної інформації:

- моменти прибуття поїздів, що надходять із попередньої станції;
- кількість вагонів в кожній з груп двогрупного поїзда та їх розташування у складі поїзда;
- наявність вільних колій в парках станції;
- характеристики відповідної причіпної групи вагонів (кількість вагонів, місце розташування).

Для застосування раціональної технології обслуговування окремого двогрупного поїзда розроблено спеціальну процедуру. Ініціалізація розробленої процедури відбувається за умови, що в кожному з парків є вільні колії та відповідні виконавці технологічних операцій. Якщо ж в якомусь з парків станції (приймально-відправному або парку прийому) немає вільних колій для прийому двогрупного поїзда, то дана процедура не ініціюється. При цьому двогрупний поїзд приймається у парк з вільними коліями, де з ним виконуються відповідні технологічні операції.

Вихідні дані для даної процедури поділяються на декілька частин:

- параметри прибувшого на станцію поїзда;
- параметри технічної станції;
- оперативний стан станції (вільність колій, виконавців, кількість вагонів попутного призначення на коліях сортувального парку і т.д).

ФМС в процесі моделювання повинна імітувати реальний технологічний процес обробки поїздів і маневрових передач, як по структурі, так і за тривалістю виконання

окремих операцій. При цьому необхідно враховувати, що тривалість виконання окремих операцій є випадковою величиною з деяким законом розподілу. За результатами обробки статистичних даних було отримано певні залежності, які дозволяють адекватно моделювати процес обслуговування поїздів різних категорій на станції.

Перевірка адекватності ФМС, яка була виконана за допомогою U-критерію Уїлкоксона, показала що функціонування розробленої моделі реалістично відображає ті процеси, які відбуваються на існуючих технічних станціях. Звідси можна зробити висновок, що функціональна модель роботи технічної станції може бути застосована для дослідження, аналізу та оцінки варіантів технології обміну груп вагонів у двогрупних поїздах. При цьому вона дозволяє враховувати вплив оперативного застосування кожної з технологій в залежності від поточної ситуації та прогнозу надходження вагонів на станцію. Структура даної моделі дозволяє досить швидко адаптувати її для інших технічних станцій з урахуванням їх техніко-технологічних особливостей.

Анализ эффективности технических средств закрепления подвижного состава на станционных путях

Мошкола Ю.Ю., Козаченко Д.Н.¹, Пасичный А.Н.¹

(Одесская железная дорога, 1 – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Moshkola J., Kozachenko D., Pasichnyy O. Analysis of the effectiveness of means fixing the rolling stock on the station tracks

Results of research of efficiency of application of technical means for fixing of a rolling stock on railway station's tracks are given in the abstract

В настоящее время одной из острых проблем эксплуатационной деятельности железнодорожного транспорта является закрепление подвижного состава на путях станций. Операция закрепления выполняется вручную сигналистами и связана с необходимостью нахождения людей в опасной зоне, что является одним из стабильных источников травматизма. Кроме того, не исключены случаи сброса башмаков, перекатывая колес через голову башмака, халатного отношении сигнальщиков к выполнению своих обязанностей. Эти обстоятельства приводят к самопроизвольному уходу вагонов и связанному с ним ущербу. Возможными путями решения данной проблемы является использование специального трехэлементного профиля, оборудование вагонов автоматическими стояночными тормозами и применение автоматизированных устройств для закрепления подвижного состава на станционных путях. Учитывая, что применение первых двух способов является затруднительным как по техническим, так и по экономическим причинам, то более перспективным путем представляется использование специальных технических средств закрепления. Примерами таких устройств могут быть стационарные тормозные упоры, например УТС-380 и стопорные устройства, например АСУЗР-65. Для обеспечения широкого внедрения автоматизированных устройств закрепления подвижного состава необходимо с одной стороны решить задачи совершенствования их конструкции (в первую очередь для обеспечения контроля состояния) и снижения стоимости, а с другой – необходимо разработать методы технико-эксплуатационной и технико-экономической оценки эффективности их применения.

Анализ станционных процессов показывает, что использование автоматизированных устройств закрепления приводит к изменению продолжительности нахождения составов, локомотивов и локомотивных бригад под операциями закрепления подвижного состава. Кроме того, операции закрепления входят в технологические циклы занятия маневровых локомотивов, путей и сигналистов и влияют на их загрузку, что приводит к изменению

простоя вагонов в ожидании технологических операций и эти простои необходимо учитывать при расчете экономического эффекта от применения стопорных устройств.

На основании опытов с имитационной моделью сортировочной станции получены зависимости влияния внедрения автоматизированных устройств закрепления на продолжительности нахождения составов поездов в парках станции. При этом, наибольший эффект достигается в парках приема и отправления, где операция закрепления входит в технологические циклы маневровых локомотивов. При уклонах 0,0025 сокращение простоя вагонов в парке достигает 20 мин. Учитывая, что интервалы прибытия поездов на станции и продолжительность их обслуживания на путях являются случайными величинами, то загрузка путей в парках является неравномерной. В этой связи, оборудование парков автоматизированными устройствами для закрепления подвижного состава будет иметь разную эффективность в зависимости от степени загрузки путей и, соответственно, от степени загрузки этих устройств. Результаты расчетов показывают, что эффективным является оборудование стопорными устройствами в парке 3-4 путей и сохранение на остальных башмачного закрепления.

Выполненные исследования и разработанные методы позволяют железным дорогам определять эффективность внедрения автоматизированных устройств закрепления для каждой конкретной станции, а производителям этих устройств – оценить рынок Украины на предмет внедрения своей продукции и установить рациональную ее стоимость.

Як уникнути реконструкції поздовжнього профілю при обладнанні сортувальних колій системою розподіленого регулювання швидкості відчепів

Назаров О.А.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Nazarov O. How to do without reconstruction of the profile elevation at the sorting sidings equipped by quasi-continuous speed control of cuts system

The quasi-continuous speed control of cuts systems will help to resolve the high-quality wagon packing of sorting sidings without reconstruction of the profile elevation.

Обладнання сортувальних колій системами розподіленого регулювання швидкості відчепів набуває все більшого поширення на залізницях світу. Така тенденція пов'язана з тим, що зазначені системи дозволяють істотно поліпшити якість заповнення сортувальних колій вагонами і разом з тим зменшити вплив людського фактору на процес регулювання швидкості відчепів.

В більшості таких систем для регулювання швидкості відчепів використовуються точкові вагонні уповільнювачі. Використання точкових вагонних уповільнювачів для регулювання швидкості відчепів в сортувальному парку потребує проектування спеціального профілю сортувальних колій, а саме збільшення ухилу останніх в порівнянні з нормативними значеннями.

Збільшити ухил сортувальних колій на більшості сортувальних станцій досить проблематично, тому що це тягне за собою необхідність реконструкції профілю або насувної та спускної частини сортувальної гірки з одного боку, або витяжних колій формування та парку відправлення з іншого. Ці обставини є стримуючим фактором до застосування систем розподіленого регулювання швидкості відчепів в сортувальних парках без реконструкції поздовжнього профілю сортувальних колій.

Вирішувати цю проблему можна шляхом керування точковими вагонними уповільнювачами. Некеровані точкові вагонні уповільнювачі чинять опір руху не тільки тих відчепів, які рухаються зі швидкістю, що перевищує контрольну швидкість спрацьовування

уповільнювачів. Відчепи, що рухаються з меншою швидкістю, також зазнають опору з боку точкових вагонних уповільнювачів, але відчутно меншого. Саме цим викликана потреба збільшення ухилу сортувальних колій, обладнаних системою розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням некерованих точкових вагонних уповільнювачів.

Система розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням керованих точкових вагонних уповільнювачів доповнена блоком прогнозування швидкості підходу відчепів до вагонів на сортувальній колії, який формує команди на переведення окремих уповільнювачів на шляху скочування відчепа з робочого в неробоче положення та навпаки. Показники якості заповнення вагонами сортувальної колії, обладнаної такою системою залежать від точності прогнозування швидкості руху відчепа, а також від точності алгоритму розрахунку і реалізації розрахованої швидкості точковими вагонними уповільнювачами.

Уникнути збільшення ухилу сортувальних колій можна, якщо при їх обладнанні системою діленого регулювання швидкості відчепів застосувати точкові вагонні прискорювачі-уповільнювачі. Вони, так само як і точкові вагонні уповільнювачі, чинять опір руху тих відчепів, які рухаються зі швидкістю, що перевищує контрольну швидкість спрацювання прискорювачів-уповільнювачів. Відчепи, що рухаються з меншою швидкістю, зазнають прискорення.

Для встановлення залежності показників якості заповнення вагонами сортувальної колії, обладнаної точковими вагонними прискорювачами-уповільнювачами, від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів здійснене моделювання процесу. Аналіз результатів моделювання засвідчив, що при використанні точкових вагонних прискорювачів-уповільнювачів можна досягти таких самих показників якості заповнення сортувальних колій вагонами, як при використанні точкових вагонних уповільнювачів, але значно меншою кількістю точкових регуляторів швидкості і на менших ухилах, порівняних з ухилами сортувальних колій, не оснащених системою розподіленого регулювання швидкості відчепів, та з нормативними значеннями ухилу сортувальної колії.

Таким чином, щоб уникнути реконструкції поздовжнього профілю при оснащенні сортувальних колій системою розподіленого регулювання швидкості відчепів, бажано розглянути та порівняти варіанти систем з керованими точковими вагонними уповільнювачами та з некерованими точковими вагонними прискорювачами уповільнювачами.

Основи створення імітаційних моделей функціонування транспортних вантажних комплексів

Окороков А.М., Подковирова Г.А.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Okorokov A. M., Podkovirova G. A. Basics of simulation models functioning transport cargo complexes

The feasibility of the development and use of adequate models of freight transport systems to improve technical equipment and their performance is considered. Evaluated possible ways of development and implementation in use.

У сучасному суспільстві спостерігається якісний стрибок в застосуванні комп'ютерів і засобів комунікацій в самих різних сферах. Не є винятком і залізничний транспорт, де в останні роки інформатизації належить особлива роль у підвищенні ефективності його роботи та конкурентоспроможності на ринку транспортних послуг, у вирішенні завдань, пов'язаних з витратами на переміщення вагонів, визначення кількості маневрових локо-

мотивів та витрат навантаження-вивантаження, оптимізації кількості вантажно-розвантажувальних машин та оптимальної кількості локомотивів та місткості складів. Інформатизацією сьогодні охоплені практично всі сторони роботи залізниць, а створення і впровадження в усі сфери діяльності залізничного транспорту перспективних інформаційних технологій на базі сучасних систем дозволить значним чином спростити управління такою складною системою. Основами для цих систем мають служити адекватні моделі як окремих підрозділів залізничного транспорту (під'їзних колій, вантажних станцій), так і більш високорівневих об'єктів – груп станцій, транспортних вантажних комплексів чи транспортних вузлів.

Оскільки відповідно до Транспортної стратегії України до 2020 року одним з пріоритетних напрямків розвитку транспортної мережі є створення розгалуженої мережі транспортних вантажних комплексів, зупинимося на вирішенні задачі створення моделі його функціонування.

Процес обслуговування вантажовласників всередині транспортних вантажних комплексів (ТВК) є складним технологічним процесом, який характеризується наявністю великої кількості взаємопов'язаних операцій. При цьому кожна технологічна операція окрім детермінованих показників характеризується сукупністю параметрів, які мають випадкову природу. Тому процес управління роботою ТВК в цілому є процесом управління великою стохастичною системою. Основним і найбільш відповідним підходом до управління логістичними системами є прийняття рішень на підставі результатів імітаційного моделювання даних систем.

Актуальність і коректність такого підходу обґрунтовується з однієї сторони практичною неможливістю натурних обстежень процесу функціонування об'єкту управління для відповідних значень керованих факторів через значну тривалість самого процесу, велику вартість технологічних операцій, і як наслідок – невиправдано велику вартість самих досліджень. Тобто прийняття рішень щодо стану об'єкта управління на базі результатів статистичного моделювання є неможливим в першу чергу через значну вартість (а часто – неможливість) збору вихідних даних для аналізу. З іншої сторони математичне моделювання таких складних технологічних систем, якою є ТВК, не дозволяє врахувати всі особливості окремих операцій обробки вантажної маси і взаємодії елементів логістичної системи. Математичні моделі при тому потребують суттєвої апроксимації реальних технологічних процесів, що значно збільшує похибку результату функціонування об'єкту управління, і як наслідок – призводять до прийняття неоптимальних рішень.

Для розробки схеми рішення задачі треба використати дві основні методи: декомпозиція загальної задачі на підзадачі та агрегування інформації, які дозволяють описати оснащення та технологію транспортних вантажних комплексів (ТВК) за допомогою комплексу моделей. При цьому початкова задача замінюється еквівалентною сукупністю підзадач меншої розмірності, що вирішуються для окремих підсистем та різних рівнів ієрархічної системи управління.

Дослідження обсягів перевезення сировини та готової продукції на адресу металургійного комбінату Д операторським рухомим складом

Папахов О.Ю., Омельчук Т.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Omelchuk T.V., Papakhov A. Research of volumes of transportation of raw material and prepared products to address of metallurgical combine of d by operator rolling stock

At transportation of the prepared products and raw material between the enterprises of metallurgical complex the far of rolling stock of private carriages of metallurgical enterprises is used. The existent rules of the use of own freight carriages are analysed.

Близько 80 % продукції металургійного виробництва та сировини для її виготовлення, перевозяться залізничним транспортом.

До складу металургійного комбінату «Д» входять 3 цехи, які взаємодіють між собою та з підприємствами по видобуванню сировини, яка використовується для виготовлення металопродукції. Це досить розвинена мережа на території України та за її межами, та сполучена залізничним транспортом. Транспортна система має суттєві недоліки у напрямку взаємодії промислового та магістрального видів транспорту, а саме:

- неможливість чіткого прогнозування підходу вантажу;
- наявність впливу природних факторів на переробну спроможність вантажних фронтів підприємств;
- знос локомотивного та вагонного парку;
- відсутність чіткого інформаційного забезпечення між підприємствами.

Як наслідок вище зазначеного – додаткові витрати за рахунок зменшення обсягів переробки та перевезення вантажів.

Металургійний комбінат «Д» випускає чисельно велике найменування продукції металургійного типу. Зокрема: чавун ливарний, сталь рельсову, заготовки трубні, рейки кранові, рейки трамвайні, шахтні стойки, профілі для обода автомобільних коліс та ін. Додаткова продукція: шлак, коксовий дріб'язок, колошнікова пил, смола.

В основному порожні вагони комбінату відправляються під навантаження сировиною залізничного агломерату, і після навантаження повертаються на комбінат.

Вагони, завантажені металопрокатом, коксом та відходами металургійної промисловості, відправляються на станції призначення до покупців чи в порти перевалки вантажів.

Вибір раціональних технологічних параметрів перевізного процесу, які дозволили б практично реалізувати рух вантажних поїздів, удосконалення системи вагонопотоків, зниження оборту вагонів та зменшення необхідного робочого парку вагонів для здійснення необхідного обсягу перевезення.

Для досягнення поставленої мети в дослідженні зроблено аналіз і статистичну обробку даних про фактичні вагонопотоки комбінату. Проведено аналіз існуючої технології перевезення сировини та готової продукції комбінату, статистичну вибірку показників роботи. Основуючись на даних про обсяги перевезень комбінату, за допомогою програми статистичної обробки даних проаналізувала усі вагонопотоки комбінату за 2012 рік.

Статистична обробка по виду перевезеного вантажу показала що: математичне очікування кількості вагонів з ЖРС складає 1776,67, середнє квадратичне відхилення – 595,78; математичне очікування вагонів з вапняком 36,33; середнє квадратичне відхилення – 38,45; математичне очікування вагонів з коксом 118, середнє квадратичне відхилення – 90,32; математичне очікування вагонів з металопрокатом 904,225; середнє квадратичне відхилення – 199,88; математичне очікування порожніх вагонів – 1725,42; середнє квадратичне відхилення – 588,81.

Зменшення та збільшення деяких обсягів перевезень змінюється лише у тих випадках, коли змінюються постачальники сировини, що є нормальною умовою для ринкової економіки.

Організація роботи припортової станції ОП з експортними та транзитними вантажами в умовах збільшення обсягів перевезень

Папахов О.Ю., Оцабрік І.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Papakhov A., Otsabrik I. Organization of work of the port-station OP with export and transit loads in the conditions of increase of volumes of transportations

The terms of work of the припортової freight station are examined in the conditions of increase of volumes of transportations of export-transit loads by the rolling stock of railways of SNG.

Одним з найбільш складних процесів взаємодії Одеського морського торговельного порту зі станцією залізниці Одеса-Порт є єдиний технологічний процес їх роботи, який впливає на час обертання вагонів в процесі перевезення вантажів.

Під час зростання експортних та транзитних обсягів зростає необхідність в рухомому складі, що впливає на розміри руху вагонопотоків, які здаються та приймаються портом у залізниці.

Станція ОП є позакласною вантажною станцією, обсяг розвантаження якої з експортними та транзитними вантажами більший, ніж обсяг навантаження імпорتنих вантажів.

Основними вантажами, які прибувають на станцію ОП є: зернові вантажі (пшениця, насіння соняшника), металопрокат, контейнерні вантажі, мінеральні добрива і хімічні матеріали. Основними вантажами, що відправляються є: нафта та продукти її переробки, цукор, промислові товари, цитрусові.

Станція обслуговує навантаження вагонами, які звільняються після розвантаження, однак, після передачі відкритого рухомого складу ДП «УТЛЦ», транзитні вантажі, що слідують на адресу підприємств РФ, Казахстану та республіки Білорусь навантажуються тільки у вагони держав, у які ці вантажі слідують. Такі умови навантаження потребують очікування подачі рухомого складу тільки країн, в які вантажі направляються, що неодмінно визиває додаткове перевантаження місткостей складів у порту.

Таким чином, порожні вагони ДП «УТЛЦ», які звільняються після розвантаження відправляються у центральну частину України по регульовальному завданню, а вагони під транзитне навантаження – додатково завозяться у порт під навантаження, що впливає на додаткові розміри зустрічного руху по залізниці, що є не рентабельним. Крім того, збільшується робочий парк вагонів на станції ОП, що приводить до додаткових затримок виконання технологічних операцій і надмірному простою вагонів.

Час знаходження вагонів на станції ОП складає тридцять дві години, а нормовано технологічний час – вісімнадцять годин.

Таким чином, оптимізація взаємодії роботи Одеського морського торговельного порту зі станцією Одеса-Порт Одеської залізниці залежить організації розподілення навантаження від власності рухомого складу.

Організація роботи дирекції залізничних перевезень З в умовах прискореного руху пасажирських поїздів

Папахов О.Ю., Самолига Т.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Papakhov A., Samolyga T. Organization of work of management of railway transportations from in terms speed-up motion of passenger-trains

Influence of introduction of speed-up motion of passenger-trains is in-process examined admission on possibility of direction of management of railway transportations from, that depends on to the removal rate of freight trains.

Реструктуризація залізничного транспорту України передбачає впровадження на мережі залізниць нової експлуатаційної моделі управління технологією перевезень, яка передбачає гарантоване виконання вимог власників вантажів до якості перевезень, скороченню обороту рухомого складу та витрат залізниць, пов'язаних з перевезеннями.

Сучасні умови функціонування залізничного транспорту України характеризуються постійною зміною структури та обсягів поїздопотоків. Між елементами системи мають місце фізичні та інформаційні зв'язки. Стан системи характеризується положенням та станом її окремих елементів у просторі та часі. Входом та виходом системи «залізничний напрямок» постає пасажирський та вантажний поїздопотік, який має різні швидкості руху, що приводить до зменшення пропускної спроможності.

На залізницях України для швидкісного пасажирського і вантажного руху спільно використовується єдина інфраструктура. В той же час, скорочення нічних пасажирських поїздів і введення денних швидкісних експресів в графіці руху поїздів в 2012 році, скорочує можливу наявну пропускну спроможність для вантажного руху в денний період часу.

В роботі виконане дослідження параметрів пропуску вантажопотоків по залізничному напрямку дирекції залізничних перевезень З з метою підвищення ефективності організації руху поїздів в умовах запровадження швидкісного руху пасажирських поїздів.

Практично на всіх залізничних лініях обертаються поїзди різних категорій, а саме: пасажирські з різними швидкостями руху, приміські, прискорені вантажні і вантажні. Різність швидкостей руху пасажирських та вантажних поїздів впливають на пропускну спроможність залізничних напрямків, що приводить до непаралельного графіка руху поїздів та зменшення пропускної спроможності.

Проведені в роботі дослідження параметрів коефіцієнту зйому вантажних поїздів довели, що при непакетному проложені пасажирських поїздів його чисельна характеристика залежить від співвідношення швидкості руху вантажного і пасажирського поїзда та станційних інтервалів при обгонах та схрещеннях на станціях. При пакетному графіку прокладки прискорених поїздів чисельна характеристика коефіцієнту зйому зменшується.

Таким чином необхідно зробити висновок про те, що при впровадженні прискореного руху пасажирських поїздів для зменшення коефіцієнту зйому їх необхідно прокладати пакетами сумісно с звичайними пасажирськими поїздами, що дозволить збільшити пропускну спроможність залізничного напрямку.

Дослідження коливання маси поїздів та довжини составів

Папахов О.Ю., Цабан П.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Papakhov A., Tsaban P.V. Research of oscillation of mass and length of trains

A railway transport was and remains in a country the basic ferryman of passengers. However today railways already not to a full degree answer modern requirements which are pulled out to the transport, on before in relation to duration of journeys. One of expedient methods of increase of carrying capacity of railway line there is adjusting of speed, mass and length of trains, on areas. Mass of composition, as well as rate of movement of trains, largely influences on the productivity and profitability of work of railways. As a result of looking after the process of the following of separate trains a selection was got, the statistical processing of the got data is executed and the diagrams of distributing of mass of trains are built.

Велика провізна спроможність залізниць, стабільність їх роботи та порівняна дешевизна перевезень сприяли тому, що залізничний транспорт був і залишається у країні основним перевізником пасажирів у міжміському та приміському сполученні.

Однак сьогодні залізниці вже не повною мірою відповідають сучасним вимогам, які висуваються до транспорту, на самперед щодо тривалості поїздок.

Радикальним заходом, який дасть залізницям змогу зберегти передові позиції у сфері пасажирських перевезень, є створення мережі швидкісних магістралей, що забезпечить значне зростання обсягів залізничних перевезень, у тому числі за рахунок залучення пасажирів з інших видів транспорту. Це підтверджує і досвід Західної Європи, де завдяки підвищенню швидкості руху поїздів залізниці мають перевагу перед авто- та авіатранспортом на відстані 250-500 кілометрів і на рівних конкурують з авіацією у діапазоні 500-1000 кілометрів.

Одним з доцільних способів збільшення пропускної спроможності залізничної лінії є регулювання швидкості, маси та довжини составів на ділянках. Ці показники визначають пропускну спроможність залізничних ліній та умови експлуатаційної роботи залізниць. З вагою та швидкістю пов'язані основні технічні показники, що характеризують використання локомотивів і вагонів, і значна частина витрат по перевезеннях, визначальна собівартість транспортної продукції. Рівень швидкості руху поїздів визначається конструкцією і станом шляху, а також рухомого складу - вагонів і локомотивів.

Маса складу, як і швидкість руху поїздів, в значній мірі впливає на продуктивність і рентабельність роботи залізниць. Зі збільшенням маси складу підвищується провізна і пропускна здатність залізничних ліній, для виконання заданої роботи скорочується кількість локомотивів і вагонів, а також працівників, пов'язаних з рухом поїздів і обслуговуванням рухомого складу; знижується витрата електричної енергії і палива та здешевлюється вартість перевезень.

Норми маси поїздів визначаються, насамперед:

- довжиною станційних приймально-відправних колій ;
- погонними навантаженнями рухомого складу ;
- потужністю тягових засобів ;
- профілем ділянки .

Маса поїзда в основному залежить від величини найважчого (розрахункового) підйому на даній ділянці, типу і потужності (сили тяги) локомотивів. Тому норми маси поїздів можуть бути неоднаковими для різних ділянок.

В результаті спостережень за процесом слідування окремих поїздів було отримано вибірку, виконано статистичну обробку отриманих даних та побудовано діаграми розподілу маси составів.

Виконане дослідження показало, що найбільш ефективним виявився спосіб формування поїздів зменшеною вагою для малопотужних призначень при використанні менш потужних локомотивів. Цей спосіб має суттєві переваги та з економічної точки зору є найбільш прийнятним. Необхідно, також, враховувати прогнозований ріст обсягів перевезень і техніко-економічних показників використання рухомого складу, продуктивності праці і собівартості перевезень. Вибір того чи іншого способу збільшення пропускної та провізної спроможності залізничних ліній визначається на основі всебічної оцінки технічних, експлуатаційних та економічних показників.

Використання автоматизованих систем для визначення тривалості залізничних турів

Сіваконева Г.О.

(Українська державна академія залізничного транспорту)

Sivakoneva G.O. Use of automated systems for determining the length of rail travel

Automated systems in passenger traffic on the railway asked to add an additional unit to be able to use travel agencies to schedule time for travel and operational railway employees (ticket cashiers, employees service centers) to provide information character and plan their activities.

Використання автоматизованих систем у сфері пасажирських перевезень залізничним транспортом для отримання інформаційних послуг щодо тривалості залізничної подорожі при користуванні причіпних пасажирських вагонів туристичного призначення досягається за рахунок додаткового блоку, який за своїм призначенням імітує прибуття пасажирського поїзду відповідно до графіку руху пасажирських поїздів на залізничну станцію, враховує паралельність виконання технологічних операцій на станції і містить у собі схему розміщення залізничних станцій по території України, що забезпечує можливість аналізу часу подорожі причіпних пасажирських вагонів туристичного призначення за спланованим маршрутом, що особливо важливо на етапі розробки графіку руху даної категорії вагонів, також з'являється можливість аналізу часу туристичної подорожі за критерієм зручності часу відвідування пунктів призначення.

Об'єктом автоматизації виступає і взаємодія з центром інформаційних послуг (ВЦП), що являє собою взаємодію з автоматизованою системою керування пасажирськими перевезеннями Укрзалізниці (АСК ПП УЗ) та центру інформаційних послуг (ЦП) з забезпечення інформаційного забезпечення та забезпечення оформлення проїзних документів через віддалені канали самообслуговування (Інтернет, спеціалізовані автомати (кіоски), стільниковий зв'язок тощо).

Інформаційна взаємодія містить у собі:

- передачу від АСК ПП УЗ до ЦП інформації, яка необхідна користувачу (таблиці бази даних АСК ПП УЗ з даними про станції, поїзди, розклад руху тощо);
- передачу від АСК ПП УЗ до ЦП відповіді на запит, яка містить дані про пасажирські поїзди, що прослідують задану залізничну станцію у певний період часу.

Для мінімізації робочого навантаження на АСК ПП УЗ ЦП самостійно (без звернення до бази даних АСК ПП УЗ, а на основі своєї бази даних, що формується засобами реплікації бази даних АСК ПП УЗ (під реплікацією розуміється процес автоматичного розподілу копій даних та об'єктів баз даних між окремими екземплярами з одночасною синхронізацією всієї розподіленої інформації)) забезпечує всю необхідну інформацію, що дозволяє користувачу якісно підібрати маршрути поїздки.

Таким чином ВЦП призначена для надання доступу широким верствам населення, у тому числі туристичним компаніям, до АСК ПП УЗ через віддалені канали самообслуговування на принципах мінімізації робочого навантаження на АСК ПП УЗ.

Довідкова інформація, що необхідна для вирішення вище наведеної задачі повинна базуватися і на даних автоматизованої системи керування «Експрес-3» (АСК «Експрес-3»), що включає в себе сукупність адміністративних, технологічних, програмних і технічних засобів, які спрямовані на значне вдосконалення організації перевезень пасажирів.

Структурно всі підсистеми «Експрес-3» об'єднані в єдину обчислювальну мережу, що працює в реальному масштабі часу і за єдиним технологічним процесом обслуговування пасажирів та клієнтів залізниць. Вхідною інформацією системи є замовлення і повідомлення, що надходять від її абонентів через касові термінали, автоматизовані робочі місця (АРМи), довідкові пристрої, мережу Інтернет. Абонентами - користувачами є касири квиткових і багажних кас, працівники служб доріг і пасажирів, які звертаються в системи через довідкові пристрої та мережу Інтернет. Термінали є універсальними за своїми можливостями і залежно від призначення підрозділяються на робочі, службові та адміністративні. У структурному плані АСК «Експрес-3» представлена наступними підсистемами відносно до даної задачі:

- автоматизована підсистема «квитково-касових операцій»;
- автоматизована інформаційно-довідкова підсистема «Екасіс»;
- автоматизована підсистема нормативно-довідкової інформації «Розклад».

Критерій оцінки зручності пасажирського поїзду далекого прямування на предмет причеплення до нього пасажирських вагонів туристичного призначення можна охарактеризувати наступною умовою:

$$E = \sum_{i=1}^I f_i(V_i^{відп.}(t_{відп.}; C_i); V_i^{нпр.}(t_{нпр.}; C_i)) I \rightarrow \max,$$

де $V_i^{відп.}(t_{відп.}; C_i)$, $V_i^{нпр.}(t_{нпр.}; C_i)$ - оцінка пасажирського поїзда i , яка враховує зручність часу відправлення та прибуття поїзду відповідно до маршруту слідування ($t_{відп.}$, $t_{нпр.}$) і композицію складу (C_i);

i - номер поїзда;

I - кількість поїздів.

Результат, який досягається при рішенні поставленої задачі і використанні запропонованої системи, полягає у мінімізації витрат часу на складання графіку руху причіпних вагонів, що узгоджує взаємодію залізниць з туристичними операторами для відродження і розвитку залізничного туризму в Україні.

Интеллектуальные технологии и модели информационного взаимодействия объектов при GPS мониторинге эксплуатационных характеристик железнодорожного транспорта на промышленных предприятиях

Скалозуб В.В., Заец А.П., Якунин А.А.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, 1 - корпорация «Промтелеком»)

В докладе представлены некоторые результаты исследований и программно-технических разработок в области применения современных информационных и телекоммуникационных технологий, в том числе на основе глобальных навигационных систем слежения (GPS/ГЛОНАСС), для мониторинга железнодорожных транспортных средств на крупных металлургических промышленных предприятиях. Полученные в ходе промышленных испытаний результаты, указанные в докладе, позволили сделать ряд заключений об эффективности названных технологий мониторинга, а также путей их дальнейшего совершенствования и применения при решении задач оперативного планирования с целью рационального использования тягового подвижного состава, контроля эксплуатационных

характеристик локомотивов, эффективности затрат рабочего времени и топлива, др.

При выполнении работ по формированию автоматизированной системы GPS мониторинга эксплуатационных характеристик тягового подвижного состава предприятий было предложено выделить несколько основных типов взаимодействия подвижных объектов, а также подвижных объектов и инфраструктуры, которые в целом представляют модели информационного взаимодействия объектов. Более общее рассмотрение и применение этой системы моделей позволяет унифицировать процедуры решения ряда основных задачи кооперативного взаимодействия в интеллектуальных системах на железнодорожном транспорте.

В докладе также устанавливается связь между предложенными моделями информационного взаимодействия объектов и основными свойствами интеллектуальных технологий перевозок, характерных для интеллектуальных транспортных систем (ИТС). При этом рассматриваются следующие вопросы: 1. Содержание и стандарты задач кооперативного взаимодействия объектов при выполнении перевозок. 2. Информационные структуры задач кооперативного взаимодействия объектов при выполнении процессов перевозок. 3. Информационные модели процедур кооперативного взаимодействия объектов при железнодорожных перевозках. 4. Методы и технологии реализации инфраструктурных компонентов интеллектуального железнодорожного транспорта.

Общая структура моделей взаимодействия представлена так. Пусть передатчик GPS подвижного объекта (контролируемый) формирует сообщения, «привязанные» ко времени и месту, в формате записей SQL, содержащих параметры измеряемых технологических (технических и др.) характеристик. Необходимо выполнить процедуры накопления, анализа, интерпретации и моделирование процессов на основе этих данных, а также функции контроля, мониторинга и управления. Классы задач взаимодействия зависят от:

- числа источников данных, контролируемых объектов (один или много),
- есть ли среди них несколько взаимодействующих между собой объектов,
- есть ли некоторый объект-источник, соответствующий системам инфраструктуры,
- допускается ли перестройка системы передачи (изменяется число передаваемых параметров по команде от «инфраструктуры», от управляющего программного обеспечения или же от микропроцессорной системы на борту),
- допускаются ли предупреждающие сообщения в мобильную систему,
- допускаются ли команды управления, блокировки, например, при аварийном режиме, который не распознается мобильной системой,

При создании компонентов ИТС в рамках классов задач следует сформулировать, построить модель, реализовать ее средствами программирования и коммуникаций.

Многокритериальные динамические модели потоковых задач с неоднородными носителями для интеллектуальных систем транспорта

Скалозуб В.В., Паник Л.А., Скалозуб М.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

В докладе представлены исследования динамических моделей задач о потоках в транспортных сетях, проводится обобщение многопродуктовых и многокритериальных моделей потоковых задач, когда учитываются как дополнительные требования по специализации носителей потоков, так и условия развития процессов транспортировки во времени. Динамическая форма моделей планирования потоков в сетях допускает возможность изменения параметров моделей (например, пропускных способностей дуг и др.) в опреде-

ленные периоды времени, что существенно усложняет процедуры численной реализации их решений.

Развитие и продвижение Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС) в настоящее время является одним из приоритетных направлений исследований и разработок для многих передовых стран мира. Представленные и исследуемые математические модели могут использоваться для планирования потоков с учетом динамически изменяемых условий транспортирования, которые устанавливаются или же прогнозируются с использованием систем позиционирования элементов потоков, а также путем выполнения интеллектуального анализа оперативных данных. Для пользователей ИТС может рассматриваться как большой комплекс сервисных услуг, предоставляемых в целях удобства осуществления и достижения максимальной эффективности, пропускной способности дорожной, и в целом транспортной сети. Наборы таких услуг формируются, стандартизируются в зависимости от целей и степени их достижимости на определенном этапе развития ИТС.

Учет набора индивидуальных свойств отдельных единиц потоков (точнее, некоторых специализированных категорий элементов потока), а также динамики процессов транспортировки (движения транспортных средств, их взаимодействия с инфраструктурой и др.) актуален для задач управления в интеллектуальных системах транспорта. Учет всех этих факторов вместе с тем приводит к многокритериальным задачам высокой размерности с дополнительными ограничениями. В работе развит подход к моделированию транспортных потоков с учетом индивидуальных свойств их компонентов, что потребовало обобщения известных моделей потоковых задач. Установлена связь между многопродуктовыми моделями задач и многокритериальными потоковыми задачами, учитывающими различия свойств элементов потоков.

В докладе обсуждаются возможности использования клеточных автоматов в качестве основной модели для численной реализации предложенных многокритериальных динамических моделей потоковых задач. Это обусловлено тем, что индивидуальные свойства носителей потока вводят в модель планирования многочисленные разнородные в математическом и логическом плане условия. Одним из общих методов реализации рассматриваемого класса потоковых задач может быть модель клеточных автоматов, которая позволяет организовать эффективное распараллеливание процессов расчетов характеристик сети. Вычислительная система, организованная в соответствии с архитектурой клеточных автоматов, характеризуется функционированием всех элементов системы по единому набору правил, позволяет описать свойства системы на основе локальных зависимостей. Это означает одновременное изменение всех узлов-клеток на основе значений параметров (состояний) соседних. Развитие процессов в этих моделях идет поэтапно. В задаче о кратчайшем пути в качестве клетки был выбран узел транспортной сети. Для каждой вершины известно множество клеток, с которыми она связана (соседние вершины), а также расстояние, «веса дуг», между ними. На каждом этапе любая клетка модели сети вычисляет свое новое состояние (длину кратчайшего пути) по состояниям «соседних». Пример реализации задачи о нахождении путей «минимального веса» демонстрирует достаточную простоту и эффективность предложенного клеточно-автоматного алгоритма планирования потоков в транспортных сетях.

Підвищення ефективності функціонування залізничних станцій, що обслуговують морські порти

Сковрон І.Я., Демченко Є.Б.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Skovron I. Ya., Demchenko E. B. The effectiveness increase of functioning of railway stations, which serve the marine ports

The procedure of multi-group selection of cars was suggested. This procedure was based on the use of specialized two-way classification device.

Останнім часом спостерігається стійка тенденція до збільшення перевалки вантажів у морських портах України. Відомо, що обслуговування морських портів здійснюється спеціалізованими залізничними станціями, особливістю функціонування яких є виконання маневрової роботи на недостатній кількості колій. Слід зауважити, що тривалість формування подач в порт в значній мірі залежить від прийнятого способу перевалки вантажів. Так, у випадку роботи порту без використання складу (прямий варіант) формування подач здійснюється шляхом підбору вагонів за причалами. В той же час, при перевалці вантажів через склад (що спостерігається у більшості випадків) з'являється необхідність виконання додаткового сортування вагонів в порядку розташування складських місць експедиторів в межах окремого причалу. За цих обставин суттєво зростає початкова невпорядкованість складу, що, як наслідок, призводить до збільшення обсягу маневрової роботи з формування подач. Таке збільшення викликає значне завантаження залізничних припортових станцій, що негативно відображається на ефективності роботи як самої станції, так і транспортного вузла в цілому. У цьому зв'язку підвищення ефективності маневрової роботи на залізничних припортових станціях представляється досить актуальною задачею.

Одним з можливих шляхів вирішення вказаної проблеми є впровадження ефективних методів багатогрупної підбірки вагонів. Дані методи дозволяють ліквідувати непродуктивні переміщення вагонів при виконанні розформування-формування складів і, як наслідок, суттєво скоротити витрати часових і енергетичних ресурсів на маневрову роботу.

Слід зауважити, що для припортових станцій зі значним обсягом переробки ефективність запропонованих заходів може виявитися недостатньою, внаслідок чого доцільним є використання гіркових сортувальних пристроїв. Як показав аналіз, дані пристрої в більшості випадків представлені у вигляді комплексу з гірки малої потужності (ГМП) і групувально-сортувального парку; при цьому передбачається одностороннє сортування вагонів. Проте зазначений порядок сортування характеризується виконанням значного обсягу маневрової роботи, пов'язаної з сортуванням та витягуванням вагонів, що вимагає надлишкові витрати часу та енергоресурсів.

Для усунення вказаних недоліків пропонується застосування двостороннього сортувального пристрою (ДСП), який складається з ГМП, розташованої між двома групувальними парками; при цьому гірка з'єднується з кожним парком за допомогою колій, параметри яких дозволяють виконувати як насув, так і розпуск вагонів. Така конструкція дозволяє формувати багатогрупні склади шляхом сортування вагонів з одного групувального парку в інший без виконання збирання вагонів. При цьому для забезпечення максимальної ефективності запропонованого ДСП була розроблена спеціальна технологія збирання, яка заснована на адаптованих методах формування багатогрупних складів.

З метою оцінки ефективності застосування ДСП була побудована комплексна імітаційна модель багатогрупної підбірки вагонів, яка складається з трьох модулів. Перший з них дозволяє для окремого складу встановити сукупність маневрових рейсів, необхідну

для реалізації деякої технології формування багатогрупного складу заданим методом. Для побудови вказаного модулю попередньо було виконано аналіз і формалізація найбільш поширених методів формування. За допомогою другого модулю здійснюється розрахунок енергетичних витрат на виконання сортувального процесу; при цьому моделювання режимів роботи локомотива виконувалося на основі адаптованих до умов маневрової роботи тягових розрахунків. Останній модуль імітує скочування вагонів на колії групувальних парків, що дає можливість визначити основні показники процесу розпуску.

Таким чином, розроблена комплексна модель дозволяє визначати для кожного складу раціональну технологію багатогрупної підбірки вагонів, що забезпечує або мінімальну тривалість формування, або мінімум експлуатаційних витрат. Остаточне управлінське рішення приймається маневровим диспетчером припортової станції виходячи з поточної ситуації. Зважаючи на це, дану модель доцільно інтегрувати в систему підтримки прийняття рішень диспетчерським персоналом, що дозволить в оперативних умовах забезпечити високу ефективність функціонування припортових залізничних станцій.

Удосконалення методів гальмування відчепів в умовах дії випадкових факторів

Таранець О.І.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Taranets O.I. The improvement of methods for cuts braking in conditions of random factors

The method for optimizing the braking modes cuts improved. The method of controlling the speed impact cuts rolling under the action of random factors improved.

Оптимальне управління розпуском потребує визначення таких режимів гальмування відчепів при яких буде забезпечено найкращі умови їх поділу на стрілках, та допустима швидкість прямування одного відчепа до іншого на сортувальних коліях. Тобто, задача визначення оптимальних режимів гальмування відчепів є достатньо актуальною.

В якості основного методу, який використовується для оптимізації режимів гальмування відчепів обрано ітераційний метод. Недоліком цього методу є те, що він не дозволяє врахувати відхилення фактичних параметрів відчепів від розрахункових значень та неточність реалізації гальмовими позиціями заданих режимів гальмування під час вибору оптимальних режимів гальмування. У зв'язку з цим, ітераційний метод потребує удосконалення. В стохастичних умовах критерій оптимізації, можна представити як

$$\delta t_i(r_i, r_{i+1}, \sigma_i) = t_{0i} + t_{i+1}(r_{i+1}, \sigma_i) - \tau_i(r_i, \sigma_i) - q_{x1}(r_{i+1}, \sigma_i) - q_{x2}(r_i, \sigma_i)$$

Для критичної групи відчепів абсолютна величина різниці інтервалів на розділових стрілках у другій і у першій парах відчепів $|f_i(q_i)|$ максимальна, тоді отримаємо:

$$f_i = \delta t_i(r_i, r_{i+1}) - \delta t_i(r_{i-1}, r_i) - q_{x1}\sigma_{i-1} - q_{x2}\sigma_i \in [2, n - 1]$$

Для більш якісного прицільного регулювання швидкості руху відчепів на коліях сортувального парку пропонується розташувати другу паркову гальмову позицію (ДПП). При цьому, між ПП та ДПП встановлюються пристрої для уточнення параметрів відчепів, що дозволить регулювати їх швидкості виходу із ДПП.

При вирішенні задачі оптимізації режимів гальмування відчепів для умов регулювання скочування необхідно враховувати встановлені обмеження, які накладаються на величину швидкості виходу відчепів з гальмових позицій ВПП (v'_{min}, v'_{max}) та СПП (v''_{min}, v''_{max}) де швидкість виходу відчепа з ПП є залежною від швидкості виходу з СПП і повинна задовольняти вимогам прицільного гальмування. Вектор значень $v =$

$\{v', v''\}$, можна розглядати як точку на площині; при цьому вся множина точок $\mathcal{V}$ утворює область Ω можливих швидкостей виходу відчепа з гальмівних позицій спускної частини гірки (ОДС). Порівняння ОДС відчепа важкої вагової категорії при скочуванні його на відстань 800 м від вершини гірки (ВГ) для традиційної та удосконаленої конструкції показало, що за рахунок уточнення характеристик відцепів на вимірювальній ділянці досягається зменшення середньої величини вікна на 49 %. Перевірку ефективності запропонованого методу вибору режимів гальмування та конструкції гірки виконано на підставі імітаційного моделювання процесу розформування составів поїздів. Застосування запропонованого критерію оптимізації забезпечує зменшення ймовірності не розділень відцепів з 0,005 до 0,002, а удосконалення конструкції ПГП дозволяє скоротити середню величину вікна до 49 %.

Вибір критерію розподілу поїздопотоків по залізничній мережі

Чибісов Ю.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Chibisov Y. Choosing the criterion of the trainflows distribution on the railway network

This research work contains a review of existing criteria for choosing the optimal trainflow distribution on the railway network. The vector criterion was suggested to be used for the trainflow distribution, which will take into account multiple factors simultaneously.

В сучасних умовах питання дослідження закономірностей зміни експлуатаційних витрат та собівартості вантажних перевезень на мережі залізниць в залежності від обсягів роботи та розмірів руху залишається актуальним. В літературних джерелах авторами запропоновано різні критерії оптимальності, за допомогою яких пропонується вирішити задачу визначення раціональних маршрутів руху поїздів для заданої мережі залізниць.

Одним із способів оптимального розподілу поїздопотоків на розгалужених полігонах в літературі запропоновано методику, що заснована на теорії графів і потоків у мережах. Суть її полягає в тому, що схема колійного розвитку мережі представляється у вигляді графа, на якому кожній ділянці приведена у відповідність її пропускна спроможність. За допомогою цього графа можна вибрати раціональний варіант слідування поїздів в залежності від їх кількості на мережі. В якості критерію оптимальності запропоновано використовувати відстань транспортування, тривалість доставки вантажів, загальні поїздохілометри пробігу, вартість пропуску поїздів на напрямку, експлуатаційні витрати залізниці на пропуск поїздопотоків та інші.

Але у такому випадку не враховується багато факторів: кількість головних колій між пунктами, засоби зв'язку, що діють на залізничній лінії, тип та потужність локомотивів, спосіб організації руху поїздів, структура поїздопотоків на лінії, швидкість руху поїздів, величина міжпоїзних інтервалів, тривалість вікон, що виділяються для ремонту колії, характеристики плану та профілю ділянок залізничної лінії, коефіцієнти зняття поїздів різних категорій, колійний розвиток роздільних пунктів даної залізничної лінії, тип графіку руху, та інші. Це є суттєвим недоліком у визначенні раціональних маршрутів руху поїздопотоків.

Також представлене завдання може бути формалізоване у вигляді класичної транспортної задачі, яка полягає у визначенні обсягів перевезень від постачальників до споживачів з метою мінімізації транспортних витрат. Основні недоліки такого підходу полягають в тому, що завдання вирішується для однорідного вантажу та не враховується пропускна спроможність ланок мережі.

В ринкових умовах при оптимізації розподілу поїздопотоків на мережі використовувалися й інші підходи щодо визначення критерію оптимізації, які постають перед залізницею в умовах конкуренції з іншими видами транспорту.

На даний момент потужним механізмом дослідження функціонування залізничних мереж – є сучасний математичний апарат, заснований на принципах багатокритеріальної оптимізації. Критерій вибору раціональних варіантів пропуску поїздопотоків на напрямках залізничної мережі повинен містити в собі декілька компонентів, для того, щоб при оптимізації врахувати якомога більше факторів, що впливають.

Таким чином, постає задача вибору оптимального розподілу поїздопотоку, в якому необхідно ув'язати між собою декілька різних компонентів комплексного критерію. Для рішення такого завдання обрана векторна оптимізація. В такій постановці задача вирішується за допомогою векторного критерію $\left(\begin{matrix} T(E_*) \\ C(E_*) \end{matrix} \right) \rightarrow \min$, компонентами якого є необхідні величини $T(E_*)$ та $C(E_*)$.

Оцінка рівня конкурентоспроможності інтермодальних перевезень вантажів

Шапатіна О.О.

(Українська державна академія залізничного транспорту)

Shapatina O.O. Evaluation of the competitiveness of intermodal freight.

The methods of calculating the index of competitiveness bimodal trailer to the multi-purpose platform and reviewed the effectiveness of its use in the transport of freight in Ukraine

В якості основного етапу обґрунтування економічної ефективності вибору управлінського рішення, застосування нової техніки і технології перевезень здійснюється оцінка конкурентоспроможності варіантів.

При виборі перспективних технологій оцінюється індекс конкурентоспроможності як умова існування на ринку транспортних послуг. Визначення індексу конкурентоспроможності ґрунтується на динамічному порівнянні конкурентоспроможності оцінюваного варіанта і базового аналога. Як аналог може бути прийнятий світовий стандарт, вітчизняний зразок, а також існуючий варіант. Технологія обирається, якщо індекс конкурентоспроможності вище одиниці.

Для обчислення конкурентоспроможності необхідно провести безпосереднє порівняння техніко-економічних показників по варіантам впроваджуваних та існуючих технологій і зразків техніки. При цьому визначаються одиничні, зведені та інтегральні індекси. На застосуванні цих показників засновані методи оцінки: диференційний, комплексний та змішаний. Ці методи доповнюються спеціально розробленими методами експертних оцінок (з урахуванням ранжирування показників, визначення їх ролі у відповідності зі значимістю для споживача).

Індекс конкурентоспроможності визначається за формулою:

$$I_{\text{конк}} = \frac{I_n^{\epsilon}}{I_z^{\epsilon}}, \quad (1)$$

де I_n^{ϵ} - індекс споживчих параметрів вантажних одиниць;

I_z^{ϵ} - індекс вартісних параметрів вантажних одиниць.

Питомі ваги показників за споживчими і вартісними параметрами визначаються експертним шляхом.

Індекси споживчих і вартісних параметрів дослідного зразка визначені за формулою:

$$I_n^6 = \frac{T_{em}}{T_i} \alpha_T + \frac{V_i}{V_{em}} \alpha_V + \frac{S_i}{S_{em}} \alpha_S + \frac{p_i}{p_{em}} \alpha_P + \frac{l_{em}}{l_i} \alpha_l \quad (2)$$

$$I_3^6 = \frac{K_i}{K^{em}} \alpha_K^{em} \cdot i_T + \frac{E_{рем}^i}{E_{рем}^{em}} \alpha_{Ерем}^{em} \cdot i_T + \frac{E_e^i}{E_e^{em}} \alpha_{Ее}^{em} \cdot i_T \quad (3)$$

Індекс терміну служби, необхідний для зіставлення витрат на ремонт і експлуатацію вантажних одиниць, визначається за формулою:

$$i_T = \frac{T_{cl}^{em}}{T_{cl}^i}, \quad (4)$$

де T - маса тари вантажних одиниць, т;

S - площа підлоги вантажних одиниць, м²;

P - вантажопідйомність вантажних одиниць, т;

l - довжина вантажних одиниць, м;

K - ціна вантажних одиниць, тис. грн.;

$E_{рем}$ - вартість ремонту вантажних одиниць, тис. грн.;

E_e - експлуатаційні витрати, тис. грн.;

T_{cl} - термін служби, років;

α - вага (значущість) показників (за даними експертів).

У подальших розрахунках для оцінки конкурентоспроможності інтермодальних перевезень, а саме бімодального напівпричепу, у якості еталону візьмемо існуючий зразок багатоцільової платформи, що широко застосовується при вантажних перевезеннях.

При присвоюванні ваги базовим показникам таким, як маса тари та довжина вагону необхідно враховувати, що при збільшенні маси тари збільшується маса поїзда і відповідно навантаження, а при збільшенні довжини вагона збільшується довжина поїзда, тобто необхідно враховувати обмеження по довжині приймально-відправних колій. Далі за кращий обирається той варіант, для якого значення індексу споживчих параметрів буде найбільшим.

Отримання індексу конкурентоспроможності вище одиниці свідчить про доцільність впровадження бімодального напівпричепу та ефективність його використання при вантажних перевезеннях в Україні.

Удосконалення транспортних пасажирських систем великих міст

Яновський П.О., Озерова О.О.¹

(Національний авіаційний університет, 1 – Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

Yanovsky P. O., Ozerova O. O. Improvement of city passenger transport systems

The article deals with the organization of public transportation. There are reviewed the problems and methods of improving the existing system of public passenger transport in Ukrainian cities.

В сучасних умовах великі міста являють собою потужні транспортні вузли із значним пасажиропотоком. Ефективність функціонування таких вузлів у великій мірі залежить від якості організації взаємодії різних видів транспорту.

Розширення території міст та зростання чисельності населення у них обумовлюють розвиток транспортної системи. При цьому відбувається освоєння нових, віддалених від центра міст територій, а це, в свою чергу, стало причиною для зростання протяжності транспортних ліній, збільшення кількості пересадок і дальності пересувань.

В містах збільшується транспортна рухомість населення та середня дальність поїздки пасажирів, що свідчить про зростання навантаження на міський громадський пасажирсь-

кий транспорт. Збільшене навантаження на громадський транспорт може бути забезпечене за рахунок його розвитку, яке може здійснюватися екстенсивним та інтенсивним чином. Екстенсивний шлях розвитку передбачає збільшення кількості транспортних засобів та їх пасажиромісткості, збільшення транспортних ліній та щільності маршрутної мережі. Інтенсивний шлях розвитку передбачає збільшення ефективності функціонування вже існуючого транспорту, удосконалення управління та ін.

Як правило, рівень транспортного обслуговування в великих містах збільшується з введенням станцій метрополітену, тому можна сказати, що рівень транспортного обслуговування більший там, де є станції метрополітену.

За даними державної статистики України послугами метрополітену у 1990 р. скористалось 595 млн. пас., а в 2012 р. – 774,1 млн. пас., тобто обсяг перевезень пасажирів даним видом транспорту збільшився на 23,14 %. Міським транспортом у 1990 р. було перевезено 5834,4 млн. пас., а у 2012 р. цей показник склав 2919,3 млн. пас. Таким чином, спостерігається значне дворазове зменшення обсягів перевезень пасажирів міським транспортом.

Слід зауважити, що окрім обсягу перевезених пасажирів, якість роботи громадського транспорту безпосередньо впливає на ступінь завантаження міських вулиць та екологічний стан навколишнього середовища (загазованість повітря та рівень шуму). Таким чином, міський транспорт стає не просто засобом для переміщення населення територією міста, а й найважливішим важелем покращення екологічної ситуації, скорочення рівня транспортних заторів, зменшення витрат міста на інвестиції в дорожньо-транспортне будівництво. Загальним напрямом розвитку міського транспорту є прагнення забезпечити найвищий ступінь комфорту пасажирів, поєднуючи це з необхідністю забезпечити конкурентоспроможність транспорту та транспортних підприємств.

Для вирівнювання рівня транспортного обслуговування в різних районах великих міст, потрібний розвиток таких швидкісних видів пасажирського транспорту як метро, швидкісний трамвай та експрес-автобуси. Їх розвиток дозволить зменшити витрати часу на пересування і підвищить якість обслуговування населення.

СЕКЦИЯ 7 «ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Математическое моделирование техногенных аварий на железнодорожных мостах

Артемов В.Е., Распопов А.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Современные технологии проектирования и строительства мостов в Европе, Америке, Азии позволяют развивать скорости движения железнодорожных экипажей до 250 км/ч и выше, однако подобные проекты для стран СНГ пока остаются недостижимыми. Среди комплекса причин, препятствующих включению искусственных сооружений в общую сеть скоростных железнодорожных магистралей, немаловажную роль играет отсутствие в отечественных нормах проектирования мостов положений относительно обеспечения безопасности движения поездов и комфорта передвижения пассажиров. Проблемы обеспечения всесторонней безопасности и моста, и подвижного состава особенно актуальны в наше время. Статистика свидетельствует, что современное общество все чаще сталкивается с проявлениями вандализма, терроризма, умышленного загрязнения окружающей среды и прочих негативных антропогенных действий. Вследствие этого, в аварийном или разрушенном состоянии нередко оказываются транспортные коммуникации, здания и сооружения, автомобили, поезда. Как правило, масштабные природные, техногенные аварии и катастрофы быстро и эффективно локализовать не удастся, так как зачастую срабатывает «эффект домино» – один поврежденный элемент инфраструктуры выводит из работы другой, и т. д.

Аварии на железнодорожных мостах происходят по различным причинам. Причины возникновения, характер и масштабы, способы устранения являются одними из многих критериев их возможной классификации. Данный доклад посвящен анализу проблем и выделению класса задач по математическому (численному) моделированию техногенных аварий, повлекших за собой разлив опасных веществ на пролетном строении моста, с попаданием их на проезжую часть мостовой конструкции, в грунт на подходах к мосту, в атмосферу. Особое внимание при разработке статико-динамических моделей взаимодействия системы «мост-поезд» уделяется возможности учета скорости движения железнодорожных экипажей, учету эффектов столкновения поездов, моделированию сил сухого трения в области контакта колеса и рельса при экстренном торможении поезда на мосту, моделированию быстрого изменения жесткости и массы сооружения при контакте поверхности несущего элемента с химически опасным веществом и др.

В качестве основного расчетного метода предложено использовать метод прямого интегрирования уравнений движения взаимодействующей статико-динамической системы «мост-поезд». Для его реализации, в специализированной компьютерной программе предлагается составить систему дифференциальных уравнений, описывающих совместные пространственные колебания моста и подвижного состава. Анализ следует проводить по перемещениям и усилиям в элементах конструкции пролетного строения, скоростям, ускорениям, на стандартных графиках в плоскости «время-перемещение», «время-усилие», а также на фазовых плоскостях «перемещение-скорость».

Нові технології колійних робіт при оновленні інфраструктури

Бабенко А.І.
(Укрзалізниця)

Babenko A.I. New technologies of tracks work when upgrading infrastructure
The analysis of travel works carried out on the railways of Ukraine

У сучасних умовах роботи залізничного транспорту використовуються нові ресурсозберігаючі технології при ремонтах колії, проводиться реконструкція колійного розвитку станцій з укладанням стрілочних переводів на залізобетонних брусах, готується колія для підвищення швидкостей руху поїздів на напрямках міжнародних залізничних транспортних коридорів, ефективно ведеться машинізоване поточне утримання безстикової колії, зокрема з довгими рейковими плітками.

Шістдесят років тому розпочали експлуатувати безстикову колію. Тоді її протяжність складала 0,2% (11,5 км) від розгорнутої довжини колії, тепер - 74,3% (22065 км, в тому числі більше двох тисяч кілометрів довжиною в блок-ділянку чи перегін). Нові прогресивні технології дають можливість створювати безстикову колію довжиною до перегону.

Зварювання довгих рейкових пліт в одну виконується з виготовленням високоміцних ізолюючих стиків безпосередньо в колії із використанням спеціальних ізоляційних матеріалів, клейових сумішей та технологічної оснастки, також застосовується зварювання рейок з клеєболтовим ізолюючим високоміцним стиком промислового виконання у пліті та в зрівнювальні прольоти безстикової колії. Так, на напрямку Ніжин - Конотоп по ст. Халімоново на головних коліях було укладено 8 стрілочних переводів з безперервною поверхнею кочення проекту Дн300, що дозволило створити безстикову колію довжиною близько 23 км на двох перегонах Конотоп - Халімонове - Бахмач-Пасажирський, а також реалізовувати швидкість руху пасажирських поїздів до 140 км/год., в тому числі і по станції Халімонове.

Цей метод дає змогу зменшити експлуатаційні витрати на поточне утримання колії та поліпшити екологічні умови під час проходження рухомого складу за рахунок зменшення шуму.

Продовжено впровадження безболтового нероздільного безпідкладочного пружного скріплення типу КПП-5 (більше 3 тис. км колій), що дозволило скоротити витрати на поточне утримання колії.

Для підготовки колійної інфраструктури до впровадження прискореного руху пасажирських поїздів на напрямках Київ – Львів, Київ – Полтава – Лозова – Донецьк у 2012 році виконані ремонтно-колійні роботи, а саме: модернізація колії 83,8 км, посилений капітальний ремонт колії 14,8 км, заміна рейок новими 119,4 км, заміна на нові 84 комплекти стрілочних переводів, капітальний ремонт штучних споруд та земляного полотна на суму 43 тисячі гривень.

На пріоритетному напрямку від Львова до Донецька, що складає 1307 км експлуатаційної (2227 км розгорнутої довжини) швидкість руху пасажирських поїздів реалізується від 120 до 140 км/год на 385 км (17,3%), від 141 до 160 км/год – 779 км (35.0%).

Для забезпечення стабільного стану колійної інфраструктури необхідно щорічно модернізувати 800 км колії і на 1 тис. км проводити капітальний ремонт. В поточному році для впровадження прискореного руху поїздів розпочато роботи на напрямках Харків-Симферополь, Донецьк-Симферополь і Дніпропетровськ-Симферополь. Загальна вартість робіт – 526 млн грн. З введенням літнього графіку почнуться перевезення денними експресами між названими містами.

Впровадження нових технологій ремонту сприяє збільшенню міжремонтних термінів і періодичності ремонтів колії та підвищенню надійності її справного технічного стану.

О рациональном способе подбора параметров элементов комбинированных конструкций типа балка-ферма

Брынза А.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Brynza A. A. On a rational way to the selection of parameters elements combined beam-type design farm

In this paper the rational method of selection of parameters of elements combined constructions based on the method of the stress-strain state in the combined structure of the proposed N.V. Gogol. Used when calculating the numerical-analytical method based on the use of generalized functions. It is shown that the application of the rational method of selecting elements combined structure provides significant savings in the mass of the structure.

Современные тенденции развития строительства в Украине остро ставят вопрос о повышении эффективности строительных конструкций, что в первую очередь означает снижение их материалоемкости и стоимости изготовления. В связи с этим, разработка конструкций меньшей массы и стоимости изготовления является актуальной задачей.

В работах Н. В. Гоголя (Гоголь М. В. Проектування і розрахунок раціональних комбінованих конструкцій/ М. В. Гоголь// Металеві конструкції. – 2008. –т. 14, №4. –С. 253-262 и др.) был предложен метод регулирования напряженно-деформированного состояния в комбинированных конструкциях типа балка-ферма. Для расчета конструкций им используется энергетический метод.

В данной работе этот метод предлагается использовать для рационального подбора параметров элементов комбинированных конструкций типа балка-ферма. Конструкция разделяется на две подсистемы. Главной подсистемой является балка, а вспомогательной – ферма. На первом этапе рассматривается балка с дополнительными промежуточными упругими опорами, моделирующими работу вспомогательной системы подкрепления, нагруженная заданной нагрузкой. Деформации упругих опор изменяются по гипотезе Винклера. Для расчета балки на упругих опорах используется численно-аналитический метод предложенный В.А. Лазаряном, основанный на применении аппарата обобщенных функций. Опоры учитываются с помощью обобщенных функций Дирака.

Решение полученного дифференциального уравнения с сингулярными коэффициентами находится методом Лапласа. Используя условия жесткости и равномоментности, определяются реакции упругих опор. На втором этапе определяются продольные усилия в стержнях системы подкрепления, рассматриваемой как статически определимая ферма, нагруженная реакциями упругих опор. В качестве критерия подбора параметров элементов вспомогательной системы выступает условие их равнонапряженности. На основании использования этих критериев подбираются характеристики поперечных сечений элементов конструкции. Рассмотрен расчет однопролетной балки-фермы. Показано, что применение рационального способа подбора элементов комбинированной конструкции снижает ее материалоемкость.

Оцінка ефективності використання машинного способу виправки кривих в плані

Гаврилов М.О., Курган Д.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Gavrilov M.O., Kurgan D.M. Evaluating the effectiveness of the use of machine method emendation curves in the plan

Assessment of the accuracy straightening curves by heavy machines with automated system straightening.

Стан і робота залізничної колії залежать від плану залізничної лінії. Криві ділянки складають майже 30% від загальної довжини залізниць, обмежують швидкість руху поїздів та призводять до підвищення експлуатаційних витрат. Контроль за станом плану залізничної лінії і його своєчасне виправлення є однією з найважливіших задач колійного господарства.

З ростом вантажонапруженості та зменшенням часу «вікон», наданих на ремонт та утримання колії, необхідно створення або придбання нової техніки, що поєднує в собі високу продуктивність, якість та доступну для колійників вартість. На цьому шляху машинізації колійного господарства Укрзалізницею були придбані важкі машини для виправлення плану залізничної колії. Наявний парк таких машин складає майже 140 одиниць, а потреба в нових машинах до 2015 року складає майже 70 одиниць.

В цих умовах дуже важливою є оцінка точності знімання та виправлення залізничних кривих важкими машинами і в першу чергу оснащені системами автоматики. Під системами автоматики розуміється програмно-апаратні комплекси для аналізу і контролю вимірювання стану колії, виконання розрахунків параметрів плану і профілю, корегування результатів цих розрахунків та керування процесом рихтування.

На сьогодні в Україні використовують наступні системи автоматики:

- мікропроцесорна система керування виправленням колії «ВНИИЖТ»;
- комп'ютерна система керування фірми Plasser ALC;
- комп'ютерна система керування «Стріла» з автоматизованою системою розрахунків «РВПлан»;
- автоматизована система знімання, розрахунків і виправлення колії «НАВИГАТОР»;
- Для оцінки точності виправки машинним способом були розглянуті:
- копії технічної документації до цих систем.
- методика аналізу точності знімання, розрахунків та виправлення залізничних кривих машинами різних типів, розроблена на кафедрах «Колія та колійне господарство» і «Проектування і будівництво доріг» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
- експертний висновок з оцінки точності рихтування залізничної колії в плані машиною ВПР-02 №225, складений спеціалістами з інженерно-геодезичних вишукувань, проектування і будівництва залізниць, експлуатації залізничної колії.

Аналіз різних типів машин показав, що технічні характеристики їх робочих органів відрізняються несуттєво. Основна відмінність цих машин між собою – системи автоматики, що встановлюються на них.

Оцінка точності у випробуваннях виконувалася на основі результатів, отриманих за допомогою програми розрахунку виправки колії в плані «РВПлан», яка позитивно зарекомендувала себе на залізницях України та за її межами.

Після аналізу даних випробувань зроблені висновки, що точність виконаних вимірювань в даний час є недостатньою, але у зв'язку з великим попитом на шляху ма-

шинізації колійного господарства Укрзалізниці проводяться з роботи модернізації таких систем і є передумови на отримання задовільних результатів.

Результати дослідження характеристик термічного режиму ґрунту для проектування та експлуатації транспортних шляхів

Горб А.С.
(ДНУ ім. О. Гончара, Дніпропетровськ)

Відомо, що при проектуванні та будівництві транспортних шляхів, використовуються кліматичні характеристики місцевості, які можуть чинити суттєвий вплив на стан та екологічну безпеку транспортних шляхів і комунікацій. Одними з основних є термічний режим повітря та ґрунту. У даній роботі представлено дослідження термічного режиму поверхневого шару ґрунту та на глибинах 0,2, 0,4, 0,8, 1,6 і 3,2 м. Використані багаторічні статистичні матеріали вимірювання на дев'яти метеорологічних станціях Дніпропетровщини за 1963-2010 рр.

Термічний режим ґрунту значною мірою обумовлюється надходженням сонячного тепла, адвекцією повітряних мас, залежить від фізичних та механічних властивостей ґрунту, рослинного та снігового покривів, експозиції схилів і висоти місцевості над рівнем моря.

Важливими характеристиками термічного режиму ґрунту є середньомісячні, середньорічні та екстремальні температури, а також глибина промерзання ґрунту.

Найнижчі середньомісячні температури поверхні ґрунту на Дніпропетровщині спостерігаються у січні, інколи – лютому, і змінюються з північного сходу та півночі на південь від -6°C до $-5\ldots-4^{\circ}\text{C}$. У цьому ж напрямку зменшуються абсолютні мінімальні значення температури – від -40 до -36°C .

Найвищі середньомісячні температури поверхні ґрунту відмічаються у липні – в північних районах області – 26 , у південних – $27-29^{\circ}\text{C}$. Середні річні амплітуди температури, зазвичай, не перевищують $31-35^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури поверхні ґрунту 67°C зафіксований на південному сході області (метеостанція Чаплине).

Температура ґрунту на різних глибинах має менші коливання, ніж на його поверхні. Амплітуди температурних коливань з глибиною зменшуються, екстремуми запізнюються. В холодний та теплий періоди року вертикальні температурні градієнти мають різний знак: влітку температура з глибиною знижується, взимку підвищується. У перехідні сезони така закономірність порушується: у квітні температура знижується до глибини $1,5-2$ м, а далі зростає; у жовтні – навпаки – до глибини $1-2$ м температура ґрунту зростає, а нижче цієї глибини – знижується.

Просторовий розподіл температури ґрунту на глибині $0,2$ м слідує, в основному, за розподілом температури поверхні. На глибині $0,4$ м від'ємною температура є лише у лютому ($-0,5\ldots-2,5^{\circ}\text{C}$); у березні на цій глибині середньомісячна температура позитивна на всій території й відрізняється від глибини $0,2$ м лише на $0,1 - 0,3^{\circ}\text{C}$. Річний максимум приходить на серпень і лише в окремих місцях – на липень ($20 - 23^{\circ}\text{C}$).

На горизонті $0,8$ м температура ґрунту у північних і північно-східних районах області може бути від'ємною, але не нижче -1°C . Максимальні значення спостерігаються у серпні й змінюються з півночі на південь від 19 до 22°C . Порівняно з глибиною $0,4$ м температура ґрунту на глибині $0,8$ м в холодний період року на $2-2,5^{\circ}\text{C}$ вища, а в теплий – нижча на $1,5 - 3^{\circ}\text{C}$.

Річний мінімум температури ґрунту на глибині $1,6$ м приходить на березень ($2 - 4^{\circ}\text{C}$), максимум – на серпень ($16-18^{\circ}\text{C}$).

На глибині $3,2$ м мінімум температури переміщується на квітень-травень ($5,5 - 6,5^{\circ}\text{C}$), а максимум на жовтень ($13 - 14,5^{\circ}\text{C}$); річні амплітуди помітно знижені ($6 - 8^{\circ}\text{C}$).

Одним з показників, що характеризує термічний стан ґрунту є глибина його промерзання. На всій території стійке промерзання ґрунту відбувається з середини грудня. Середня глибина промерзання у грудні становить 10-12 см, найбільша – доходить до 80 см. У лютому середня глибина промерзання знаходиться у межах 40-60 см, а максимальна – 120-140 см. Повне відтавання ґрунту приходить, зазвичай, на кінець березня, а в окремі роки – навіть на середину квітня.

Впровадження нових наукових досягнень стосовно удосконалення конструкцій наплавних мостів

Горбатюк Ю.М., Дацків Ю.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Оцінюючи існуючу конструкцію наплавного мосту НЖМ-56, яка стоїть на озброєнні Міністерства оборони України в цілому, то вона просто застаріла (початок розробки відноситься до 1946 року), якщо врахувати, що нормативний термін використання і зберігання становить 20 років. По вантажопідйомності вона не здатна переправити навіть невеличку цистерну з нафтою.

У цьому напрямку повинна відбуватися модернізація, однак з урахуванням окремих, властивих їй, особливостей, доступних сучасних технологій і матеріальних можливостей. Але, якщо врахувати, що під час паводків та надзвичайних ситуацій вкладаються великі витрати, то питання створення довговічних і мобільних конструкцій набуває актуальності.

На зміну їй можуть і повинні вже зараз прийти більш досконалі конструкції, які в більшості показників будуть кращими, їх вартість може бути зменшена на 25÷30%. Крім того є потреба таких аналогічних конструкцій не тільки для залізничного але і для автомобільного транспорту та пішоходів.

Одним з елементів наплавного мосту є підтримуючі конструкції - понтони. У цьому напрямку можна значно спростити конструкцію, а головне зробити її дешевішою за рахунок застосування понтонів з полімерів (скловолокно та ін), комбінованих (полімери + метал) або інші варіанти. Наприклад для наплавного мосту під легкі автомобілі та пішохідний рух можна використовувати понтони з полімерів, під автомобільний рух - комбіновані (полімери посилені металом), а для залізничного транспорту металеві: по проїзній частині - металеві та додатково з двох сторін, в якості підтримувачів - з полімерів. Тим більше, що зараз понтони з полімерів все частіше використовують як у мостобудуванні так і в берегоукріпленні, і в якості причальних пристроїв.

Що стосується баштових конструкцій ИМИ-60, призначені для влаштування тимчасових опор, то вони можуть бути замінені більш ефективними інвентарними конструкціями МИК-С і МИК-П (які вже витіснили менш ефективні інвентарні конструкції з кутників - УИКМ), оскільки вони також мають меншу вагу (наприклад стійка ИМИ-60 має вагу 1 п.м. - 68.7÷82.0 кг і несучу здатність на стиснення - 121.8 тс., в той час як 1 п.м. МИК-С важить 56.5 кг і має несучу здатність на стиск - 100 тс).

Запропонована модернізація прогонових будов і понтонів може бути підкріплена низкою додаткових пропозицій, які в сукупності знижують трудомісткість з наведення мосту. До них можна віднести:

1. Існуючі конструкції наплавних мостів мають велику кількість болтових з'єднань, передбачені застарілі рейки типу Р50 (зняті з виробництва), автомобільний проїзд має дерев'яний настил. Потрібно, в новій конструкції, значно зменшити кількість болтових з'єднань, встановити рейки типу Р65, а настил замінити на металевий з обладнанням з'єднаного проїзду по мосту.

2. Застосування фундаментів підйомних опор гвинтових паль забезпечить високий

темп спорудження берегових частин і багаторазове їх застосування, тобто вони використовуються як інвентарні конструкції.

3. Заміна конструкції стикових вузлів з використанням чотирьохпалубних замків дозволить прискорити процес складання прогонових будов і зменшити трудовитрати на даних роботах.

4. Типову довжину наплавного мосту бажано проектувати модульну, є окремі секції річкової частині (при необхідності судноплавства одна з них виконує роль вивідного порома) можуть безперешкодно вилучатися або додаватися до конструкції. Модуль можна встановити таким, щоб він дорівнював довжині двох або трьох прогонових будов.

Цю роботу можуть виконати, в короткі терміни проектні організації, які вже попередньо дали згоду. Така попередня згода отримана і від заводів металевих конструкцій, розташованих на території України.

Расчет усталостной долговечности сварных пролетных строений мостов на основе локальных напряжений

Дворецкий В.И., Мальгин М.Г.
(Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ)

Dr. Dvoretzky V., Malgin M. Fatigue analysis of welded bridges based on local stress approach

An approach to fatigue analysis of bridge structures based on the determination of local stresses in potentially dangerous areas of welded joints is proposed. Based on a comparison with the laboratory test results and service date of bridges it was found that the calculation of the fatigue of welded joints using local stress approach can increase the accuracy of bridge durability determination.

Одной из важнейших проблем развития железнодорожного транспорта является повышение эксплуатационной надежности несущих металлоконструкций пролетных строений мостов и подвижного состава. Это обусловлено образованием в их узлах в течение назначенного срока службы локальных повреждений в виде развивающихся усталостных трещин. Ниже, на примере пролетных строений мостов, излагаются принципиальные положения развиваемой в Институте электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины методологии расчета сварных узлов пространственных конструкций на сопротивление усталости по местным переменным напряжениям, закономерность изменения, величина и повторяемость которых определяются по результатам численного анализа действительной работы элементов в составе узла при эксплуатационном нагружении конструкции.

Узлы пролетных строений железнодорожных и автодорожных мостов включаются в сложную пространственную работу всей конструкции и работают при переменном общем и местном воздействии подвижных нагрузок. Локальные усталостные повреждения зарождаются в местах сложного взаимодействия сочленяемых элементов, характер которого может весьма существенно изменяться в процессе эксплуатации. Под действием обращающихся нагрузок здесь образуются местные дополнительные переменные напряжения. Закономерности изменения местного НДС обусловлены двумя факторами: конструктивным и силовым, то есть конструктивной формой узла и особенностями передачи нагрузки на каждый его элемент. Наиболее выражена роль местных дополнительных напряжений в узлах, где взаимодействие элементов реализуется в виде изгиба с кручением, стесненного кручения или комбинации нормальных и касательных напряжений в плоскости элемента. Местные дополнительные напряжения в ряде случаев могут оказывать решающее влияние на накопление усталостных повреждений. Поэтому расчетную оценку сопротивления усталости сварных пролетных строений мостов следует выполнять с их учетом.

В последние десятилетия решению проблемы оценки усталостной долговечности сварных узлов конструкций по напряжениям в зоне предразрушения (с учетом местных

дополнительных напряжений, которые называют иногда вторичными) в мире уделяется значительное внимание. Затруднения в ее решении возникают при назначении в идентичных величинах расчетных переменных напряжений и расчетных характеристик сопротивления усталости (ХСУ). Обе расчетные величины определяются по результатам численного анализа НДС в зоне предразрушения сварных соединений, при этом используются разные допущения, которые могут сказываться на результатах расчета. В основном это допущения в виде исключения из рассмотрения в расчете фактической формы сварного шва и перехода в зоне линии сплавления путем введения фиктивных радиусов, экстраполяции напряжений в «горячую точку» или использования подходов основанных на механике разрушения. При этом неопределенности связанные с физико-механической неоднородностью и фактической формой шва учитывают в назначаемых кривых усталости, полученных экспериментальным путем.

По результатам проведенных численных исследований установлено, что для определения действительной работы сварных узлов пространственных конструкций, с учетом различных конструктивных решений сочленяемых элементов и особенностей эксплуатационных воздействий, наиболее эффективно использовать единую конечно-элементную модель конструкции в виде фрагментов с аппроксимацией стержневыми, оболочечными и трехмерными конечными элементами (где последними аппроксимируется сварной узел). Фрагменты в свою очередь объединяются при помощи абсолютно жестких тел в виде плоских сечений обеспечивающих адекватную передачу внешних силовых воздействий к каждому рассматриваемому фрагменту.

Определение ХСУ в терминах «местных напряжений» базируется на том же принципе, что принят в проверенной многолетней практикой их назначения в «номинальных напряжениях». Его смысл сводится к тому, что служебные свойства конструкции обеспечиваются требованиями конструкторско-технологической и нормативно-технической документации, где регламентируются технологические параметры и допуски на геометрию сварных соединений. В этой связи для каждого типа соединений значения ХСУ из номинальных напряжений численным методом переводились в значения местных напряжений с детальным анализом как влияет геометрия шва, в пределах допускаемой вариации, на характер распределения и величину напряжений в потенциально опасной зоне сварного соединения. По данным таких исследований установлено, что допуски на геометрию шва оказывают влияние на величину местных напряжений при удалении от линии сплавления не более чем на $0,17t$ (где t – толщина основного металла. С учетом того, что: установить истинное значение напряжений у линии сплавления невозможно ни практически, ни теоретически; накопление усталостных повреждений происходит не только по линии сплавления шва, но и в прилегающем к ней объеме металла, - сделан вывод о том, что значения ХСУ можно устанавливать пересчетом из номинальных напряжений в местные на расстоянии $0,17t$ от линии сплавления шва. На таком же расстоянии определяются расчетные местные напряжения в конструкции для учета эксплуатационной нагруженности.

Для оценки пригодности предложенного метода расчетного определения ХСУ по местным напряжениям проведен широкий сопоставительный анализ с результатами натурных испытаний сварных узлов в условиях простого и сложного НДС. Расчетные данные сравнивались с результатами усталостных испытаний образцов-фрагментов ряда конструктивных решений сварных узлов главных ферм, узлов приварки поперечных балок к главным балкам пролетного строения, узлов пересечения ребер жесткости ортотропных плит проезжей части и др. Во всех случаях получена вполне удовлетворительная расчетная долговечность – результаты натурных испытаний принадлежат установленной расчетом кривой усталости по местным напряжениям.

Установленные в терминах «местных напряжений» и переменные напряжения и ХСУ использовались для определения усталостной долговечности сварных узлов ряда типовых пролетных строений железнодорожных мостов, для которых известно фактическое время

эксплуатации до обнаружения повреждений. Во всех случаях получены упреждающие, максимально приближенные к данным эксплуатации результаты. Полученные результаты позволяют предлагать выполнение расчета сопротивления усталости пролетных строений по местным напряжениям.

Определение собственных колебаний автодорожной неразрезной криволинейной в плане эстакады

Загорулько С.М.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Zagorulko S. M. Determination Natural Vibrations of The Continued Placed on Curve Flyover in Operation

The work deals with the results of analysis of the continued, placed on curve flyover in operation. The determining of the basic dynamic parameters as well as comparison of the obtained magnitudes with the results of the dynamic test conducted by the "BSRL Dynamics of bridges" of DIIT in 1980, staff are also considered.

Металлическая автодорожная эстакада рамно-неразрезной системы запроектирована проектным институтом «Укрпроектстальконструкция» г. Киев, по схеме 2х56м+2х64м+2х56м расположена в плане на кривой радиусом 200м и введена в постоянную эксплуатацию в октябре 1978 года. Конструкция рассчитана в соответствии с требованиями СН200-62 [1] на пропуск четырех полос автомобильного движения по схеме Н-30 и НК80 и пешеходов по двум тротуарам шириной по 2,25 м каждый. Габарит проезжей части (15,64м) принят из условия пропуска автомобильной нагрузки со скоростью до 60 км/час.

Конструкция этой уникальной в своём роде эстакады, имея подобную расчётную схему и характеристики, практически полностью исключает возможность ручного счета, а именно: определение точных динамических характеристик, которые бы адекватно, а главное с достаточной точностью характеризовали действительную работу сооружения на конкретных этапах эксплуатации конструкции.

Последние несколько десятилетий в силу стремительного развития компьютерных технологий абсолютным лидером среди методов расчета инженерных конструкций стал метод конечных элементов (МКЭ). Для получения точных динамических характеристик конструкции при действии колёсных транспортных средств на мостовой переход, было принято решение использовать в расчёте метод математического моделирования конструкции, а именно метод конечных элементов. Моделирование и расчёт данного сооружения проводился в среде программного комплекса «Лира». Была смоделирована оптимальная пространственная конечно-элементная модель всей эстакады, в которую вошло 141760 отдельных конечных элементов объединённых между собой внутренними связями. Составленная модель полностью отвечает всем геометрическим и линейным характеристикам реального сооружения, что подтверждается полученными результатами и значениями, полученными в ходе испытаний, которые проводились ОНИЛ динамики мостов.

Колебаниями называются движения или процессы, которые характеризуются определенной повторяемостью во времени. Колебания широко распространены в окружающем мире и могут иметь самую различную природу. Собственными (свободными) называются колебания конструкции или его элемента, происходящие без воздействия внешних сил, или колебания, происходящие после некоторого начального нарушения состояния равновесия механической системы, которая затем остается представленной самой себе и движется под действием восстанавливающих сил и сил внутреннего трения.

Как известно, современные тенденции отечественного и зарубежного мостостроения связаны с широким внедрением новых высокопрочных материалов, совершенствованием конструктивных и технологических форм, а также методов расчета. Вызванное этими факторами изменения в конструкциях, привело к уменьшению жесткости, повышению чувствительности их к динамическим воздействиям. В связи с этим (а также с ростом интенсивности и величины нагрузок) возросла роль динамических расчетов, исследований динамического поведения мостовых конструкций, особенно сооружений, которые были запроектированы и построены в период, когда динамический расчёт сложных сооружений выполнялся путём упрощения расчётных схем, что непосредственно влияло на полученные результаты.

На начальном этапе расчёта было получено 7 значений частот собственных колебаний эстакады. Проводя анализ форм собственных колебаний по результатам выполненных расчётов следует: что все формы свободных колебаний эстакады являются взаимно-связными между собой и таким образом, разделить собственные формы колебаний сооружения на вертикальные, горизонтальные и крутильные можно лишь условно. Так при частоте колебаний 1,81 Гц преобладают вертикальные колебания, которые сопровождаются закручиванием и горизонтальным поперечным перемещениями. При частоте 2,12 Гц преобладают горизонтальные колебания, которые сопровождаются вертикальными и крутильными. При частоте собственных колебаний 2,22 Гц можно выделить крутильные колебания конструкции, которые в свою очередь сопровождаются двумя основными формами колебания сооружения.

В таблице 1 для сравнения приведенных значений частот полученных при испытании сооружения и рассчитанных при помощи программного комплекса «Лира» для выбранной конечно-элементной модели эстакады.

Таблица 1. Сравнения значений частот собственных колебаний

Форма собственных колебаний	Значения частот полученных из испытаний, Гц	Значения частот полученных из расчёта, Гц	Разность, %
Вертикальные	1,83	1,81	1,1
Горизонтальные	2,15	2,12	1,4
Крутильные	2,47	2,22	11,3

Абсолютного совпадения (судя из таблицы) не наблюдается, но их близость очевидна. При математическом моделировании эстакады невозможно учесть всех параметров сооружения, которые необходимо ввести в конечно-элементную модель, а именно: инженерных коммуникаций, которые проходят по мосту; наличие барьерного ограждения; перильного ограждения; осветительных мачт и мачт троллейбусной линии; толщину асфальтового покрытия, смотровые приспособления и др. Все выше перечисленные факторы влияют на массу и жесткость конструкции, внося фоновые искажения, которые в свою очередь непосредственно влияют на частоты собственных колебаний сооружения.

Нові технології виготовлення бетону для підрейкових основ

Коваленко В.В., Заяць Ю.Л., Пшінько П.О., Пристинська В.В., Коваленко С.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kovalenko V. V., Zayats Yu. L., Pshinko P. O., Pristincka V. V., Kovalenko S. V. The new manufacturing technologies of concrete for rail bases

In work the comparative analysis of influence of chemical additives on quality of special concrete is introduced.

Сучасні технології будівництва потребують впровадження нових матеріалів та прийомів їх застосування, які б задовольняли вимогам з технологічності, якості, довговічності, економічності. При тому, застосування імпорتنих технологій та матеріалів не завжди дозволяють гнучко пристосовуватися до зміни якості сировинних матеріалів, макро- та мікрокліматичних умов виробництва. Склади як самих імпорتنих цементних будівельних сумішей, так і хімічних добавок до них є комерційною таємницею, що не дозволяє оперативно реагувати на вищезгадані протиріччя.

На відміну від цього, вітчизняні виробники хімічних добавок для будівельних сумішей та бетонів можуть до кожного виробника, чи окремого типу виробів, пристосовувати хімічний склад добавок та корегувати технологію виготовлення конкретних виробів для отримання найкращих результатів. Для жорстких бетонних сумішей, при дотриманні зручності укладання, необхідно звуження інтервалу тужавіння і набору міцності, та зниження температури тепловологісної обробки.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз впливу хімічних добавок вітчизняних та закордонних виробників на якість спеціальних бетонів, їх фізико-механічні та структурні характеристики.

Об'єктом дослідження роботи були спеціальні бетони на базі жорстких сумішей, виготовлені на сировинній базі України з додаванням хімічних добавок вітчизняного та закордонного виробництва.

В роботі було застосовано методики аналітичного та теоретичного аналізів, фізико-механічних випробувань, дослідження технологічних властивостей бетонних сумішей та кінетики тужавіння бетонів на базі методики мікроструктурного, фрактографічного, мікrorентгеноспектрального структурних аналізів кінетики тужавіння бетонів за допомогою растрової електронної мікроскопії.

За результатами роботи на замовлення центрального управління промислових підприємств Укрзалізниці «Проведення досліджень по встановленню причин руйнування залізобетонних шпал та розробка рекомендацій по підвищенню міцності бетону» виявлено, що сировинні матеріали для виробництва бетону шпал не відповідають вимогам відповідних ДСТУ та мають високу реакційну спроможність, що сприяє прискоренню процесу лужно-кремнієвокислої реакції в динамічно навантажених виробках. Тріщиноутворенню в шпалах сприяють також концентратори напруги, що виникають на границі кристалів слюди та кварцу більших ніж 10 мм в діаметрі в наслідок малої когезії та адгезії до кристалів цементного каменю, та пори на границі між армованими та неармованими об'ємами бетону утвореними в процесі віброуцільнення бетону з крупними наповнювачами, діаметри яких значно перевищують відстань між арматурними стержнями. Крім того, технологія виробництва, та сировинний склад бетону сприяють утворенню в процесі тепловологісної обробки крупних кристалів еtringіту та термічних тріщин, що прискорюють проникнення вологи в середину цих виробів. За подібних обставин та циклічних знакозмінних навантажень шпал при температурах близько 0° С значно прискорюється процес структурних перебудов великих кристалів еtringіту, які є структурно нестабільними.

Ефективне вирішення комплексу проблем пов'язаних з технологією виробництва залізобетонних шпал з мінімальними витратами матеріальних, енергетичних та фінансових ресурсів можливо за рахунок оновлення технології виготовлення, створення відповідного стандарту на виготовлення вищезгаданих виробів, неухильного дотримання цього стандарту та контроль замовника – Укрзалізниці за дотриманням нових нормативів.

Такий підхід до запобігання випадків масового передчасного руйнування залізобетонних шпал запропоновано на ЗАТ «Запорізький завод залізобетонних шпал», де сумісно з Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту ім. ак. В.Лазаряна та ПП «Логія» розробляється нова технологія виготовлення залізобетонних шпал. Технологія передбачає проведення строгого контролю реакційної спроможності си-

ровинних матеріалів, відповідності всіх параметрів сировини діючим стандартам та розроблення заходів до стабілізації структурних складових бетону для попередження структурних перебудов в процесі експлуатації шпал. Вирішення таких складних питань базується на ретельному аналізі досвіду технологій виробництва залізобетонних шпал в провідних країнах світу, виявленні позитивних та негативних аспектів виробництва та розроблення на базі надбаного досвіду власної технології, яка забезпечить максимальні показники у співвідношенні ціни та якості продукції українських виробників.

Технологія виготовлення шпал англійських та італійських виробників на відміну від українських включає застосування комплексних добавок для бетонної суміші, зменшення максимального діаметру крупних наповнювачів, зміні схеми армування бетону шпал, та значному зниженні (на 20-30° C) температури їх тепловологісної обробки. Російські виробники залізобетонних шпал також застосовують пластифікатори російського виробництва при виготовленні жорстких бетонних сумішей, але щодо інших технологічних прийомів, то вони подібні до українських.

Таким чином, можна зробити висновок, що Україна є єдиною державою у світі, яка у власному державному стандарті виключає застосування добавок при виробництві бетону шпал. Це негативно впливає на макро- та мікроструктуру бетону, знижує фізико-механічні характеристики та довговічність вітчизняної продукції. Однак, просте механічне застосування будь яких добавок без урахування їх взаємодії із структурними характеристиками бетону може сприяти збільшенню схильності до реструктуризації цементного каменя в процесі експлуатації. Також необхідно узгодити хімічні характеристики добавки до температурних режимів тепловологісної обробки, щоб попередити процеси її розкладання.

В результаті вирішення вищезгаданих задач Дніпропетровським національним університетом, приватним підприємством «Логія» та ЗАТ «Запорізький завод залізобетонних шпал» було започатковано створення технології виготовлення вітчизняних залізобетонних шпал для швидкісного руху з підвищеними фізико-механічними характеристиками.

Механічні випробування залізобетонних шпал з застосуванням комплексної хімічної добавки ПЛКП показали можливість економії більше ніж 15 % цементу з одночасним підвищенням міцності залізобетону шпал більше ніж на 20 %. Застосування регуляторів тужавіння у складі добавки дозволяє знижувати температуру тепловологісної обробки, але експериментально-промислове дослідження оптимальної температури обробки пов'язано з виробництвом великої кількості залізобетонних шпал, що одночасно проходять тепловологісну обробку, на виготовлення яких не отримано дозвіл Укрзалізниці.

Будівельні роботи для підвищення пропускної спроможності на мережі залізниць України

Ковальов В.В., Клочко Б.Г.¹

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, 1 – «Гідромонтажспецбуд»)

Koval'ov V.V., Klochko B.G. Construction works to increase the capacity of a network of railways of Ukraine

A method to increase capacity - construction of a second railway track

На головних напрямках залізниць України продовжуються роботи з відокремлення вантажних перевезень від пасажирських при впровадженні швидкісного руху пасажирських поїздів. Для розвантаження ділянок, якими будуть рухатись швидкісні поїзди, проводиться переключення вантажного руху на інші ходи. Якщо залізниця одноколійна, то з ростом вантажонапруженості вона неспроможна забезпечити заплановані перевезення ван-

тажів і тоді виникає потреба в нарощуванні пропускної і провізної спроможності. Найбільш ефективним рішенням цієї проблеми є будівництво другої колії.

За два останніх роки на мережі залізниць України виконано значний обсяг будівельних робіт, що дозволило забезпечити безпеку руху поїздів, продовжити роботи з розмежування пасажирського та вантажного руху, впроваджувати швидкісний рух поїздів.

Так, при модернізації напрямку Полтава-Бурти-Користівка одночасно з електрифікацією залізниці збудована друга (парна) колія Бурти-Користівка (19 км). На ділянці Долинська-Миколаїв з 11 перегонів на чотирьох (сумарно 52 км) збудовано другу головну колію, що дозволило підвищити пропускну спроможність на 10 пар поїздів на добу. На напрямку Полтава – Кременчук Південної залізниці збудовано 18 км других колій на перегонах Ліщинівка – Кобеляки 4,5 км та Кобеляки – Ганівка 13,5 км; на напрямку Гребінка – Полтава на перегоні Сагайдак – Братешки Південної залізниці збудовано 5,7 км других колій. Загалом з 2008 по 2012 рр. збудовано близько 120 км других головних колій.

Вимоги до таких колій більш жорсткі, ніж при будівництві нових залізниць. Це пояснюється тим, що в першому випадку відсутня тимчасова експлуатація, і після відсипання земляного полотна й укладання верхньої будови колії залізниця здається в постійну експлуатацію з проектними швидкостями руху. Тому особлива увага при спорудженні другої колії приділяється відсипанню земляного полотна, його ущільненню, стабільності.

При проектуванні технології спорудження насипів наряду з іншими вирішувалось питання вибору ґрунтоущільнюючих машин та режимів їх роботи (товщина шару, що ущільнюється, кількість проходок, швидкість руху та ін.) для забезпечення якісного ущільнення ґрунту. Для швидкісних ліній коефіцієнт ущільнення згідно ДБН В.2.3-19-2008 призначається для верхнього півметрового шару під основною площадкою 1,03, для тих, що лежать нижче 0,98-1,0.

Виконання земляних робіт ускладнюється, якщо на ділянці має місце перебудова кривих. Такі роботи з розширення земляного полотна для збільшення радіусів кривих виконувались, наприклад, на напрямку Полтава-Красноград-Лозова, які за своїми параметрами не забезпечували встановлену максимальну швидкість 160 км/год. Зміщення вісі колії складало від 0,7 до 9,1 м. Загальний обсяг земляних робіт 32,5 тис. куб. м. Використовувався як місцевий, так і привезений ґрунт. Земляні роботи виконувала Смородинська колійна машинна станція з ремонту земляного полотна. Відсипання ґрунту здійснювалось скреперами, ущільнення виконувалось 13-тонним вібраційним катком ДУ-85. Для контролю ущільнення використовувався прилад НМР LFG pro+, що видавав ряд параметрів, в тому числі динамічний модуль пружності.

Модернізація інфраструктури й перебудова десяти кривих радіусів 750-1100 до 1500-1600 метрів дозволила реалізувати максимальну швидкість 140-160 км/год на довжині 465 км, що складає близько 63% від загальної довжини ділянки Київ-Полтава-Лозова-Донецьк.

Забезпечення надійності земляного полотна при будівництві та експлуатації другої колії

Ковальов В.В., Найдьонова В.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Koval'ov V.V., Najd'onova V.O. Ensuring reliability the roadbed during construction and operation of the second track

In theses discussed the need for soil reinforcement in the design of the railways.

В даний час в Україні стратегія розвитку залізничного транспорту направлена на проведення реконструкції залізниць для підвищення швидкості руху пасажирських поїздів та збільшення пропускної спроможності.

Одним з основних напрямків збільшення обсягів вантажних перевезень є будівництво другої головної колії з перебудовою станцій.

У 2012 році в Україні було здано в експлуатацію 23,7 км другої колії на Південній залізниці, а саме:

– на дільниці Полтава – Кременчук збудовано 18,0 км на перегонах: Ліщинівка – Кобеяки 4,5 км та Кобеяки – Ганівка 13,5 км;

– на дільниці Гребінка – Полтава на перегоні Сагайдак – Братешки збудовано 5,7 км других колій.

Розвиток колійного господарства на 2013 рік передбачає виконання робіт з будівництва других колій напрямку Гребінка – Полтава Південної залізниці на перегоні Федунка – Сагайдак протяжністю 5 км та виконання робіт з улаштування земляного полотна на перегоні Яреськи – Федунка (протяжністю 5 км).

Будівництво другої колії приводить до необхідності добудови нового земляного полотна до існуючого.

Від надійної роботи земляного полотна залежить ряд показників: безпечний та безперебійний рух поїздів, допустимі навантаження на колію, швидкості руху і, як наслідок, провізна та пропускна спроможність залізниці.

Особливо гостро постають питання забезпечення надійності при будівництві другої колії та її експлуатації при розташуванні земляного полотна в складних кліматичних та геологічних умовах (при підтопленні земляного полотна, розташуванні поруч водоймищ, тощо).

Одним з перспективних напрямків забезпечення надійної роботи земляного полотна при будівництві та експлуатації другої колії є армування ґрунтів штучними матеріалами. В Україні на відміну від інших сфер будівництва армування ґрунту мало застосовується при проектуванні нижньої будови колії.

Однією з причин є недостатньо розвинуті в Україні інструменти для достовірного проектування армованого земляного полотна, необхідність розробки та вдосконалення нормативних документів щодо армування нижньої будови колії.

При проектуванні залізниць виникають наступні запитання: які матеріали при заданих умовах експлуатації найбільш доцільно застосовувати; які властивості міцності у матеріалів повинні бути; їх кількість тощо.

Все це приводить до необхідності наукових досліджень роботи армованого земляного полотна як в лабораторних умовах так і за допомогою чисельних методів.

На сьогоднішній день одним з перспективних чисельних методів є метод скінчених елементів. В Європейських країнах розроблено достатньо велика кількість сучасних програм, що дозволяють успішно вирішувати ті чи інші задачі.

Проведений аналіз показав, що в Україні необхідно виконувати розробку і вдосконалення армоґрунтових моделей земляного полотна з урахуванням впливу динамічного навантаження, впровадження цих моделей в нормативну документацію залізниць.

Обґрунтування доцільності перебудови кривих ділянок колії для підвищення швидкості руху поїздів

Курган М.Б., Байдак С.Ю., Хмелевська Н.П.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kurgan M.B., Baydak S.Yu., Hmelevska N. P. Justification expediency reconstruction curves for improve speed of trains

The simultaneous reconstruction a plenty of objects can be not possible, for example, because of restrictions of financial and material resources for the subsequent optimum choice of a set of objects on a ratio of reduction a time of movement and cost of works.

Як показує практика, одночасна перебудова великої кількості об'єктів на напрямках, що підлягають модернізації, неможлива з безлічі різних причин, основними з яких є обмеження фінансових і матеріально-технічних ресурсів. Звідси виникає задача вибору оптимальної послідовності реконструкції лінії при обмежених ресурсах.

При вирішенні задачі оптимальної перебудови ділянок транспортного коридору залізниці розглядається як комплексна система, що складається з пристроїв і споруд, які через недосконалий технічний стан можуть обмежувати рівень швидкостей руху поїздів на кожній конкретній ділянці.

Одним з суттєвих факторів, що визначає допустиму швидкість руху, є план колії. Усі ділянки плану лінії, що обмежують швидкість руху поїздів, умовно можна розділити на групи, що відрізняються складністю виконання і складом робіт з перебудови, місцем розташування (станція, перегін) та іншими ознаками.

В загальній постановці задача перебудови плану залізниці передбачає визначення взаємного положення осі виправленої існуючої колії і осі проектної колії з розрахунком нормалей до осі існуючої колії для проміжних точок кривої. В залежності від величини нормалей можливі три випадки зміни існуючого положення земляного полотна: розширення існуючого земляного полотна, присипання земляного полотна проектної траси до існуючої, зміщення осі існуючої колії з переходом на нову трасу.

Виконання робіт при збільшенні радіусів кругових кривих, як правило, дорогий захід, пов'язаний з переходом на нову трасу. Так, на ділянці Миронівка–Знам'янка на Одеській залізниці Одесжелдорпроектм було запропоновано перебудувати 21 криву, в тому числі 8 – у межах смуги відводу і 13 – за її межами. А на ділянці Полтава-Лозова Південної залізниці в 2012 році здійснено перебудову десяти кривих при збільшенні радіусів до 1500-1600 м з метою підвищення швидкості руху поїздів.

Алгоритм обґрунтування доцільності перебудови кривих наступний. Після визначення обсягів робіт по кожному з бар'єрних місць залізнична ділянка представляється як набір окремих об'єктів, пов'язаних між собою. Кожен такий об'єкт характеризується рівнем швидкості руху, що відповідає існуючому стану об'єкта, та рівнем швидкості, яка можлива після реконструкції, і вартістю такої реконструкції.

Задача визначення оптимального за співвідношенням скорочення часу і вартості робіт набору кривих в плані з відновленням чи збільшенням проектних радіусів кривих передбачених проектом при реконструкції залізниці, може бути вирішена застосуванням методу оптимізації функції множини. Такий підхід до вирішення задачі дає змогу розглядати критерій оптимізації не адитивним, що дозволяє враховувати взаємозв'язок між окремими об'єктами.

Проведене дослідження показало, що на ділянці Т. Шевченка – Знам'янка раціональним є варіант перебудови кривих, коли зміщення осі колії, як правило, не потребує роз-

ширення існуючого земляного полотна, тобто при мінімальних витратах на перебудову кривих.

На ділянці Полтава-Лозова доцільними виявились варіанти розширення земляного полотна, що пояснюється невисокими насипами в місці розташування кривих і невеликими обсягами земляних робіт.

Дослідження впливу параметрів траси існуючих залізниць на комфортабельність їзди

Курган М.Б., Гусак М.А.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kurgan M. B., Gusak M. A. Research of influence parameters of the existing railway tracks at comfort riding

The analysis of speeds passengers trains movement has shown, that at the decision of a question for increase of speed of movement there is a problem for maintenance of comfort for the passengers driving. Acceleration working on the passengers, it is necessary to consider as complex oscillatory process. The technique for the analysis and regulation of such influence is offered.

Основною метою організації швидкісного руху пасажирських поїздів в Україні є суттєве підвищення швидкостей руху поїздів, покращення комфортабельності їзди та сервісу обслуговування пасажирів. Аналіз руху швидких пасажирських поїздів на напрямках Київ-Харків, Київ-Дніпропетровськ, Київ-Львів показує, що в основному забезпечена вимога щодо маршрутної швидкості, тобто часу доставки пасажирів до місця призначення, але актуальною залишається проблема покращення комфортабельності їзди. Такий висновок підтверджується порівнянням плавності руху поїздів як на наших залізницях, так і за кордоном – в країнах, де багато років функціонує швидкісний і високошвидкісний рух.

Коливальний характер прискорень, що діють на пасажирів, як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах, впливає на стомлюваність і самопочуття. Особливо це важливо при підвищенні швидкостей руху, коли амплітуда коливань зростає.

Істотну складність у вирішенні даного питання складає нормування параметрів коливального процесу. Основним критерієм при встановленні таких норм на ділянках швидкісного руху повинна бути комфортабельність їзди пасажирів. Відповідно до Інструкції ЦП-0269 комфортабельність їзди пасажирів слід оцінювати за непогашеними поперечними, вертикальними і поздовжніми прискореннями, що виникають при русі по переломах поздовжнього профілю і при різких змінах режимів ведення поїзду, тобто комфорт пасажирів визначається за повними прискореннями, що діють на пасажирів (прототип європейського коефіцієнту комфорту пасажирів N).

Проведений аналіз напрямків міжнародних транспортних коридорів у межах України показав, що навіть узагальнюючі дані щодо параметрів плану і профілю сильно відрізняються. Наприклад, на ділянці Львів-Чоп кривих радіусом до 1200 м 27,2 %, а на ділянці Київ-Дніпропетровськ і Київ-Зернове – 11,2 і 7,2 % відповідно. Уклонів крутіших за 8 ‰ у першому випадку 23,0 %, у другому – 15,7 %, у третьому – 0,4 %.

Для проведення дослідження необхідно було виділити ділянки траси легкі, середньої складності і складні за параметрами плану і профілю. У роботі розглядались еталонні ділянки траси різного ступеня складності: складний, середній і легкий, котрі близькі за своїми параметрами до існуючих напрямків Львів-Чоп, Київ-Дніпропетровськ та Київ-Зернове відповідно.

Аналіз діючих на пасажирів прискорень дає можливість намітити ряд заходів щодо їх зниження за рахунок зменшення поздовжніх і вертикальних прискорень при реконструкції профілю, горизонтальних прискорень – при перебудові кривих в плані.

Такий показник, як коефіцієнт пасажирського комфорту N являє собою інтерпретацією повних прискорень, але враховує складові (поперечні, вертикальні й поздовжні прискорення) в пропорціях, відповідно до їх впливу на пасажирів. Цей показник рекомендується для використання на залізницях країн-членів ОСЗ і в даному випадку приводить до тих же висновків, що отримані за результатами аналізу повних прискорень.

Комплексний підхід до аналізу складових частин повних прискорень і коефіцієнта комфортності дозволяє на кожній ділянці впроваджувати конкретні заходи для зменшення тієї чи іншої складової й підвищити комфортабельність їзди.

Взаємодія залізниць з Дунайським міжнародним транспортним коридором

Курган М.Б., Фадєєв В.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kurgan M. M., Fadjejev V. O. Interaction of the railroad with Danube international transport corridor

Based on analysis of the current status and the size of the movement for the future were identified ways to improve the basic indicators of the transportation process

Для транспортної інфраструктури Дунайського регіону мають велике значення транспортні вузли, що включають Ренійський і Ізмаїльський порти, станції Рені та Ізмаїл Одеської залізниці.

Порт Рені – великий транспортний вузол на Дунаї, в якому тісно переплітається робота морського, річкового, залізничного й автомобільного транспорту, він здійснюється перевалка вантажів в напрямку України, країн СНД і країн Східної Європи.

Порт Ізмаїл – транспортний вузол на Дунаї, що включає в себе комплекс транспортних підприємств наземного і водного сполучення. Через транспортний вузол проходять два міжнародних транспортних коридори: №7 Дунайський (водний), Австрія – Угорщина – Сербія - Болгарія-Румунія-Молдова-Україна і №9 (сухопутний) Гельсінки – Санкт-Петербург –Київ (Одеса)- Бухарест - Александрополіс.

Залізничні станції Рені і Ізмаїл входять до складу Одеської залізниці й здатні переробляти більш 24 мільйонів тонн вантажу на рік (2-3 млн. тонн станція Рені та 22 млн. тонн станція Ізмаїл). Аналіз обсягів вантажопотоків свідчить, що 85% від загального потоку складають транзитні перевезення.

Зв'язок портів Рені і Ізмаїл з зовнішньою мережею залізниць України здійснюється по ділянці Белгород – Дністровський - Ізмаїл.

Від станції Арциз ділянка розділяється на два напрямки: на Ізмаїл і на Рені. Ділянка довжиною 199 кілометрів – одноколейна, з керівним ухилом 16‰, система СЦБ – напівавтоблокування, на лінії обертаються поїзди масою 3000 тонн з локомотивом 2ТЕ116. Пропускна спроможність при непакетному графіку руху поїздів склала близько 20 пар поїздів на добу.

В умовах ринкового господарства залізниці відчувають гостру конкуренцію з боку інших видів транспорту. Для утримання своїх позицій на ринку транспортних послуг необхідно покращити основні показники перевізного процесу: термін доставки вантажів і собівартість перевезень при забезпеченні необхідної пропускної й провізної спроможності. Тому були розглянуті варіанти, які можуть зменшити, в першу чергу, експлуатаційні витрати на пробіг поїздів.

Встановлено, що електрифікація ділянки дозволяє покращити експлуатаційні показники за рахунок зменшення витрат на електроенергію і збільшення швидкості руху поїздів.

Так, з введенням електричної тяги час руху пари поїздів на ділянці зменшується на 45 хвилин, експлуатаційні витрати на пробіг поїздів зменшуються на 28%, а капітальні витрати в локомотивний парк – на 60%. Термін окупності витрат при введенні електричної тяги складає від 6 до 8 років в залежності від темпів росту обсягів перевезень.

Зі збільшенням розмірів руху ефективність електричної тяги зростає. Як показали проведені дослідження, при зростанні обсягів перевезень до 4-6 млн. тонн на рік конкурентним є варіант будівництва двоколіїних вставок, або другої головної колії.

Техніко-економічні передумови до перебудови кривих на ділянці Т. Шевченка - Знам'янка Одеської залізниці

Курган М.Б., Хмелевська Н.П., Мельничук І.І.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Kurgan M. B., Hmelevs'ka N.P., Melnychuk I.I. Technical and economic prerequisites to reconstruction curves on the section Shevchenko - Znamenka of Odessa Railroad

The rational reconstruction of railway curves option to increase the speed of passenger trains

Питання щодо впровадження швидкісного руху поїздів в Україні було поставлене ще в 2004 році. У тому ж році Кабінет Міністрів затвердив «Концепцію впровадження швидкісних пасажирських поїздів на залізницях». До теперішнього часу українські залізниці знаходяться на етапі впровадження прискореного руху поїздів (140-160 км/год).

На ділянці Т. Шевченка – Знам'янка при існуючих параметрах плану лінії максимальна швидкість пасажирських поїздів не перевищує 100 км/год. Досягти більшої швидкості тільки за рахунок перерозподілу поїздопотоку на мережі, вдосконалення графіка руху поїздів, раціонального використання наявних технічних засобів неможливо.

Саме криві є основною причиною, що стримують впровадження швидкісного руху. Оскільки на цьому напрямку має місце суміщений рух поїздів (вантажний і пасажирський), то максимальне підвищення зовнішньої рейки в кривих не може бути більшим за 100-120 мм. При такому підвищенні швидкість 160 км/год можна реалізувати лише в кривих радіусів 1800 м і більше. Так як ділянка Т. Шевченка – Знам'янка має складний план, то реалізація швидкості руху поїздів 160 км/год потребує значних робіт з перебудови кривих і, як наслідок, зміщення колії за межі смуги відводу на нове земляне полотно. Для швидкості 140 км/год граничними можна вважати радіуси кривих 1400 м. При існуючому плані лінії така швидкість також не досягається. Більш реальним є підвищення швидкості до 120 км/год, що можливо в кривих радіусів 750-800 м.

Для вирішення такого завдання розглядались криві, які були запропоновані до перебудови державним проектно-вишукувальним інститутом «Одесжелдорпроект» з метою підвищення швидкості руху поїздів на напрямку Миронівка – П'ятихатки, складовою частиною якої є ділянка Т. Шевченка – Знам'янка. Розрахунки виконувались з використанням програм RWPlan і MoveRW. Результати розрахунків наведені вибірково.

Перебудова кривої радіусом 615 м на перегоні Кам'янка – Косарі (239 км) можлива. Збільшення радіуса до 751 м дозволить підвищити допустиму швидкість до 120 км/год при орієнтовній вартості перебудови цієї кривої 5,26 млн грн. Перебудова кривої радіусом 640 м на перегоні Косарі – Фундуклівка (240 км) дозволяє встановити швидкість 120 км/год. Вартість перебудови 4,5 млн. грн. Перебудова кривої радіусом 631 м на перегоні Фундуклівка – Цибулево (242 км) можлива. Збільшення радіуса до 822 м дозволить

підвищити допустиму швидкість до 130 км/год при орієнтовній вартості перебудови кривої 2,4 млн грн.

Перебудова чотирьохрадіусної кривої довжиною 1,48 км на перегоні Цибулево – Чорноліська (282-284 км) для досягнення швидкості 120 км/год можлива за умови переходу на нове земляне полотно, що потребує капітальних витрат 10,4 млн. грн. Якщо ж обмежитись рівнем швидкості 110 км/год, то завдання вирішується при вдвічі менших витратах.

В даній роботі поставлена і вирішена задача щодо визначення обсягів робіт і вартості перебудови кривих, що обмежують швидкість руху поїздів, на основі імовірнісного моделювання коливань обсягів робіт і вартісних ставок, що реально завжди наявні, але не враховувались.

Проведене дослідження показало, що на ділянці Т. Шевченка – Знам'янка в більшості випадків раціональним є варіант перебудови кривих, коли зміщення осі колії не потребує розширення існуючого земляного полотна, тобто при мінімальних витратах на перебудову кривих.

Улаштування ділянок перемінної жорсткості у місці сполучення моста з насипом

Линник Г.О., Курган А.М.¹
(Укрзалізниця, 1 - НКТБ УЗ)

Linnik G.O., Kurgan A. M. Covering areas of variable stiffness in place of connection bridge embankment

The analysis of the transition section of railway track on the approach to the bridge. A new solution

Сучасні умови експлуатації залізниць України потребують підвищення стабільності залізничної колії, в тому числі й на підходах до мостів. Сполучення моста з насипами здійснюється в межах конусів, усередині яких розташовані устої. Головна вимога до цього сполучення - забезпечити плавну зміну жорсткості основи залізничної колії.

У межах моста верхня будова колії дає під навантаженням незначні пружні осідання, а на насипу осідання значно більші. На ділянках колії з геометричними нерівностями посилюється вплив рухомого складу на колію, що приводить до підвищених розладів конструкції верхньої будови колії, та викликає в багатьох випадках необхідність обмеження швидкостей руху, знижує пропускну спроможність залізниці, а також потребує додаткових витрат на роботи з виправлення колії. Існуючі заходи поточного утримання, що застосовуються для підтримання колії в технічно справному стані, виявляються недостатніми для забезпечення однакової пружності колії на цих ділянках.

Щоб у місці сполучення моста з насипом у рейках не виникали великі напруження, необхідно забезпечити в межах устою і перед ним плавне збільшення жорсткості основи при наближенні до прогонової споруди моста. Це здійснюється за рахунок особливої конструкції устою, а також улаштуванням за ним спеціальних перехідних ділянок. Проблема перехідних ділянок у межах берегових опор залізничних мостів виявилась настільки складною, що у даний час у багатьох країнах світу застосовують різні способи її вирішення.

Характерною рисою безбаластової колії на штучній споруді є відсутність залишкових деформацій колії, в той же час осідання колії на підходах можуть досягати значних величин. В результаті чого в зоні переходу до безбаластової колії взаємодія рухомого складу і колії при проході через нерівність набуває ударного характеру через різку зміну величини пружної деформації рейки під вертикальним навантаженням. Така взаємодія поступово призводить до розладу підрейкової основи на баластній колії і до пошкодження самої штучної споруди. Ці явища знижують ефективність застосування безбаластових конструкцій колії.

Можливі способи вирішення вище зазначеної проблеми викладено в розробках НКТБ ЦП УЗ. Запропоновано декілька варіантів конструкції безбаластної колії на залізобетонних плитах БМП у межах берегових опор металевих залізничних мостів.

Необхідність вирішення такої задачі спричинило проведення експерименту на підходах до мосту через р. Десенка на перегоні Вінниця-Сосонка Південно-Західної залізниці.

На підставі аналізу попередніх досліджень і теоретичних розробок зроблено наступні висновки:

1. У зоні сполучення земляного полотна і мостового переходу необхідно укласти спеціальну перехідну конструкцію.

2. Улаштування конструкції перемінної жорсткості дає реальне зниження рівня динаміки на підходах до мостів. Порівняння результатів експериментів до і після посилення явно свідчить про зниження рівня амплітуд коливань у зоні устою в середньому на 30 %.

3. Аналітичне визначення несучої здатності земляного полотна, посиленого конструкцією перемінної жорсткості, повинно виконуватися з урахуванням вібродинамічного впливу.

Дослідження ефективності улаштування загороджувальних бар'єрних установок на залізничних переїздах

Лужицький О.Ф., Макаров Ю.О.¹, Третяков В.П.¹

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, 1 - Колієобстежувальна станція ЦП Укрзалізниці)

Luzhich'kij O.F., Makarov Ju.O., Tretjakov V.P. Research of efficiency arrangement defensive barrier installations on railroad crossings

The analysis of arrangement defensive barrier installations at the railroad crossings was made. Their effectiveness has been defined.

З метою укріплення позицій залізничного транспорту на ринку транспортних послуг західні спеціалісти створюють спеціалізовані високошвидкісні лінії, по яким поїзди рухаються зі швидкістю 300 км/год та вище. Західний досвід показує, що пасажирів можна зацікавити лише створюючи систему конкурентоспроможних пасажирських перевезень, що передбачає зменшення часу перебування в дорозі при забезпеченні повної безпеки й комфортності, зменшення впливу на навколишнє середовище та конкурентоспроможність вартості проїзду.

Першим кроком стала постанова нових завдань щодо підвищення якості транспортних послуг. Для цього в Україні введено прискорений рух з 15 травня 2012 року на ділянках Київ – Львів, Київ – Харків, Київ – Донецьк. З 11 листопада 2012 року введено прискорений рух на ділянці Київ – Дніпропетровськ, а з травня 2013 року цей маршрут буде продовжено до Запоріжжя.

Впровадження прискореного руху пасажирських поїздів вимагає від Державної адміністрації залізничного транспорту України «Укрзалізниця» підвищити безпеку руху, особливо на перетинах залізничних колій з автомобільними шляхами (залізничні переїзди). Для цього з метою убезпечення руху Міністерство інфраструктури України спільно з Укрзалізницею розробили проект розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції Державної цільової соціальної програми підвищення безпеки на залізничних переїздах на ділянках з інтенсивним рухом поїздів та автотранспортних засобів шляхом ліквідації перетинів автомобільних доріг і залізничних колій в одному рівні на 2012-2016 роки».

На сьогоднішній день заміна залізничних переїздів шляхопроводами є віддаленою перспективою у зв'язку з обмеженим фінансуванням. Тому найефективнішим варіантом є

влаштування на переїздах з прискореним рухом поїздів додаткових пристроїв безпеки. Одним з таких видів пристрою є загороджувальні бар'єрні установки (далі – ЗБУ) для запобігання несанкціонованого виїзду автомобільного транспорту на залізничні колії.

У 2009 році за технічним завданням Укрзалізниці розроблено та встановлено дві конструкції загороджувальних бар'єрних установок на Південній та Придніпровській залізницях. Упродовж цього часу установки були в дослідній експлуатації. За результатами експлуатації бар'єрних систем у 2010 році було прийняте рішення придбати ще 4 таких комплекти та обладнати 4 переїзди на напрямках прискореного руху поїздів Київ – Львів та Київ – Харків.

З проведеного аналізу матеріалів обстеження, виконаних колієобстежувальною станцією №1 ЦП УЗ, встановлено, що ЗБУ працюють справно, але виявлені деякі недоліки, що потребують усунення. В основному це вихід з ладу систем підйому-опускання ЗБУ та нещільне прилягання кришок, що призводить до динамічних ударів. Через це виникають додаткові витрати в експлуатації залізничного переїзду. Надійність роботи системи ЗБУ потребує додаткових досліджень, та тому запропоновано влаштовувати ЗБУ на переїздах з прискореним рухом поїздів лише тимчасово задля підвищення безпеки руху як поїздів, так і автотранспорту. Рекомендовано в плановому порядку замінити залізничні переїзди, що розташовані на ділянках з прискореним рухом поїздів, транспортними розв'язками в різних рівнях.

Економічна доцільність влаштування ЗБУ в кожному випадку повинна бути обґрунтована.

Особливості варіантів спрямляючої траси Котовськ-Колосівка

Малишев Ю.В., Новік Р.Б.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Malyshev Ju.V., Novik R.B. Options for straightening the road Kotovsk – Kolosivka

The report shows the role of the straightening road at the new line Kotovsk – Kolosivka in the formation of the transport corridor Europe – Caucasus – Asia. Main indicators of the road it has been showed.

Напрямок Котовськ-Колосівка є важливою частиною транспортного коридору Європа-Кавказ-Азія, але прямий залізничний зв'язок між Котовськом і Колосівкою відсутній.

На кафедрі «Проектування і будівництво доріг» було запроєктовано три варіанти залізниці Котовськ-Колосівка з керівними ухилами 10 %, 29 % і 35 % з довжиною відповідно 156 км, 140 км і 133 км.

По існуючих залізницях шлях між Котовськом і Колосівкою становить: північним ходом 329 км, південним – 307 км. Таким чином, варіанти нової залізниці більш ніж удвічі коротші за існуючі ходи.

Траса першого варіанта з керівним ухилом 10 % має коефіцієнт розвитку 1,28 і прокладалась за принципом забезпечення мінімальних об'ємів земляних робіт з достатньо високим відсотком використання керівного ухилу, який дорівнює 38,2 %. В той же час у першого варіанта найгірші показники плану. Так, якщо у варіантів з керівними ухилами 29 % і 35 % мінімальний радіус становить 800 і 1000 м, а середній – 1838 і 2652 м відповідно, то у першого варіанта мінімальний радіус складає 600 м, середній – всього 986 м.

Слід відзначити, що при трасуванні варіанта із керівним ухилом 35 % використовувались норми проектування плану і поздовжнього профілю, наближені до норм для швидкісних ліній. Особливістю цього варіанта є й те, що насипи висотою більше 7 м замінювались естакадами та віадукми, завдяки чому загальна довжина штучних споруд варіанта

складає більше 17 % в той час, коли у варіанта з керівним ухилом 10 ‰ вона становить всього 7 %.

Ще однією особливістю варіанта з керівним ухилом 35 ‰ є малий коефіцієнт розвитку – всього 1,08. Цей варіант може стати прототипом для майбутніх високошвидкісних трас в районах України зі складним рельєфом.

Химическое закрепление грунтов при строительстве Киевского метрополитена

Петренко В.И., Петренко В.Д.¹

(ПАО «Киевметрострой», 1 - Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Petrenko V. I., Petrenko V. D. Chemical grouting of soils at building of Kiev underground

The results of chemical grouting for exception of mechanized shield by way out after installation from underground station with “wall in the ground” are resulted.

В связи с переходом на мелкое заложение тоннелей метрополитена возникла проблема их строительства и дальнейшей эксплуатации в сложных инженерно-геологических условиях. При этом принято широко использовать армирование грунтов с помощью буросмесительной технологии.

Сущность этой технологии заключается в том, что в грунтах пробуриваются скважины, в которые погружаются иньекторы с вращающимся монитором или же неподвижные, через которые осуществляется нагнетание вяжущих в виде цемента, жидкого стекла и других веществ. Это обеспечивает образование грунтоцементных или грунтосиликатных конструкций, которые существенно укрепляют грунтовые массивы, увеличивая их прочностные характеристики.

В современных условиях для усиления грунтовых конструкций, в том числе и на слабом основании, используется метод перемещения на глубине слабого грунта с вяжущими веществами, которые подаются внутрь грунта. За счет этого происходит твердение и уплотнение. Наиболее часто в качестве вяжущих веществ применяется смесь жидкого стекла и цемента или извести с цементом. Суть метода заключается в том, что в слабом грунте при помощи специальной техники происходит изготовление упрочненных стабилизационных колонн, в результате чего получают несущие грунтовые элементы, которые воспринимают давление от вышерасположенных объектов.

Вместе с тем, при строительстве тоннелей и метрополитенов эта технология начала применяться, но в ограниченных объемах. Кроме того, она недостаточно теоретически обоснована. Возник также ряд проблемных вопросов при движении механизированных тяжеловесных установок под землей в слабых грунтах. Стабилизация слабого грунта может выполняться путем устройства сплошных массивов или отдельных колонн стабилизации. При этом вяжущее вещество может быть внедрено в грунт двумя способами: 1) «сухим», когда сухой порошок взаимодействует химически с поровой водой, снижая влажность грунта и упрочняя его; 2) «мокрым», когда используется гидросмесь (пульпа) вяжущего вещества и воды.

Преимущество такого метода заключается в экономии материала-заполнителя, поскольку слабый грунт не удаляется, а только смешивается с вяжущими материалами, в результате чего увеличивается жесткость и уменьшаются осадки до допустимых значений.

При строительстве Куреневско-Красноармейской линии метрополитена в г. Киеве возникла проблема ввода проходческих щитов типа «Херренкнехт» и «Вирт» в станцию и их вывода из станций. Проблема была обусловлена низкой плотностью и высоким уровнем обводненности плавучих супесей, насыщенных водой песков, суглинков мягкоплавучепластичных и супесей плавучих, находящихся за пределами котлована. Это могло

привести к неустойчивому поведению при продвижении щитов при прохождении этих участков. Это важно в связи с тем, что нельзя создать грунтовый пригруз в щите особенно при выходе из котлована. В результате было принято решение выполнить химическое закрепление четырех участков массивов за пределами «стены в грунте» станций по трассе станция «Демеевская» – станция «Выставочный центр».

На основании ранее проведенных исследований по химическому закреплению грунтов по трассе Сырецко-Печерской линии от станции «Харьковская» до станции «Бориспольская» с использованием комбинированного способа, включающего силикатизацию и цементацию путем инъектирования жидкого стекла, цемента и раствора хлористого кальция, было принято решение об его применении на указанном участке трассы.

Отличие технологий закрепления заключалось в их целевом назначении. В первом варианте химическое закрепление выполнялось для исключения опасных осадок грунта под перегонными тоннелями за счет явления виброползучести. Во втором варианте реализации технологии необходимо было закрепить грунт за пределами станционных котлованов, огражденных «стеной в грунте», и исключить потопление щита при подходе к станции и выходе из нее.

По технологическим условиям щит, выходя за пределы ограждения котлована в виде «стены в грунте», разрабатывал при этом укрепленный грунт и устойчиво продвигался далее по трассе. Таким образом, можно свидетельствовать об улучшении деформационных свойств слабых грунтов, снижении осадок поверхности, увеличении динамической жесткости и исключении такого явления как виброползучесть. С учетом увеличения прочностных характеристик инъектированных грунтов и бокового давления на щит, что будет идти в запас прочности от погружения в грунт, было гарантировано нормальное прохождение щитов в слабых грунтах при их выходе из котлована, огражденного «стеной в грунте».

Динамічна постановка задачі рухомого навантаження

Петренко В.І., Петренко В.Д.¹, Тютюкін О.Л.¹

(ПАТ «Кі́вметробуд», 1 - Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

Petrenko V. I., Petrenko V. D., Tjutkin O. L. Dynamic statment of task of the mobile loading

The results of task decision of the mobile loading in the dynamic statment on the example of the columnar underground station are resulted.

Особливістю статичної роботи тунельних конструкцій є те, що їх напружено-деформований стан (НДС) формується у взаємодії з навколишнім масивом. Але, у свою чергу, динамічна складова НДС такого роду конструкцій також велика, оскільки тунельні конструкції сприймають, окрім постійної дії навколишнього масиву, спектр динамічних навантажень. У цей спектр входять: 1) вплив рухомого автотранспортного навантаження (станції і перегінні тунелі мілкового закладення); 2) рухоме навантаження потягу (тунелі на залізницях) або метропроїзд (метрополітени); 3) особливі динамічні навантаження (випадки імпульсної дії у разі вибуху або удару, навантаження від віброповзучості або віброусадки).

Деякі задачі і шляхи їх рішення у області статичних або слабо динамічних дій вже були одержані і систематизовані різними авторами, проте загальна систематизація і шляхи рішення динамічних задач у разі підземних споруд розроблені не були. Основні поняття в цій області складно вважати вже теоретично розробленими, але розробка методик практичних розрахунків є актуальною.

Аналізуючи кожен вид динамічної дії, слід також давати йому оцінку з позиції відо-

браження в нормативних документах (СНіП і ДБН), оскільки урахування більшості динамічних дій тільки декларується в них без розробки будь-яких методик.

Для дослідження впливу рухомого навантаження НК-80 в динамічній постановці СЕ-модель дещо змінено для того, щоб коректно прикласти навантаження між колонами у вигляді імпульсу. Як і проведеному дослідженні рухомого навантаження в статичній постановці, в якій було з'ясовано, що його вплив на станційну конструкцію залежить від глибини закладення, при вирішенні цієї ж задачі в динамічній постановці досліджені дві моделі – із глибиною закладення 5 і 10 м.

Для того, щоб статична постановка розрахунку на рухоме навантаження, яка регламентується ДБН В.2.3-7-2010 «Метрополітени», слід перетворити сили від коліс навантаження НК-80 на динамічні впливи. Для цього розглянемо ситуацію, в якій рухоме навантаження НК-80, яке в дійсності представляє собою велику вантажівку, при пересуванні потрапляє у невелику яму. В такій ситуації сили навантаження НК-80 перетворюється на імпульси сил, значення яких можна розрахувати, задавши тривалість взаємодії колеса. Деяким спрощенням є перетворення в однакові за значенням імпульси всіх восьми сил навантаження НК-80, так як при наїзді більший імпульс отримає колесо, яке потрапило до ями. Але таке спрощення значно погіршує ситуацію впливу НК-80, який розглядається у вигляді імпульсу.

Результати свідчать про те, що вплив на напружений стан станційної конструкції НК-80 (в динамічній постановці) значний – конструкція отримує значне тріщиноутворення. Таким чином, розрахунок на рухоме навантаження в статичній постановці, який ДБН «Метрополітени» регламентує як обов'язковий, може вважатися перевірочним, а випадок цього ж навантаження в динамічній постановці повинен бути комплексним додатком, який дозволяє прогнозувати можливість аварійних ситуацій, пов'язаних із великими та позакласними вантажівками.

Із проведеного аналізу можна свідчити, що комплексний аналіз станційної конструкції із проведенням статичних та динамічних розрахунків дозволяє отримати більш повну інформацію про НДС, яка дозволяє оцінити стан елементів в різних ситуаціях, деякі із яких вірогідно призводять до аварійних ситуацій і повинні бути прогнозовані.

Аналитические основы определения напряженно-деформированного состояния земляного полотна с комбинированным укреплением

Петренко В.Д., Гузченко В.Т., Тюткин А.Л., Алхдур А.М.М.
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Petrenko V. D., Guzchenko V. T., Tjutkin A. L., A. A. M. Alkhdour. Analytical bases of determination of the stress-deformed state of earthen linen with the combined strengthening

In work analytical bases of determination of the stress-deformed state of earthen linen with the combined strengthening are resulted.

В настоящее время полноценное методическое обеспечение проектирования грунтовых сооружений с использованием геоматериалов, подтвержденное соответствующими нормативными документами, только формируется. Сегодня, в связи с разработкой общих алгоритмов решения краевых задач теории упругости и эффективных численных методов их компьютерной реализации, перспективы решения задач определения напряженно-деформированного состояния в неоднородных и сложных в геометрическом отношении областях существенно расширились. Однако, все еще большие трудности вызывает практическое применение тех или иных моделей и методов к расчету реальных сооружений, решению специфических задач, к которым можно отнести расчет армированного геомате-

риалом земляного полотна. В связи с этим разработка с позиций механики деформируемого тела вопросов расчета напряженно-деформированного состояния земляного полотна, усиленного геоматериалами, начиная с теории построения универсальных расчетных моделей для армогрунтовых массивов и кончая алгоритмами и программами их численной реализации, является на сегодняшний день чрезвычайно актуальной задачей.

Важным направлением разработки аналитических положений определения НДС земляного полотна с комбинированным укреплением, является учёт взаимодействий элементов укрепления с отысканием особенностей, приводящих к полученному положительному результату укрепления. Исходя из предпосылки взаимодействия между укрепляющим элементом и грунтовой матрицей земляного полотна, следует рассмотреть несколько возможных вариантов разработки аналитических положений, которые позволят решить задачу поиска напряжений и деформаций как в системе в целом, так и в ее элементах.

Несомненно, что наиболее простым путем решения данной задачи является рассмотрение системы в следующем виде, который является упрощённым, однако, некоторые его положения будут верны и для более сложной постановки задачи. Рассмотрим земляное полотно с комбинированным укреплением в виде двух частей – матрицы и укрепляющего элемента. Последний нельзя назвать арматурой и рассматривать его в таком виде, так как он не является таким элементом, представляя собой пакет из геотекстиля с помещенным внутрь оболочки слоем щебеночно-грунтовой смеси (ЩГС). Следует также отметить, что матрица представляется однородной по высоте, что действительно доказывается опытом строительства железных дорог с предельно серьёзным геоконтролем строительства и получением заданных свойств грунтов земляного полотна, таких как плотность и модуль деформации.

Укрепляющий элемент в упрощённом виде также можно представить однородным, применяя «размазывание» свойств геотекстиля и ЩГС, то есть общая система будет представлять собой однородную матрицу определенных свойств с внедренным в нее однородным элементом с другими свойствами. Совершенно ясно, что данный элемент отличается повышенными деформационными свойствами, и при его взаимодействии с матрицей возникает возмущение НДС, вызванное скачком данных свойств.

Учитывая, что такая аналитическая задача определения НДС весьма проста в решении, оно не будет соответствовать реальному деформированию и возникновению напряжений ни в системе, ни в ее элементах. Причиной такого искажения НДС является то, что при усреднении «размазывании» свойств геотекстиля в укрепляющем элементе, получается, что эффект влияния геотекстиля совершенно исчезает, так как укрепляющий элемент становится однородным, но с несколько повышенными деформационными свойствами. Несомненно, решение такой задачи возможно, но результаты будут весьма приближенными.

Однако, из постановки такой упрощённой задачи следует и положительное решение. Разделив систему на матрицу и укрепляющий элемент, можно объяснить взаимодействие между ними, используя принцип И. В. Родина, который он применил для подземных сооружений. Общее напряжённое состояние системы из матрицы и укрепляющего элемента по Родину (в его случае в роли матрицы выступал породный массив, а в роли элемента – крепление) состоит из суммы двух напряженных состояний – нетронутого и снятого. В данном случае нетронутым напряженным состоянием будет состояние в земляном полотне, обусловленное собственным весом и поездной нагрузкой, а снятое напряженное состояние – уменьшающее или перераспределяющее напряжение внедренного укрепляющего элемента. Применяя принцип Родина, следует все же учитывать, что суперпозиция возможна лишь для общей системы «матрица – укрепляющий элемент», а поиск НДС укрепляющего элемента должен проводиться с той позиции, что он является композитным элементом. То есть, в самом укрепляющем элементе, который в исследованном виде является самонесущей конструкцией, происходит сложное взаимодействие между геотексти-

лем и заполнителем (ЩГС), которое в более упрощенном виде переносится на взаимодействие с матрицей.

Соответственно, определив НДС нетронутого земляного полотна, его можно скорректировать путем вычитания определенных тензоров напряжений и деформаций, определенных в ходе аналитических вычислений НДС укрепляющего элемента. Однако, проводя такие вычисления, следует учитывать сложный характер взаимодействия в укрепляющем элементе геотекстильной оболочки и заполнителя в виде ЩГС, который и влияет на получение положительного эффекта в деформировании и возникновении напряжений в системе «матрица – укрепляющий элемент».

Сучасний стан вирішення проблеми укріплення слабких основ

Петренко В.Д., Святко І.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Petrenko V. D., Sviatko I.O. Modern state of solving the problem of weak bases strengthening

In the article the problem of construction on weak soils with taking into account of the engineering-geological surveys before construction and the basic types of strengthening the weak bases and limits their using are considered.

Звичайно розрахунки ґрунтових основ виконують з урахуванням їх фізико-механічних властивостей, при цьому характеристики ґрунтів встановлюють на основі лабораторних або польових досліджень з урахуванням їх можливої поведінки під час будівництва і експлуатації споруд. Інженерно-геологічні умови будівництва визначають в результаті інженерно-геологічних вишукувань і досліджень, які є складовою частиною проектних робіт. Склад і об'єм таких вишукувань встановлюються відповідно до чинних нормативних документів і залежать від таких факторів як ступінь дослідження даної місцевості, призначення будівництва і стадія проектування. Ці дослідження спрямовані на виявлення схеми розташування пластів ґрунтів, а також їх потужності, у тому числі товщини шарів, механічних і фізичних властивостей. Важливим фактом для будівництва є і розташування ґрунтових вод.

Умовно основи підрозділяють на «слабкі» і «надійні». Слабкі основи не можуть повною мірою гарантувати надійність існування конструкції. До слабких основ відносять: торф і заторфовані ґрунти, деякі види глинистого ґрунту, сапропелі, мули, ґрунти мокрих солончаків.

Проектні рішення по закріпленню ґрунтів повинні бути обґрунтовані і мати дані про об'єм ґрунтового масиву, що закріплюється, та витрати матеріалів.

Укріплення основ на майданчиках із складними геологічними умовами дозволяє суттєво знизити витрати на будівництво, попередити можливе виникнення деформацій від нерівномірних осідань і в результаті збільшити термін експлуатації споруди.

Способи покращення основ можна поділити на декілька принципово різних груп:

1. Конструктивні методи – влаштування піщаних подушок, кам'яних, піщано-гравійних відсіпок, влаштування шпунтового огороження, армування ґрунтів – використовуються при підсиленні мулів, торфів, насипних ґрунтів, слабких піщаних і зв'язних ґрунтів.

Конструктивні методи засновані на обмеженні розвитку деформацій в зоні впливу споруди в будь-якому напрямку. Загальною перевагою конструктивних методів є можливість їх застосування в будь-яких умовах, оскільки вони не пов'язані з поліпшенням характеристик ґрунтів, а недоліком – значна трудомісткість.

2. Механічні методи:

– поверхневе ущільнення – ущільнення ґрунтів укатуванням, віброплитою, важкими трамбівками, - використовуються при рихлих піщаних і макропористих ґрунтах, свіжеукладених насипних і зв'язних ґрунтах;

- глибинне ущільнення – ущільнення ґрунтів вапняними та ґрунтовими палями, пневмопробійниками, розкатуванням свердловин, обтиск ґрунтів статичними навантаженнями з улаштуванням вертикальних дренажів, ущільнення динамічними впливами, попереднє замочування, ущільнення водозниженням – використовуються при макропористих просадочних ґрунтах, пілувато-глинистих ґрунтах, торфах, рихлих піщаних ґрунтах, слабких сильностискуємих ґрунтах.

Механічні методи покращення основ пов'язані з ущільненням ґрунтів і отриманням властивостей, які б гарантували стійкість і допустиму осадку споруд, що будуть будуватися.

Для зміцнення слабких глинистих, рихлих піщаних ґрунтів, насипних і просадочних ґрунтів використовується поверхневе або глибинне ущільнення. При поверхневому ущільненні в межах деформуємого масиву основи або її частини, вплив ущільнення відбувається з поверхні ґрунту. При глибинному ущільненні – в межах всієї товщини рихлих ґрунтів основи вплив ущільнення відбувається по всій глибині масиву або по частині.

3. Фізико-хімічні методи:

- температурні – термічне закріплення і заморожування ґрунтів – використовуються при макропористих просадочних і інших зв'язних ґрунтах, структурно-нестійких водонасичених ґрунтах;

- ін'єкційні – цементация, силікатизация, закріплення ґрунтів синтетичними смолами – використовується при гравелистих і крупних пісках, макропористих просадочних ґрунтах;

- електрохімічні – електросилікатизация, електроосмос, електрохімічне закріплення – використовуються при слабких пілувато-глинистих ґрунтах;

- які порушують цілісність ґрунтів (розривні) – струменеві технології, напірні ін'єкції, високонапірні ін'єкції.

Фізико-механічні методи засновані на використанні спеціальної обробки ґрунтів і супроводжуються штучним перетворенням їх властивостей. В ґрунті при цьому відбуваються незворотні процеси зміни структури зв'язків між окремими частинками, в результаті чого зростає міцність ґрунту, зменшується його стискуємість і водонепроникність.

Вибір методу повинен бути обґрунтований в залежності від інтенсивності навантажень, конструктивних особливостей споруди та можливостей будівельних організацій.

Проблема забезпечення стабільності земляного полотна

Петренко В.Д., Святко І.О., Ямпольський Д.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Petrenko V. D., Sviatko I.O., Yampolskiy D.O. Approach to ensuring the stability of subgrade
Problems of development of the national transport system and main railway lines become more important and determine the work success of the railway network. The main problem is the adaptation of the previously disadvantaged areas for construction and as a result stabilization of subgrade today with respect to geological conditions in Ukraine.

Сфера залізничного будівництва сьогодні практично не поступається в об'ємах будівництву автодоріг, і для створення надійних і довговічних залізничних полотен потрібні не менш якісні дорожньо-будівельні матеріали і технології. Оскільки залізничні основи повинні мати високі показники надійності і експлуатаційної ефективності, будівництво залі-

зничних об'єктів і прокладення шляхів на слабких основах вимагає вживання попередніх заходів зі зміцнення таких основ.

Будівництво і ремонт залізничних колій вимагає значних капіталовкладень. Окрім цього необхідно з'ясувати геологію упродовж усього передбачуваного маршруту, оскільки специфіка залізничного будівництва висуває свої вимоги до геологічної будови ділянки, де проходитиме колія. Правильний вибір маршруту може бути зроблений тільки за умови, що будуть виявлені усі заводнені території, болота, водяні лінзи, карстові порожнечі і інші особливості геології. Такі перешкоди необхідно оминати, або, якщо це неможливо, зміцнити несучі елементи, посилити насипи і гарантувати високу безпеку і якість залізничного полотна.

Таким чином, будівництво нового залізничного полотна включає такі етапи як: інженерні дослідження (геологічні і топографічні роботи), передпроектні роботи (складання планів і проектів з обґрунтуванням), проектні роботи (складання кошторисів).

Земляне полотно – інженерна конструкція переважно з ґрунту, на якому розміщується верхня будова колії. Земляне полотно призначене для сприйняття тиску від рухомого складу, що передається через елементи верхньої будови колії. Серед базових споруд залізничного транспорту за вартістю земляне полотно займає більшу частину кошторису. Із загальної вартості будівництва залізниці на земляне полотно припадає близько 25 %. Виходячи з цього до земляного полотна висувають такі вимоги як міцність, стійкість, довговічність, економічність будівництва і експлуатації, постійний робочий стан.

При проектуванні земляного полотна залізничної колії скрізь, де це можливо, використовують типові поперечні профілі, а в необхідних випадках проводять індивідуальне проектування. При цьому забезпечується стійкість укосів, міцність і стабільність ґрунтів основної площадки земляного полотна і основи, встановлюються вимоги до щільності і вологості ґрунтів насипів.

Як правило, проблеми, що виникають під час експлуатації залізничних колій, як нових, так і давно побудованих, пов'язані зі зниженням несучої здатності земляного полотна або забрудненням баласту неоднорідними частками ґрунту основи дороги.

Для утримання колії відведення води від земляного полотна є однією з найголовніших проблем. З насиченням вологою стійкість ґрунтів знижується і вони набувають пластичної консистенції. Звідси можна побачити, що відведення води від залізничної колії має первинне значення.

Відведення води від земляного полотна включає і осушення території прилеглої до лінії місцевості з тим, щоб попередити розмиви або зниження несучої здатності. До заходів з відведення води можна віднести також регулювання поверхневого стоку, захист земляного полотна від атмосферних впливів, зниження рівня або відведення ґрунтових вод, влаштування підтримуючих споруд, укріплення ґрунтів.

Під стабілізацією земляного полотна маються на увазі необхідні заходи для зміцнення земляного полотна і ґрунтів його основи і підвищення несучої здатності земляного полотна збільшенням зчеплення ґрунту.

Кінцеве рішення щодо кожного окремого випадку застосування таких заходів приймається на основі техніко-економічного порівняння варіантів для певних випадків. Класичними методами захисту ґрунтів земляного полотна є: засівання травою, мостіння камінням, влаштування кам'яних насипів, влаштування залізобетонних покриттів, чагарникові насадження, влаштування водовідвідних каналів і лотків для збирання поверхневих вод, дренажування за допомогою каналів, лотків і штолень закритого типу, дренавальних колодязів тощо. До спеціальних способів укріплення ґрунтів відносять цементацію, силікатизацію, клінкеризацію, електрохімічне закріплення.

Серед сучасних способів закріплення можна виділити укріплення геосинтетичними матеріалами, використання мембран, технологію стабілізації і укріплення ґрунту «inplace

connection», технологію зміцнення ґрунтів «ANT», метод напірного ін'єктування – «Jet grouting».

Зменшення несучої здатності ґрунту призводить до деформації земляного полотна, баластного шару і, відповідно, рейок і шпал, що представляє крайню небезпеку для рухомого складу, який обертається на даній ділянці колії.

Отже, забезпечення стабільності земляного полотна – найважливіша умова для будівництва залізничної колії.

Систематизация теплоизоляционных материалов, представленных на рынке Украины

Пшинько А.Н., Краснюк А.В., Громова Е.В., Щербак А.С.
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Pshinko A. N., Krasnyuk A. V., Gromova Y. V., Shcherbak A. S. Systematization of heat-insulation material presented at the market of Ukraine

In a lecture properties of heat-insulation materials are considered at the domestic market.

Ожидаемое Украиной вхождение в европейское пространство предусматривает принятие общеевропейских правил и путей их реализации. Отраслевая программа предусматривает гармонизацию национальной нормативной базы с требованиями Евросоюза относительно энергоэффективности зданий, а также основой реализации Энергетической стратегии Украины до 2030 г. в строительной отрасли. Отраслевой программой также учитывается комплексность европейских подходов относительно экономии природных ресурсов, их рационального использования и реализации мероприятий из обеспечения Киотского протокола.

Основным резервом энергосбережения является снижение потребления энергоресурсов объектами жилищно-общественного назначения, доля которых в общем потреблении строительной отраслью составляет свыше 80 %. Приведение теплотехнических свойств объектов до современного европейского уровня позволит кроме сбережения энергоресурсов решить проблему обеспечения нормативного уровня комфорта жилой среды, отсутствие которого стало существенной социальной проблемой жильцов многоквартирных жилых домов и работников заведений социального назначения.

Объем украинского рынка теплоизоляционных материалов (ТИМ) составил немного меньше 4 млн. м³ (без учета технической изоляции). В денежном выражении – это около 120 млн. евро. А в текущем году потребность Украины в ТИМ значительно превысит эту цифру. Емкость отечественного рынка стекловаты составляет не менее 2,5 млн м³, базальтовой ваты – 1,4 млн м³, экструдированного пенополистирола – 1,5 млн м³.

На отечественном рынке ТИМ представлены волокнистые, полимерные, засыпные теплоизоляционные материалы, а также изделия из органического и неорганического сырья и теплоизоляционные бетоны.

Учитывая большое разнообразие теплоизоляционных материалов, важным вопросом является их систематизация и разработка высокоэффективных материалов.

Рассматривая вопрос увеличения производства отечественных утеплительных материалов необходимо учитывать и проблемы, связанных с их использованием. Если говорить о пенополистироле, то основными его отрицательными свойствами являются недолговечность, горючесть и экологическая опасность. Как показывает опыт строительства, заложенный в стены пенополистирол через 10...15 лет разрушается. Также обстоит дело с минераловатными изделиями. Уже через 7...9 лет они переходят в пылевидное состояние, что экологически небезопасно.

Следовательно, использование пенопласта и минераловатных изделий в строительстве ведет к тому, что уже через 7...10 лет ограждающие конструкции не будут обеспечивать требуемого термического сопротивления.

Несмотря на преимущества ячеистых бетонов в сравнении с другими теплоизоляционными материалами, им присущи существенные недостатки. Высокое водопоглощение приводит к низкой влаго- и морозостойкости. Повышенная гидрофобность их снижает адгезию к поверхности и затрудняет штукатурные работы. Низкая прочность в сочетании с большой плотностью и недостаточными теплоизоляционными свойствами сужает область их применения.

Следовательно, одной из важных задач является разработка отечественного теплоизоляционного материала, обладающего заданными теплотехническими характеристиками, пониженными показателями водопоглощения, горючести и токсичности, а также повышенной долговечностью.

Известно, что необходимыми свойствами обладает пеностеклостекло, которое является искусственным силикатным материалом с равномерно размещенными порами (0,1...5,0 мм), разделенными тонкими перегородками из стекловидного вещества.

В отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Материалы и здания для железнодорожного транспорта» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна проводятся исследования в области разработки модифицированного пористого теплоизоляционного материала на основе алюмосиликатного сырья.

Основные свойства пеностекла можно регулировать в следующих пределах:

Средняя плотность, кг/м ³ :	150 – 500;
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м • К):	0,04 – 0,125;
Предел прочности при сжатии, МПа:	0,08 – 5;
Максимально допустимая температура применения, °С:	до +700;

В результате исследований планируется получить модифицированный теплоизоляционный неорганический материал на основе алюмосиликатного сырья с более низкими показателями средней плотности, коэффициента теплопроводности, водопоглощения, горючести и токсичности, чем у традиционного пеностекла.

Разработанный материал возможно будет применять для теплоизоляции гражданских и промышленных зданий и сооружений, оборудования, пассажирских и товарных вагонов, теплопроводов и т. д.

Анализ возможных причин обрыва тяги в металлической криволинейной эстакаде через шлюзы Днепровской ГЭС

Сухоруков Б.Д., Загорулько С.М.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Sukhorukov B. D., Zagorulko S. M. Analysis of the possible rod failure causes in the curved viaduct over sluices of the Dnieper Hydro Power Plant (HPP)

The numerical analysis of the importance of various factors of the temporal load exposure and fluctuations in temperature resulting in a broken rod was performed.

При обследовании металлоконструкций автодорожной эстакады через шлюзы Днепропетровской ГЭС осенью 2012 года был обнаружен обрыв одной из тяг, предназначенных для передачи продольных сил с ригеля эстакады на её устои. Эти силы обусловлены как воздействием временных подвижных нагрузок, так и колебаниями температуры, а так же

ветровой и сейсмической нагрузками на сооружение. Правильная оценка степени значимости того или иного фактора, вызывающего появление продольных сил в ригеле эстакады, позволит понять основные причины случившегося обрыва тяги, наметить меры по её восстановлению и усилению.

Автодорожная эстакада через шлюзы была построена в 1978 году. Эстакада шести-пролётная рамно-неразрезной системы со схемой разбивки на пролёты: $2 \times 56,0 + 2 \times 64,0 + 2 \times 56,0 = 352,0$ м., Расположена она в плане на кривой с радиусом 200 м и рассчитана на пропуск четырех полос автомобильного движения со скоростью 60 км/ч и пешеходов по двум тротуарам шириной по 2,25 м каждый.

Ригель рамы составлен криволинейной в плане главной балкой коробчатого трапециевидального сечения, расположенной по оси сооружения, и стальной ортотропной плитой проезжей части.

Промежуточные опоры металлические коробчатые стойки, жестко заземленные к главной балке и фундаментам. Основание фундаментов промежуточных опор – скальное.

Материал конструкций пролетного строения и промежуточных опор – низколегированная сталь марки 09Г2С. Все конструкции цельносварные со сварными заводскими и монтажными стыками.

Крайние опоры – массивные железобетонные устои на естественном основании.

В своё время для эстакады была разработана и применена новая статическая схема, использующая кривизну пролетного строения как положительный фактор, повышающий эффект пространственной работы сооружения.

Новая статическая схема отличалась тем, что концы криволинейного в плане пролетного строения закреплялись к устоям шарнирами, подвижными в вертикальной плоскости и с ограниченной подвижностью в горизонтальной. Такое закрепление заставляет сооружение работать как пространственную систему: на вертикальные воздействия – как шестипролетную неразрезную криволинейную в плане раму, на горизонтальные нагрузки – как двухшарнирную арку, поддерживаемую в ортогональной плоскости стойками. Крутящие моменты пролетное строение воспринимает как криволинейная в плане балка, заземленная по концам и упруго опертая на промежуточные опоры.

Оборванная в процессе эксплуатации тяга относится к элементам, обеспечивающим восприятие горизонтальных и температурных нагрузок на эстакаду как на двухшарнирную (в горизонтальной плоскости) арку циркульного очертания.

К горизонтальным воздействиям относятся центробежные силы, силы торможения и ветер. Следует так же иметь в виду, что и внешние (от временной нагрузки) чисто вертикальные силы и крутящие моменты относительно продольной оси сооружения, в силу кривизны последней, вызывают продольные усилия в ригеле эстакады, а значит и в тягах, передающих эти усилия на массивные железобетонные устои. Таким образом, при анализе причин обрыва тяги нужно учесть и это обстоятельство.

Для численной оценки значимости каждого из вышеперечисленных факторов была составлена конечно-элементная модель эстакады и, с использованием программного комплекса «Лира», произведены расчёты, позволившие получить линии влияния усилий в тяге отдельно от центробежной силы, от крутящего момента, от вертикальной силы (приложенной по оси сооружения), а так же от температурных колебаний.

В таблице приведены максимальные значения продольной силы в тяге, которые получены при загрузении нормативной автомобильной нагрузкой А11 отдельно каждой из линий влияния.

Как видно из таблицы, наиболее значимым фактором, влияющими на напряжённое состояние тяги, является температура. Вторым по значимости и вдвое меньшим по величине усилия, возникающего в тяге, фактором является эксцентричное расположение временной нагрузки на проезжей части эстакады. Приблизительно в три раза меньший уровень усилий в тяге могут вызвать центробежные силы от движения автотранспорта со

скоростью 60 км/ч. Далее по значимости следует воздействия ветра. И совсем, сравнительно, мало даёт вертикальная временная нагрузки, симметрично расположенной относительно продольной оси эстакады.

Таблица. Усилия в тяге от различных временных воздействий на сооружение

№ п.п.	Воздействие	Продольная сила в тяге, т	Примечание
1	Центробежная сила при скорости движения автомобилей 60 км/ч	97,3	Загружено 4-е полосы
2	Крутящий момент от эксцентричного расположения временной нагрузки на проезжей части	149,1	Загружено 2-е полосы
3	Вертикальная временная нагрузка, симметричная относительно оси проезжей части	15,8	Загружено 4-е полосы
4	Ветровая нагрузка на эстакаду	56,9	Без давления на автотранспорт
5	Изменение температуры металлоконструкций эстакады на $\Delta T = \pm 40^\circ\text{C}$	311,0	от темп-ры замыкания

Таким образом, скорее всего, обрыв тяги произошёл зимой при максимально низкой температуре в сочетании с односторонней (две полосы) загруженностью эстакады автотранспортом, движущимся с предельной скоростью.

Восстановление и усиление оборванной тяги должно быть произведено с учётом всех вышеперечисленных факторов силового воздействия. До проведения такого усиления следует ввести ряд ограничительных мер по скорости, массе и интервалу движения автотранспорта по эстакаде, особенно в периоды с максимально низкой зимой и максимально высокой летом температурами.

Новые конструкции двухпутных неразрезных металлических пролётных строений мостового перехода через р. Днепр в Киеве

Тарасенко В.П., Савчинский Б.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Tarasenko V. P., Savchinskiy B. V. New designs of continuous double track metal spans of the bridge over the river Dnieper

Provides original designs of continuous double track metal arch span with inclined to the axis of the bridge arches and double-track of continuous beam spans. Notes technology and high degree of unification of the carriageway and beam stiffness of the main beams and arched girder spans.

Отраслевой научно-исследовательской лабораторией искусственных сооружений университета в 2011-2012 годах были проведены обследования и испытания сооружений железнодорожного и автодорожных проездов при строительстве мостового перехода через р. Днепр в г. Киеве на железнодорожном участке Киев-Московский – Дарница.

Новый мостовой переход предназначен для устройства двух железнодорожных путей и двух автомобильных проездов по три полосы движения автотранспорта с габаритом проезжей части каждого направления величиной 13,25 м.

Внеклассный железнодорожно-автомобильный мостовой переход через р. Днепр представляет собой уникальное комплексное сооружение, которое включает мост через р. Днепр и левобережные и правобережные подходы.

В пределах главного русла и пойменной части мостового перехода отдельные пролётные строения железнодорожного проезда и двух автопроездов опираются на общие опо-

ры. Пролётные строения железнодорожного проезда расположены по оси моста, а автопроезды – по бокам с верховой и низовой сторон.

Главное русло моста перекрыто неразрезным двухпутным пятипролётным металлическим пролётным строением оригинальной конструкции по схеме 56,5+3×111,6+56,5 м с крайними балочными и тремя средними арочными пролётами.

Арочные пролёты имеют 10 панелей величиной по 11,16 м. Поперечные балки проезжей части арочных пролётов установлены в местах расположения подвесок и в середине между подвесками. В крайних пролётах поперечные балки расположены через 1/10 длины этих пролётов (5,65 м).

Под левый и правый пути установлено по две продольные балки с продольными и поперечными связями.

В уровне низа балок жесткости и главных балок устроена система продольных связей для восприятия поперечных нагрузок и тормозные связи.

На пойменной части моста установлены неразрезные двухпутные балочные металлические пролётные строения оригинальной конструкции по схемам 2×55,55 м и 55,14+55,80+55,55 м. Эти пролётные строения имеют главные балки, аналогичные балкам жёсткости неразрезного арочного пролётного строения, установленного в судноплавной части моста, а также аналогичную конструкцию продольных и поперечных балок проезжей части.

Установленные на данном объекте двухпутные неразрезные пролётные строения отличаются новизной и оригинальностью технических решений.

Материал основных конструкций пролётных строений – прокат низколегированный конструкционный для мостостроения из стали марок 15ХСНД и 10ХСНД.

Масса металла основных конструкций пролётного строения 56,5+3×111,6+56,5 м равна 3620 т (8,08 т/м). Масса опорных частей фирмы «MAURER SÖHNE» (Германия) равна 18,1 т. Масса металла основных конструкций неразрезного пролётного строения 2×55,55 м равна 685 т (6,16 т/м), а пролетного строения 55,14+55,80+55,55 м – 923 т (5,54 т/м).

Характерными особенностями конструкции арочного пролётного является наличие мощных балок жесткости в уровне проезда, неразрезность их, а также то, что арки и балки жесткости (главные балки) размещены в наклонённых к оси пролётного строения плоскостях, благодаря чему существенно уменьшена длина распорки между арками.

Балки жесткости имеют двутавровое сечение с наклонными стенками и горизонтальными полками.

Расстояние между осями балок жесткости на уровне низа пролётного строения составляет 12,750 м, а минимальная длина распорки между арками в замке равна 3,704 м.

Арки у распорки имеют коробчатые сечения, а подвески – Н-образные сечения. Подвески арочных пролётных строений расположены через 1/10 длины пролётов.

Проезжая часть включает поперечные балки и продольные балки, имеющие сварные двутавровые сечения.

Высота балок жесткости составляет 4,2 м, ширина поясов балок жесткости 1,0 м. Между собой балки жесткости объединены в пространственную конструкцию поперечными и продольными балками и системой продольных связей. Высота поперечных балок составляет 1,965 м. Строительная высота от низа конструкции до головок рельсов равна 2,5 м.

Строительный подъём (ординаты заводского строительного подъёма) создаются за счёт переломов в монтажных стыках балок жесткости. Максимальные ординаты рельсового пути (при $f=(1/2000)l$) в крайних пролётах составляют 28 мм, а в средних пролётах – 55 мм.

Высота главных балок неразрезных балочных пролётных строений пойменной части моста из условий унификации конструкций принята такой же, как и высота балок жестко-

сти арочных пролётных строений. Такую же конструкцию имеют поперечные и продольные балки проезжей части.

На монтаж металлоконструкции пролётных строений поступали в виде монтажных блоков заводского изготовления.

Все заводские соединения выполнены на сварке, а монтажные соединения – на высокопрочных болтах.

Балки жесткости арочного пролётного строения и главные балки неразрезных балочных пролётных строений пойменной части моста в связи с большой их высотой имели также продольный монтажный стык в средней части высоты стенок, который перекрывался двухсторонними накладками на высокопрочных болтах.

Мостовое полотно на пролётных строениях устроено на безбалластных железобетонных плитах.

Пролётные строения имеют служебные тротуары и капитальные смотровые приспособления. Отвод воды с проезжей части производится через гибкие рукава и специальные лотки за пределы моста.

Дослідження питань енергозбереження при оволодінні перевезеннями

Фадеев В.О., Потапов А.І.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Fadjejev V. O., Potapov A. I. The energy conservation in the capture of transportations
The influence of electrification of the energy savings and cost of transportation.

При реконструкції залізниць необхідно запроектувати такі технічні заходи, які б дозволили не тільки підвищити пропускну спроможність, а й досягти найменших витрат на експлуатацію та забезпечити збереження енергоресурсів. Одним з таких заходів є електрифікація залізниць. Основною перевагою електричної тяги є різке підвищення коефіцієнта корисного використання енергоресурсів, що витрачаються на тягу поїздів. Перевагою електричної тяги є також використання низьких сортів палива та можливість рекуперації енергії.

Введення електричної тяги впливає на пропускну спроможність і економічні показники роботи залізниці.

Швидкості та пропускну спроможність, що реалізуються при електричній тязі, в середніх умовах на 10-15 %, а в гірських – на 20-30 % вище, ніж при тепловозній.

Для того щоб дослідити вплив електричної тяги на пропускну спроможність було виділено три типи профілю: у вигляді горба, зтяжного підйому та чергування коротких елементів різної крутизни. За результатами дослідження пропускну спроможності при тепловозній та електричній тязі встановлено, що найбільший приріст пропускну спроможності (20%) досягається на зтяжних підйомах. На обмежуючому перегоні приріст пропускну спроможності складає лише 5 пар поїздів/добу.

Співвідношення собівартості перевезень при електричній та тепловозній тязі суттєво залежить від вартості палива та електроенергії, від складності профілю та розмірів руху.

Структура собівартості перевезень при тепловозній та електричній тязі практично однакова. Відмінність полягає в енергетичній складовій, що пов'язана з витратами енергії або палива на тягу поїздів. Різниця в річних експлуатаційних витратах при тепловозній та електричній тязі визначається як різниця вартості енергетичних ресурсів на тягу поїздів. Вартість 1 квт. год електроенергії та 1 т дизельного пального взята з даних Укрзалізниці за 2012 рік (1квт. год – 0,68 грн, 1 кг пального – 6,31 грн).

Результати розрахунків показали, що витрати на паливо для руху пари поїздів із вве-

денням еклектичної тяги зменшилися: на першій ділянці довжиною 154 км – на 10,1 тис. грн., на другій довжиною 389 км – на 18,7 тис. грн., на третій довжиною 148 км – на 12,7 тис. грн., на четвертій довжиною 164 км – на 15,96 тис. грн.

За результатами дослідження можна зробити висновки, що електрифікація економічно вигідна за рахунок енергозбереження паливно-мастильних матеріалів для руху поїздів. Капітальні вкладення для введення електричної тяги окупляться тільки за рахунок енергозбереження в залежності від вартості електрифікації за 4 – 6 років. Із збільшенням розмірів руху ефективність електричної тяги збільшується.

Обґрунтування вибору раціональних заходів з усунення «бар'єрних» місць на під'їзних коліях промислових підприємств

Чернишова О.С., Половина С.І.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Chernyshova O.S, Polovyna S.I. Rational choice of measures to eliminate the "barrier" of places on industrial railways

Authors offer a technique by definition of rational actions for increase peak load capacity of access roads of the enterprises

В Україні експлуатується близько 3 тис. км під'їзних колій, які є невід'ємною складовою частиною технологічних процесів, що виконуються промисловими підприємствами. В останні роки накопичено ряд недоліків та труднощів в роботі промислового залізничного транспорту, що пов'язані з відсутністю в ринкових умовах державного впливу на його стан та координацію його роботи, обмежене інвестування на оновлення локомотивного та вагонного парку, а також на виконання ремонтно-колійних робіт та ін. Перелічені причини обмежили потужності виробництва. Збільшення обсягів виробництва неможливе без реконструкції під'їзних колій.

Провізна спроможність під'їзних колій може бути обмежена рядом причин: параметрами плану і профілю лінії, станом верхньої будови колії та штучних споруд, тощо. Як правило, усунення «бар'єрних» місць вимагає значних капітальних вкладень, тому постає питання щодо вибору раціональних заходів з підвищення провізної спроможності під'їзних колій.

Задача даного дослідження полягала у визначенні наявної та розрахункової пропускної та провізної спроможності залізничної ділянки, обґрунтуванні рекомендацій з раціонального усунення обмежень швидкості та розробці заходів із забезпечення необхідного рівня провізної спроможності ділянки під'їзної колії за рахунок збільшення маси поїзда, застосування більш потужних локомотивів, скорочення перегінного часу. Розрахунки за викладеною методикою виконувалися для декількох промислових підприємств Дніпропетровської області.

При цьому було враховано, по-перше, досвід вирішення аналогічного питання на коліях державного значення: застосування розроблених методик з підвищення пропускної і провізної спроможності залізниць в умовах дефіциту коштів для одночасного усунення всіх обмежень швидкості руху, обґрунтування економічної доцільності й етапності вкладення коштів для колій промислових підприємств; і, по-друге, вивчення і застосування набутого досвіду удосконалення взаємодії структур ДП «Укрзалізниця» з під'їзними коліями для підвищення ефективності роботи і скорочення експлуатаційних витрат.

На початку дослідження проаналізовано фактори, що впливають на провізну спроможність, серед яких перше місце посіли наявні обмеження швидкості. Обмеження швидкості на під'їзній колії зумовлені дефектністю елементів верхньої будови колії, прострочен-

ням капітального ремонту, станом штучних споруд, а також параметрами і станом плану лінії. В ході аналізу виявилось, що наявність обмежень швидкості впливає не лише на провізну спроможність, але й призводить до додаткових витрат підприємства, що пов'язані з підвищенням споживання паливно-енергетичних ресурсів, поточним утриманням колії. Для кожного перегону було встановлено втрати від дії обмежень швидкості та розглянуто вплив кожного «бар'єрного» місця на величину провізної спроможності.

Встановлено, що на 25...40% провізну спроможність можуть обмежувати залізничні криві через їх параметри та незадовільний стан. Надано рекомендації щодо виправлення плану лінії з мінімально можливими витратами.

Застосування методу структурного моделювання та векторного аналізу дозволили зробити рекомендації з підвищення провізної спроможності під'їзних колій, визначити обсяги будівельних робіт при модернізації під'їзних колій промислових підприємств.

Дослідження впливу переломів поздовжнього профілю на динаміку руху поїзда

Черняков М.М., Лужицький О.Ф.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Chernjakov M.M., Luzhyc'kyj O.F. Research of influence fracture longitudinal profile of on the dynamics of the train

The analysis of dynamic parameters movement of rolling stock in areas with combining fracture longitudinal profile.

При проектуванні нових та реконструкції існуючих залізниць постають питання щодо доцільності суміщення переломів поздовжнього профілю з кривими в плані. Згідно норм проектування не дозволяється суміщення перехідних кривих в плані та вертикальних кривих в профілі. Раніше це питання розглядалось з таких позицій: по-перше, за умови забезпечення плавного вписування трьохвісних візків вагонів на переломах профілю, по-друге, щоб не ускладнювати поточне утримання таких ділянок колії в плані.

При впровадженні швидкісного руху на залізницях України застосовують сучасний рухомий склад, нові технології ремонту та утримання колії. Здебільше використовується рухомий склад з двовісними візками, застосовуються машинні методи виправлення колії в плані та профілі. Виходячи з вище викладеного, авторами розглянута доцільність застосування існуючих норм проектування плану та поздовжнього профілю на ділянках швидкісного руху поїздів.

Для дослідження цього питання була змодельована ділянка колії з кривою в плані радіусом 600 м. Поздовжній профіль на ділянці розглядався в двох варіантах: як один елемент, а потім декілька елементів з переломами проектної лінії в межах перехідної кривої (на початку, в середині та в кінці перехідної кривої). В якості рухомого складу було прийнято автомотрису АС-4.

Моделювання проводилося для швидкостей від 60 до 100 км/год. Досліджувалися прискорення в поздовжній, поперечній та вертикальній площинках, та рамні сили.

Застосування моделі дозволили дослідити вплив переломів поздовжнього профілю на величину прискорень. Зростання прискорень спостерігалось в точках переломів профілю, але це зростання не призводило до порушення безпеки руху екіпажів та комфортабельності їзди, тобто коефіцієнт вертикальної динаміки $k_b < 0.4$, коефіцієнт горизонтальної динаміки $k_r < 0.35$, коефіцієнти стійкості колеса проти вкочення на головку рейки $k_{ct} > 1.5$.

Для прийняття остаточних висновків будуть розглянуті інші типи рухомого складу, параметри плану й профілю.

СЕКЦИЯ 8 «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Моделювання нестационарних процесів забруднення водного середовища

Ахметова О.І., Біляєв М.М.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна)

Akhmetova O., Biliaiev M. Nonstationary processes modelling of sea pollution.

A numerical model to calculate the sea pollution after missile fall was developed. The model is based on the equation of pollutant dispersion.

Аварія з ракетносієм «Зенит-3SL» (у лютому 2013 р.) при його старті з плавучої платформи ще раз свідчить, що прогнозування забруднення водного середовища (море, океан) при падінні балістичних ракет є актуальною задачею. Важливість її для України обумовлюється не тільки тим, що вона є однією з учасниць програми «Морський старт», але й з розрахунку перспективи створення ракетних комплексів та полігонів, які розташовані в акваторії моря.

Важливість цієї задачі обумовлена тим, що більшість ракетносіїв, які експлуатуються у теперішній час використовують двигуни на рідкому паливі. Зазвичай, компоненти ракетного палива – високотоксичні речовини.

Для вирішення цієї задачі розроблена чисельна модель, яка складається із 2 блоків:

I блок – моделювання руху корпусу ракети в акваторії.

Для рішення цієї задачі вважається, що корпус ракети – матеріальна точка, рух якої у водному середовищі задається рівняннями динаміки матеріальної точки. Коефіцієнт опору визначається в залежності від форми корпусу (головна частина, ступінь). Модель I блоку дозволяє розрахувати траєкторію руху ракети у водному середовищі.

II блок – моделювання розсіювання палива в акваторії моря.

Основу цього блоку складає трьохвимірне рівняння переносу домішок (модель Марчука Г.І.). Викид палива з корпусу ракети моделюється точковим джерелом, яке задається за допомогою дельта-функцій Дірака.

Для інтегрування рівнянь руху матеріальної точки використовується метод Ейлера. Для інтегрування рівнянь переносу домішок використовуються неявні різницеві схеми розщеплювання. У використаних різницеви́х схемах використовується фізичне та геометричне розщеплювання. На кожному дрібному кроці різницеві рівняння розв'язуються за явною схемою.

На базі розробленої чисельної моделі створено спеціалізований пакет програм. Для програмування використано алгоритмічний язык FORTRAN.

У роботі надані результати параметричних досліджень процесу забруднення акваторії моря на базі розробленої моделі. Розрахунковим способом визначені розміри зони забруднення акваторії моря.

Исследование процессов теплового загрязнения воздушной среды в производственных помещениях

Беляева В.В., Бушина Т.Л., Капштык А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Belayeva V.V., Bushina T.L., Capshtyk A. Study of the heat pollution of the air in the rooms
Numerical simulation of the heat pollution in the industrial rooms is considered

Рассмотрено применение разработанной численной модели для решения комплекса экологических задач по расчету теплового загрязнения воздушной среды внутри производственных помещений химически опасных объектов. Рассматриваются аварийные ситуации, приводящие к выбросам нагретых газов в воздушную среду. Задачей исследования является прогноз развития зон теплового загрязнения внутри помещения с целью оценки риска теплового поражения персонала.

Процесс расчета динамики теплового загрязнения воздушной среды основывается на численном интегрировании уравнения энергии

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} + \frac{\partial wT}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} (a_x \frac{\partial T}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (a_y \frac{\partial T}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (a_z \frac{\partial T}{\partial z})$$

где T – температура, a – коэффициент температуропроводности, u , v , w – компоненты вектора скорости воздушной среды.

Поле скорости воздушного потока в производственном помещении моделируется на базе модели потенциального течения.

Для численного интегрирования уравнений модели используются неявные разностные схемы расщепления. На базе построенной численной модели создан специализированный пакет программ, который позволяет при расчете учитывать:

1. положение приточных и вытяжных отверстий вентиляции;
2. форму помещения;
3. наличие в помещении оборудования;
4. аэродинамику воздушных потоков.

В работе рассмотрены результаты вычислительного эксперимента по моделированию теплового загрязнения воздушной среды внутри производственных помещений для следующих аварийных ситуаций:

1. серия залповых выбросов нагретого газа в помещении;
2. длительная утечка нагретого газа;
3. кратковременная утечка нагретого газа в помещении.

При проведении исследований рассчитывалась динамика формирования зон с повышенной температурой в помещении и на основе данной информации – риск теплового поражения персонала. Рассмотрены практические рекомендации по защите персонала от теплового поражения в производственных помещениях.

Прогноз и анализ загрязнения воздушной среды при авариях

Беляев Н.Н., Берлов А.В.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, 1 – Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара)

Biliaiev M.M., Berlov A.V. Prediction and analysis of the air pollution after accidents

Numerical model to predict the atmosphere pollution after accident at the missile propellant storage is considered.

Представлены результаты математического моделирования зон загрязнения атмосферы и зон поражения людей при различных метеоусловиях и интенсивности выброса продуктов горения ракетного топлива в случае чрезвычайной ситуации в хранилище твердого ракетного топлива.

В данной работе рассмотрено решение двух задач. Первая задача – расчет прогрева корпуса ступени ракеты при тепловом воздействии на этот корпус. В данном случае моделировалась ситуация инициированного (теракт) теплового воздействия на корпус I ступе-

ни ракеты с целью вызвать возгорание твердого топлива. Задачей моделирования на данном этапе являлось определение момента времени, когда при инициированном тепловом воздействии произойдет возгорание ракетного топлива при различной мощности теплового источника. Для моделирования использовалось одномерное уравнение теплопроводности, записанное для многослойной стенки.

Вторая задача – прогноз уровня загрязнения воздушной среды при рассеивании в атмосфере продуктов сгорания ракетного топлива в условиях сложного рельефа (насыпи вблизи хранилища). На этом этапе для моделирования использовалась модель, состоящая из двух блоков:

1. уравнения Навье – Стокса – для расчета гидродинамики воздушного потока в условиях сложного рельефа.

2. уравнение рассеивания загрязнителя – для моделирования переноса продуктов горения топлива в атмосфере.

Решение задачи получено численным путем. Для численного интегрирования уравнений Навье – Стокса использовался метод расщепления О.М. Белоцерковского, а для решения уравнения транспорта примеси – неявная попеременно – треугольная разностная схема.

В работе представлены новые данные по прогнозу загрязнения воздушной среды в случае чрезвычайной ситуации на Павлоградском химическом заводе (ПХЗ).

CFD моделирование аварийного загрязнения атмосферы в селитебных зонах

Беляев Н.Н., Гунько Е.Ю., Левченко А.О.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Biliaiev M.M., Gunko E.Yu., Levchenko A.O. CFD modelling of the atmosphere pollution with account of buildings after accidents

CFD model was developed to predict air pollution for the case of pollutant dispersion among buildings

Рассматривается применение разработанной 3-D CFD модели для анализа динамики загрязнения атмосферы в селитебных зонах – т.е., в условиях застройки при авариях, сопровождающихся выбросом, разливом химически опасных веществ. Данная модель позволяет рассчитать закономерность формирования зоны загрязнения с учетом зданий любой геометрической формы. Разработанная модель дает возможность решить задачу об оценке риска токсического поражения людей, как на открытом пространстве между зданиями, так и в помещениях при затекании в них загрязненного атмосферного воздуха. При прогнозе токсического поражения людей на открытом пространстве учитывается положение маршрута эвакуации, скорость передвижения на нем людей. Риск токсического поражения людей прогнозируется на основании расчета величины ингаляционной (или резорбтивной) токсодозы и сравнении ее с поражающей токсодозой.

Построенная численная модель, позволяет прогнозировать аварийное загрязнение атмосферы с учетом метеоусловий (профиль скорости ветра, неравномерное поле коэффициентов атмосферной диффузии), типа выброса, места выброса.

Для моделирования рассеивания опасного вещества в атмосфере используется уравнение переноса примеси (модель Марчука Г.И)

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum Q_i(t) \delta(r - r_i)$$

где C – концентрация токсичного вещества в воздушной среде; u, v, w – компоненты вектора скорости ветра; $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ – коэффициенты турбулентной диффузии; t – время; $r_i = (x_i, y_i, z_i)$ – координаты источника выброса; Q – мощность выброса опасного вещества; $\delta(r - r_i), \delta(r - r_j)$ – дельта функция Дирака; w_s – скорость оседания примеси.

Для расчета поля скорости воздушного потока при обтекании зданий используется модель потенциального течения. Численное интегрирование уравнений модели проводится с помощью неявных разностных схем расщепления.

Представлены результаты проведенных вычислительных экспериментов по оценке риска поражения людей в различных селитебных зонах г. Днепропетровска.

Численное исследование процессов загрязнения водной среды

Беляев Н.Н., Долина Л.Ф., Якубовская З.Н.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Biliaiev M.M., Dolina L.F., Yakubovskaya Z.N. Numerical study of the ground waters pollution
Numerical models to simulate the ground waters pollution and their application are considered in the paper

В работе рассматривается решение одной из важных экологических задач Приднепровского региона – прогноз динамики загрязнения подземных вод под действием прудов – отстойников. Для проведения такого прогноза разработан комплекс численных моделей. Математическое моделирование основано на применении следующих уравнений:

1. Уравнение движения безнапорного грунтового потока

$$m \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (k_x h \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (k_y h \frac{\partial h}{\partial y}) \pm \sum W \delta(x - x_i) \cdot \delta(y - y_i),$$

где m – недостаток насыщения; h – глубина потока; k – коэффициент фильтрации; $\sum W \delta(x - x_i) \cdot \delta(y - y_i)$ – приток (отток) воды интенсивностью W ; $\delta(x - x_i) \cdot \delta(y - y_i)$ – дельта-функция Дирака;

2. Уравнение переноса примеси в грунтовых водах

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}),$$

где C – концентрация загрязнителя в подземных водах; u, v – компоненты вектора скорости подземного потока; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коэффициент диффузии.

Численное интегрирование уравнений модели проводится с использованием прямоугольной сетки, а для задания сложной геометрической формы прудов – отстойников применяется метод маркирования. Интегрирование уравнений модели проводится с использованием попеременно-треугольных неявных разностных схем.

На базе рассмотренной модели проведена серия вычислительных экспериментов по определению величины антропогенной нагрузки на подземные воды в Павлоградском и Криворожском районах Днепропетровской области, где располагаются пруды – накопители шахтных вод. Представлены результаты расчетов по оценке уровня загрязнения подземных вод при различном уровне заполнения прудов – отстойников.

Исследование загрязнения атмосферы возле транспортных магистралей

Беляев Н.Н., Игнатченко Н.В., Лавриненко А., Лавриненко А., Заболотная Е.В.
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Чумаковская общеобразовательная школа)

Biliaiev M., Ignatchenko N., Lavrinenko A., Lavrinenko A., Zabolotnaya E. Air pollution study near the transport roads

Numerical model was applied to predict the air pollution near transport roads

Рассматривается задача математического моделирования процесса загрязнения воздушной среды вблизи автомагистралей. Математическое моделирование позволяет оперативно прогнозировать уровень загрязнения на любой высоте и расстоянии от автомагистрали и тем самым оценивать антропогенную нагрузку в случае изменения интенсивности движения на том или ином участке трассы. Построенная математическая модель дает возможность учитывать различные метеоусловия (инверсия, конвекция, изотермия), интенсивность эмиссии вредных веществ от автомобилей и учитывает, что выброс происходит от движущегося источника эмиссии. Для расчета антропогенной нагрузки на воздушную среду возле магистрали применяется трехмерное уравнение рассеивания примеси в атмосфере

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x}(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z}) + \sum Q_i(t)\delta(r-r_i)$$

где C - концентрация вредного вещества в атмосфере; u, v, w - компоненты вектора скорости ветра; $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ - коэффициенты турбулентной диффузии Q - интенсивность выброса вредного вещества от транспорта; $\delta(r-r_i)$ - дельта-функция Дирака; $r_i = (x_i(t), y_i(t), z_i(t))$ - координаты источника эмиссии.

Для численного интегрирования данной модели используется неявная разностная схема.

Представлены результаты вычислительных экспериментов по исследованию интенсивности и размеров зоны загрязнения атмосферы вблизи автомагистрали при различных метеоусловиях.

CFD дослідження забруднення акваторії моря при скиді шахтних вод

Біляєв М.М., Кіріченко П.С.¹
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, 1 - Криворізький технічний університет)

Biliaiev M.M., Kirichenko P.S. CFD sea pollution study in the case of mine waters discharge

В роботі розглядається використання розроблених CFD моделей для прогнозу ступеню забруднення акваторії Чорного моря при можливому скиді шахтних вод Криворізького району біля м. Железний порт.

Для чисельного моделювання процесу поширення стічних вод в акваторії моря використовується тривимірне рівняння переносу домішки

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w-w_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x}(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z}) + \sum Q_i(t)\delta(r-r_i)$$

де C – концентрація домішки; u, v, w – компоненти вектора швидкості водного потоку; w_s – швидкість осідання домішки; $\mu=(\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ – коефіцієнти турбулентної дифузії; Q – інтенсивність викиду домішки; $\delta(r-r_i)$ – дельта-функція Дирака; $r_i=(x_i, y_i, z_i)$ – координати джерела викиду.

При скиді шахтних вод необхідно врахувати взаємодію струменю шахтних вод з морською течією. Тому, для прогнозу зони забруднення та розрахунку розведення стічних вод у морі побудована чисельна модель на базі тривимірного рівняння потенціального руху рідини. Застосування цієї моделі дає можливість оперативно розрахувати поле швидкості потоку при витокі домішки з патрубку труби, що подає стічні води в акваторію моря. Для чисельного інтегрування рівняння переносу домішки та рівняння Лапласу (модель потенціального руху) використовуються неявні різницеві схеми. Крім цього побудована 2-D CFD модель для розрахунку ступеню розбавлення шахтних вод в водовипуску нової конструкції, що був розроблено для зменшення антропогенного навантаження на акваторії моря.

Наведені результати комплексу обчислювальних експериментів по розрахунку розмірів зони забруднення акваторії Чорного моря при скиді шахтних вод.

CFD анализ аварийного загрязнения атмосферы в условиях сложного рельефа

Беляев Н.Н., Машихина П.Б., Затынайченко Д.О.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Biliaiev M.M., Mashihina P.B., Zatynaichenko D.O. CFD analysis of the atmosphere pollution after accidents with the account of the complex terrain

Numerical models to predict the air pollution with account of complex terrain are considered.

В докладе представлены численные модели для проведения вычислительного эксперимента по исследованию загрязнения атмосферы, позволяющие учесть:

1. Рельеф местности.
2. Неравномерное поле коэффициентов атмосферной диффузии.
3. Выброс химически опасных веществ как от стационарных источников эмиссии (зона аварийного разлива и т.п.), так и от движущихся источников.
4. Оседание тяжелой примеси.
5. Рассеивание радиоактивных веществ и бактериологических загрязнителей.

При моделировании процесса переноса примеси в атмосфере используется трехмерное уравнение переноса:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x}(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z}) + \sum Q_i(t)\delta(r - r_i)$$

где C – концентрация примеси; u, v, w – компоненты вектора скорости ветрового потока; w_s – скорость оседания примеси; $\mu=(\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ – коэффициенты турбулентной диффузии; Q – интенсивность выброса примеси; $\delta(r-r_i)$ – дельта-функция Дирака; $r_i=(x_i(t), y_i(t), z_i(t))$ – координаты источника выброса примеси.

Для расчета поля скорости ветрового потока в условиях сложного рельефа применяются две гидродинамические модели: модель потенциального течения и модель отрывных течений идеальной несжимаемой жидкости (2-D модель). Кроме этого применяется

также двумерная модель потенциального течения. При использовании двумерных гидродинамических моделей используется двумерное уравнение переноса примеси (профильная задача).

В работе представлены результаты применения разработанных моделей для расчета загрязнения атмосферы при гипотетических авариях на различных участках Приднепровской железной дороги.

Оценка эффективности работы вертикального отстойника на основе численного эксперимента

Беляев Н.Н., Нагорная Е.К.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. академика В. Лазаряна)

Biliaiev M.M., Nagornaya E.K. Calculation of the secondary settler efficiency using numerical experiment

Numerical models to simulate the vertical settler working are proposed in the paper.

Как известно, оценка эффективности работы очистных сооружений на стадии их проектирования является особо важной задачей. Для получения адекватной оценки необходимо применять многофакторные модели. В работе представлены две численные модели для оценки эффективности работы вертикальных канализационных отстойников. Особенностью разработанных численных моделей является то, что при их применении нет ограничения на геометрическую форму очистного сооружения. То есть проектировщик имеет свободу принятия конструктивного решения, а не ограничивается рассмотрением отстойника «традиционной» формы, с «традиционными» габаритами сооружения. Таким образом, создается возможность поиска новых конструктивных решений на стадии проектирования с целью выбора оптимального варианта конструкции сооружения.

Математическую основу разработанных моделей составляют:

1. уравнение Лапласа для потенциала скорости (решение гидродинамической задачи)

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0$$

где P – потенциал скорости потока.

2. уравнение транспорта загрязнителя (расчет рассеивания загрязнителя в отстойнике)

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial (v-w)C}{\partial y} + kC = \frac{\partial}{\partial x} (\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}),$$

где C – концентрация загрязнителя; u , v – компоненты вектора скорости потока внутри отстойника; w – скорость гравитационного оседания загрязнителя; k – параметр, учитывающий процессы окисления, агломерации и т.п.; μ_x , μ_y – коэффициенты диффузии.

Аналогичные, но трехмерные уравнения применяются для расчета пространственного переноса примеси в отстойниках. На основе уравнения Лапласа рассчитывается поле скорости водного потока внутри отстойника. Численное интегрирование уравнения для потенциала скорости проводится с помощью метода Либмана и метода условной аппроксимации. Для численного интегрирования уравнения, описывающего перенос загрязнителя в отстойнике, используется неявная попеременно – треугольная разностная схема. Численное интегрирование проводится на прямоугольной разностной сетке. Формирование геометрической формы отстойника в численной модели осуществляется с помощью ме-

тода маркирования, который даёт возможность воспроизвести в численной модели любую геометрическую форму отстойника.

В работе представлены результаты серийных расчетов по оценке эффективности работы вертикальных отстойников различной конструктивной формы и различных по своим габаритам (с центральной трубой, с перегородкой, с дефлектором).

Численное моделирование процесса закупоривания поры мембраны при ультрафильтрации

Беляев Н.Н., Нечитайло Н.П.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, 1 – Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”)

Biliaiev M.M., Nechitailo N.P. Numerical simulation of the membrane pore closing during ultrafiltration

Numerical model was proposed to calculate the pore closing while the process of the microfiltration

Как известно, в Украине и за рубежом, активно развивается научное направление по разработке и повышению эффективности методов ультрафильтрации для очистки воды. В рамках данной проблемы можно выделить крайне важную задачу – математическое моделирование процессов, протекающих при ультрафильтрации. Как свидетельствуют результаты анализа литературных источников, для расчета ультрафильтрации наиболее активно используются аналитические модели. Данные модели позволяют быстро получить решение задачи, но, в силу достаточно сильных допущений, это решение не всегда приемлемо для практики. В настоящее время для практики необходимо создавать модели, которые, с одной стороны, позволяли бы учитывать значительно большее количество факторов, чем аналитические модели, а с другой стороны могли бы быть достаточно просто реализованы на компьютерах малой и средней мощности.

В докладе представлена разработанная численная модель для расчета осаждения частиц примеси на поверхности поры мембраны, что приводит к закупориванию поры. В отличие от известных моделей, которые основаны на том, что пора мембраны представляет собой цилиндр, построенная модель дает возможность рассчитать процесс закупоривания поры – для поры любой геометрической формы. Процедура расчета начинается с решения гидродинамической задачи – определения поля скорости течения внутри поры мембраны, имеющей сложную геометрическую форму. Для решения гидродинамической задачи используется модель безвихревых течений идеальной жидкости. В этом случае базовым уравнением является уравнение для потенциала скорости

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0,$$

где P – потенциал скорости.

Компоненты вектора скорости потока жидкости внутри поры рассчитываются после определения поля потенциала скорости.

На втором этапе моделирования осуществляется расчет процесса транспорта примеси внутри поры. На этом этапе базовым уравнением является уравнение переноса примеси

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + kC = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right),$$

где C – концентрация примеси в воде; u , v – компоненты вектора скорости течения внутри поры; μ_x , μ_y – коэффициенты диффузии; t – время; k – коэффициент, учитывающий процесс распада примеси.

Процесс осаждения примеси на поверхности поры реализуется за счет поставленного граничного условия на стенках поры. Для численного интегрирования уравнений модели используются неявные разностные схемы расщепления. Для формирования геометрической формы поры мембраны и ее изменения при закупоривании используется технология «porosity technique». С помощью этой технологии можно задавать любую геометрическую форму поры мембраны, и даже размещение внутри нее объектов.

Представлены результаты комплекса вычислительных экспериментов по оценке интенсивности закупоривания поры.

CFD моделирование нестационарных процессов загрязнения реки

Беляев Н.Н., Тютюнник Ю., Гузиенко Д.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна)

Biliaiev M.M., Tutunik Yu., Guzienko D. CFD modelling of the unsteady processes of river pollution

В работе представлены результаты прогнозирования уровня загрязнения акватории реки в случае аварийного сброса загрязнителя из поврежденных железнодорожных цистерн.

В основу расчета поля скорости водного потока в реке положена модель потенциального течения

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0,$$

где P – потенциал скорости, $u = \frac{\partial P}{\partial x}$, $v = \frac{\partial P}{\partial y}$ – компоненты вектора скорости водной потока.

Процесс переноса загрязнителя в акватории реки моделируется с помощью следующего уравнения

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}) + Q(t)\delta(x - x_i)\delta(y - y_i),$$

где C – концентрация примеси в реке; u , v – компоненты вектора скорости водного потока; $Q(t)$ – интенсивность поступления загрязнителя; t – время; x_i , y_i – координаты места аварийной утечки; $\delta(x - x_i)\delta(y - y_i)$ – дельта-функции Дирака; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коэффициент диффузии.

Для построения численного алгоритма расчета в работе используется метод маркирования расчетной области (этот метод известен как «porosity technique»). Использование данного метода позволяет достаточно быстро формировать вид расчетной области в дискретной модели. Для численного интегрирования уравнений модели применяются неявные разностные схемы: схема условной аппроксимации и попеременно-треугольная разностная схема расщепления.

Представлены результаты численного моделирования, позволяющие выявить динамику формирования зоны загрязнения в акватории реки.

Повышение энергоэффективности станций очистки сточных вод

Долина Л.Ф., Гунько Е.Ю., Машихина П.Б.
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Dolina L., Gunko E., Mashichina P. Increasing of the energy efficiency of the waste waters treatment stations

В США и других развитых странах, по оценке специалистов, до 3% общего расхода электроэнергии приходится на очистку сточных вод. Энергопотребление типичной станции очистки городских сточных вод (с аэротенками и метантенками) составляет в среднем 0,6 кВт ч /м³ сточных вод.

Высказывается мнение о возможности использовать сточные воды в недалекой перспективе в качестве энергетического сырья, при этом сточные воды следует рассматривать с трёх позиций: энергия содержащаяся в органических веществах; тепловой энергетический потенциал; энергия, эквивалентная затратам на производство минеральных удобрений, которые могут быть извлечены из сточных вод. Исходя из этого, считается возможным получение энергии в количестве 1,93 кВт ч из одного кубометра сточных вод.

По нашему мнению энергосбережение в **аэробных процессах** должно проходить по следующим направлениям:

- снижение времени пребывания сточных вод в аэротенке (биореакторе) и соответственно меньший расход кислорода (подачи воздуха);
- получение более осветленных вод за счет реконструкции первичных отстойников;
- совершенствование и создание лучших аэраторов, исключая перерасход кислорода.

В результате **анаэробного сбраживания** осадков, обладающих значительным энергетическим потенциалом, выделяется биогаз, который может обеспечивать 25-50% энергопотребления очистных сооружений. За рубежом основным способом утилизации энергии биогаза является когенерация. Когенерация - это комбинированное производство электрической и тепловой энергии из одного первичного энергетического источника, как правило, в непосредственной близости от потребителя энергии.

В докладе Энергетической комиссии штата Калифорния (США) отмечается, что система когенерации на сегодняшний день может быть экологически оправданной при производительности станции очистки сточных вод не менее 16 тыс. м³/сут.

В процессе очистки сточных вод на трех станциях аэрации г.Днепропетровска-Левобережной (ЛСА)- производительность 100-160 тыс. м³/сут, Центральной (ЦСА) производительность 220тыс м³/сут и Южной (ЮСА)-производительность 90 тыс м³/сут, образуется свыше 5500 м³ /сут, жидких осадков, эти осадки должны подвергаться сбраживанию в метантенках, в результате чего должен вырабатываться биогаз, содержащий около 65%метана. Однако, метантенки на ЛСА и ЦСА уже не работают много лет и нуждаются в реконструкции, а на ЮСА они вообще отсутствуют.

Если учесть, что с 1 кг осадка образуется 900-1000 л биогаза, то только г. Днепропетровске в сутки можно получить 55-60000 м³ биогаза. Следует отметить, что переработка осадков сточных вод не налажена даже в столице Украины на Бортнических СА.

Одним из направлений использования биогаза в системе когенерации является совместная переработка с осадками сточных вод отходов, образующихся на молочных фермах, в пищевой промышленности, а также на предприятиях общественного питания, что добавит, по расчетам, соответственно 250; 97 и 8 МВт и обеспечит суммарное производство 450 МВт энергии. Целесообразным может оказаться транспортирование навоза и отходов на станции очистки сточных вод с неполной загруженное метантенков.

Українським урядом прийнято ряд законів, направлених на покращення енергозабезпечення промислових підприємств. Так Законом України №1220-VI «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії» прийнято поправки до закону про енергетику і введено поняття «зелений тариф», який дає біогазу статус альтернативного виду енергії і зобов'язує підприємства енергетичного комплексу приймати пропозиції по використанню енергії біогазу.

Закон України №1391-VI «Про альтернативні види палива» надає стимулювання в формі звільнення від зобов'язань по імпорту мита на обладнання для виробництва альтернативної енергії з біомаси, а також звільнення від зобов'язань по виплаті податку на прибуток і ПДВ на строк до 2020 р. Ці законодавчі акти суттєво можуть стимулювати використання біогазу.

Екоінформаційна система управління екологічною безпекою на залізницях

Трепак С.Ю., Зеленько Ю.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна)

Triepak S., Zelen'ko J. Eco-information system management of environmental safety at the railways

It is important to mention that fact that Ukraine has no informational and analytical systems at transport infrastructure. The Railway Transport requires a special approach at area of integrated system of ecological safety. Such an approach can be reachable only in case with applying the information technologies in a process of organization and management industrial activities. So the suggested method of management the database and eco – systems is the way to secure an ecological safety. The computer's program can evaluate an ecological risk and receptive status of objects. The program allows to conduct the monitoring, to evaluate an an environmantel risk, to detect the areas of potential risks.

Однією зі складових сучасної світової тенденції прагнення до сталого розвитку є потреба в безпечному довіллі. Важливе завдання полягає в зменшенні впливу транспорту на оточуюче природне середовище. Залізничний транспорт як цілісна система провадить цілодобову, безперервну роботу з перевезення пасажирів і вантажів, особливу небезпеку при цьому становить наявність в процесі перевезення великої кількості небезпечних вантажів. Серед небезпечних вантажів значна частина - нафтоналивні вантажі. Перевезення нафтопродуктів залізницею пов'язане з ризиком виникнення небезпечних ситуацій різного масштабу.

Основна задача управління екологічною безпекою на залізницях полягає в попередньому прогнозуванні небезпечних ситуацій, і залежить від достовірності і своєчасності отримання необхідної інформації для швидкого реагування на неї. Отже, як бачимо вирішення даної проблеми потребує комплексного підходу.

Таким на нашу думку є напрямок побудови нової системи управління екологічною безпекою на залізницях на базі широкого впровадження інформаційних технологій, а саме – геоінформаційних систем.

Запропонована екоінформаційна система «SAER» з інформаційно-довідковими і аналітичними функціями на основі технології систем управління базами даних (СУБД) і географічних інформаційних систем. Повноцінне вирішення завдань управління екологічною безпекою, зокрема, в районах транспортування нафти, залежить від систематичного аналізу великої кількості різноманітних даних та вирішення географічних, технологічних і виробничих завдань. Серед основних чинників, які впливають на організацію процесу транспортування, а отже є потенційними факторами виникнення небезпечної ситуації, - експлуатаційно-технічні, антропогенні та природні. Функціонування екоінформаційної системи

виконується за допомогою управління базами даних, які містять спеціальні блоки та електронні таблиці та становлять атрибутивну складову системи. Для цього розроблено базу даних (БД) інформаційного центру для підтримки даного програмного продукту (САЕР). Графічна складова системи представлена топографічними картами районів потенційних емісій нафтопродуктів, на яких відображена інформація про водні, лісові, ґрунтові, рекреаційні ресурси заданої території. Всі потенційні компоненти природного середовища, які підпадають під негативний вплив у разі аварійної ситуації, оцінено за відповідною бальною шкалою.

На рис. 1 показані основні зв'язки між таблицями БД, які реалізовані у самій системі управління БД. Подальші відносини реалізовані за допомогою частини користувача програмного продукту SAER.

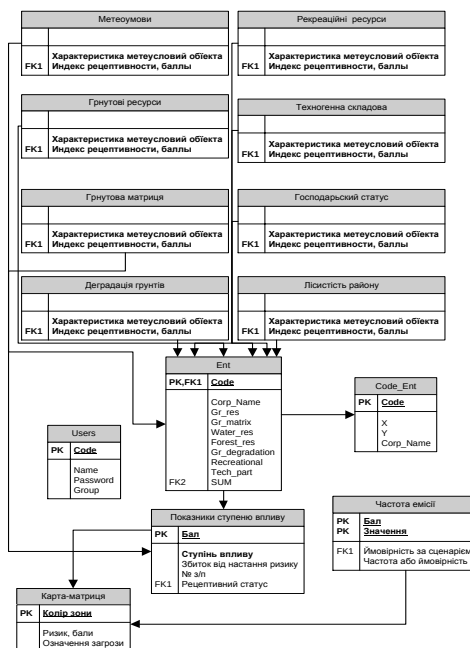


Рис.1. Основні зв'язки між таблицями БД

Тобто здійснюється всебічна оцінка території розливу нафтопродуктів, також за допомогою системи можливо оцінювати еколого-економічні збитки та підбирати схеми ліквідаційних заходів.

Полімери на транспорті як еколого-гігієнічна проблема

Третякова О.В., Шафран Л.М., Леонова Д.І., Третяков О.М.
(ДП «Український НДІ МТ» МОЗ України, м. Одеса)

Tretyakova O.V., Shafran L.M., Leonova D.I., Tretyakov O.M. Polymers at the transport as an environmental hygiene problem

Annotation. The complex toxicological and hygienic studies of 241 materials for transport purposes were made. It was investigated migration of chemicals from polymers in vitro both chemical and biological modelling at different temperatures and also in indoor air of salons vehicles. The received results gave possibility to ground the hygienic standards of two new bromorhanichnyh fire retardants with establishing their classes of danger.

Актуальність. Транспортна галузь є одним з провідних споживачів полімерних матеріалів (ПМ), які у останні десятиріччя все більше замінюють традиційні матеріали (метал, деревину) завдяки наявності важливих технологічних і експлуатаційних переваг. Саме то-

му у сучасному виробництві транспортних засобів в устаткуванні одного залізничного вагону використовується до 3,5 т. полімерів, на літаках АН-124 – близько 5,5 т. Кількість композитних полімерних матеріалів складає до 19,0 % від маси автомобіля. В даний час на ринок України поставляються сотні найменувань полімерних і синтетичних матеріалів, до числа яких входять конструкційні, термо-, звуко-, електроізоляційні, декоративно-оздоблювальні та інші композиції. Більш ніж 40,0 % серед цих полімерів становлять поліолефіни, близько 24,0 % складають поліуретани, 14,0 % - поліаміди, і по 4,0-5,0 % приходить на АБС-пластики, ПВХ та полікарбонати.

За останні два десятиліття змінився не тільки асортимент, технологія виготовлення ПМ і виробів з них, але й умови і ступінь контакту людей з цим небезпечним хімічним чинником. Розвиток промисловості полімерів пов'язаний з необхідністю створення нових матеріалів із заданими властивостями. Для цього синтезують нові полімерні смоли, пластифікатори (ефіри фталевої кислоти), наповнювачі (мінеральна вата, скляні лусочки, скло-тканина), модифікатори та емульгатори (нейногенні ПАВ), стабілізатори (сполуки свинцю, цинку, кадмію), антипірени (гідриди металів, фосфор- і броморганічні сполуки) тощо. Їх застосування забезпечує підвищену міцність, пластичність, термостійкість, пожежну безпеку тощо. Однак, разом з численними позитивними властивостями, полімерні матеріали мають ряд недоліків, що пов'язані з потенційним ризиком для здоров'я працюючих та населення - впливом летких хімічних сполук, які мігрують у повітря в процесі синтезу, переробки і експлуатації виробів, генеруванням електростатичних полів на поверхні пластиків, а також їх легкими займистістю та горючістю. Спектр мігруючих речовин може бути різноманітним (до десятків найменувань) і включати різні в хімічному і токсичному відношенні класи сполук, перелік яких кореспондується з мономерами, низькомолекулярними продуктами синтезу і допоміжними речовинами, що вводяться в різних співвідношеннях і концентраціях. Ці летючі компоненти забруднюють виробниче і оточуюче середовище і є шкідливими гігієнічними та екологічними чинниками.

Актуальність даної проблеми постійно зростає, про що свідчать численні публікації, у яких розкриваються нові аспекти хімії, токсикології, гігієни і екології полімерів. Тому **метою** даного дослідження стало вивчення та комплексна еколого-гігієнічна і токсикологічна оцінка 241 нових полімерних матеріалів транспортного призначення (поліакрилати, полістироли, поліефіри, полівінілхлориди, поліуретани, гуми та каучуки, поліаміди, їхні сополімери та комплекси, а також лакофарбові та допоміжні матеріали на їх основі) в умовах нормальної експлуатації (температура 20-40 °С в камерах-генераторах та натурних дослідженнях), та при моделюванні умов пожежі (температура 450 та 750 °С в експериментальній установці з вивчення показника токсичності продуктів горіння згідно з ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»).

Методи дослідження. Хіміко-аналітичні методи газової хроматографії, спектрофотометрії дозволяли визначити кількісні параметри міграції традиційних хімічних компонентів (бензол, стирол, ксилол, фенол, формальдегід, аміак тощо) у повітря транспортних об'єктів та камер-генераторів, а також такі небезпечні сполуки, як бенз(а)пирен та інші поліциклічні ароматичні вуглеводні, ефіри фталевої кислоти, бромвмісні речовини. Дослідження представників останньої групи проводили методами хромато-мас-спектрометрії, що розроблені фахівцями лабораторії та пройшли атестацію в органах стандартизації та метрології. Експериментальні токсикологічні, біохімічні, фізіологічні та морфологічні дослідження проведені на лабораторних тваринах (білі миші, щури, кролі).

Результати дослідження. З 56 хімічних речовин, які знайдені у повітрі транспортних засобів в натурних хіміко-аналітичних дослідженнях, а також при моделюванні умов експлуатації в лабораторних експериментах, для 53 з них встановлені класи небезпеки, в тому числі три з них – вінілхлорид, толуїлендіізоціанат та бенз(а)пирен відносяться до першого класу небезпеки, 23 речовини - другого, 13 - третього, 14 - четвертого класів за ГОСТ

12.1-007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». Аналіз номенклатури досліджених полімерів показав зростання матеріалів, оброблених новими вогнезахисними засобами (антипіренами), серед яких значне місце належить бром- та фосфоровмісні речовинам. Бромвмісні речовини, що відносяться до стійких органічних забруднювачів, в достатньо значних кількостях були знайдені і в седиментах пилу, відібраних в салонах транспортних засобів (в середньому, в 66,7 % зразків), далі йдуть ефіри фталевої кислоти, (в середньому в 63,2 % зразків), та поліциклічні ароматичні вуглеводні (в середньому в 30,0 % зразків). Виявлено тотальне забруднення електротранспорту бромованими сполуками, що обумовлено найбільшою насиченістю трамваїв і тролейбусів електрообладнанням та кабельними виробами, в яких вміст антипіренів даного типу є максимальним.

Враховуючи отримані натурні і експериментальні данні щодо аерогенного навантаження салонів транспортних засобів броморганічними речовинами, в токсикологічному експерименті із застосуванням широкого кола маркерних показників було проведено дослідження токсичних властивостей гексабромциклододекану та декабромдифенілоксиду. Встановлено, що даним речовинам притаманні загальнотоксичні властивості – гепато-, нефрон-, нейротоксичною дія, а для гексабромциклододекану виявлено вплив на щитовидну залозу та фертильність. За результатами експериментальних досліджень обґрунтовано та затверджено на засіданнях Комісій при ДП «Комітет з питань гігієнічного регламентування Державної санітарно-епідеміологічної служби України» гранично допустима концентрація (ГДК) для гексабромциклододекану в повітрі робочої зони на рівні 10,0 мг/м³, аерозоль, IV клас небезпеки, а орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ) в атмосферному повітрі населених місць - 0,1 мг/м³, аерозоль; для декабромдифенілоксиду ГДК в повітрі робочої зони встановлена на рівні 5,0 мг/м³, аерозоль, II клас небезпеки, а в атмосферному повітрі населених місць 0,05 мг/м³, аерозоль.

Висновки. Обсяг і асортимент полімерних матеріалів транспортного призначення практично всіх класів прогресивно зростають, що суттєво підвищує ризик хімічного забруднення рухомих і стаціонарних об'єктів і навколишнього середовища. Дана спрямованість потребує подальшого вдосконалення нормативно-методичної бази досліджень, підходів до гігієнічного регламентування полімерних матеріалів та проведення подальшого епідеміологічного моніторингу з метою збереження здоров'я працюючих та пасажирів.

СЕКЦИЯ 9 «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ»

Износостойкость графитизированной стали

Акимов И.В.

(Запорожский национальный технический университет)

Akimov I. Wear resistance graphitized steel

Graphitized steels 0,5...1,9%C are intermediate between carbon steels and cast irons and are insufficiently studied constructional materials. The purpose of the work is the analysis of influence of carbon, silicon and copper on graphitization processes, a form of graphite inclusions and wear resistance graphitized steels.

Графитизированные стали, в структуре которых углерод частично находится в виде графитной фазы, достаточно широко используются как антифрикционный материал [1, 2]. Благодаря включениям графита, выполняющими роль естественного смазочного материала, такие стали отличаются низкой склонностью к адгезии, хорошей прирабатываемостью, теплопроводностью и стабильностью свойств при термоциклировании, что позволяет их применять для штампов холодной штамповки, волочильного инструмента, сепараторов подшипников качения и вкладышей подшипников скольжения, червячных колес и т.д. Известные марки антифрикционных графитизированных сталей ЭИ293 и ЭИ336 по данным [3] успешно могут заменять такие антифрикционные материалы как латунь ЛС59-1, дуралюмин Д16 и др. для деталей, работающих в условиях взаимно скользящих поверхностей. Например, применение графитизированной стали ЭИ366 взамен стали Х12М обеспечило повышение стойкости просечных штампов в 1,5 раза [3, 4].

В работе исследовали возможность дальнейшего повышения износостойкости графитизированных сталей содержащих от 0,5 до 1,9% углерода путем легирования кремнием и медью. Выбор данных элементов производился из следующих соображений. Известно, что одними из основных факторов, определяющих износостойкость графитизированных железоуглеродистых сплавов в условиях сухого трения-скольжения (металл по металлу) являются твердость металлической основы, количество и форма графитовых включений в структуре. На эти факторы определяющее влияние оказывает содержание углерода, как естественного источника карбидов и графита в структуре, а также содержание кремния, как наиболее сильного графитизатора. Влияние меди на износостойкость чугунов хорошо изучена [5, 6 и др.]. При этом показано, что медь не только повышает механические свойства чугунов, но и благоприятно влияет на их теплопроводность и термостойкость, что важно для таких изделий как тормозные колодки, сепараторы скоростных подшипников, изложницы и др.

Влияния химического состава на износостойкость графитизированных сталей изучали методом планирования эксперимента, приняв в качестве независимых переменных содержание углерода (0,5...1,9%), кремния (0,6...2,6%), и меди (0...4,0%). В качестве зависимых – потеря массы образца Δm в условиях изнашивания при сухом трении металл по металлу. В работе был реализован полный факторный эксперимент второго порядка 2^3 . По составленной матрице планирования сплавы выплавляли в индукционной печи с основной футеровкой, разливку вели в сухие песчано-глинистые формы.

Структура стали с 0,48%C состояла из феррито-перлитной металлической основы с незначительным количеством равномерно распределенных точечных графитовых включений. Повышение содержания углерода до 0,78%, способствовало увеличению количества графита до 3% объем., при этом металлическая матрица практически полностью была представлена крупнопластинчатой перлитной фазой. Структура стали, содержащей

1,54%С, характеризовалась повышенным количеством графитной фазы (до 5% объем.). Основным отличием структуры стали с наибольшей концентрацией углерода 1,95% являлось образование пластинчатых включений графита (до 8% объем.) в феррито-перлитной металлической основе. На склонность сталей к графитизации в литейной форме значительное влияние оказывал кремний. При его содержании 0,62% в структуре стали одновременно с графитовыми выделениями присутствовал вторичный цементит. Увеличение содержания кремния до 1,07% в стали с 1,54%С также не устраняло образования избыточного карбида железа. В структуре сталей, содержащих 1,65%Si и более, вторичный цементит не обнаруживался. Структура стали с наибольшим содержанием кремния 2,55% (1,26%С) характеризовалась феррито-перлитной металлической основой и крупными, равномерно распределенными глобулярными графитовыми включениями. Изменение содержания меди от 0,02 до 3,95% заметного влияния на структуру металлической основы сталей в литом состоянии не оказало – в структуре обнаруживался мелкопластинчатый перлит. Однако, в сталях с содержания меди 3,17% и более наблюдались скопления графитовых включений в виде цепочек.

Для повышения твердости и износостойкости опытных сталей их подвергали закалке с 860°C с охлаждением в масло и последующим низким отпуском (200°C, 2 часа). В результате термообработки металлическая основа сталей состояла из отпущенного мартенсита с выделившимися мелкодисперсными ϵ -карбидами.

Испытания на износостойкость в условиях сухого трения-скольжения металл по металлу проводили с использованием машины трения МИ-1 (диск по диску) [7] при следующих режимах: диаметр испытательного образца и контртела – 40 мм, материал контртела – сталь 40Х (закалка, низкий отпуск), нагрузка на пару трения – 500 Н, частота вращения контртела – 615 об/мин, частота вращения образца – 400 об/мин, линейная скорость проскальзывания образца относительно контртела – 27 м/мин. Об износостойкости материала судили по потере массы образцов Δm , определяемой через 90 мин. испытаний. Обработка с помощью регрессионного анализа полученных результатов позволила получить уравнение, показывающее зависимость потери массы образца Δm от содержания углерода, кремния и меди: $\Delta m = 1,5344 - 2,3447C + 0,9388Si - 0,4464Cu - 0,4129CSi + 0,231CCu + 0,0561SiCu + 1,2375C^2 - 0,2433Si^2 + 0,0765Cu^2$.

С целью определения состава, обеспечивающего наиболее высокую износостойкость, выполнили графический анализ полученных регрессионных уравнений. Зависимости строились для трех значений содержания меди: 0%; 0,8% и 3,2%. Содержание углерода соответствовало трем значениям (нижний, нулевой и верхний уровни), содержание кремния изменялось в исследуемых в данной работе пределах. Анализ графических зависимостей показал, что с увеличением содержания углерода от 0,5 до 1,2% износостойкость повышается вследствие как увеличения твердости металлической основы (мартенсит отпуска более пересыщен углеродом), так и повышения количества графитной фазы, выполняющей роль смазки и предупреждающей схватывания и задиры. Повышение углерода до 1,9% несколько снижало износостойкость, что можно объяснить изменением формы графитовых включений с компактной на пластинчатую. Такая форма графита являлась более острым концентратором и способствовала отрыву частичек образца при трении скольжения. Результаты анализа графических зависимостей также показали, что кремний, как правило, повышал износостойкость за счет как увеличения твердости металлической основы путем твердорастворного ее упрочнения, так и за счет графитизирующего действия. Наиболее оптимальное содержание кремния составляло 2,2...2,4%. Дальнейшее его увеличение, с точки зрения ухудшения механических свойств, являлось нежелательным. Согласно результатам эксперимента увеличение меди до 0,8% повышало износостойкость сталей вследствие твердорастворного и дисперсионного упрочнения металлической основы. Однако, повышение содержания меди до 3,2% в сталях с содержа-

ем углерода более 1,2% повышало потери металла на изнашивание вследствие изменения формы графитовых включений.

В целом, результаты выполненных исследований позволили предложить состав износостойкой графитизированной стали, обладающей после закалки и низкого отпуска сочетанием высоких эксплуатационных свойств: 1,1...1,3%С; 2,2...2,4%Si; 0,7...0,9%Cu; 0,60...0,70%Mn; 0,22...0,25%Al.

Библиографический список

1. Коровина Г.В. Литая графитизированная сталь. – Свердловск: Машгиз, 1959. – 39 с.
2. Жуков А.А., Жураковский М.И. Литая графитизированная сталь // Литейное производство. – 1993. – №10. – С.30-34.
3. Груздов П.Я. Графитизированная сталь / Груздов П.Я. – М.: Стандартиздат. – 1950. – 84с.
4. Тодоров Р.П., Николов М.В. Структура и свойства отливок из графитизированной стали. – М.: Металлургия, 1976. – 168с.
5. Жуков А.А., Половинчук В.П., Чуркин В.С. Износостойкие антифрикционные хромомедистые чугуны // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 1993. – №4. – С.30-31.
6. Трубицкий Р.Э. Экономное легирование гильзового чугуна медью / Р.Э. Трубицкий, А.Г. Слуцкий [и др.] // Литье и металлургия. – 2010. – № 4. – С. 72-76.
7. Геллер Л.М. Машины для испытания материалов на трение и износ / Л.М. Геллер, В.С. Голубков, Б.Л. Смушкович и др. – М., 1974. – 56 с.

Контактно-втомна пошкоджувальність поверхонь кочення зразків колісних сталей

Андрейко І.М., Ваврух В.І., Кушнір М.А.¹

(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів,
1 – Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара)

The railway wheel's steel grades 2, T and variant T_м (steel grade T, modified) are investigated. It is shown that damaging of rolling surface is determined primarily by characteristics of steels cyclic crack resistance, including cyclic fracture toughness. Therefore, the necessity of selecting steels for high-strength railway wheels by the criterion of wear (wear resistance) and by the criterion of their rolling surface damaging (cyclic fracture toughness) is grounded.

Досліджували зразки колісних сталей марок 2 (0,58%С) і Т (0,63%С) (ГОСТ 10791-2011), вирізаних з коліс дослідно-промислового виробництва (типу КП-Т) і поточного виробництва (типу КП-2), а також сталь варіанту Т_м (0,66%С) (сталь марки Т, модифікована РЗМ і Са за мінімізованого залишкового вмісту алюмінію (0,023%) та титану (0,006%)).

Випробування проводили на модельних зразках колеса та рейки, габаритні розміри яких становили: товщина 8 мм, діаметр 40 мм і довжина 220 мм, ширина 8 мм, висота 16 мм, відповідно. Зразки вирізали на глибині 10мм від поверхні кочення залізничних коліс і рейок.

Проведені експериментальні дослідження пошкоджувальності показали, що зі зниженням контактного тиску (p_0) з 1050 МПа до 750 МПа у парі кочення модельне колесо – рейка суттєво змінюється і дефектність контактних поверхонь. На поверхні кочення модельного колеса, практично, не виявлені дефекти великих розмірів, зокрема вищербини, сформовані шляхом розшарування. Основна кількість пошкоджень вкладається за площею дефекту у плані в діапазон 0,00025...0,01 мм². Умовно його можна розбити на три під діапазони: 0,00025-0,0005; 0,0005-0,001 і 0,001-0,01 мм². У кожному з цих під діапазонів сталь варіанту Т_м має найбільшу кількість дефектів 9200, 7800 і 13000 шт, а сталь марки Т найменшу – 6900, 6200 і 8800 шт, відповідно до кожного з під діапазонів. За вищих контактних напружень було встановлено, що зі зростанням міцності сталі вона схильніша до

формування дрібніших дефектів – вищербин шляхом пітингоутворення. При нижчих контактних напруженнях зв'язок між схильністю до вищерблювання і міцністю сталей є неоднозначний: за опором вищерблюванню найміцніша сталь марки Т краща, а близька до неї за міцністю сталь варіанту T_m гірша, порівняно зі сталлю марки 2. Процес вищерблювання поверхні кочення однозначніше пов'язується з характеристиками циклічної тріщиностійкості сталей, зокрема, циклічною в'язкістю руйнування ΔK_{fc} . Показано, що за цією характеристикою сталь варіанту T_m поступається сталі марки Т ($\Delta K_{fc}=65\text{МПа}\times\sqrt{м}$) на 35% і, особливо, сталі марки 2 ($\Delta K_{fc}=100\text{МПа}\times\sqrt{м}$) на 58%, що найімовірніше обумовлюється вищим вмістом вуглецю. Для сталі варіанту T_m циклічна в'язкість руйнування найнижча ($\Delta K_{fc}=42\text{МПа}\times\sqrt{м}$), а схильність до вищерблювання найвища.

Таким чином, встановлено, що кінетика вищерблювання (пітингоутворення або відшарування) поверхні кочення коліс визначається характеристиками циклічної тріщиностійкості колісних сталей, значення яких суттєво залежать від структури.

Исследование возможности достижения в железнодорожных колесах уровня механических свойств, соответствующих классу D по стандарту ААЖД М107/М208

Бабаченко А.И., Литвиненко П.Л., Кныш А.В., Дементьева Ж.А., Шпак Е.А.
(Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины)

Babachenko A. I., Litvinenko P. L., Knish A. V., Dementieva J. A., Shpak E. A. Study the possibility of achieving on railway wheels level of mechanical properties which correspond class d norm aar m107/m208

In the paper is shown possibility of achieving in carbon steel for railroad wheel with carbon content greater than 0,67% and the level of hardness of at least 341 HB elongation δ_4 more than 14%. Using the results of laboratory research was developed recommendations on the chemical composition and heat treatment of wheel steel, providing therein level of the basic mechanical properties which compliant with the requirements Association of American Railroads (AAR) M107/M208 wheel class D.

В соответствии с требованиями стандарта Ассоциации американских железных дорог (ААЖД) М107/М208 колеса марки D по химическому составу и механическим свойствам должны удовлетворять требованиям, которые представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Химический состав железнодорожных колес класса D

Основные элементы (мас.%)					Остаточные элементы, не более (мас.%)							
C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Al	Ti	Nb
0,67-0,77	0,60-0,90	0,15-1,0	0,005-0,040	0,030 (max)	0,25	0,25	0,10	0,040	0,35	0,060	0,03	0,05

Таблица 2. Механические свойства железнодорожных колес класса D

σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 , %	δ_4 , %	ψ , %	HB
>1082,4	>758,4	-	>(14)	>(15)	341-415

Как показывает анализ ранее полученных результатов в колесах указанного химического состава (см. табл. 1) невозможно достичь требуемого стандартом уровня твердости ($HB \geq 341$) и пластичности ($\delta \geq 14\%$) без дополнительного легирования такими элементами как никель, хром, молибден и ванадий. Стандарт М107/М208 допускает отклонение этих элементов от требований, приведенных в таблице 1, при условии, что будет выполняться следующее неравенство:

$$930-[570 \times \%C]-[80 \times \%Mn]-[20 \times \%Si]-[50 \times \%Cr]-[30 \times \%Ni]-[20 \times \%Mo + \%V] > 390$$

В работе с использованием математической модели, разработанной авторами работы был определен ориентировочный химический состав колесной стали, легированной отдельными элементами (см. уравнение), который может обеспечить требуемый уровень механических свойств колес класса D.

Результаты расчетов с использованием математических моделей показали возможность достижения в углеродистых сталях с содержанием углерода не менее 0,67% и структурой пластинчатого перлита относительного удлинения не менее 14%. С учетом полученных результатов расчета химического состава, в лабораторных условиях были выплавлены две опытные плавки (условная маркировка 1 и 2).

Лабораторные отливки сталей 1 и 2 (масса отливок $\approx 7-10$ кг.) после нагрева до температуры 1240°C были подвергнуты горячей пластической деформации на 50%, после чего охлаждались на воздухе до комнатной температуры. Это позволило учесть влияние горячей пластической деформации колесной заготовки на прессо-прокатной линии на механические свойства готовых колес. Из деформированных отливок были вырезаны, и в лабораторных условиях термически обработаны по различным режимам заготовки образцов для механических испытаний и микроструктурных исследований.

Механические свойства образцов из опытных сталей после различных режимов термической обработки представлены в табл. 3.

Таблица 3. Механические свойства образцов лабораторных плавов

Номер плавки	Режим термической обработки (т.о.)	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 , %	δ_4 , %	ψ , %	НВ
1	№1	1201,0	759,7	13,9	15,4	25	355
	№2	1268,8	964,3	14,5	15,3	29	370
	№3	950,3	480,2	9,1	12,5	29	280
2	№1	1201,3	906,2	14,6	15,2	25	360
	№2	1091	623,2	11,3	12,9	29	300
Требования к марке D		>1082,4	>758,4	-	>(14)	>(15)	341-415

Анализ результатов показал, что термическая обработка опытной стали 1 по режиму №2 и стали 2 по режиму №1 обеспечивает в них механические свойства, соответствующие требованиям к марке D. Микроструктура обеих лабораторных сталей получена мелкозернистая, имеет перлитную основу с небольшим количеством доэвтектоидного феррита, равномерно распределенного по границам бывших аустенитных зерен, в виде мелких кристаллов. Продуктов промежуточного и бездиффузионного превращения аустенита в структуре сталей не наблюдали.

Таким образом, в результате выполнения работы был разработан химический состав стали и в лабораторных условиях опробованы режимы ее термической обработки, обеспечивающие выполнение основных требования по механическим свойствам и структурному состоянию к колесам класса D по стандарту ААЖД М107/М208.

Вплив групи класифікації механізму пересування візка мостового крану на горизонтальну складову натягу підйомного канату

Бондаренко Л.М., Яковлев С.О., Крамар І.Є.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна)

Bondarenko L. M., Yakovlev S. O., Kramar I. E. Influence of group of classification of mechanism of movement of light cart of travelling crane is on the horizontal constituent of lifting a rope.

By principal physical reason of loosening of load at starting or braking of faucets there are pendulum vibrations of load, which cause unequal motion of faucet or his light cart, additional loadings, on the power elements of faucets, that it is followed to take into account the dynamics of faucets at the specified calculations.

Роботі таких механізмів, як кранові візки властиві значні коливання вантажу, які суттєво впливають на точність монтажних та перевантажувальних операцій, продуктивність кранів, втомленість оператора і втомленісну зношуваність металокопструкцій. Основною фізичною причиною розгойдування вантажу при пускові чи гальмуванні кранів є маятникові коливання вантажу, які викликають нерівномірний рух крана або його візка, додаткові навантаження на силові елементи кранів, що слід враховувати при уточнених розрахунках динаміки кранів. Звичайно маятникові коливання вантажу є практично не залежними від пружних коливань крану і при їх розрахунку металокопструкцію і трансмісію переміщення можна приймати абсолютно жорсткою. Залежність для визначення горизонтальної складової натягу канатів дозволяє провести тільки непрямий аналіз впливу коефіцієнта тертя кочення на її величину. Для більш детального аналізу необхідно мати аналітичну залежність для визначення коефіцієнта тертя кочення, яка б утримала загальноприйняті механічні константи матеріалів колеса і рейки та їх геометричні розміри. Такі аналітичні залежності отримані нами як для початкового лінійного, так і точкового контактів.

При початковому лінійному контакті коефіцієнт тертя кочення

$$k = 0,225b \exp(-1,2R) \quad (1)$$

де b – півширина смуги контакту; R – радіус колеса в метрах; при початковому точковому контакті

$$k = 0,1b \exp(0,2R_1) \quad (2)$$

В формулах (1) і (2) експонента визначає коефіцієнт гістерезисних витрат. Якщо схему візка подати так, як показано на рис.1, то диференціальні рівняння руху запишуться у вигляді

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x} &= P - kN + S \sin \varphi; \\ N - m_1 g - S \cos \varphi &= 0; \\ m_2 \ddot{x}_2 + S \sin \varphi &= 0; \\ x_1 - x_2 l \sin \varphi &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де m_1 – маса крана, або візка зведена до поступального переміщення; m_2 – маса вантажу; P – сумарне поступальне, або гальмівне зусилля привідних коліс крану, або візка; N – реакція опори, що діє на кран, або візок; S – сумарний натяг канатів.

Зведемо систему (3) до

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 &= P - kN + S \sin \varphi; \\ N &= m_1 g + S \cos \varphi; \\ \ddot{x}_2 &= -g \tan \varphi \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

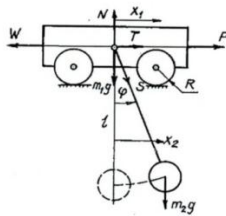


Рис.1. Схема маятникових коливань вантажу при русі кранового візка

Враховуючи зв'язок між x_1 і x_2 в (3) і (4), систему (40) зведемо до

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 - k(m_1 g + S \cos \varphi) + S \sin \varphi; \\ x_1 + l[(\dot{\varphi})^2(-\sin \varphi) + \varphi \cos \varphi] = -\varphi \tan \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Оскільки відхилення каната не перевищує $10 \dots 12^\circ$, то можна покласти $\sin \varphi \approx \tan \varphi = \varphi$; $\cos \varphi \approx 1$; $S \approx G = m_2 g$. Тоді (5) набуває вигляду

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 = P - (m_1 \ddot{g} + m_2 g) + m_2 g \varphi; \\ x_1 + l[(\dot{\varphi})^2(-\varphi) + \varphi] = -g \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Якщо вважати, що

$$\sin \varphi \approx \tan \varphi = \varphi = \frac{x_2 - x_1}{l}, \quad (7)$$

то (4) можна подати у вигляді

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 = P - k(m_1 + m_2)g + m_2 g \left(\frac{x_2 - x_1}{l} \right); \\ x_2 = -g \left(\frac{x_2 - x_1}{l} \right). \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Зведемо цю систему рівнянь до одного

$$\frac{l}{g} m_1 x_2^{IV} + (m_1 + m_2) x_2 = P - k(m_1 + m_2)g. \quad (9)$$

Розв'язуючи рівняння (9) за нульових початкових умов $x|_{t=0} = \dot{x}|_{t=0}$ знайдемо

$$x = A(1 - \cos \omega t), \quad (10)$$

де $A = \frac{[P - k(m_1 + m_2)g]l}{(m_1 + m_2)g}$ – амплітуда коливань канатів.

Горизонтальна складова натягу канатів

$$T = -T_a(1 - \cos \omega t), \quad (11)$$

де $T_a = A \frac{m_2 g}{l}$ – амплітудне значення зусилля T .

Таким чином, з врахуванням значення A

$$T_a = \frac{[P - k(m_1 + m_2)g]m_2}{m_1 + m_2}. \quad (12)$$

В подальшому будемо вважати, що модулі пружності E матеріалів коліс і рейок однакові, а коефіцієнт Пуассона дорівнює 0.3.

При цій умові півширина смуги контакту у випадку початкового лінійного контакту

$$b = 0,526 \sqrt{\frac{NR}{BE}}, \quad (13)$$

де B – ширина рейки; N – навантаження на колесо. При початковому точковому контакті

$$b = 0,6985 n_b \sqrt{\frac{N}{E} \frac{RR_1}{R + R_1}}, \quad (14)$$

де R_1 – радіус заокруглення головки рейки; n_b – коефіцієнт, який залежить від відношення коефіцієнтів рівняння еліпсу дотику ($\frac{A}{B} = R/R_1$).

Звичайно, що радіус колеса повинен бути прийнятим таким, щоб контактні напруження не перевищували допустимих σ :

при початковому лінійному контакті

$$R = \frac{0,418NE}{B\sigma^2} ; \quad (15)$$

при початковому точковому контакті

$$R = \frac{0,0147n_p^3 E^2 R_1 N}{R^2 \sigma^3 - 0,0147n_p^3 E^2 N} \left(1 + \frac{R_1 \sigma}{n_p E}\right) \sqrt{\frac{68\sigma}{n_p N}} , \quad (16)$$

де n_p – коефіцієнт, який залежить від тих же величин, що і n_b .

Маючи на увазі вирази для R (15) і (16) та для b (13) і (14) запишемо рівняння для коефіцієнтів тертя кочення (1) і (2) в розгорнутому вигляді

$$k = 0,1435 \frac{N}{B\sigma} \exp[-0,21 \frac{NE}{B\sigma^2}] \quad (17)$$

для лінійного контакту і

$$k = 0,027n_b n_p \sqrt{\frac{N^2 E R_1 (1 + R_1 n_E)}{R_1^2 \sigma^3 + 0,0147n_p^3 P E^2 n_E}} \quad (18)$$

де $n_e = \frac{\sigma}{n_p E} \sqrt[3]{\frac{68\sigma}{n_p P}}$ для точкового контакту.

Особливістю рішення рівняння (16) є то, що коефіцієнт n_b сам залежить від радіуса колеса R , який необхідно знайти. Для цього в першому наближенні можна покласти $n_b=1$, а потім знайшовши величину R в першому наближенні, знайти значення n_b в другому наближенні, повторюючи підрахунки до спів падання R в сусідніх наближеннях. Звичайно коефіцієнт n_b близький до одиниці і уже друге наближення дає задовільний результат.

Знайдемо величину амплітудного значення горизонтальної складової натягу каната T_a , її зміну за часом в залежності від величини допустимих контактних напружень між колесом і рейкою для матеріалів колеса і рейки із сталі Ст65Г (ГОСТ 105074) при групах класифікації механізму пересування М1 – М3 ($\sigma=850$ МПа), М; ($\sigma=800$ МПа), М% ($\sigma=750$ МПа), та М6 ($\sigma=700$ МПа). Приймемо $m_1 = 12500$ кг і $m_2 = 4800$ кг.

З врахуванням рівномірного розподілу навантаження на 4 колеса графік зміни T і A у залежності від l показаний на рис.2 ($P=42,4$ кН; $B=50$ мм, $E= 2,1 \cdot 10^5$ МПа).

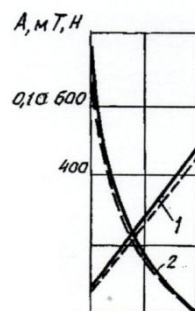


Рис.2. Залежність від довжини підвісу вантажу:

- 1 – амплітуди відносних коливань A ;
- 2 – амплітудного значення зусилля горизонтальної складової натягу каната T (безперервні лінії для групи класифікації) М1 – М3, пунктурні – М6

Аналіз отриманих формул і графіків дозволяє зробити такі висновки:

- зміна групи класифікації механізмів пересування візків кранів мало впливає як на амплітуду коливань вантажу, так і на величину горизонтальної складової натягу канатів;
- горизонтальна складова натягу канатів при малій ($l \leq 1$ м) висоті підвісу досягає більше половини ($0,64 P$) сумарного зусилля привідних коліс візка, але за тривалістю амплітудного значення горизонтальної складової натягу канатів входить в нормативне значення часу пуску або гальмування.

Термічна зміцнююча обробка залізничних коліс від проміжного інтервалу температур

Вакуленко І.О., Бабаченко О.І.¹

(ДНУЗТ ім. акад. В.Лазаряна, 1 – Інститут чорної металургії НАН України)

Vakulenko I., Babachenko A. Heat strengthening treatment of railway wheels is from intermediate of temperatures.

Schematically such much a phase structure can be presented as a result replacements of thin boundary between a ferrite and particles of cementite on the area of the controlled thickness, with the certain gradient of hardness. The presence of the indicated martensite area which dissociates the particles of cementite from grains of ferrite as rotined experimentally, is instrumental in implementation of requirements of continuity of distribution of deformation at the plastic flow of metal.

Для визначеної кількості виробів металургійної галузі, що в процесі експлуатації піддаються чисельним ударним навантаженням, присутність в структурі мартенсито- бейнітних ділянок може розглядатися як важель, що сприяє підвищенню опору металу проти формування осередків руйнування. Одним із факторів, що визначає підвищення тріщино-стійкості вуглецевої сталі з структурами, що сформовані за зсувним або проміжним механізмами – це можливість мартенситних кристалів піддаватися пластичному деформуванню. Експериментально показано, що після визначеного ступеню пластичної деформації, ділянки з мартенситними або бейнітними структурами можуть приймати участь в розповсюдженні пластичної течії разом з іншими складовими вуглецевої сталі.

В порівнянні з двофазними структурами низько вуглецевих сталей з підвищеною міцністю, для яких оптимальне співвідношення структурних складових відповідає кількості мартенситу на рівні приблизно 8–10%, а решта – дисперсні зерна фериту, для середньо-та високовуглецевих сталей у високо міцному стані, оптимальна структура декілька інша. Дійсно, якщо розглядати етапи розвитку пластичної деформації в вуглецевих сталях високої міцності, момент формування об'ємів металу з неоднорідним розташуванням дефектів кристалічної будови зв'язують з початком формування зародків майбутніх субмікротріщин. Експериментально підтверджене, що для сталей з високим вмістом вуглецю, розпад рівномірного розподілу дислокацій на періодичні структури (подібно дислокаційним чарункам) указує на початок формування осередків зародження мікротріщин. З іншого боку відомо, що збільшення об'ємної частки карбідної фази, коли вона розташована по великокутовим границям феритної фази, сприяє підвищенню пластичних властивостей і тріщино-стійкості металу. На підставі цього, можна вважати перспективним напрямком отримання багато фазового структурного стану в вуглецевих сталях, що призначені для виготовлення залізничних коліс різного рівня міцності.

Принцип формування таких багато фазових структур в вуглецевих сталях заснований на неповному розчиненні карбідних часток в процесі витримки металу при температурах двофазної ($\alpha + \gamma$) області. Під час витримки в цій області температур, навколо часток цементиту будуть формуватися ділянки аустеніту. При цьому, до моменту повного розчинення карбідної частки, в аустенітній фазі буде неодмінно підтримуватися визначений градієнт концентрації атомів вуглецю, з максимальними значеннями поблизу з часткою і мінімальними на границі з феритом. Далі, якщо вуглецеву сталь з такою структурою (ферит+аустеніт+цементит) піддати прискореному охолодженню зі швидкістю більшою за критичне значення, отримаємо достатньо складну багато фазну структуру. В результаті такої обробки, ділянки аустеніту з неоднорідною концентрацією атомів вуглецю будуть перетворені в мартенситні кристали, з наслідуванням указаної неоднорідності по вуглецю. Враховуючи, що міцність і твердість мартенситної фази пропорційні ступеню пересичен-

ня твердого розчину по вуглецю, мартенситні кристали будуть мати різну твердість. При чому, кристали що розташовані поблизу з цементитом будуть значно твердими в порівнянні з розташованими поблизу з феритом.

Схематично така багато фазова структура може бути представлена як результат заміни тонкої границі між феритом і частками цементиту на ділянку контрольованої товщини, з визначеним градієнтом твердості. Наявність указаної мартенситної ділянки, що відокремлює частки цементиту від зерен фериту, як показане експериментально, сприяє виконанню вимог безперервності розповсюдження деформації при пластичній течії металу. На підставі цього, слід очікувати для вуглецевих сталей разом з досягненням підвищених рівнів міцності достатньо високих значень пластичних властивостей. Наприклад, сталь евтектичного складу після поліпшення, нагріву і витримки при температурах двофазної ($\alpha + \gamma$) області і послідовного гартування, мала при рівні міцності 850 МПа величину відносного видовження до 25-27%. Таким чином, змінюючи в об'ємну частку мартенситної фази, розмір і морфологію феритної матриці середньо- та високовуглецевих сталей можна отримати необхідний рівень комплексу властивостей металу.

Використання прокату після високо температурної термомеханічної обробки для рухомого складу

Вакуленко І.О., Грищенко М.А., Проїдак С.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Vakulenko I., Grischenko M., Proydak S. The use of rolled stock after high-temperature thermomechanical treatment for a rail transport.

One of the most perspective directions of receipt of high strength steel, as compared to the quenching and self-tempering state is a high-temperature thermomechanical treatment. It is needed to consider a temperature, speed and degree of deformation, term of time the basic parameters of thermomechanical treatment from a moment termination of deformation to beginning of the intensive cooling.

Одним із найбільш перспективних напрямків отримання високоміцних сталей, в порівнянні з поліпшеним станом (гартування з окремого нагріву з подальшим відпуском) являється високотемпературна термомеханічна обробка (ВТМО). В процесі наведеної технології комплекс властивостей що досягається обумовлений розвитком достатньо складних процесів внутрішньої перебудови металу. Необхідно відзначити, що сталі після термомеханічної обробки мають при достатньо високому рівні характеристик міцності, відносно високі значення пластичності та тріщиностійкості. Досягнення наведеного рівня властивостей обумовлене сумарним ефектом відомих способів зміцнення. Одночасне підвищення густини дефектів кристалічної будови, за рахунок пластичної деформації металу в аустенітній області температур, зміна морфології зерен під час деформації, розвиток фазового наклепу при мартенситному перетворенні, та ін., все це приводить до досягнення високоміцного стану в вуглецевих, комплексно легованих сталях.

Основними параметрами термомеханічної обробки треба вважати температуру, швидкість та ступінь деформації, термін часу від моменту закінчення деформації до початку інтенсивного охолодження. Вважається, що чим нижче температура гарячої пластичної деформації та вище її ступінь, тим у більший мірі зростає міцність сталі після ВТМО. З іншого боку, підвищення температури пластичної деформації аустеніту, за рахунок прискорення процесів дифузійного масо переносу, повинне супроводжуватися зростанням швидкості протікання процесів пом'якшення нагартованого аустеніту. Однак, формування визначеної субструктури в зернах аустеніту (виникнення полігональних угруповань з дислокацій, в тому числі границь з малими кутами розорієнтації) в дійсності можуть приво-

дити до часткового гальмування процесів анігіляції дефектів кристалічної будови. В наслідок цього, будуть досягатися умови повного або часткового наслідування мартенситними або бейнітними кристалами субструктури деформованого аустеніту. Керування процесами, що спрямовані на збереження структурних змін в аустеніті при гарячому пластичному деформуванні, дозволить змінювати комплекс властивостей після ВТМО в дуже широкому інтервалі значень.

Для високоміцного стану металу із структурами поліпшення, характерною ознакою являється відсутність різкого переходу від в'язкого до крихкого характеру руйнування. Такий вигляд кривих холодноламкості суттєво ускладнює процес визначення межі по шкалі температур. Для таких кривих температура переходу металу від в'язкого руйнування до крихкого більш точніше може бути визначена за методикою розділення загальної енергії руйнування на складові – зародження та зростання тріщини. За рахунок формування специфічної мікроструктури після гартування і відпуску з окремого нагріву в сталях практично відсутній вплив гостроти надрізу на межу холодноламкості. Обумовлене наведене положення тим, що при збільшенні гостроти надрізу загальна величина ударної в'язкості знижується лише за рахунок полегшення процесу зародження тріщини. Однак, енергія зростання тріщини, що дуже важливо для експлуатаційної безпеки транспорту, залишається практично незмінною.

В порівнянні із гартуванням прокату з окремого нагріву та послідовного відпуску, проведення високотемпературної термомеханічної обробки дозволяє додатково підвищити опір металу крихкому руйнуванню. Аналіз відомих експериментальних даних показує, що для низьковуглецевих, низьколегованих сталей після ВТМО межа міцності може бути підвищена на 70–100 МПа, межа плинності на 100–130 МПа, при незначному зниженні відносного подовження (з 10 до 9%) і відносного звуження з 48 до 40–39%. При цьому достатньо суттєво повинна зрости ударна в'язкість, аж до температур -100°C . Так дійсно, після ВТМО і відпуску при температурах 600–650 $^{\circ}\text{C}$, для сталей типу 14Х2ГМР, 10Г2ХСН2ФАМ, 10Г2Х2Н3АФ та ін., межа міцності зростає, в порівнянні з поліпшеним станом, приблизно на 100 МПа, межа плинності на 100–110 МПа, при практично незмінних значеннях відносних подовження і звуження. В той час, як за рахунок проведення ВТМО було відзначено суттєве зниження чутливості металу до гостроти надрізу та зростання опору крихкому руйнуванню. Ударна в'язкість сталей при температурах поблизу -100°C в середньому зросла в 2–4 рази, зросла відповідно і енергія розповсюдження тріщини. Так, межа холодноламкості була зсунута в сторону більш низьких температур: після поліпшення наведена характеристика дорівнювала -70°C , а після ВТМО: -100°C . Обумовлене наведене підвищення комплексу властивостей низьколегованих сталей після ВТМО наслідуванням структурою, що сформована за зсувним механізмом стану аустеніту після гарячої деформації, без ознак розвитку процесів рекристалізації. Ще більш високий комплекс властивостей може бути досягнений коли мартенсит формується із аустеніту з добре розвиненою полігональною структурою. Отже, при розвитку процесів полігонізації в аустеніті процес формування зародків рекристалізації значно ускладнюється і при послідовному гартуванні мартенсит повністю наслідує дислокаційну субструктуру гаряче деформованого аустеніту.

Розвиток процесів фрагментації мартенситних кристалів при ВТМО додатково може сприяти підвищенню властивостей міцності. З іншого боку, взаємодія між дефектами кристалічної будови, які були введені в аустеніт під час гарячої пластичної деформації та з тими, що формуються при мартенситній реакції, як підтверджується експериментальними даними, приводять до зростання запасу пластичних властивостей металу виробу. Наведене явище може розглядатися як один із чинників, що визначає рівень опору металу крихкому руйнуванню після ВТМО. На підставі цього можна сподіватися на підвищення експлуатаційної безпеки виробів залізничного транспорту, за умови використання для їх ви-

готовлення низьколегованих сталей з структурами після високо температурної термомеханічної обробки.

Оцінка енергії активації процесу ковзання по поверхні кочення колесо-рейка

Вакуленко І.О., Надеждин Ю.Л.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Vakulenko I., Nadyegdin Yu. An estimation energy of activating the process of sliding on a rolling surfaces of wheel-rail.

The process of sliding is presented as dependency upon the degree of tripping of metal on a contact surface wheel-rail. At terms unchanging of the normal loading, rate of movement, temperature of metal but other, there is high-quality connect between the size of sliding and by force tripping metal of wheel with a rail. Determination moment of forces, which arises up on the plane of contact between two surfaces, allowed to conduct the estimation energy of activating process of sliding metal wheel for the surfaces of rolling.

Процес проковзування металу по поверхні кочення залізничного колеса може бути представлений як такий, що складається з визначеної черги послідовних етапів. До першого етапу слід віднести розвиток процесів зародження та розповсюдження пластичної деформації металу. Механізм пластичної течії металічних матеріалів в дійсності заснований на переміщеннях елементарних носіїв пластичної деформації – дислокацій, що і обумовлює розповсюдження деформації в мікро об'ємах металу. З іншого боку, критичними умовами слід вважати досягнення максимально можливої концентрації дефектів кристалічної будови, що приводить до формування осередку руйнування.

Другий етап – це виникнення відриву металевої частки з поверхні, що обумовлює процес зчеплення колеса з рейкою при розвитку процесів тертя. Так метал, що піддавався значним пластичним деформаціям, за рахунок неоднорідного розподілу дефектів кристалічної будови, має визначену кількість ушкоджень у вигляді суб- та мікротріщин. На підставі цього, зростання наведених мікротріщин, у напрямку дії максимальних дотичних напружень, сприяє досягненню умов відриву від поверхні окремих мікро об'ємів металу, що повинне мати відбиток на розвитку процесу проковзування колеса по рейкам при експлуатації рухомого складу.

Представлений схематичний процес проковзування металу колеса може бути оцінений за умов урахування процесу зчеплення металу по контактній поверхні колесо-рейка. Так, в процесі експлуатації візка залізничного вагону, конструктивними особливостями передбачається існування визначеної величини проковзування по поверхні кочення. На підставі цього, за умов незмінності нормального навантаження, швидкості руху, температури металу та ін., слід вважати існування обґрунтованого пропорційного зв'язку між величиною проковзування і зчепленням металу колеса з рейкою. З іншого боку, використання такої характеристики як момент сил, що виникає по площині контакту між двома поверхнями, дозволить в певній мірі провести оцінку процесу проковзування металу колеса.

У загальному вигляді процес проковзування металу слід вважати, як і більшість процесів що зв'язані з пластичним деформуванням, термічно активованим. Ураховуючи, що термічно активовані процеси мають визначену чутливість до температури і швидкості деформації, скористаємося відомим рівнянням типу Ареніуса:

$$\dot{\varepsilon} = A \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) M^m, \quad (1)$$

де $\dot{\varepsilon}$ – швидкість деформації, A – постійна, представляє собою перед експоненціальну харак-

теристика швидкості деформації, Q – енергія активації процесу, R – універсальна газова постійна, T – абсолютна температура, M – момент сил тертя по контактним поверхням, m – показник ступеню. Перетворення рівняння (1) до вигляду:

$$\lg \dot{\varepsilon} = \lg A - \frac{Q}{RT} \lg e + m \lg M \quad (2)$$

дозволяє провести визначення характеристик, необхідних для оцінки енергії активації процесу проковзування металу колеса при коченні. У першому наближенні, величина A може бути представлена як критичне значення швидкості деформації, за яким вплив від виникаючого моменту сил при проковзуванні практично не впливає. За умов оцінки відносного ступеня зміни енергії активації, впливом величини A можна зневажити. Таким чином, співвідношення (2) приймає вигляд:

$$\lg M = \frac{Q}{mRT} \lg e + \lg \dot{\varepsilon}, \quad (3)$$

Величину m знаходять з графічної залежності $\lg \dot{\varepsilon} - \lg M$ (для постійної температури випробувань), як тангенс кута нахилу: $m = \frac{\Delta \lg \dot{\varepsilon}}{\Delta \lg M}$. У першому наближенні, за умов незмінного значення показника ступеня m , для постійної температури, збільшення моменту сил в зоні контакту колесо–рейка, буде підвищувати енергію активації процесу проковзування за співвідношенням:

$$Q = \frac{mR \lg M}{\frac{1}{T} \lg e} \quad (4)$$

З іншого боку, зміна температури в зоні контакту буде супроводжуватися відповідними змінами величини показника ступеню m , що в свою чергу може порушувати пропорційний вплив M на Q .

Оцінка впливу дисперсності перліту на поведінку сталі залізничного колеса при циклічному навантаженні

Вакуленко І.О., Перков О.О.¹, Болотова Д.М.²
(ДНУЗТ ім. акад.В.Лазаряна, 1 – Інститут чорної металургії НАН України,
2 – Дніпропетровський професійний залізничний ліцей)

Vakulenko I., Perkov O., Bolotova D. An estimation influence of dispersion pearlite on the behaviour steel of railway wheel at the cyclic loading.

On the example carbon steel of railway wheel, with the structure of pearlite with different degree of dispersion, the attempt of estimation is done influence of ferrite distance in a pearlite colony on the pattern of behaviour of metal in the process of the cyclic loading. It is in process certain, that for an area not much cyclic fatigue the processes of accumulation of defects of crystalline after character must approach the deformation strengthening at the static loading. At approaching to the limit, that separate by the not much cyclic fatigue from plenty cyclic, there must be a slow transition in character of structural changes, similar to influence as from grain of ferrite low carbon steel.

В порівнянні з поведінкою металевих матеріалів за умов статичного односпрямованого деформування, коли розмір структурного елемента (розмір зерна або субзерна, відстань між частками другої фази та ін.) однозначно визначає розвиток процесів деформаційного зміцнення, при циклічному навантаженні картина значно складніша. Неоднозначність впливу морфології структурних складових на характер поведінки при циклічному навантаженні металу, у більшості випадків обумовлена достатньо неоднорідним розподілом

деформації, в тому числі і в межах окремого структурного елемента. Окрім цього, в залежності від ступеню перевантаження спостерігається якісно різний вплив структурних характеристик на розвиток процесів втоми.

На прикладі вуглецевої сталі залізничного колеса, з структурою перліту різного ступеня дисперсності, зроблена спроба оцінки впливу міжпластинової відстані в перлітній колонії на характер поведінки металу в процесі циклічного навантаження. Враховуючи, що момент переходу від області малоциклової втоми до багатоциклової, у більшості випадків має визначений практичний інтерес, розглянемо можливу залежність параметрів навантаження від дисперсності перліту сталі. За зовнішніми ознаками, указана ділянка кривої циклічного навантаження відноситься до поведінки металу за умов обмеженої витривалості. В загальному вигляді, співвідношення між амплітудою циклічного навантаження (σ_a) і кількістю циклів (N) кривої, особливо для ділянки переходу від мало циклової до багато циклової втоми, може бути записане:

$$\sigma_a = kN^{-n}, \quad (1)$$

де k - постійна величина в межах визначеної ділянки кривої, n - показник ступеня. Окрім амплітуди і кількості циклів навантаження, які витримує метал до руйнування, представляє інтерес визначення темпу досягнення умов обмеженої витривалості. Після диференціювання залежності (1):

$$d\sigma = -nkN^{-n-1}dN, \quad (2)$$

проведення перетворень, отримаємо:

$$\frac{d\sigma}{dN} = \frac{-nkN^{-n}N^{-1}dN}{N} = \frac{-nkN^{-n}}{N} = -\frac{n\sigma}{N} \quad (3)$$

Величина $\frac{d\sigma}{dN}$ являється важливою характеристикою циклічного навантаження. Вона представляє собою величину, яка показує з якою швидкістю буде знижуватися межа міцності обмеженої витривалості металу, при збільшенні числа циклів на одиницю. Ця характеристика циклічного навантаження може бути визначена з аналізу кривої як тангенс кута нахилу дотичної, що проведена до визначеної точки з координатами σ_i і N_i , або за співвідношенням (3). Використання співвідношення (3) вимагає визначення показника ступеню n , який знаходять з аналізу діаграми циклічного навантаження ($\sigma_a = kN^{-n}$), після її побудови в логарифмічних координатах $\lg \sigma_i - \lg N_i$:

$$\lg \sigma = \lg k - n \lg N \quad (4)$$

За умов, коли $N \rightarrow 1$, $k \approx \sigma$, іншими словами величина k представляє собою напруження (амплітуду) після дії якого відбувається руйнування металу вже після першого циклу навантаження. Показник ступеню n визначається як тангенс кута нахилу, для визначеної ділянки кривої циклічного навантаження:

$$n = \frac{\Delta \lg \sigma}{\Delta \lg N} \quad (5)$$

Аналіз побудованих діаграм циклічного навантаження в логарифмічних координатах, для вуглецевої сталі 60 з різною дисперсністю перліту, визначив існування повністю очікуваних двох прямо лінійних ділянок, що відповідали мало- та багато циклової втоми. Указані ділянки мали конкретні значення показника ступеню, які позначимо n_1 і n_2 , відповідно для мало- та багато циклової втоми. Отримані залежності мають вигляд:

$$n_1 = \frac{12,5}{10 + \lambda^{-\frac{1}{2}}} \quad (6)$$

та
$$n_2 = \frac{5}{10 + \lambda^{-\frac{1}{2}}}, \quad (7)$$

де λ – товщина феритного прошарку перлітної колонії. За зовнішнім виглядом співвідношення (6) і (7) подібні відомому рівнянню Морісона:

$$n = \frac{5}{10 + d^{\frac{1}{2}}}, \quad (8)$$

де d – розмір зерна фериту низько вуглецевої сталі, або для високовуглецевої сталі з повністю перлітною структурою :

$$n = \frac{25}{10 + \lambda^{\frac{1}{2}}} \quad (9)$$

Порівняльний аналіз свідчить, що характер залежності $n_1 = f(\lambda)$ займає проміжне положення між рівняннями (9) і (8), а $n_2 = f(\lambda)$ співпадає з (8). Враховуючи, що показники ступеня n по (8) і (9) характеризують темп накопичення дефектів кристалічної будови в залежності від області однорідного деформаційного зміцнення за умов статичного деформування сталі, з визначеним ступенем оговорення можна провести аналогію для циклічного навантаження. На підставі цього, для області мало циклової втоми процеси накопичення дефектів кристалічної за характером повинні наближуватися до деформаційного зміцнення при статичному навантаженні. Далі, по мірі збільшення числа циклів та при наближенні до межі, що відокремлює мало циклову втому від багато циклової, повинен спостерігатися повільний перехід в характері структурних змін, що вже у більший ступені буде подібним впливу як від зерна фериту низько вуглецевої сталі.

Роль остаточных напряжений в термически упрочнённых колёсах

Вакуленко И.А., Перков О.Н.¹, Кузьмичёв В.М.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В.Лазаряна, 1 – Институт черной металлургии НАН Украины)

Vakulenko I., Perkov O., Kuzmichev V. The role of residual stress in thermally hardened wheels

The analysed of influence of the thermal loadings during exploitation (braking) on the residual stresses in railway wheels. Bring out of recommendation on achievement of the required level of residual stresses and character of their distributing. The optimum distributing of residual stresses in the thermally work-hardened wheels provides the necessary level of resistance of rim fragile destruction. The increases of tireless endurance of disk and increase of stability of residual stresses to influence of the thermal loadings are show in this article.

Выполнение одного из основных требований по остаточным напряжениям в термически упрочненных колесах обуславливает необходимость формирования определенного уровня сжимающих тангенциальных напряжений в ободе железнодорожного колеса. Указанное положение связано с сопротивлением металла обода колеса процессам зарождения и последующего роста трещин термического происхождения. В случае невыполнения требований по остаточным напряжениям, формирование трещины достаточно быстро завершается разрушением обода железнодорожного колеса. Несколько иной характер влияния остаточных напряжений отмечается для металла диска колеса. Учитывая распределение действующих напряжений в диске колеса при эксплуатации, определенного значения приобретают остаточные радиальные напряжения, которые формируются в диске на заключительном этапе изготовления колеса. Так, например, для повышения выносливости диска в процессе циклического нагружения, радиальные остаточные напряжения должны находиться на минимальном уровне и в лучшем случае быть сжимающими. Принимая формирование остаточных напряжений в элементах железнодорожного колеса при термическом упрочнении как неизбежность, одним из направлений повышения ресурса его ра-

боты может быть использование указанных напряжений как своего рода компенсация против внешних воздействий при эксплуатации колеса.

С целью объяснения величины и требуемого характера распределения остаточных напряжений, формируемых при термической обработке железнодорожных колес, на их устойчивость против тепловых нагрузений, использовали математическое моделирование процесса эксплуатации. При решении уравнения теплопроводности, задавались следующими граничными условиями: для поверхности катания входящий тепловой поток принимали постоянной величиной, равной 10...50 кВт, для остальной поверхности теплообмен осуществлялся конвекцией и излучением. Напряженное состояние колеса характеризуется сжимающими тангенциальными напряжениями в ободе вблизи с поверхностью катания и растягивающими радиальными в приободной части диска. С увеличением мощности теплового потока, возрастает уровень сжимающих тангенциальных напряжений в ободе, а в приободной части растягивающих радиальных.

В реальных условиях эксплуатации термически упрочненных железнодорожных колес наблюдается неизбежная суперпозиция напряжений, обусловленных напряженными состояниями металла в результате термического упрочнения при изготовлении колес и в результате тепловых эффектов (различной интенсивности и длительности). В случае превышения, в наиболее нагруженных зонах колеса результирующим напряжением предела текучести металла, неизбежно должно произойдет упруго-пластическое деформирование колеса. После завершения теплового нагружения, в результате указанного суммарного влияния, обязательно будет иметь место формирование новой системы остаточных напряжений.

Анализ взаимного влияния внутренних остаточных напряжений в результате термического упрочнения колеса и от теплового эффекта при эксплуатации, указывает на изменение реультирующего эффекта в достаточно значительном интервале значений. Обусловлено указанное положение, прежде всего тем, что система остаточных напряжений в элементах колеса после завершения его изготовления, является величиной практически неизменной. В то же время как напряжения, которые связаны с тепловыми эффектами при эксплуатации колес непрерывно изменяются.

В результате проведенных оценочных расчетов и с учетом опыта эксплуатации железнодорожных колес различного уровня прочности, можно сформулировать приблизительные ограничения по уровню внутренних напряжений в их элементах. Учитывая, что уровень возникающих напряжений, в результате теплового воздействия на колесо, может достигать значений порядка 100 МПа, система остаточных напряжений должна быть достаточной для компенсации указанного влияния. Примерно аналогичного уровня достигают тангенциальные напряжения в приободной части диска.

Таким образом, оптимальное соотношение остаточных напряжений в термически упрочненных колесах в состоянии поставки может быть представлено следующими значениями. На поверхности катания обода должны быть сформированы сжимающие тангенциальные напряжения уровня 100-150 МПа. В приободной части диска, с внутренней стороны колеса, должны быть также сжимающие напряжения, но по уровню не выше 100 МПа. Можно с уверенностью полагать, что представленные внутренние напряжения, получаемые в результате упрочняющих термических обработок при изготовлении железнодорожных колес, позволят достигнуть требуемого сопротивления металла против формирования повреждений различной природы происхождения.

Влияние размеров и формы рабочего инструмента на качество соединения при сварке трением с перемешиванием

Вакуленко И.А., Плитченко С.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна)

Vakulenko I., Plitchenko S. Effect of size and shape of the tool joining with the quality of friction stir welding

The dependence of the diameter of the tool shoulder on the thickness of the base metal. The possible consequences of deviation from the optimal value of the diameter of the tool on a weld. The process of welding a friction by an instrument without pin, at the unchanging parameters of pressure, frequencies of rotation, speeds of moving along edges, increase only diameter of shoulder will proportionally increase the area of contact surface. In the case of enhanceable temperatures suppression of processes of work-hardening will result in such recombination defects of crystalline structure, that as a result can happen worsening of mechanical descriptions of welding connection.

При сварке трением с перемешиванием получение качественного соединения обеспечивается нагревом металла в зоне контакта кромок до температур, близких к началу плавления, перемешиванием металла под действием специального инструмента. Кроме технологических параметров, процесс сварки определяется формой и соотношением размеров рабочего инструмента. Для сварки сплавов на основе алюминия используется инструмент в виде хвостовика с рабочей частью, которая состоит из заплечика и пина. Пином называют специальный выступ в виде стержня определенной формы. В процессе сварки, заплечики инструмента обеспечивают получение основной части энергии требуемой для разогрева металла кромок, а пин уже распределяет энергию по толщине кромок.

Более того, форма самого инструмента должна обеспечивать не только нагревание металла до температур, достаточных для ускорения процессов диффузионного массопереноса, но и выполнять требуемое перемешивание металла соединяемых кромок. В целом перемешивание металла направлено на снижение структурной неоднородности шва и достижения плавного перехода по структурам к основному металлу.

Рассматривая процесс сварки трением инструментом без пина, при неизменных параметрах давления, частоты вращения, скорости перемещения вдоль кромок, прирост только диаметра заплечика будет пропорционально увеличивать площадь контактной поверхности. В этом случае, одновременно с повышением температуры будет наблюдаться и рост размера зоны пластической деформации. Более того, неоправданное повышение температуры металла, выше оптимального значения, может привести к излишнему его разупрочнению. Так, в случае повышенных температур подавление процессов упрочнения приведет к такой рекомбинации дефектов кристаллического строения, что в результате может произойти ухудшение механических характеристик сварочного соединения. Более того, определенного значения для указанной технологии, кроме геометрических размеров и формы рабочего инструмента, приобретают свойства самого металла такие, как теплоемкость и теплопроводность. При выборе размеров заплечика инструмента следует учитывать существование определенного соотношения с толщиной соединяемых кромок. На основании этого, можно говорить об оптимальном значении указанного соотношения. Так, в случае превышения величины отношения диаметра заплечика к толщине свариваемого металла выше оптимального значения, будет наблюдаться рост ширины шва и размера зоны термического влияния. В результате произойдет снижение качества сварного соединения и неоправданное повышение нагрузки на рабочий инструмент и оборудование в целом. Более того, достигаемая в этом случае излишняя пластичность металла шва неизбежно приведет к нарушению баланса между процессами упрочнения и разупрочнения. В

этом случае станет невыполнимым условие достижения сверхпластичного состояния металла, а высокая неоднородность температурного поля может привести к локальному оплавлению кромок по поверхности контакта с инструментом. Из большого числа экспериментальных данных следует, что площадь контакта рабочего инструмента с кромкой является важным технологическим параметром. Более того, указанная характеристика в значительной степени влияет на достижение требуемого качества заполнения металлом зазора между кромками и, как следствие этого, определяет формирование сварочного шва в целом. С другой стороны, при уменьшении отношения диаметра заплечика к толщине кромок, будут также наблюдаться негативные явления – недостижение условий сверхпластичного состояния металла. В этом случае, преобладание упрочнения над разупрочнением приведет к повышению концентрации дефектов кристаллического строения, неоднородности заполнения металлом зазора между кромками. Наблюдаемая при этом повышенная прочность металла в зоне соединения кромок будет способствовать росту уровня остаточных напряжений и, как следствие этого, снижению сопротивления металла разрушению, особенно при циклических нагрузках.

Вплив електричної імпульсної обробки на розподіл остаточних напружень після зварювання алюмінієвого сплаву

Вакуленко І.О., Плітченко С.О., Надеждін Ю.Л.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Vakulenko I., Plitchenko S., Nadezhdin Yu. Influence of electric impulsive treatment on distribution of remain stress after welding of aluminum alloy.

As a result of the use technology electric impulsive treatment (ET) the electric arc welded connection of aluminium alloy as AK8M3, got the expected decrease of level of inner stress and some increase of evenness of their distributing. The analysis of parameters of thin crystalline structure of alloy show that as a result of action of impulses of ET development of softening processes accompanied changes analogical that correspond strengthening of metal. The decrease of level hardness of alloy after the action of ET was correspond by the increase of density of dislocations, grinding down of areas of coherent dispersion and growth of distortion second kind.

Виникнення градієнту температур в елементах, що піддають електричному дуговому зварюванню, обумовлює формування остаточних внутрішніх напружень в процесі охолодження зварного з'єднання. Наявність наведених напружень, у більшості випадків, має негативний вплив на ресурс експлуатації виробів, отриманих за зварювальними технологіями. Особливої актуальності набувають остаточні напруження для зварних з'єднань виробів, що працюють в умовах чисельних циклічних навантажень. Отже розробка технологій та технічних рішень, що спрямовані на зниження величини остаточних напружень та підвищення рівномірності їх розподілу в зоні термічного впливу після зварювання, має визначене практичне значення. Окрім термічних заходів, які засновані на прискоренні процесів дифузійного масо переносу, визначеного розповсюдження отримали атермічні технології на основі реверсивного деформування, дії магнітних силових полів, електричної імпульсної обробки (ЕО).

В результаті використання технології ЕО електричного дугового зварного з'єднання алюмінієвого сплаву типу АК8МЗ, отримали очікуване зниження рівня остаточних внутрішніх напружень і деякого підвищення рівномірності їх розподілу. Аналіз параметрів тонкої кристалічної будови сплаву показав, що в результаті дії імпульсів ЕО розвиток процесів пом'якшення супроводжуються змінами аналогічними тим, що у більший мірі притаманні зміцненню металу. Зниженню рівня твердості сплаву (після дії ЕО) відповідав

приріст густини дислокацій (ρ), подрібнення областей когерентного розсіювання (L) але, як і повинне бути, відбулося зростання величини викривлень другого роду (μ). З метою визначення механізму впливу електричної імпульсної обробки на розвиток процесів пом'якшення зварного з'єднання розглянемо, на прикладі мало кутової границі розподілу, схему можливих перебудов структури сплаву.

Так, для областей когерентного розсіювання, які розмежовуються мало кутовими границями розподілу, їх умови формування можуть бути записані у вигляді співвідношення:

$$\frac{b}{D} = 2\sin\theta, \quad (1)$$

де b – вектор Бюргерса, D і θ – відповідно відстань між дислокаціями, що утворюють границю і кут її разорієнтації. Враховуючи, що кут θ має достатньо малі значення, співвідношення (1) може бути спрощене до виду:

$$\frac{b}{D} \approx \theta \quad (2)$$

Для мало кутових границь розподілу металевих матеріалів, відстань між дислокаціями і їх густина (ρ) зв'язані за співвідношенням:

$$D = \frac{1}{\sqrt{\rho}}, \quad (3)$$

а після підстановки (3) в (2), отримали залежність:

$$\theta = b\sqrt{\rho} \quad (4)$$

Вважається, що (4) дозволить визначити один із різновидів процесів внутрішньої перебудови металу в наслідок дії електричної імпульсної обробки. Підставляючи в (4) $b = 2,48 \cdot 10^{-8}$ см і експериментальні данні по густині дислокацій до обробки ($2,5 \cdot 10^{10}$ см $^{-2}$) і після ЕО ($3,5 \cdot 10^{10}$ см $^{-2}$ і $5,0 \cdot 10^{10}$ см $^{-2}$) визначили, що пропорційно щільності електричного струму імпульсу (10 і $14 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$) спостерігається зростання кута разорієнтації між областями когерентного розсіювання сплаву від $13'$ (кутових хвилин) до 16 і $19'$ після дії електричної імпульсної обробки.

Аналізуючи отримані результати слід відзначити, що розвиток процесів пом'якшення в зварному з'єднанні обов'язково буде супроводжуватися перерозподілом дефектів кристалічної будови сплаву під час дії імпульсів ЕО. Так, при розвитку процесів релаксації внутрішніх остаточних напружень (зниження твердості сплаву), експериментально спостерігається подрібнення областей когерентного розсіювання. Наведений результат повинен розглядатися як свідчення розвитку процесів полігонізації в структурі сплаву під дією імпульсів електричного струму. В наслідок цього, цілком закономірне зменшення L . З іншого боку, циклічна зміна знаку та рівня виникаючих напружень в процесі ЕО повинні супроводжуватися відповідними переміщеннями дислокацій. В наслідок цього, неодмінне взаємне блокування буде переводити дислокації в стан нерухомих, а необхідний рівень підтримки умов розвитку релаксаційних процесів (під дією ЕО) може бути компенсований лише за рахунок введення додаткових рухомих дислокацій. Таким чином, сумарний ефект повинен призвести до підвищення загальної густини дислокацій. Окрім цього, взаємодія введених додаткових дислокацій, при дії імпульсів електричного струму з заблокованими, при утворенні мало кутових границь, повинна привести до зростання їх густини і, як наслідок цього – до збільшення кута θ . Дуже складний механізм структурних перетворень в сплаві під дією електричних імпульсів, в дійсності обумовлений значною чутливістю до визначеної кількості чинників. В наслідок цього сумарний ефект, у більшості випадків, може мати непередбачувальний характер.

Ефект пом'якшення наклепаного металу ободу колеса при проковзуванні

Вакуленко І.О., Проїдак С.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Vakulenko I., Proydak S. The effect of sliding rim of wheel on the softening strength metal

Development of processes of internal alteration at the cyclic loadings of metal shows by itself one of main reasons, the lead to the decline of resistance of elements of railway wheel to the origin of microcracks by exploitation. At the identical terms of the rapid heating and quick-up cooling, probable of forming of martensite and bainite structures (areas of «white layer») on-the-spot of wheels of high durability higher as compared to the wheels of extra-strong. Intensity of development of softening processes after the identical heating for hard-tempered on martensite areas will be approximately in two times higher, as compared to the volumes of metal of wheel after hardening of cold deformation. Growth of contents carbon in steel promote of the increase amount of damages on the spot of wheels.

В умовах експлуатації залізничних коліс різного рівня міцності, процес наклепання металу по поверхні кочення є неминучим результатом взаємодії колеса і рейки. Наведене явище супроводжується не тільки зміною твердості металу, але і формуванням достатньо неоднорідного розподілу самого наклепання на поверхні кочення. На підставі цього, розвиток процесів внутрішньої перебудови при циклічних навантаженнях металу являє собою одну з головних причин, що приводить до зниження опору елементів залізничного колеса зародженню мікротріщин під час експлуатації. З іншого боку, збільшуючи різницю між рівнем діючих напружень в елементах колеса в процесі кочення і величиною тимчасового опору руйнуванню металу, можна підвищувати експлуатаційну безпеку залізничних коліс. Аналогічним, за характером своєї дії спостерігається ефект від процесу накопичення дефектів кристалічної будови при наклепанні металу колеса. На підставі цього, розробка заходів щодо зниження темпу накопичення густини дефектів в приповерхневих прошарках металу ободу, може розглядатися як напрямок по зниженню вірогідності формування ушкоджень на поверхні кочення коліс.

В процесі виготовлення залізничного колеса, вирішальним слід вважати момент формування остаточного структурного стану в елементах колеса при зміцнюючій термічній обробці. Можна вважати, що на цьому етапі закладається механізм розвитку процесів зміцнення або пом'якшення металу при експлуатації колеса.

З метою визначення особливостей зміни комплексу властивостей при експлуатації залізничних коліс підвищеної і високої міцності, оцінювали вплив температури нагріву на розвиток процесів пом'якшення металу в стані після загартування і наклепання холодною пластичною деформацією. З аналізу зміни твердості від температури нагріву, для загартованої на мартенсит і наклепаної холодним деформуванням сталі залізничного колеса було визначено, що не тільки форма а і дисперсність карбідних часток впливають на ефект пом'якшення металу. Обумовлено це тим, що незалежно від технології виготовлення залізничного колеса, після певного періоду експлуатації метал по поверхні кочення піддається достатньо великим пластичним деформаціям, при високому ступені неоднорідності її розподілу. На підставі цього, здатність металу витримувати підвищені пластичні деформації до моменту формування поверхневих ушкоджень, являється одним із чинників, за яким можна визначати напрямки підвищення ресурсу експлуатації залізничного колеса в цілому.

Так, за рахунок здатності цементиту пластинчастої форми пластично деформуватися, приріст твердості в сталі 60 з пластинчастим цементитом після однакового ступеню деформації буде вищим, в порівнянні з глобулярною формою карбідної складової. Подальший нагрів приповерхневого шару холодно деформованого металу ободу колеса буде супрово-

дживатися неодмінним розвитком процесів пом'якшення. Дійсно, якщо порівнювати вплив дисперсності цементиту пластинчастої форми можна бачити, що чим дрібніше пластинчастий цементит, тим нижче ступінь пом'якшення металу після однакового нагріву. З іншого боку, як свідчать експериментальні данні, за однакових умов швидкісного нагріву і прискореного охолодження, вірогідність формування мартенсито-бейнітних структур (ділянок «білого шару») на поверхні кочення коліс високої міцності вище в порівнянні з колесами підвищеної міцності. Обумовлене наведене положення існуванням пропорційної залежності твердості мартенсито-бейнітних структур від вмісту вуглецю в сталі. Проте, інтенсивність розвитку процесів пом'якшення після однакового нагріву, наприклад до 450°C, для загартованих ділянок буде приблизно в два рази вищою, в порівнянні з об'ємами металу колеса після наклепання холодною пластичною деформацією. На підставі цього слід очікувати зростання кількості ушкоджень коліс з підвищенням змістом вуглецю.

Аналіз випадків передчасного вилучення залізничних коліс з експлуатації показує, що збільшення змісту вуглецю, у переважній більшості випадків, сприяє зростанню кількості вищербин металу на поверхні кочення. Підтвердженням приведених положень являються результати статистичної обробки випадків передчасного вилучення коліс з експлуатації по повзунам і вищербинам, за якими кількість вищербин знаходиться у прямій пропорційній залежності від числа повзунів.

Влияние схемы взрывного нагружения на механизм пластической деформации металла

Грязнова Л.В., Лисняк А.Г.
(Национальный горный университет)

Hriaznova L.V., Lisniak A.G. In the article reported about that application of double-layer charge of explosive in place of one layer changes the mechanism of flowage from a double to sliding, that results in a maintenance high level enough to plasticity of metal at the considerable increase of durability.

Многочисленные исследования в области ударно-волновой обработки металла показали, что ударные волны, генерируемые детонацией зарядов мощных взрывчатых веществ (ВВ), вызывают насыщение металла дефектами кристаллической решетки, а также прохождение структурно-фазовых превращений. Это приводит к значительному повышению прочностных характеристик, но ударная вязкость и пластичность металла снижаются, что ограничивает сферу применения этой технологии.

Одним из путей решения этой проблемы может быть использование двухслойного заряда ВВ, слои которого отличаются своими физико-химическими свойствами, где в качестве первого, контактного с металлом, слоя используется ВВ с высокой скоростью детонации, а второго, наружного, - ВВ с низкой скоростью детонации [1]. Действие такого заряда, в первом приближении, заключается в следующем: в результате взрыва двухслойного заряда ВВ на упрочняемую деталь воздействуют две ударные волны в короткий промежуток времени, причем первая волна от детонации мощного ВВ имеет высокое пиковое давление и сравнительно небольшое время действия, в то время как вторая ударная волна от детонации менее мощного ВВ имеет невысокое пиковое давление, но значительно большее время действия.

Механизм деформации металла при взрывном нагружении зависит, прежде всего, от схемы и параметров нагружения. При нагружении образцов из Ст3 (углерода 0,14-0,22%) ударной волной от мощного заряда ВВ толщиной 4 мм с пиковым давлением на фронте, равном 20 ГПа, в зернах наблюдается двойникование, которое охватывает до 80% феррита. В части зерен наблюдаются две системы двойников, расположенных под углом 45° или 65° друг к другу. Двойники изогнутые, линзообразной формы, с неровными границами.

В двухслойном заряде вторым, наружным слоем, служило насыпное ВВ высотой 45 мм, инициирующее ударную волну с давлением на фронте 6,5 ГПа. При нагружении таким зарядом механизм деформации изменяется – практически во всех зернах феррита произошло скольжение. В ряде зерен наблюдается скольжение по нескольким системам. Плотность следов скольжения в различных зернах разная, явно видимой направленности следов скольжения не наблюдается, размер и форма зерен сохранились. Полосы скольжения – прямолинейные.

При увеличении толщины однослойного заряда высокоскоростного заряда ВВ до 7 мм плотность двойников в зернах резко возросла. В работе [2] было высказано предположение, что появление такой структуры – «множественное искажение» может быть связано с фазовым переходом в этой стали.

При нагружении образцов двухслойным зарядом ВВ, в котором толщина контактного, высокоскоростного ВВ, составляла 7 мм, а параметры наружного слоя не изменились, в зернах феррита, кроме следов скольжения появились двойники.

Однако, в основном, пластическая деформация осуществляется за счет скольжения. Плотность следов деформации невелика, скольжение и двойникование идут по одной, редко двум системам.

Из литературы известно [3,4], что статическая деформация в металлах с ОЦК решеткой, к которым можно отнести и Ст3, начинается со скольжения. С увеличением степени деформации число систем, вовлекаемых в процесс скольжения, увеличивается. И только когда степень деформации достигает 7% и выше, в структуре появляются отдельные двойники, расположенные в одном направлении. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что при нагружении двухслойным зарядом ВВ, в отличие от однослойного, максимальная степень локальной пластической деформации нагружаемого металла значительно меньше. Кроме того, напряжения, сконцентрированные на границе двойника или в точке пересечения двух двойников, могут стать причиной образования микротрещин, что приведет к охрупчиванию металла. Скольжение, по сравнению с двойникованием, увеличивает пластичность металла.

Механические свойства стали, соответственно, зависят от схемы взрывного нагружения. Если предел прочности для обеих схем имеет близкие значения (680 МПа для однослойного заряда ВВ и 672 МПа – двухслойного), то относительное удлинение выше для схемы нагружения двухслойным зарядом ВВ (9 и 14% соответственно).

Упрочнение образцов в обоих случаях сквозное (толщина образцов 40 мм). Значение твердости на поверхности нагружения несколько выше для однослойного заряда ВВ (255 НВ и 247 НВ), однако при нагружении двухслойным зарядом ВВ распределение твердости по глубине имеет более плавный характер.

На основании анализа результатов экспериментов можно сделать вывод о том, что в случае нагружения двухслойным зарядом ВВ изменения в структуре и, соответственно, изменения механических свойств металла являются более благоприятными, по сравнению с однослойным зарядом ВВ, и не являются арифметическими слагаемыми от действия каждого из слоев ВВ в отдельности, а есть следствие изменения ударно-волнового режима, что и приводит к изменению механизма пластической деформации.

Литература

1. Дидык Р.П., Грязнова Л.В. и другие. «Способ упрочнения металлов» а.с. №874052.
2. Дерибас А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. – Новосибирск: Наука, 1972 г.
3. Атрошенко Э.С., Волчков В.М. и др. «Остаточная деформация и упрочнение при обработке металлов взрывом. – ФММ, 1967, Т. 24, № 2.
4. Берштейн М.Л., Займовский В.А. Механические свойства металлов. М.: Металлургия, 1979.

Структура электроосажденных сплавов Cr-C

Гуливец А.Н., Баскевич А.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Gulivets A.N., Baskevich A.S. Structure of the electrodeposited alloys of Cr-C.

The methods of the X-ray analysis influencing is explored by the method of closeness of current on structure and thermal stability of the nanocrystalline alloys Cr-C. It is set, that as a result of crystallization at heating of nanocrystalline alloys Cr-C phases are formed of carbides Cr_7C_3 and Cr_{23}C_7 .

Для получения нанокристаллической структуры в металлических сплавах используют электроосаждение из-за возможности управления кинетикой кристаллизации и, соответственно, изменениями физико-химических свойств осаждаемых сплавов. Интерес к разработке электролитов хромирования на основе солей трехвалентного хрома обусловлен рядом улучшенных физико-химических свойств получаемых пленок. В зависимости от плотности постоянного тока при получении и в результате изотермических отжига проведен анализ изменений структуры электроосажденных пленок Cr-C. Исследование механизмов формирования нанокристаллического состояния в металлических сплавах является важной задачей, необходимой для более глубокого понимания физических процессов, протекающих на стадии формирования твердой фазы при электроосаждении в нестационарных условиях.

В качестве объектов исследования были выбраны микро и нанокристаллические пленки Cr-C толщиной 20-30 мкм электроосажденные из электролита базового состава: $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – 246 г/л, HCOOH – 34,5 г/л, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 264 г/л, H_3BO_3 – 31 г/л. кислотностью (pH – 3). Анодом служил титан-диоксидномарганцевый электрод. Рабочим электродом была пластина из медной фольги ($S = 0,01 \text{ дм}^2$). Электроосаждение проводилось постоянным током плотностью от 10-20 А/м², при комнатной температуре (298 К). Дифрактограммы, получали на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3.0 в монохроматизированном Mo - K α и Co - K α излучении. С помощью микроскопа МИМ-8 исследовали морфологию поверхности. Термическую обработку проводили в вакууме с остаточным давлением не выше 10^{-2} Па. Микротвердость хромовых покрытий измеряли с помощью прибора ПМТ-3.

Полученные пленки Cr-C имели различную структуру в зависимости от плотности тока. Увеличение плотности катодного тока от 10 А/дм² до 20 А/дм² приводило к изменению структуры получаемых сплавов от кристаллической до нанокристаллической структуры. На дифрактограммах полученной от этих сплавов фиксировались сильные линии кристаллических фаз Cr, Cr_{23}C_7 , Cr_7C_3 , которые с увеличением плотности катодного тока размывались и накладывались на диффузное гало.

Для исследования термической стойкости нанокристаллических сплавов Cr-C были проведены изотермические отжики в атмосфере аргона в течение 30 минут при $T = 1073 \text{ К}$. На дифрактограмме от отожженных сплавов видны дифракционные максимумы, соответствующие кристаллическим фазам Cr, Cr_7C_3 , Cr_3C_2 .

Полученные хромовые покрытия имели гладкую поверхность с включениями сфероидов и хорошую адгезию с подложкой. Доля поверхности, занятой сфероидами, увеличивается при повышении плотности тока.

Микротвердость полученных сплавов увеличивалась при повышении температуры отжига (до 773 К), что можно объяснить кристаллизацией на поверхности пленок самой твердой фазы карбида хрома Cr_7C_3 . С повышением температуры отжига до 973 К микротвердость уменьшалась вследствие образования оксидов хрома и растрескивания пленок.

Структура і властивості нікелевих композиційних електрохімічних покриттів

Дудкіна В.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Вирішенням проблеми зміцнення електричних контактів і пар тертя є модифікація металевої матриці частинками дисперсної фази з одержанням композиційних електролітичних покриттів (КЕП). Відомо, що введення твердих дисперсних частинок (ультрадисперсних алмазів (УДА)) в електролітичні покриття підвищує їх мікротвердість і зносостійкість. Причини цього – зменшення розмірів кристалів металу, що осаджується, і наявність в покритті надтвердих частинок.

Мета даної роботи є дослідження структури і механічних властивостей електроосаджених композиційних нікелевих покриттів, що містять ультрадисперсні алмази.

Для дослідження використовували стандартний сульфатний електроліт наступного складу: Ni_2SO_4 – 300 г/л, H_3BO_3 – 30 г/л, Na_2SO_4 – 50 г/л, pH- 5. Концентрацію (n) УДА у водному розчині електроліту змінювали в діапазоні від 2 до 15 г/л. Осадження проводили постійним струмом густиною від 100 до 300 А/м². Для вирішення проблеми нерівномірного розподілу частинок наноалмазу в металевій матриці було застосовано механічне перемішування водного розчину електроліту в процесі електроосадження. Металографічні дослідження проводили за допомогою оптичного мікроскопа МІМ-8М. Мікротвердість покриття вимірювали на мікротвердомірі ПМТ-3. Елементний склад поверхні покриття визначали мікрорентгеноспектральним аналізом за допомогою растрового електронного мікроскопа РЕММА-102-02 з роздільною здатністю 5 нм. Вміст і розподіл ультрадисперсного алмазу визначали по лініях вуглецю (C) характеристичного рентгенівського випромінювання. Для дослідження фазового складу і структури плівок нікелю використовували рентгенівське обладнання - дифрактометр ДРОН-2.0.

Дослідження морфології поверхні зразків показали, що використання механічного перемішування водного розчину електроліту при незмінних режимах електроосадження і концентрації УДА дозволило отримати композиційні електролітичні нікелеві покриття з меншою кількістю поверхневих дефектів, для яких характерне утворення однорідної і рівномірної по всій поверхні зразка структури.

Аналіз рентгенограм композиційних електролітичних нікелевих покриттів показав відсутність алмазної фази вуглецю в нікелевій матриці, що свідчить про те, що частинки УДА не є центрами кристалізації. Із перерозподілу інтенсивності ліній на дифрактограмах слідує, що в покриттях, електроосаджених з водного розчину електроліту при $n(\text{УДА}) = 2$ г/л, формується подвійна аксіальна текстура $[111]+[100]$ і $[111]+[110]$ при $n(\text{УДА})=15$ г/л.

Порівняння результатів мікрорентгеноспектрального аналізу показало, що найбільший вміст вуглецю (наноалмазу) відмічений в зразках, електроосаджених при катодній густині струму 300 А/м² з добавкою УДА концентрацією 15 г/л із застосуванням механічного перемішування водного розчину електроліту в процесі електроосадження. У цих зразках також спостерігається більш однорідний по поверхні розподіл вуглецю, проте його кількісний вміст не перевищує 0,14 ат.%, але спостерігаються окремі ділянки, які збагачені до 0,31 ат. % вуглецем.

Збільшення концентрації у водному розчині електроліту частинок дисперсної фази і, відповідно, вмісту вуглецю в покритті приводить до формування мілкокристалічних більш щільноупакованих покриттів, що визначило підвищення механічних характеристик КЕП. При формуванні нікелевих покриттів, які містять алмази, при катодній густині струму 100 А/м² із збільшенням концентрації УДА у водному розчині електроліту від 2 до 15 г/л мікротвердість покриттів зростає від 1800 МПа до 2200 МПа. Зростання густини струму від

100 до 300 А/м² приводить до збільшення мікротвердості покриттів нікель-УДА від 2200 МПа до 2700 МПа.

Дослідження властивостей електроосадження сплавів Fe-Ni

Заблудовський В.О., Ганич Р.Ф., Артемчук В.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Методами рентгеноструктурного та рентгеноспектрального аналізів досліджено структуру сплавів залізо-нікель, отриманих за допомогою імпульсного струму. Встановлено зв'язок між параметрами струму, структурою сплавів і їх фізико-хімічними властивостями.

На даний момент часу залишається актуальною проблема підвищення міцності, зносо- і корозійної стійкості металевих покриттів. Одним із способів вирішення цієї проблеми є використання імпульсного електролізу для електроосадження покриттів. Застосування імпульсного струму для осадження металевих плівок в порівнянні із стаціонарними режимами дозволяє отримувати сплави в більш нерівноважному стані, а значить і з більш унікальними фізико-хімічними властивостями. Це досягається за рахунок зміни величини кристалізаційної перенапруги на катоді за допомогою регулювання параметрів імпульсного струму (частоти, шпаруватості та щільності струму імпульсів).

Метою дослідження даної роботи є вивчення впливу імпульсного струму на структуру і властивості плівок сплаву Fe-Ni.

Покриття Fe-Ni осаджували з розчину, основними компонентами якого були: Fe₂SO₄ - 90 г/л, Ni₂SO₄ - 120 г/л, H₃BO₃ - 25 г/л. В якості підкладок використовувалися пластини полірованої міді, зтравлені в 3 % розчині азотної кислоти і знежирені віденським вапном. В якості анода використовували пластини чистого свинцю, що дозволяло підтримувати співвідношення концентрацій основних солей незмінними. Осадження проводили із середньою щільністю струму, яка дорівнювала 1 А/дм² при кімнатній температурі прямокутними імпульсами з частотою проходження (30...1000 Гц) і шпаруватістю (2...32). Товщина досліджуваних плівок складала 15...20 мкм. Мікротвердість, отриманих зразків сплавів вимірювалася мікротвердомером ПМТ-3 при навантаженні на індентор - 20 г. Для рентгеноструктурних досліджень тонкої структури і фазового складу отримували плівки товщиною 20 мкм, дослідження проводили на дифрактометрі ДРОН-2.0 у Со-випромінюванні.

Дослідження показали, що при малих кристалізаційних перенапруженнях (0.02...0.03 В) на катоді формується рівноважна структура з розміром блоків мозаїки порядку 610...700 нм. Фазовий склад отриманих сплавів мав ГЦК структуру, що говорить про великий вміст нікелю в плівках. Проведені рентгеноспектральні аналізи підтвердили дане припущення, концентрація нікелю в сплаві коливалася в межах 63...68 ат. %. На рентгеновських дифрактограмах спостерігалася інтенсивна лінія від площини (100). З ростом перенапруги до 0.04...0.045 В кінетика утворення і зростання зародків кристалічної фази на поверхні катода стала сильно нерівноважною. Розмір блоків мозаїки зменшився до 190...230 нм, на фотографіях, отриманих за допомогою електронної мікроскопії, спостерігалася наявність субзернової структури в плівках сплавів. Через зростання поляризації катода розряд іонів нікелю відбувався на граничному струмі, що викликало зростання концентрації заліза в сплавах до 72 ат. %. Зміна співвідношення концентрацій металів в покритті призвело до зміни його фазового складу, який мав структур ГЦК решітки на основі γ-фази заліза в початковому стані. На дифрактограмах пік інтенсивності відбиття від площин змістився в бік більших індексів - (220). Після відпалу при температурі понад 800 К відбувався розпад ГЦК фази на основі γ-Fe на дві фази з ОЦК решіткою на основі заліза і ГЦК на основі нікелю.

Структурні зміни позначаються на механічних властивостях осаджуваних покриттів. Встановлено, що із збільшенням ступеня нерівноважності умов кристалізації сплавів їх мікротвердість зростає від 4700 МН/м^2 до 8100 МН/м^2 . Це пов'язано з тим, що дислокації концентруються по границях зерен кристалів і є ефективними перешкодами пластичному зсуву. Оскільки концентрація дислокацій обернено пропорційна квадрату розмірів блоків мозаїки, то з їх зменшенням мікротвердість покриттів зростає.

Результати експериментів також показали, що із збільшенням ступеня нерівноважності умов кристалізації сплавів зростає їх зносостійкість. Причому збільшення зносостійкості у порівнянні зі стаціонарними режимами досягало до 40...56 %, що є вельми суттєвим у практичному застосуванні зазначених покриттів.

Отримані результати дослідження впливу імпульсного струму на умови кристалізації сплавів Fe-Ni показують, що використання даного методу дозволяє в широких межах змінювати їх структуру, що в свою чергу, дозволить управляти їх фізико-хімічними властивостями.

Цілеспрямована ж зміна структури матеріалу поверхні деталей в процесі їх виготовлення або відновлення завдяки використанню імпульсного електролізу, із заданими параметрами струму, дозволить поліпшити їх технічні характеристики, а також продовжити термін експлуатації.

Изучение фазового состава и термической стабильности электроосажденных сплавов Co-W

Заблудовский В.А., Герасименко Д.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Zabludovsky V.A., Gerasimenko D.V. Studying of phase structure and thermal stability of electro-deposition alloys Co-W

Methods of X-ray diffraction and differential thermal analysis is investigated of the structure and thermal stability Co-W alloys of electrodeposition at current and pulse currents. It is shown that at increase in the maintenance of tungsten in an alloy or under more nonequilibrium conditions of electrodeposition solidification start shifting to the region of higher temperatures.

В связи с открытием уникальных физических свойств сплавов на основе кобальта их исследование представляет научный и практический интерес. Обычно аморфные структуры получают достаточно сложными и дорогими способами, такими как, например, напыления в сверхвысоком вакууме, молекулярно-лучевая эпитаксия, помол в высокоэнергетических шаровых мельницах или относительно дешевыми, как, например, электроосаждение. В настоящее время растет интерес к методу нестационарного осаждения сплавов, что обусловлено не только его эффективностью и относительной простотой, но и широкими возможностями управления кинетикой кристаллизации и соответственно изменения физико-химических свойств электроосажденных сплавов. Целью работы является исследование термической стабильности и фазового состава сплавов Co-W, осажденных на постоянном и импульсном токах.

Сплавы Co-W получали из аммиачных электролитов следующего состава: CoSO_4 – 10 г/л, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ – 60 г/л, Na_2WO_4 – $6 \div 16$ г/л. Значение $\text{pH}=11$ достигалось добавлением водного аммиака. Температура электролита равнялась 333 К. В качестве анода использовались пластины чистого кобальта, что позволяло поддерживать концентрацию основной соли неизменной. Электроосаждение проводили прямоугольными импульсами тока, частотой (f) $20 \div 300$ Гц, скважность импульсов (Q) изменялась от 2 до 6. Средняя плотность тока оставалась постоянной и была равна 6 А/дм^2 . В качестве подложки использовали полиро-

ванную медь. Исследования фазового состава проводили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-2 в кобальтовом излучении. Элементный состав определяли на рентгеновских спектрометрах VRA 20, VRA 30 путем измерения интенсивности аналитических линий K_{α} для элементов кобальта (35 кВ, W – анод), и для вольфрама (35 кВ, Rh – анод). Кривые дифференциального термического анализа (ДТА) получали на дериватографе Q-1500 в инертной газовой среде аргона со скоростью нагревания 10 град/мин. Изотермические отжижки проводили в вакууме не ниже 10^{-2} Па со скоростью нагревания 20 град/мин.

Для исследования были выбраны сплавы $Co_{62}W_{38}$ и $Co_{75}W_{25}$. С началом нагрева кривые ДТА обоих сплавов ведут себя без изменений, а от 500 до 720 К они монотонно снижаются, что свидетельствует о постепенном упорядочивании аморфной структуры. Первое превращение, соответствующее выделению из аморфной матрицы кристаллической фазы α -Co с ГПУ решеткой в сплаве $Co_{75}W_{25}$, полученном на постоянном токе, начинается при температуре 720 К. В сплаве того же состава, полученном на импульсном токе, это превращение начинается при температуре 740 К. При повышении содержания вольфрама в сплавах происходит смещение температуры кристаллизации в сторону более высоких температур. Так, для сплавов $Co_{62}W_{38}$ кристаллизация начинается при температурах 750 и 765 К соответственно для режимов осаждения на постоянном и импульсном токах. При дальнейшем увеличении температуры происходят процессы превращения, которые связаны с продолжением выделения и увеличением части кристаллической фазы α -Co, а также с выделением фазы Co_3W . Увеличение температуры отжига до 870 К приводит к конечному распаду аморфной фазы во всех рассмотренных сплавах. Структура покрытия представляла собой смесь кристаллических фаз α -Co и Co_3W .

Таким образом было установлено, что в результате нагревания процесс кристаллизации в сплавах с меньшим содержанием вольфрама происходит более интенсивно и наступает при меньших температурах. Следует отметить, что получение аморфных покрытий с помощью импульсного тока позволяет увеличить температуру их кристаллизации на 15-20 градусов по сравнению с пленками, осажденными при более равновесных условиях, то есть при постоянном токе.

Дослідження перехідного шару «плівка-підкладка», що утворюється при електрокристалізації

Заблудовський В.О., Штапенко Е.П., Гришечкін С.А., Дудкіна В.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Процес утворення нової фази при електрокристалізації представляє великий інтерес у зв'язку з можливістю управління структурою, що формується. Саме початкові стадії електрокристалізації впливають на формування текстури, розмір кристалітів, кількість дефектів, а, отже, і на механічні властивості електроосаджених плівок. Мета даної роботи полягала в експериментальному дослідженні перехідного шару електролітичних плівок нікелю та цинку на мідній підкладці та у теоретичному обґрунтуванні можливості утворення твердого розчину в цих системах. Плівки нікелю та цинку осаджували з водних розчинів електролітів наступних складів: 1) Ni_2SO_4 - 300 г/л, H_3BO_3 - 30 г/л, Na_2SO_4 - 50 г/л, pH = 6, T = 300 К; 2) $ZnSO_4 \times 7H_2O$ - 250, Na_2SO_4 - 75, $Al(SO_4)_3$ - 30, pH=4, T = 300 К із застосуванням постійного і уніполярного імпульсного струмів. Частота проходження імпульсів струму (f) змінювалась від 30 до 1000 Гц. Шпаруватість імпульсів струму (Q-відношення періоду до тривалості імпульсу) змінювалась від 2 до 32. Середня густина постійного та імпульсного струмів (j) становила 0,5-2 А/дм², що дозволило змінювати перенапруження на катоді (η) в межах 0,1÷0,5 В для нікелю і 0,2÷0,6 В для цинку. Мікротвердість покриття вимірювали

на мікротвердомірі ПМТ-3. Елементний склад поверхні покриття визначали мікрорентгеноспектральним аналізом за допомогою растрового електронного мікроскопа РЕММА-102-02 з роздільною здатністю 5 нм. Для отримання кількісної оцінки адгезійної міцності покриттів з підкладкою зразки були піддані випробуванню шляхом вдавнення алмазної піраміди в межу розділу покриття-підкладка на бічному шліфі.

Глибина проникнення і кількість атомів нікелю та цинку, що дифундують в мідь, залежать від умов електрокристалізації. В першу чергу, при незмінному складі водного розчину електроліту, проявляється залежність від значень катодного потенціалу, який визначається як середньою густиною струму, так і видом самого струму.

Результати мікрорентгеноспектрального аналізу показали, що при електрокристалізації нікелю та цинку на мідній підкладці відбувається утворення дифузійного шару. При цьому, в залежності від умов кристалізації, товщина дифузійного шару нікелю в міді складає $1,5 \div 3$ мкм при зміні катодного потенціалу від 0,1 В до 0,3 В. Атоми цинку проникли на глибину $0,5 \div 2$ мкм мідної підкладки при зміні катодного потенціалу від 0,2 В до 0,4 В.

Теоретичні дослідження можливості дифузії ад-атомів добре узгоджуються з експериментальними даними. Так для систем Ni-Cu та Zn-Cu, які утворюють тверді розчини, енергії, необхідні для вбудовування атомів нікелю або цинку в кристалічну решітку мідної підкладки, відповідно дорівнюють $0,7826 \cdot 10^{-20}$ Дж і $3,549 \cdot 10^{-20}$ Дж, а енергії ад-атомів дорівнюють $3,2 \cdot 10^{-20}$ Дж ($\eta = 0,1$ В) і $9,6 \cdot 10^{-20}$ Дж ($\eta = 0,3$ В) для нікелю, і $6,4 \cdot 10^{-20}$ Дж ($\eta = 0,2$ В) і $12,8 \cdot 10^{-20}$ Дж ($\eta = 0,4$ В) для цинку. Таким чином, енергії ад-атомів, що осаджуються, достатньо для вбудовування в кристалічну решітку підкладки.

Результати досліджень елементного складу перехідного шару «плівка-підкладка» та адгезійної міцності покриттів показали, що із збільшенням катодної перенапруги спостерігається збільшення глибини дифузійного шару, що приводить до зростання адгезійної міцності для системи Ni-Cu від 300 до 620 МПа і для системи Zn-Cu від 230 до 400 МПа.

Задача управління системою оцінки поточного стану матеріалів

Кадыльникова Т.М., Сіліна Н.О., Шинковська І.Л., Заєць І.П.
(Національна металургійна академія України)

Kadylnykova T., Sylina N., Shynkovska I., Zayets I. Task management for system assessment of the current state of materials.

The problem of managing the current state of materials commonly used for the manufacture of engineering products. The task of mathematical physics is solved approximately by the method of dynamic programming in the discrete form.

Сучасні досягнення в галузі машинобудування, автоматизації, інформаційної технології та комп'ютерного управління процесами, створення єдиних технологічних комплексів передбачають досконального вивчення конструкцій деталей, які обробляються, їх призначення, умов роботи і можливостей потенційного виробника. Всі ці фактори впливають на вибір матеріалів майбутніх деталей, обладнання і технологічних прийомів для їх виготовлення, а також рекомендацій щодо забезпечення умов для ефективної роботи у складі відповідних машин. При цьому дуже важливо вірно прогнозувати не тільки фактори, що впливатимуть на роботу машин, але і визначати, які матеріали найкраще відповідають забезпеченню їх експлуатаційних характеристик. Обрані матеріали повинні забезпечувати не тільки необхідну міцність і зносостійкість деталей, але і піддаватися певним методам обробки, за допомогою яких деталі набувають свої форми згідно робочих креслень.

В зв'язку з необхідністю проектування виробничих систем в машинобудуванні, актуальним стає питання створення систем управління поточним станом матеріалів, з яких виготовляються складові частини виробів машинобудівної галузі. За цих умов, задача

управління системою оцінки поточного стану матеріалів набуває наступного вигляду:

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t), t), \quad (1)$$

де $\dot{x}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$ – n -мірний вектор простору поточних станів X ; $u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t))$ – m -мірний вектор простору управління V ; t – час, в проміжку якого здійснюється управління.

З урахуванням (1), управління поточним станом матеріалів зводиться до мінімізації функціоналу:

$$J = \int_{T_A}^{T_B} L(x(t), u(t), t) dt, \quad (2)$$

на множині розв'язків диференціального рівняння (1) з початковими умовами:

$$x(t_0) = x_0, \quad x(t_1) = x_1, \quad (3)$$

де L – управляюча функція; T_A , T_B – моменти часу, мінімальний з яких доцільно прийняти за момент наступного контролю за станом матеріалу.

Поставлена задача в дійсності еквівалентна пошуку оптимального варіанту управління за умов динамічної системи, що описується диференціальним рівнянням:

$$a_0 y'' + a_1 y' + a_2 y = w(y, v_\lambda), \quad (4)$$

Умови мінімізації функціоналу відповідають критерію якості у вигляді:

$$J = \int_0^T \varphi(v_\lambda(t)) dt, \quad (5)$$

де a_0, a_1, a_2 – постійні коефіцієнти; $y(t)$ – вектор фазового стану; $v_\lambda \in V$ – n -мірний вектор управління; $w(y, v_\lambda)$ – функція фазових перетворень.

При цьому враховуються обмеження:

$$y(t) \leq Y, \quad (6)$$

а також наступні умови:

$$\begin{aligned} y|_{t=0} &= y_0, & y'|_{t=0} &= y'_0; \\ y|_{t=T} &= y_1, & y'|_{t=T} &= y'_1. \end{aligned} \quad (7)$$

Для вирішення задачі оптимального управління (4)-(7) застосуємо метод динамічного програмування в дискретній формі. Припустимо, що мінімізація (5) на відрізку $[0, T]$ уявляє собою N -кроковий процес прийняття рішень, тривалість кроку якого дорівнює τ так, що $N \cdot \tau = T$.

За умов, що

$$f(y(t)) = \min_{v_\lambda} \int_0^T \varphi(v_\lambda(t)) dt, \quad (8)$$

мінімальне значення критерію якості (5), у припущенні що використовується оптимальне управління, початковий стан повинен описуватися вектором $y(t)$. Тоді, застосовуючи принцип оптимальності Р. Белмана до багатокрокових процесів управління, отримали систему функціональних рівнянь динамічного програмування наступного вигляду:

$$\begin{aligned} f_k(y_k, y'_k) &= \min_{v_{\lambda_k}} \{ \varphi(v_{\lambda_k}) + f_{k-1}(y_{k-1}, y'_{k-1}) \}; \\ k &= 2, 3, \dots, N; \\ f_1(y_1, y'_1) &= \varphi(v_{\lambda_1}) \cdot \tau, \end{aligned} \quad (9)$$

в яких y_k, y'_k задовольняють диференціальному рівнянню (4) з крайовими умовами (5) та початковими умовами (6), причому

$$y_{k-1} = y_k + \tau \cdot y'_k, \quad y'_{k-1} = y'_k + \tau \cdot w(y_k, v_{\lambda_k}). \quad (10)$$

Таким чином, одержано систему функціональних рівнянь (9), яка в подальшому може бути вирішеною наближено з реалізацією на ПСOM. Управління системою здійснюється через моменти контролю завдяки повертання в нульовий стан при надходженні в границях допуску та зупинки в момент виходу параметра за границю простору D. Прирошення параметра $x(t)$ по крокам контролю $\xi_i (i=1,2,..)$ представляють собою незалежні функції, що мають загальну функцію розподілу $F(x)$.

Припустимо, що в момент контролю t_{p-1} відомі всі приращення процесу $x(t)$, і процес знаходиться нижче рівня D. Функція розподілу у цьому випадку приймає наступний вигляд:

$$F(x) = \begin{cases} \frac{C}{t_p}, & \text{якщо } t_p < t_z; \\ \frac{C+A}{t_p}, & \text{якщо } t_p \geq t_z, \end{cases} \quad (11)$$

де C – час, який витрачається на управління параметром $x(t)$, якщо він не вийшов за допустимий рівень D; δ – додатковий час; t_p – p-й момент контролю; t_z – момент виходу параметру за рівень D.

Повышение свойств литейных алюминиевых сплавов модифицированием

Калинина Н.Е., Кавац О.А.

(ДНУ имени Олеса Гончара, г. Днепропетровск)

Influence over of nanodispersible refractory modifier of carbide of silicon is brought on technological properties of castings aluminium alloys AK12 and AK9ч. Chemical compositions of the investigated aluminium alloys of the systems of Al-Si and Al-Si-Mg are shown. Technology of retrofitting of aluminium alloys a powder-like modifier is worked out. The increase of technological properties of the investigated alloys is attained. The theoretical grounds of the noted increase of technological properties of castings aluminium alloys are offered. Plant technological instructions on retrofitting of aluminium alloys and receipt of foundings of high quality are worked out

В отечественном машиностроении применяют литейные алюминиевые сплавы системы алюминий-кремний, в частности, марок АК12, АК9ч, АК8л и АК7. Такие сплавы имеют высокие показатели механических свойств в термически обработанном состоянии, высокую коррозионную стойкость, что обуславливает их перспективность для современного машиностроения.

Однако недостаточная технологичность при литье и механической обработке сдерживает широкое применение алюминиевых сплавов как конструкционных материалов. Низкая технологичность объясняется наличием в сплавах хрупких и труднорастворимых фаз $FeAl_3$, Mg_2Si , $MgZn_2$, выделяющихся в виде крупных скоплений и образующих сплошную сетку. Эти хрупкие составляющие служат причиной трещинообразования при литье слитков и фасонных отливок. Кроме того, замедляются диффузионные процессы растворения фазы Mg_2Si при гомогенизации отливок. Другой важной причиной низкой технологичности является повышенное газосодержание в сплавах.

Развитие современной техники требует создания новых материалов и усовершенствования уже существующих сплавов. Одним из эффективных путей повышения качества отливок, устранения столбчатой и веерной структуры, измельчения зерна и достижения однородной структуры является модифицирование. Промышленные предприятия Украины

применяют модифицирование литейных алюминиевых сплавов солями натрия, что способствует дифференциации эвтектики Al-Si. Однако легкоплавкие соли натрия нетехнологичны для обработки больших масс расплавов, поскольку сокращается время действия модификатора и возникают экологические проблемы его применения.

Для повышения уровня технологических и механических свойств отливок из алюминий-кремниевых сплавов проводят модифицирование. В настоящее время перспективным направлением является применение дисперсных модификаторов: карбидов, нитридов, боридов, оксидов металлов размерами более 0,1 мкм. При модифицировании литейных алюминиевых сплавов марок АК12 и АК9ч (табл. 1) дисперсными частицами карбида кремния размерами до 0,1 мкм отмечено повышение технологических и механических свойств сплавов, а также коррозионной стойкости.

Разработан технологический процесс модифицирования сплавов АК9ч и АК12. Для удобства введения модификатора в расплав использован способ таблетирования порошков карбида кремния. Получен также патент Украины на комплексный модификатор для обработки алюминиевых сплавов.

Таблица 1. Химический состав литейных алюминиевых сплавов

Сплав	Содержание элементов, % мас.					
	Si	Zn	Mg	Mn	Cu	Fe
АК12	11,5	0,3	-	0,50	0,6	2,2
АК9ч	9,2	0,5	0,25	0,35	1,0	0,8
АК8л	7,5	0,3	0,45	-	0,3	1,0
АК7	7,0	0,4	0,35	-	1,5	3,2

В работе определяли следующие технологические свойства литейных алюминиевых сплавов: жидкотекучесть и газосодержание.

Жидкотекучесть является важным свойством сплава, характеризующим степень его подвижности в процессе заполнения формы. Чем выше жидкотекучесть, тем легче получить сложную фасонную отливку с тонким сечением. Жидкотекучесть алюминиевых сплавов АК12 и АК9ч до и после модифицирования определяли методом отливки образцов в виде прутков. Длина залитого прутка характеризовала жидкотекучесть исследуемых сплавов. Модифицирование карбидом кремния повышает жидкотекучесть сплавов АК12 и АК9ч на 5 % и 11 % соответственно.

Содержание газов в сплавах определяют с помощью различных технологических проб. При понижении температуры жидкого металла в форме понижается растворимость газов и, следовательно, увеличивается количество газовых пузырей. Сплавы АК9ч и АК12 доэвтектического и эвтектического составов соответственно обладают высокой жидкотекучестью и менее склонны к образованию в отливках газовых раковин. В данной работе газосодержание в сплавах до и после модифицирования частицами карбида кремния определяли с помощью вакуумных проб. Плавку алюминиевых сплавов проводили в промышленной электропечи сопротивления САТ-0,16 ёмкостью 160 кг по алюминию. Расплавленный металл заливали в графитовый тигель, который устанавливали под колпак прибора. Создавали невысокий вакуум, чтобы кристаллизация сплавов проходила при пониженном давлении, и выдерживали пробы в приборе в течение 40 с.

Результаты оценки проб (табл. 2) показывают, что модифицирование карбидом кремния литейных алюминиевых сплавов АК12 и АК9ч обеспечивает низкое газосодержание, соответствующее 1 баллу пористости для отливок из алюминиевых сплавов по ДСТУ 2839-94.

Таблица 2. Результаты определения газосодержания

Сплав	Количество газовых пузырей до момента кристаллизации	Количество пор на 100 мм ²	Жидкотекучесть, мм
AK12	10	4	358
AK12+ SiC	9	3	377
AK9ч	6	4	225
AK9ч+ SiC	4	3	250

Работы, проведенные в промышленных условиях, показали повышение технологических и механических свойств модифицированных литейных алюминиевых сплавов марок AK12 и AK9ч, а также измельчение макро- и микроструктуры алюминиевых сплавов.

Влияние химического состава на фазово-структурное состояние хромо-ванадистых чугунов, легированных марганцем и никелем

Козаревская Т.В., Ефременко В.Г., Чейлях А.П., Шимидзу К.¹, Чернявская Е.
(ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»,
1 – Muroran Institute of Technology (Japan))

Kozarevskaya T.V., Efremenko V.G., Cheiliakh O.P., Shimizu K., Cherniavskaya E. The effect of chemical composition on phase-structural condition of V-Cr cast irons, alloyed by manganese and nickel

The microstructural and phase components of high-alloyed V-Cr-Mn-Ni white cast irons in as-cast condition are described and discussed in a view of alloys' chemical composition.

В работе приведены результаты исследования фазово-структурного состояния комплексно-легированных V-Cr-Mn-Ni белых чугунов, содержащие сфероидальные карбиды ванадия. Химический состав чугунов задавали в соответствии с матрицей планирования полного факторного эксперимента 3², варьируя содержанием ванадия и хрома на трех уровнях (5,0; 7,5; 10,0 % и 0,0; 4,5; 9,0 %, соответственно). Концентрацию марганца и никеля поддерживали на одном уровне – 4,0 и 1,5 % соответственно; содержание углерода в чугунах составляло 3,0 %. Чугуны получали выплавкой в 25-кг индукционной печи с применением передельного чугуна, стального лома и ферросплавов. Расплав чугуна перегревали до 1700 °С и обрабатывали редкоземельными металлами, что обеспечивало кристаллизацию карбидов ванадия не в виде эвтектических колоний, а в виде сфероидальных включений, относительно равномерно распределенных в металлической матрице. Чугун заливали в сухие песчаные формы; после кристаллизации из слитков изготавливали образцы, которые подвергали в литом состоянии металлографическому анализу, а также измерению твердости и микротвердости.

Было установлено, что по мере увеличения содержания ванадия от 5 до 10 % количество сфероидальных карбидов ванадия повысилось с 3 до 16,8 об. %. В чугунах, не содержащих хрома, снижение количества ванадия сопровождалось увеличением количества цементитных карбидов в виде сетки и видманштеттовых пластин, а также появлением ледебуритной эвтектики. Дополнительное введение 4,5-9,0 % Cr привело к устранению цементитной сетки и ледебурита с параллельным формированием (наряду с карбидами ванадия) карбидов хрома в виде эвтектики с характерными морфологическими признаками эвтектики на базе Me₇C₃. Общее количество карбидов в исследованных сплавах варьировалось от 14,5 до 49,5 об. %. Рост количества ванадия вызвал снижение количества карбидов Me₇C₃, что сопровождалось повышением концентрации хрома в металлической матрице.

Структурными компонентами металлической матрицы сплавов являлись перлит раз-

личной степени дисперсности (с межплоскостным расстоянием в пределах 0,05-0,60 мкм), аустенит и игольчатый мартенсит (нижний бейнит), присутствовавшие в различных, в зависимости от химического состава чугуна, комбинациях. Ванадий и хром способствовали увеличению объемной доли аустенита, при этом ванадий влиял косвенно (посредством снижения количества хромистых карбидов), а хром – через свое присутствие в матрице, концентрация хрома в которой достигала 7 %.

Измерение твердости показало, что твердость чугунов изменяется от 42 до 53 HRC; наибольшая твердость соответствовала структуре, содержащей 9 об. % VC, 15 об. % M_7C_3 , 41 об. % перлита, 30 об. % аустенита, 5 об. % мартенсита. Микротвердость карбидов VC варьировалась от 2637 до 2414 HV_{0,025}, снижаясь по мере роста концентрации хрома в карбидах ванадия.

Прогнозування складів спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання

Костиркін О.В., Іващенко М.Ю., Ворожбіян М.І.
(Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків)

Kostyrkin O.V., Ivashchenko M.Y., Vorozhbiyan M.I. The forecasting of special cements compositions for the protective of electromagnetic radiation

The influence of electromagnetic emissions on human's body has been considered. Different kinds of materials have been presented for the protection from electromagnetic emissions. The results of research of subsolidus structure of three- and four-component barium consisting systems have been presented.

Широке використання людиною електрики, створення та впровадження нових технологій у виробництві, нових видів промислової та побутової електро- та електронної апаратури створює велике електромагнітне забруднення навколишнього середовища та висуває на передній план проблеми розробки й удосконалення методів і засобів захисту від електромагнітного випромінювання (ЕМВ).

Широко відомо, що захворюваність населення, що проживає в зонах розташування потужних джерел радіовипромінювання, є найбільш високою. При цьому, ЕМВ високих та середніх частот сильніше впливають на нервову та серцево-судинну системи, а радіохвильове випромінювання у діапазоні надвисоких частот викликає гостре та хронічне ураження організму людини.

Сьогодні для захисту від ЕМВ використовують захисні екрани та керамічні штучні матеріали у вигляді плитки або блоків. Але на промислових об'єктах часто потрібно будувати великі монолітні конструкції, основою яких є бетонні конструкції на базі спеціальних в'язучих матеріалів.

На підставі проведеного аналітичного огляду встановлено, що для захисту від ЕМВ найбільш перспективним є використання барійвмісних цементів, які мають високу гідрравлічну активність та високі захисні властивості. Такі цементи можливо створити на базі композицій трикомпонентних оксидних систем $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$, $CoO - BaO - Al_2O_3$, $NiO - BaO - Al_2O_3$, $NiO - BaO - Fe_2O_3$, $NiO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$.

Попередні теоретичні розрахунки субсолідусної будови системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$, дозволили встановити та вибрати склади композиційних матеріалів з заданими захисними властивостями, високою температурою плавлення та гідрравлічною активністю.

Продовжуються теоретичні розрахунки субсолідусної будови систем $CoO - BaO - Al_2O_3$, $NiO - BaO - Al_2O_3$, $NiO - BaO - Fe_2O_3$, $NiO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$. Отримані результати дозволять прогнозувати можливість використання складів чотирикомпонент-

них систем $\text{CoO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ та $\text{NiO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ для захисту від електромагнітного випромінювання як у монолітних будовах так і для зв'язки цегляних та інших штучних конструкцій.

Міжзеренне руйнування економнолегованих сталей після покращення

Кузін О.А., Мещерякова Т.М.¹, Кузін М.О.¹

(Національний університет «Львівська політехніка», 1 – Львівська філія ДНУЗТ)

Kuzin O.A., Meshchakova T.N., Kuzin N.O. Intergranular fracture of economically alloyed steels after improvement

Using models of large angle grain boundaries, taking into account their functional-gradient structure and the role of chromium and silicon processes in intergrain destruction improved steels.

Економнолеговані сталі широко використовуються для виготовлення деталей рухомого складу, які працюють в умовах дії знакозмінних та динамічних навантажень. Безпечна експлуатація окремих деталей, які відпрацювали розрахунковий термін і пройшли відновлюючий ремонт, вимагає нових підходів до визначення фактичних властивостей матеріалів, встановлення закономірностей, що описують зміну властивостей від умов експлуатації і зокрема в області низьких кліматичних температур.

Виробничі процеси ремонту деталей в багатьох випадках проводяться для відновлення геометричних розмірів без врахування структурних змін, які суттєво впливають на їх експлуатаційні властивості. В даний час спостерігається певна невідповідність між науковими досягненнями в області механіки та нормованими розрахунками міцності і залишкового ресурсу деталей. Механічні властивості матеріалу деталей, які використовуються в розрахунках, розглядаються, як константи і не враховують змін локальної міцності в умовах неоднорідності хімічного складу сталі і напружено-деформованого стану.

Довготривала експлуатація рухомого складу і особливо технологічні процеси, які використовуються при відновлюючих ремонтах деталей (зварювання, наплавлення), призводять до розгальмування дифузійних процесів і перерозподілу домішкових атомів із тіла в границі зерен. В результаті роль зернограничних сегрегацій у формуванні механічних властивостей матеріалів може стати вирішальною. Знання локальних механічних характеристик в ділянках, де хімічний склад суттєво відрізняється від середнього за рахунок сегрегацій домішкових атомів, є принципово важливим для оцінки можливості розвитку макроскопічного пошкодження, яке призводить до втрати несучої здатності і руйнування деталі. Традиційні підходи до розрахунків на міцність деталей рухомого складу не приймають до уваги особливостей механічної поведінки матеріалу в області зернограничних сегрегацій, яка суттєво відрізняється від поведінки матеріалу в цілому. Це в значній мірі пов'язано із недостатньою вивченістю впливу границь зерен на процеси деформації і руйнування сталей в зв'язку із тим, що в існуючих моделях границь зерен не враховується будова і структурно-фазовий стан приграничних зон.

В роботі запропонована модель функціонально-градієнтної будови зернограничного шару, яка враховує, що границя за розміщенням речовини і дефектів має фрактальний характер. Згідно моделі в структурі зернограничного перехідного шару виділяються наступні зони: а) підвищеної густини лінійних дефектів; б) рихлої, пористої структури, яка насичена вакансіями і розміщена вище дислокаційних скупчень; в) міжзеренних фаз нестехіометричного хімічного складу, координаційне число яких може змінюватись в результаті реакції на зовнішні умови – температуру і механічні навантаження.

Дислокаційні скупчення першої перехідної зони зернограничного шару утворюються в процесі пластичної деформації. Їх формування особливо на пористих границях супроводжується локальною концентрацією напружень, утворенням додаткових вакансій особ-

ливо в умовах реалізації ротаційної складової пластичної деформації і переходу граткових дислокацій в границі. В реальних сплавах в залежності від вільного або надлишкового об'єму (пористості) другої перехідної зони одна і та сама границя має різні властивості. При досягненні на границі зерна критичного значення пошкодженості матеріалу порами, формуються зародки мікротріщин.

Пошкодження, які утворились в матеріалі при дисипації енергії добудовують свою структуру до структури поверхневого шару. Завершення формування перехідного шару проявляється, як утворення нової поверхні. При міжзеренному руйнуванні сплавів енергія границь зерен досягає найбільшого значення і стає рівною поверхневій енергії мікротріщини.

Процеси пластичної деформації і руйнування з позиції енергетичного підходу аналогічні плавленню і описуються як порушення кристалічної ґратки матеріалів. Порушення міжатомних зв'язків при плавленні і руйнуванні ґратки під дією механічних напружень є подібні. Для локального руйнування металу необхідно довести його деякий об'єм до стану наближеного до плавлення. При цьому провідна роль в локальному руйнуванні металу належить вакансіям. Їх дифузія і коагуляція при дії температури і напружень призводить до утворення в зоні нестехіометричного складу границь зерен зародків плавлення, які є субмікроскопічними тріщинами.

Аналіз ролі домішок Sb, Sn, P та As в міжзеренному руйнуванні покращуваних сталей показав, що ступінь їх впливу на міцність границь зерен визначається утворенням фаз з низькою температурою плавлення у відповідності з діаграмами стану залізо-домішка. Чим нижчою є температура плавлення хімічних сполук, які виділяються на границях зерен, тим сильніше проявляється міжзеренне руйнування. Поглинання граткових дислокацій границями зерен при дії зовнішніх навантажень, утворення нерівноважного стану границь і підвищення в них концентрації вакансій, які утворюються при пластичній деформації, викликає руйнування міжзеренних фаз з низькою температурою плавлення, що підтверджує відповідність енергії, яка витрачається на деформацію і руйнування локальних мікрооб'ємів енергії їх плавлення. Керівним параметром схильності полікристалічних систем до міжзеренного руйнування є здатність до утворення вакансій і пор на границях зерен при дії зовнішніх навантажень.

Виявлення впливу структурних факторів, які приводять до зміни механічних характеристик в локальних зонах проводили на сталях 40X, 40XC, 60C2 і 60XC. Із прокату виготовляли заготовки, які відпалювали при температурах 840...870°C і ґартували після нагріву в соляній ванні від 870...1070°C. Далі проводили відпуск при 600°C. Частину зразків відпускали повторно при температурі окрихчення 525°C з витримками 2 год і наступним повільним охолодженням. Проводили дослідження мікроструктури після іонно-плазмового травлення сталей, вивчали механічні властивості, опір крихкому руйнуванню, будову та хімічний склад зламів зразків після випробування на ударний згин в інтервалі температур від +100°C до -180°C.

Дослідження показали, що структурними одиницями, які відіграють вирішальну роль в процесах міжзеренного руйнування є границі зеренних конгломератів і стики, які утворені групами зерен різних розмірів. На міжзеренне руйнування суттєво впливають наступні фактори: сегрегації домішок в межах твердого розчину, виділення часточок фаз на границях і наявність різнозернистості. Легування кремнієм разом з карбідоутворюючим елементом хромом зміщує поріг холодноламкості сталей після окрихчуючого відпуску на більшу величину ніж сталей легуваним одним із елементів. Зростання частки міжзеренного руйнування хромистих і хромок-ремнистих сталей пов'язано із утворенням в області границь зерен на поверхні карбід-матриця фаз нестехіометричного складу із низькою температурою плавлення, що містять фосфор і мають високу здатність до утворення вакансій і пор при дії зовнішніх навантажень. При легуванні тільки кремнієм зростає вміст вуглецю в α -твердому розчині приграничних зон, що зменшує здатність до утворення в них сегрегацій фосфору і схильність до міжзеренного руйнування. На основі встановлених закономірностей розроблене комплексне мікролегування, що забезпечує підвищення міцності границь зерен досліджених сталей.

Оптимізація параметрів технологічної обробки контактних пластин струмознімачів електровозів з використанням підходів механіки

Кузін О.А., Мещерякова Т.М.¹, Кузін М.О.¹, Мінеєв О.С.²
(Національний університет «Львівська політехніка», 1 – Львівська філія ДНУЗТ,
2 – ДТГО «Львівська залізниця»)

Kuzin O.A., Mesherjakova T.N., Kuzin N.O., Mineev O.S. Optimization of parameters of technological processing of contact plates electric current collector using approaches of mechanics

Based on studies of the microstructure resistance, scattering characteristics of hardness conducted selection of chemical composition and modes of technological processing, increasing the functional properties of the contact plates electric current collector obtained by powder metallurgy.

Підвищення експлуатаційного ресурсу струмознімачів, які забезпечують передачу електроенергії від контактних проводів до двигунів тягового рухомого складу, є важливою проблемою залізничного транспорту. Її вирішення вимагає розробки нових матеріалів для контактних пластин і оптимізації технології їх виготовлення з метою зменшення схильності до руйнування в умовах контактного тиску і тертя.

В роботі досліджували контактні пластини виготовленні методом порошкової металургії, з наступних матеріалів: порошки заліза, міді, графіту та олова, свинцю, сурми з розмірами часточок відповідно 180...210 мкм, 50...60 мкм, 5...6 мкм та 250 мкм. Вихідні матеріали після зважування змочували, перемішували, просушували, пресували і спікали в електричній печі. В результаті отримували заготовки, в яких проходило жолоблення внаслідок виникнення градієнта температур при охолодженні контейнера. Для зняття жолоблення проводили рихтування заготовок на пресі при тисках 12,1 МПа, 19,2 МПа та 27,3 МПа.

Досліджували пластини, в яких кількість складових на основі заліза знаходилась в межах 12...26%, а на основі міді – 16...29%. Вимірювання електроопору показали, що його значення змінюється від $75,351 \times 10^{-8}$ Ом×м до $103,203 \times 10^{-8}$ Ом×м. При збільшенні тиску рихтування електроопір зростає для всіх сплавів. За однакового тиску він зменшується від $103,203 \times 10^{-8}$ Ом×м до $83,985 \times 10^{-8}$ Ом×м зі збільшенням складової на основі міді.

Зношування контактного проводу і пластин є результатом складних процесів, що відбуваються у ковзному контакті за рахунок електричної ерозії і механічної взаємодії. Механічне зношування, яке реалізується в умовах тертя за абразивним, втомним, окислювальним, адгезійним та дифузійним механізмами, залежить від властивостей матеріалу проводу і пластин, напружено-деформованого стану в області контактної взаємодії. Електрична і механічна складові зношування взаємозалежні. Тому зниження механічної складової зношування є важливим для контактних пластин. Мікроструктурні дослідження показали присутність в пластинах поруваності. В зв'язку з цим набуває актуальності підвищення якості виробів за рахунок забезпечення їх низької технологічної і експлуатаційної пошкодженості.

Моделі механіки, які описують еволюцію механічних і структурних параметрів матеріалів в процесі деформування, мають в своїй основі представлення деформованого тіла як деякого однорідного середовища, що складається з двох взаємодіючих континуумів: матеріального континуума і континіума дефектів. Матеріальний континіум визначається тензором ефективних напружень і деформацій, що виникають від зовнішньої дії і дефектів матеріалу. Континіум дефектів і тензор густини потоку відображають структурний стан матеріалу.

При деформуванні однофазних, однорідних і ізотропних сплавів виділяють наступні рівні еволюції їх структури: механічний, який відповідає пружній поведінці матеріалу; дефектів трансляційного типу; дефектів ротаційного типу; локального порушення суцільності; глобального порушення суцільності, при якому формуються магістральні тріщини.

На відміну від однорідних сплавів, для порошкових матеріалів, в яких присутні технологічні пошкодження, реалізуються тільки перший, четвертий і п'ятий ієрархічні рівні зміни структури під дією навантажень.

В зв'язку з цим оптимізація технологічних режимів виготовлення пластин не може ґрунтуватись на результатах визначення стандартних механічних властивостей при випробуваннях на розтяг, стиск та удар і вимагає використання комплексу фізичних методів, а також підходів механіки для встановлення структурних одиниць, які відповідають за поведінку виробів, при експлуатації.

Руйнування порошкових сплавів в умовах контактної взаємодії пластина-провід пов'язано із розвитком пошкоджень під дією навантажень. Для оцінки несучої здатності сплавів в якості параметра, що контролює утворення тріщин, приймали стан пошкодженості матеріалу в області вершини тріщини, який досягається до моменту її стартування. Несуча здатність сплавів під навантаженням визначається поведінкою локальних областей поблизу концентраторів напружень і є чутливою до однорідності структури. Для оцінки тріщиностійкості сплавів в роботі використали параметри твердості, оскільки вони також характеризують опір структури сплаву місцевій пластичній деформації, і його однорідність.

При вивченні впливу локальних порушень суцільності порошкових сплавів, які формуються в умовах технологічних обробок, на пошкодженість в умовах дії зовнішніх навантажень оцінювали опір сплаву місцевій пластичній деформації при розклинюванні матеріалу індентором приладу. Згідно методу LM-твердості параметром, який інтегрально характеризує стан матеріалу при обробці результатів масових вимірювань, є гомогенність. Великим значенням коефіцієнта гомогенності Вейбула (m), який відображає ступінь розсіювання характеристик твердості, відповідає краща організація структури низький рівень пошкодженості, меншим значенням навпаки – вища пошкодженість.

Аналіз розсіювання результатів вимірювань твердості, отриманих методом Роквелла, показав, що хімічний склад порошкових матеріалів і тиск рихтування мають суттєвий вплив на коефіцієнт гомогенності Вейбула. Його значення залежить від напружено-деформованого стану, який визначається технологією виготовлення пластин. З підвищенням тиску рихтування коефіцієнт гомогенності на стороні стиску зростає, а на стороні розтягу зменшується. Найбільше значення коефіцієнта гомогенності досягається в сплаві із співвідношенням структурних складових на основі заліза, графіту і міді 76%:7%:17%.

При замірах твердості за Брінелем встановлено, що співвідношення структурних складових суттєво впливає на цю характеристику сплавів. Зростання кількості міді до 12% знижує твердість досліджених матеріалів на 20...22%. В зоні поблизу відбитків за допомогою об'єкт мікрометра виявляються дефекти типу тріщин. За фотографіями відбитків були побудовані графічні моделі тріщин та лінійним методом розрахована їх довжина, яка в досліджених сплавах змінювалась в межах від $6,9 \times 10^{-3} \text{ м}^{-1}$ до $8,4 \times 10^{-3} \text{ м}^{-1}$. Мінімальна довжина тріщин є характерною для сплаву, що має найбільше значення коефіцієнта гомогенності Вейбула.

Випробування на зношування матеріалів контактних пластин за методом диск-колодка з використанням мідного контртіла виявили суттєвий вплив на інтенсивність зношування характеристик розсіювання твердості. Зі зростанням коефіцієнта гомогенності Вейбула для усіх сплавів спостерігається підвищення зносостійкості. Зменшення інтенсивності зношування в два рази є характерним для сплаву з більшим вмістом міді.

Втрата маси при зношуванні знаходиться в прямій кореляції з пошкоджуваністю сплавів, яка формується при технологічних обробках. Зі збільшенням ступеню заліковування пошкоджень в умовах стиску, інтенсивність зношування стає меншою.

На основі проведених досліджень розроблені режими технологічних обробок для підвищення функціональних властивостей деталей. Порошковий сплав з найменшою пошкоджуваністю і найвищою зносостійкістю було рекомендовано для виготовлення контактних пластин і їх випробувань у виробничих умовах.

Статистический анализ параметров качества литых колесных центров железнодорожных колес

Кузьмичёв В.М., Перков О.Н.
(Институт чёрной металлургии НАН Украины)

Kuzmichev V.M., Perkov O.N. Statistical analysis of the parameters of quality of cast wheel centers of rail wheels.

A statistical analysis of data on the chemical composition and mechanical properties of the cast wheel centers. The ways of increasing the structural strength of rolled wheel centers.

С использованием методов математической статистики была проведена обработка экспериментальных данных по химическому составу и механическим свойствам литых колесных центров, производства ОАО "Сталь" (г. Луганск), предназначенных для изготовления сборных железнодорожных колес. Обработка включала выборки по химическому составу углеродистых сталей с определением следующих элементов: С, Мн, Si, Р, S, Cr, Ni, Cu; по величинам механических свойств: временного сопротивления разрушению (σ_b), предела текучести (σ_T), относительных удлинения и сужения, соответственно (δ) и (ψ), ударной вязкости разрушения (KCU) при соответствующих температурах испытания +20 °С и –60 °С. Определяли среднестатистические значения выборки $\bar{X}$, размах (минимальные и максимальные значения), величины моды и среднеквадратического отклонения σ , которые представлены в таблице.

Таблица. Результаты статистической обработки данных по химическому составу и механическим свойствам литых колесных центров

№№ п/п	Элемент	min - max	$\bar{X}$	Мода	σ	Объём выборки
1	С, %	0,18...0,30	0,24	0,24	0,04	138
2	Мн, %	0,49...1,08	0,78	0,76	0,07	138
3	Si, %	0,21...0,57	0,35	0,34	0,07	138
4	Р, %	0,019...0,050	0,035	0,034	0,006	138
5	S, %	0,021...0,047	0,034	0,036	0,005	138
6	Cr, %	0,09...0,16	0,11	0,10	0,015	138
7	Ni, %	0,25	0,25	–	–	–
8	Cu, %	0,20	0,20	–	–	–
9	σ_b , МПа	460...655	566	560	34	137
10	σ_T , МПа	260...370	322	330	17	137
11	δ , %	20,0...32,0	24,0	24,0	1,80	137
12	ψ , %	27,5...51,0	37,2	36,0	2,95	137
13	KCU ⁺²⁰ Мдж/м ²	0,50...0,94	0,66	0,67	0,05	63
14	KCU ⁻⁶⁰ Мдж/м ²	0,10...0,38	0,23	0,27	0,09	136

Анализ результатов обработки показывает, что по каждому параметру наблюдается значительный размах выборки, который обусловлен существенными величинами среднеквадратических отклонений. Наблюдаемые колебания значений механических свойств относительно усредненных значений объясняются значительной химической неоднородностью распределения элементов. На основании полученных результатов анализа и с учетом требований, предъявляемых к центрам железнодорожных колес, становится возможным определить пути повышения их конструктивной прочности.

Уточнение количества химических элементов в стали и сужение интервала их изменения, в пределах марочного состава, таких элементов как углерод, марганец и кремний

позволит достигнуть соответствия с требованиями как по уровню, так и по величинам отклонений механических характеристик относительно усредненных значений.

На основании опыта эксплуатации железнодорожных центров, изготовленных по различным технологиям, явным преимуществом обладают центры, полученные при горячей пластической деформации. На основании этого, одним из направлений повышения эксплуатационной безопасности тягового подвижного состава железных дорог следует считать постепенное повышение доли катаных колесных центров по сравнению с литыми. Обусловлено приведенное положение, прежде всего особенностями структуры металла после горячей пластической деформации и после кристаллизации. Кроме этого, к особенностям горячей формообразующей операции, таких осесимметричных изделий как колесные центры, может использоваться штамповка на прессах, либо комбинация штамповки и прокатки. При указанной схеме изготовления можно достигать определенного снижения коэффициента расхода металла. Варьирование параметрами технологического процесса горячего деформирования можно в достаточно широком интервале изменять морфологию и дисперсность структурных составляющих металла, что приведет к соответствующим изменениям комплекса свойств.

В современных условиях непрерывного повышения интенсивности эксплуатации железнодорожного транспорта, неизбежно изменения в нормативы требований по структуре и свойствам колесных центров. На основании этого, представляется целесообразным проводить работы по совершенствованию как конструкции самого центра, так и разрабатывать новые стали с иными композициями химических элементов. Определенного значения, в изменении структуры и свойств металла колесных центров, приобретает использование упрочняющих технологий термической обработки.

Пластифікація колісних сталей за теплового нагріву

Кулик В.В., Андрейко І.М., Кушнір М.А.¹

(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів,

1 – Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, м. Дніпропетровськ)

The railway wheel's steel grades 2, T and variant T_m (steel grade T, modified) are investigated. The mechanical properties changes of these steels under high temperatures are determined. It is shown that their considerable ductility is connected with the austenitization temperature decrease, although applying of modification makes it possible to improve the dynamics of elongation under high temperatures.

Досліджували зразки колісних сталей марок 2 (0,58%С) і Т (0,63%С) (ГОСТ 10791-2011), вирізаних з коліс дослідно-промислового виробництва (типу КП-Т) і поточного виробництва (типу КП-2), а також сталь варіанту Т_м (0,66%С) (сталь марки Т, модифікована РЗМ і Са за мінімізованого залишкового вмісту алюмінію (0,023%) та титану (0,006%)). Короткочасну міцність і пластичність (від 20 до 800°C) визначали на зразках, вирізаних на глибині 10мм від поверхні кочення залізничних коліс.

Отримані температурні залежності границь міцності σ_B і текучості $\sigma_{0,2}$ колісних сталей можна розділити на три ділянки: в інтервалі температур випробувань від кімнатної до 300°C, від 300 до 700°C та від 700°C і вище. На першій і третій ділянках маємо тенденцію, коли механічні характеристики мало залежать від температури випробування, на другій спостерігаємо їх традиційне зниження з підвищенням температури. При цьому відзначаємо деякі особливості. Починаючи з температури 300°C, зниження границь міцності і, особливо, текучості пришвидшене для сталей марки Т і варіанту Т_м, так що при досягненні температури випробування близько 700°C вони стають співмірними з відповідними характеристиками сталі марки 2. Границі міцності і текучості сталей марок 2 та Т і варіанту Т_м знижуються в 7-9 та 6-11 і 11-12 разів,

відповідно. При цьому зміна відносного видовження для досліджуваних сталей є не настільки однозначна, як вищенаведені залежності границь міцності і текучості. За температури 500...525°C починається стрімке зростання відносного видовження для сталей марок 2 і Т, причому більш стрімкіше для останньої. Якщо до температури випробувань 550°C сталь марки Т за пластичністю поступається сталі марки 2 на 4%, то в подальшому зі зростанням температури до 800°C вже переважає її на 42%. У сталі варіанту Т_м стрімке зростання відносного видовження починається, значно вище, тільки від температури 600°C і при 800°C воно стає співставне зі сталлю марки 2.

Загалом відносне видовження зросло у 4,5; 7,8 і 6 разів для сталей марок 2, Т та сталі варіанту Т_м, відповідно. Така зміна механічних властивостей досліджуваних сталей обумовлена, в першу чергу, різним вмістом вуглецю в сталях марок Т і 2, який становить 0,63 та 0,58% відповідно, і відтак, визначає нижчу температуру аустенізації сталі марки Т. Стрімкіше зростання пластичності сталі марки Т, починаючи з температури 500°C, може бути обумовлене дисперсійним зміцнення її за температури відпуску 500...550°C. Повторне нагрівання до цієї температури може призвести до розчинення карбідів та карбонітридів ванадію у цій сталі, що сприятиме пластифікації сталі. Для сталі варіанту Т_м відмітимо позитивний вплив модифікування, адже за вищого вмісту вуглецю в ній, динаміка відносного видовження є кращою порівняно навіть зі сталлю марки 2.

Отримані температурні залежності механічних характеристик сталей свідчать, що за умов екстрених гальмувань, коли в зоні контакту відбувається суттєве підвищення температури матеріалу, модифікування сталі марки Т знижує схильність високоміцних коліс типу КП-Т до утворення дефектів типу повзун на поверхні кочення.

Необходимость обновления парка испытательного оборудования в научных и учебных заведениях Украины

Лебедь Т.Е.

(ООО «Днепротест», представительство «ZwickGmbH&Co.KG»)

Lebed T. A necessity of update of park of proof-of-concept equipment is for scientific and educational establishments of Ukraine.

Toughening of norms and rules of exploitation of industrial equipment, transport transportations inevitably entails exploit of the methodical providing which will allow up to a point to approach the terms of test to the terms of work of concrete wares, to forecast their resource of work. It is impossible to carry out the decision of the put purpose without development and making of proof-of-concept equipment.

В последние десятилетия интенсивное развитие промышленности и транспортной отрасли сопровождается неизбежным ростом требований к безопасности эксплуатации оборудования, повышения качества услуг и себестоимости продукции. Одним из направлений решения указанных проблем является разработка новой нормативно-технической документации, в которой обоснованно изложены новые, более жесткие требования, к продукции либо условиям эксплуатации, в том числе и по транспортной отрасли.

На протяжении достаточно длительного периода, машиностроительная и металлургическая промышленность, как наиболее металлоемкие отрасли в технически развитых государствах, являлись индикатором внедрения новых технических и технологических решений. Например, непрерывное повышение объема продукции металлургической отрасли имело непосредственное влияние на развитие других отраслей, таких как гражданское и промышленное строительство, разработка природных ископаемых и т.д. В связи с этим, разработка новых технических решений в различных странах неизбежно осуществлялась на соревновательной основе, которое трудно представить без изготовления принципиально нового испытательного оборудования.

В современных условиях глобализации, формирование транс национальных корпораций приводит к неизбежным изменениям в нормативно технической документации на продукцию либо услуги. Представленные требования зачастую изложены в виде унифицированных решений, неприятие которых влечет за собой исключение страны либо предприятия из членов участников освоения конкретного рынка, что влечет за собой неизбежные экономические потери.

Ужесточение норм и правил эксплуатации промышленного оборудования, транспортных перевозок неизбежно влечет за собой разработку методического обеспечения, которое позволит в определенной степени приблизить условия испытания к условиям работы конкретных изделий, прогнозировать их ресурс работы. Решение поставленной цели невозможно осуществить без разработки и изготовления испытательного оборудования. При разработке испытательного оборудования в современных условиях, значительное внимание уделяется использованию последних достижений в фундаментальной науке. Использование компьютерного обеспечения при управлении процессом испытания образца позволяет не только повысить точность определения конкретной характеристики, но и за счет специальных программ осуществлять статическую обработку экспериментальных данных, оценивать величину отклонения от требований нормативно-технической документации и т.д.. Воспроизводимость полученных экспериментальных данных является неотъемлемой частью требований, которые выдвигаются перед испытательным оборудованием, особенно при проведении работ экспертного характера. В этом случае, необходимость выполнения и поддержания условий при проведении испытания образцов либо отдельных изделий, является главным требованием по оценке соответствия их нормативно-технической документации. Еще более высокого значения получают работы, с использованием испытательного оборудования в условиях многонационального участия при выполнении комплексных работ. В этом случае, положительный результат неизбежно будет зависеть от точности и однозначности полученных результатов испытаний, в том числе в условиях производственных баз участников проекта.

Влияние легирования на фазовые превращения в эвтектическом цементите

Миронова Т.М., Донская Т.Р.
(Национальная металлургическая академия Украины)

Mironova T., Donskaya T. Influence of alloying on phase transformations in eutectic cementite.

Chipless shaping allows to significantly improve mechanical properties of white cast iron and provides new opportunities to apply it as either instrumental, or construction material. This work features a summary of how chrome, molybdenum, tungsten, and vanadium influence the structure formation in ledeburite cast iron. Phase transition regularities in alloyed cementite. The influence of carbide transformations on ductility, hardening and softening processes during deformation when applying different straining methods, as well as the influence of annealing following chipless shaping was determined.

Белые чугуны широко используют в металлургии и машиностроении в качестве износостойких материалов благодаря присутствию в их структуре большого количества карбидной составляющей. Однако наличие эвтектической сетки способствует снижению пластичности и ударной вязкости. Кроме того, в процессе эксплуатации, особенно абразивного износа, монолитные колонии ледебурита выкрашиваются, приводя к повреждаемости поверхности в процессе эксплуатации.

Повышению износостойкости белого чугуна способствует замена ледебуритных колоний на эвтектики, образованные на базе карбидообразующих элементов, таких, как хром, молибден, вольфрам ванадий и др., требующая высокого легирования.

Еще одним эффективным способом, преобразующим структуру чугуна, является пла-

стическая деформация. В процессе обработки давлением происходит дробление эвтектической сетки, при этом карбидные частицы более равномерно распределяются в твердом растворе.

Как установлено, фазовые превращения в эвтектических карбидах могут способствовать существенному повышению пластичности чугуна [1].

При экономном легировании ($< \Sigma 3\%$) белого чугуна ледебуритная эвтектика сохраняется, однако хром, молибден, вольфрам и ванадий образуют с карбидом железа M_3C твердые растворы, в которых при тепловом воздействии наблюдаются превращения, квалифицируемые как различные этапы выделения избыточных фаз из пересыщенных твердых растворов.

В данной работе изучены особенности этих превращений, которые имеют свои особенности в каждом отдельном случае. Исследовали доэвтектические белые чугуны, содержащие 2,1...3,2%С.

Хром, растворяясь в цементите до 20%, способствует образованию зон Гинье-Престона, которые достаточно устойчивы и склонны к коалесценции при высокотемпературных выдержках. Стадии выделения непосредственно хромистых карбидов в цементите не наблюдается. Лишь при дополнительном легировании ванадием (не менее 1,5%) в цементите этих сплавов образуются карбиды типа MC .

Молибден и вольфрам, растворяясь хуже хрома в карбиде железа (до 7%), вызывают в нем расслоение, обусловленное спинодальным распадом.

При легировании вольфрамом в пересыщенном цементите происходит образование более стабильного карбида WC , особенности зарождения и роста которого зависят от различных факторов: скорости охлаждения при затвердевании, температуры отжига, предварительной термической обработки, а именно:

- при подсолидусных температурах рост кристаллов WC происходит через аустенитную прослойку, образующуюся на начальной стадии превращения;
- при более низких температурах рост карбидов вольфрама осуществляется путем перестройки решетки на границе W/Fe_3C ;
- при циклическом тепловом воздействии, обеспечивающем накопление вакансий и би-вакансий, снижающих энергию активации диффузии атомов металла и углерода, образование карбидов WC происходит внутри эвтектического цементита без контакта с аустенитом.

При ускоренном охлаждении при затвердевании эвтектический цементит пересыщается не только вольфрамом, но и вакансиями. Происходит интенсивное развитие карбидного превращения через промежуточную фазу $(W,Fe)_3C \rightarrow (W,Fe)_6C + Fe_3C + A$ и параллельно за счет непосредственного выделения монокарбида вольфрама из цементита. В сумме имеют место фазовые переходы $(Fe,W)_3C \rightarrow (W,Fe)_6C + Fe_3C + A \rightarrow WC + Fe_3C + A$. Карбидное превращение продолжается до полного растворения метастабильных карбидов. Эвтектическая сетка в этом случае полностью разбивается, и структура отвечает требованиям максимальной износостойкости и пластичности.

В работе изучены также фазовые и структурные изменения в чугунах с различным содержанием ванадия, а также влияние на них высокотемпературной обработки и различных скоростей охлаждения при кристаллизации. Определено что для чугунов, содержащих не менее 1,5% масс. ванадия его растворимость в цементите находится на одном уровне – 4,3...5,5% масс. и зависит в этом интервале не от состава сплава, а от скорости охлаждения при кристаллизации: при более медленном охлаждении концентрация ванадия повышается. В сплавах, содержащих менее 1,5%V растворимость падает до 2% и менее.

Установлено, что карбидное превращение в эвтектическом цементите, легированном ванадием, происходит без диффузионного обмена с аустенитом и имеет вид: $[(Fe,V)_3C]_{KI}$

→ $0,06(V,Fe)C + 0,02\text{аустенит} + 0,92[(Fe,V)_3C]_{KII}$ - (в цементите K_I - концентрация ванадия соответствует уровню до превращения, а в цементите K_{II} - после превращения, то есть $K_I > K_{II}$). Минимальная концентрация ванадия в карбиде железа, вызывающая его пересыщение и распад на карбиды ванадия, аустенит и менее легированный цементит, в значительной мере зависит от факторов изменяющих уровень его стабильности. При изотермической выдержке в цементите, содержащем менее 2...2,5%V, карбидное превращение не наблюдается. Предварительная обработка стимулирующая увеличение дефектности карбида железа повышает интенсивность его распада.

Дополнительное легирование ванадийсодержащих чугунов молибденом и вольфрамом до 1% способствует изменению соотношения ледебурита и эвтектики на базе карбида ванадия в пользу последней. Растворяясь в карбиде железа, молибден и вольфрам способствуют снижению в нем концентрации ванадия. Однако это не препятствует развитию карбидного превращения и выделению карбидов типа MC. Поэтому дополнительное легирование этими элементами в целях повышения, например, прокаливаемости не приводит к снижению пластичности и является допустимым и желательным.

О распределении деформации в металле железнодорожного колеса вблизи глобулярной частицы неметаллического включения

Мямлин С.В., Вакуленко Л.И.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В.Лазаряна, 1 – Управление Приднепровской железной дороги)

Mijmlin S., Vakulenko L. About distributing of deformation in the metal of railway wheel near-by the globular particle of nonmetallics.

On the basis of analysis of distributing of microhardness in carbon steel of railway wheel, found out dependence of character of increase of defects of crystalline structure in a metallic matrix near-by with the globular particle of nonmetallics. A change the orientation of plastic flow, in relation to the surface of including, is accompanied changing of character of accumulation of defects of crystalline structure in a metal.

Анализ многочисленных исследований указывает на существование качественной зависимости роста поверхностной повреждаемости железнодорожных колес от количества и среднего размера неметаллических включений в стали. Рассматривая поведение металлической матрицы вблизи с включением, можно видеть, что уровень возникающих внутренних напряжений будет определяться способностью металла накапливать дефекты внутреннего строения без нарушения своей сплошности.

При достаточном удалении от поверхности катания колеса, неметаллические включения не приводят к формированию внутренних напряжений, достаточных для зарождения трещины. Однако, после износа при эксплуатации либо в результате проведения ремонтно-восстановительных работ профиля катания колеса, когда расстояние залегания частиц включений от поверхности будет уменьшаться, неизбежно произойдет рост концентрации напряжений на разделительной поверхности частица - матрица металла. В этом случае формирование поля напряжений вокруг неметаллических частиц и способность металла накапливать дефекты кристаллического строения в процессе наклепа при пластической деформации, приобретают особое значение.

Проведенные исследования характера распределения микротвердости (H_{μ}) в металле колеса, в окрестностях неметаллического включения глобулярной формы, позволили обнаружить особенности развития процессов упрочнения матрицы при значительных деформациях. На основании анализа характера изменения H_{μ} матрицы металла вблизи с

включениями, можно судить о существовании определенной тенденции. Так, в результате развития деформации с перпендикулярным ориентированием относительно поверхности включения, обнаруживается упрочняющий эффект. Несколько иной характер следует ожидать от влияния деформации в перпендикулярном направлении (ориентация по касательной к поверхности частицы). Действительно, полученные результаты по изменению микротвердости свидетельствуют о существовании, по крайней мере, качественной зависимости от направления пластического течения металла. Максимальные значения микротвердости соответствуют областям металла, которые подвергаются действию нормальных деформаций относительно поверхности включения. Подтверждается приведенное положение равенством абсолютных значений H_{μ} металлической матрицы, полученных для двух противоположных сторон относительно включения для случая нормальной ориентации распространяющейся деформации. Так, значения микротвердости металла порядка $700-800 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ с одной стороны, находятся в достаточно хорошем совпадении с аналогич-

ными величинами H_{μ} , для противоположной стороны от включения: те же $700-800 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$.

Постепенное появление касательной составляющей деформации сопровождается снижением микротвердости металлической матрицы в окрестностях включения. В области максимальных касательных деформаций, значения микротвердости снижаются до $156 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$, что примерно на 40% ниже усредненного уровня твердости металла без включений ($H_{\mu} = 265 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$). Представленное разупрочнение металлической матрицы должно быть связано с изменением механизма взаимодействия дефектов кристаллического строения в окрестностях с включением.

В зависимости от условий эксплуатации на поверхности катания железнодорожного колеса могут формироваться участки с различным уровнем прочности, которым соответствует определенное структурное состояние металла. Соответствующее структурное состояние может изменяться от сформированного по диффузионному механизму до сдвигового. В результате этого, формируется различная плотность и распределение дефектов внутреннего строения металла вокруг неметаллического включения. Кроме этого, дополнительного влияния на характер распределения дефектов следует ожидать от различий в свойствах матрицы и включения, их строении, реакции на развитие явлений термического характера. Как показали исследования, в действительности наблюдаемое распределение указанных дефектов внутреннего строения в матрице металла обеспечивается полем радиально действующих внутренних напряжений от включения. Об этом свидетельствуют известные экспериментальные данные, полученные в ряде работ других авторов.

Более того, с учетом достижения значительных пластических деформаций на поверхности катания, равномерность ее распределения должна определять условия зарождения очага повреждения металла. На основании этого, рост равномерности распределения деформации можно рассматривать как, своего рода, фактор дополнительного повышения критической степени наклепа металла, после которой начинается процесс формирования поверхностных повреждений железнодорожного колеса. Полученные результаты анализа достаточно сложного процесса распространения пластической деформации с явными признаками преимущественной ориентации указывают, что циклическая смена напряжений в площади контакта колеса с рельсом, в зависимости от расстояния от поверхности катания, должна вызывать определенные изменения поля напряжений вокруг включения. В результате этого, циклический характер перемещения дефектов внутреннего строения в окрестностях включения должен сопровождаться чередованием эффектов упрочнения и

разупрочнения металлической матрицы. Из экспериментальных данных по реверсивному деформированию металлических материалов следует, что в случае даже незначительных несовпадений в направленности предыдущего и последующего нагружений, обязательно будет наблюдаться снижение сопротивления пластическому деформированию.

Влияние химического состава и структуры на обрабатываемость высокохромистых чугунов

Нетребко В.В.

(Запорожский национальный технический университет)

Netrebko V.V. Influence of chemical composition and structure on machinability of high-chromium cast irons

The influence of chemical composition and structure on machinability of high-chromium cast irons has been investigated. The dependence between the content of carbides and machinability of high-chromium cast irons has been established.

Высокохромистые чугуны являются многокомпонентными сплавами с разнообразными структурами и широким диапазоном физических и химических свойств. Они применяются для изготовления деталей машин, работающих в условиях абразивного и гидроабразивного изнашивания в коррозионных средах. Многие детали требуют высокой точности изготовления, что достигается обработкой резанием. Обладая высокой твердостью и износостойкостью, эти материалы трудно обрабатываются. Литературные данные по механической обработке резанием высокохромистых чугунов не позволяют объективно оценить влияние химического состава и структуры на обрабатываемость этих сплавов.

Цель работы заключалась в оценке влияния химического состава и структуры на обрабатываемость высокохромистых чугунов состава, масс. %: углерод 1,09...3,88; хром 11,5...29,8; никель 0,2...3,04; кремний 1,0...1,2; марганец 0,71...5,86. Чугун выплавлялся в индукционной печи, емкостью 60кг, с основной футеровкой. Температура металла при заливке в сухие песчаные формы составляла 1400...1420°C. Для выявления структурных составляющих применяли травитель Марбле. После травления α -фаза имела черный фон, а γ -фаза светлый. Анализ структуры выполнялся на оптических микроскопах МИМ-8 и Sigeta MM-700, микротвердость структурных составляющих измеряли на приборе ПМТ-3 и Duramin-1, макротвердость сплава – на твердомере Роквелла. Обрабатываемость чугунов оценивали по методу А.С. Кондратова при $t - 0,8\text{мм}$; $s - 0,15\text{ мм/об}$.

В результате проведенных исследований установлено, что твердость HRC не является определяющим параметром, при этом обрабатываемость зависит от количества карбидной фазы, микротвердости металлической основы и процессов, протекающих в металлической основе при обработке резанием.

Увеличение количества углерода, хрома и марганца способствовало увеличению количества карбидов и ухудшало обрабатываемость. Введение никеля улучшало обрабатываемость за счет увеличения растворимости углерода в металлической основе. Марганец с одной стороны способствовал увеличению растворимости углерода в металлической основе, с другой как карбидообразующий элемент способствовал образованию карбидов. Наилучшую обрабатываемость имели чугуны с минимальным содержанием углерода, хромом 16...17%, марганцем до 2% и никелем около 1%. Наиболее труднообрабатываемые были чугуны 300X28H2 и 350X20Г5.

Для деталей машин, не требующих обработки резанием целесообразно применять высокохромистые чугуны с повышенным содержанием углерода и марганца. Количество хрома в этих чугунах должно обеспечивать необходимую коррозионную стойкость.

Чугуны, применяемые для деталей подвергающихся механической обработке должны

содержать минимально необходимое количество углерода и хрома обеспечивающее требуемую износостойкость после термической обработки. Содержание марганца в этих чугунах целесообразно ограничить на уровне 1,0%.

Застосування математичної моделі втомі матеріалу з включеннями для дослідження втомного руйнування гетерогенних алюмінієвих сплавів

Островська А.Є.

(Запорізький національний технічний університет)

Ostrovskaya A. Mathematical model of fatigue of the material with inclusions application to study fatigue fracture of heterogeneous aluminum alloys

The fatigue failure of the aluminum alloy AK8M3 was studied. Experimental data were analyzed using mathematical model of fatigue of the material with inclusions. The ratio between amount of iron in the alloy and fatigue resistance was identified and explained.

Широке застосування ливарних алюмінієвих сплавів у різних галузях промисловості поставило ряд вимог до їх механічних та експлуатаційних властивостей. Опір втомі є однією з таких характеристик. Для розробки ефективних технологій підвищення цього показника необхідно дослідити та проаналізувати механізми втомного руйнування в алюмінієвих сплавах.

Показник опору втомі є складною комплексною характеристикою. На його значення впливають безліч факторів, серед яких суттєву роль відіграє мікро- та макроструктура сплаву. Особливо це стосується гетерогенних сплавів, до яких відносяться вторинні силуміни. В структурі цих матеріалів містяться такі фази як кристали кремнію та різноманітні інтерметалідні фази. З точки зору впливу на втомне руйнування особливу увагу слід приділити інтерметалідам заліза. Включення цих фаз у вторинних силумінах без додаткової рафінувально-модифікуючої обробки мають пластинчасту або голчасту форму та значні розміри, що робить їх вірогідними місцями зародження тріщин.

У роботі досліджувалося втомне руйнування вторинного силуміну АК8МЗ. Вміст заліза у сплаві вар'ювався від 0,40 мас.% до 1,45 мас. %. Кількісний аналіз мікроструктури сплаву показав, що зі збільшенням вмісту заліза зростала об'ємна частка залізистих інтерметалідних фаз (від 4,17 до 11,89%), їх параметр форми λ (відношення максимально-го розміру включення до мінімального, від 1,71 до 8,64), відстань між центрами включень зменшувалась (від 57,67 до 23,1 мкм); при цьому знижувалась границя витривалості (від 118 до 90 МПа).

Отримані експериментальні дані проаналізовано із застосуванням математичної моделі втомі матеріалу із включеннями [1].

Положення цієї моделі засновані на тому факті, що утворення тріщин при втомному руйнуванні вторинних силумінів розпочалося з інтерметалідних включень. Так як границя міцності залізистих фаз типу Al_5SiFe за результатами випробувань не перевищувала 10-15 МПа, а границя витривалості сплаву АК8МЗ складала від 90 до 118 МПа, то інтерметалідні включення руйнувалися вже у першому циклі навантаження і на їх місці утворювалися тріщини відповідного розміру.

Було проаналізовано вплив цих тріщин на подальше протікання втомного руйнування. Розрахували значення критичного розміру тріщини (тобто такого, при якому поодинока тріщина не впливає на границю витривалості): для наскрізних тріщин він склав 0,78 мм, для внутрішніх – 1,8 мм. Так як середній розмір інтерметалідних включень (а значить і тріщин, що утворилися на їх місці) коливався в межах 30-70 мкм, то це означає, що ізольовані включення не можуть впливати на границю витривалості стопу.

У математичній моделі, що застосовувалася, враховувався також взаємовплив включень (тріщин) та його вплив на втомну витривалість матеріалу. Чим вища величина взаємовпливу включень, тим більший їх вплив на погіршення втомної витривалості. Взаємовплив прямопропорційний розміру включень та оберненопропорційний відстані між їх центрами. Виходячи з цих залежностей, зниження границі витривалості сплаву АК8МЗ із ростом вмісту заліза пов'язане із ростом об'ємної частки інтерметалідних фаз і, як наслідок, збільшенням їх розмірів та зменшенням відстані між ними.

Було побудовано залежність границі витривалості сплаву АК8МЗ від вмісту заліза на основі експериментальних та розрахункових даних. Результати теоретичного прогнозу та експериментів узгоджуються.

Отже, застосування математичної моделі втомного руйнування гетерогенних сплавів для аналізу процесу руйнування вторинного силуміну АК8МЗ дозволило зробити такі висновки: після утворення перших тріщин в інтерметалідах подальший їх розвиток залежить від їх розмірів та показника взаємовпливу включень; у сплаві АК8МЗ границя витривалості оберненопропорційна вмісту заліза, що пов'язане зі збільшенням розмірів інтерметалідних фаз та зменшенням відстані між ними. Крім того задовільне узгодження експериментальних даних та розрахункових дає можливість говорити про доцільність використання розглянутої математичної моделі для аналізу процесів втомного руйнування у вторинних силумінах.

Перелік посилань:

1. Силованюк В.П., Мітяєв О.А., Островська А.Є., Івантишин Н.А., Волчок І.П. Вплив інтерметалідних включень на витривалість алюмінієвих сплавів // Міжнародний науково-технічний журнал «Фізико-хімічна механіка матеріалів». –2009. –Т. 45, 2. – С. 356-362.

Дослідження кристалізації і квазікристалічних фаз в сплавах Al-Cu-Cr

Піляєва С.Б., Спиридонова І.М., Устинова К.Б., Здоровець Н.А.
(Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара)

Pilyaeva S.B., Spiridonova I.M., Ystinova K.B., Zdoroves N.A. Study of crystalline and quasicrystalline phases in alloys Al-Cu-Cr

In this paper investigated the phase composition of the alloy Al₆₇Cu₂₂Cr₁₁. It is shown that annealing after melting the alloy at temperatures of 700 ° C and 720 ° C is accompanied by the formation of quasicrystalline phase.

Квазікристали принципово відрізняються від періодично-впорядкованих кристалів відсутністю трансляційної симетрії. Вони мають особливий тип аперіодичного дальнього порядку і можуть мати обертальну симетрію не сумісну з періодичністю. Відомо, що квазікристалічні фази в системі Al-Cu-Cr є метастабільними і утворюються після загартування з рідкого стану. В деяких випадках до утворення квазікристалів приводить відпал загартованих сплавів.

Для перевірки результатів про те, що декагональна фаза може бути стабільною була здійснена спроба здобути сплав системи Al-Cu-Cr складу Al₆₇Cu₂₂Cr₁₁, що містить квазікристали, звичайними промисловими технологіями. Для цього використовували чисті матеріали: гранульований алюміній марки ЧДА, карбонільний хром та електролітичну мідь сплави виплавляли у графітових тиглях. Розплав розливали у графітовий кокіл нагрітий до температур 700, 720 та 820°C, а потім переносили у муфельну піч, нагріту до відповідних температур, і витримували в печі 2 години. Для стабілізації утворення квазікристалічних фаз здійснювали також термоциклювання сплаву Al₆₇Cu₂₂Cr₁₁ в інтервалі температур 630-1100°C. При температурі 1100°C зразки були повністю розплавлені.

Фазовий склад сплавів визначали методом мікрорентгеноспектрального аналізу на мікроскопі JSM-6490, а також на оптичному мікроскопі «Неофот-21». Рентгеноструктурний аналіз проводили за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН-3 у монохроматизованому Cu-K_α випромінюванні при напрузі $U = 35$ кВ і анодному струмі $I = 10$ мА. Для дослідження фізичних властивостей отриманих сплавів використовували дюраметричний аналіз за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3 при навантаженні 5Н та витримці під навантаженням не менше 10 секунд.

Мікроструктура сплавів після відпалу при температурі 820°C складалася з трьох фаз: первинних кристалів ξ -фази ($\text{Al}_{72}\text{Cu}_{17}\text{Cr}_{11}$), κ -фази ($\text{Al}_{67}\text{Cu}_{14}\text{Cr}_{19}$) та фази Al_2Cu . Структура сплаву $\text{Al}_{67}\text{Cu}_{22}\text{Cr}_{11}$ після відпалу при 720°C додатково містила декагональну квазікристалічну фазу – DQC $\text{Al}_{69}\text{Cu}_{21}\text{Cr}_{10}$. Після відпалу при температурі 700°C відсутня ξ -фаза та збільшується об'ємна частка DQC фази. Мікротвердість ограненої фази ξ -фази ($\text{Al}_{72}\text{Cu}_{17}\text{Cr}_{11}$) складала 11 ГПа, фази DQC з округлою границею поділу – 9,2 ГПа, дендритів із світло-сірим забарвленням κ -фази ($\text{Al}_{67}\text{Cu}_{14}\text{Cr}_{19}$) – 10,4 ГПа.

Мікроструктура сплавів після термоциклічної обробки подібна до мікроструктури сплавів після відпалу при температурі 720°C , але відрізняється зменшенням об'ємної частки квазікристалічної фази – DQC $\text{Al}_{69}\text{Cu}_{21}\text{Cr}_{10}$.

Результати рентгеноструктурного аналізу показали, що фазовий склад сплаву $\text{Al}_{67}\text{Cu}_{22}\text{Cr}_{11}$, що пройшов відпал при температурі 820°C , не містить декагональну квазікристалічну фазу і складається з фаз Al_2Cu , потрібної гексагональної фази ξ та κ -фази, що співпадає з результатами мікроструктурного аналізу.

Відпал після виплавки сплавів $\text{Al}_{67}\text{Cu}_{22}\text{Cr}_{11}$ за температур 700°C та 720°C приводить до утворення квазікристалічної декагональної фази (DQC). Термоциклічна обробка пригнічує утворення квазікристалічної декагональної фази DQC $\text{Al}_{69}\text{Cu}_{21}\text{Cr}_{10}$.

Влияние специальных раскислителей-модификаторов на стабилизацию химического состава стали КП-Т

Полишко С.А., Кушнир М.А., Татарко Ю.В.

(Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара)

Polishko S., Kushnir M., Tatarko Y. Influence of the special deoxidants-modifiers KP-T became on stabilizing of chemical composition

It was proved that the multifunction modifiers help stabilize the chemical composition and reducing the concentration of harmful impurities in the steel KP-T.

Сталь КП-Т является многокомпонентной системой, которая включает легирующие элементы, вредные, сопутствующие и газовые примеси. Поэтому состав стали контролируют по 12 элементам (ТУ У 35.2-23365425-600 : 2006).

Согласно требованиям нормативно-технической документации была определена сумма легирующих элементов: максимально допустимое значение 1,99 % мас., а минимально допустимое – 1,31 % мас., их разница составила – 0,68 % мас. Это свидетельствует о существенном разбросе межплавочного химического состава стали КП-Т, что неизбежно приводит к нестабильности комплекса свойств металла железнодорожных колес.

В результате анализа экспериментальных данных, полученных при статистической обработке химического состава серийной колесной стали КП-Т, установлен большой внутри- и межплавочный разброс химических элементов. Его убывающий поэлементный ряд последовательности в % (по отношению к минимальным значениям) имеет следующий вид:

Cu	→	P	→	S	→	Al	→	Ni	→	Ti	→	V	→	Si	→	Cr	→	Mn	→	C
767%		317%		200%		114%		82%		60%		50%		44%		38%		27%		19%

В стали КП-Т разница межплавочного состава по основным легирующим элементам невелика, а по примесям, микролегирующим компонентам и элементам-раскислителям больше, что влияет на формирование неоднородностей структурного состояния металла. На основании этого, наблюдается достаточно существенный разброс значений механических характеристик.

С целью стабилизации межплавочного и внутрисплавочного химического состава на ОАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ», в условиях еще мартеновского цеха были проведены промышленные плавки стали КП-Т, с обработкой специальными многофункциональными модификаторами.

На основе проведенного анализа, полученных результатов было достигнуто:

- стабилизация химического состава стали,
- резкое снижение содержания серы и фосфора;
- уменьшение их размаха в 5 раз.

Соответствующий убывающий ряд химических элементов представлен в определенной последовательности:

Cu	→	S	→	P	→	Al	→	Ni	→	Ti	→	V	→	Si	→	Cr	→	Mn	→	C
100%		67%		50%		33%		27%		20%		14%		13%		5%		3%		4%

На основании проведенных исследований был подтвержден эффект уменьшения коэффициентов вариации химических элементов в результате осуществления процесса модифицирования стали, по сравнению с серийно выпускаемым металлом.

В работе показано, что обработкой с использованием специальных модификаторов можно достигнуть определенной стабилизации химического состава стали КП-Т и, как следствие этого, повысить качество и надежность при эксплуатации готовых изделий.

Робочий орган з рухомими секційними ножами відвалу бульдозера

Примакин А.О., Храмов А.М., Щока І.М., Боренко М.В., Пацановський С.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Primakin A.O., Khramcov A.M., Cheka I.M., Borenko M.V., Pacanovskiy S.V. Working organ with mobile sectional knives to the dump of bulldozer

With the purpose of diminishing of the dynamic loadings on soils with the stony including technical solution is offered. A technical decision behaves to the construction of working equipment of bulldozer, and touches the change of form and fastening of sectional knives the dump of bulldozer and directionally on the decision of existent problem in relation to diminishing of dynamic efforts, which arise up on a working equipment, engine and transmission, during development of soils with the stony including.

Основними напрямками підвищення технічного рівня вітчизняних і зарубіжних бульдозерів є підвищення потужності базових тракторів, вдосконалення робочого обладнання на основі результатів досліджень і технологій, розширення зони технологічного застосування за рахунок використання багатоцільового робочого обладнання, вдосконалення систем навішування і управління робочим обладнанням, підвищення якості і надійності агрегатів, що випускаються.

З метою зменшення динамічних навантажень на ґрунти з каменистими включеннями запропоноване технічне рішення. Технічне рішення відноситься до конструкції робочого обладнання бульдозера і стосується зміни форми та кріплення секційних ножів відвалу бульдозера та спрямоване на розв'язання існуючої проблеми щодо зменшення динамічних

зусиль, що виникають на робочому обладнанні, двигуні і трансмісії під час розробки ґрунтів з каменистими включеннями.

Відомі конструкції ножів відвала бульдозера мають прямокутну форму і закріплені жорстко. Недоліком відомих конструкцій ножів відвала бульдозера є те, що під час розробки ґрунтів з каменистими включеннями виникають великі динамічні навантаження на робочому обладнанні, двигуні і трансмісії у зв'язку з жорстким кріпленням ножів відвалу бульдозера.

Найближчим аналогом до технічного рішення є конструкція ножів відвала бульдозера, які мають прямокутну форму і закріплені жорстко за допомогою багатьох стандартних болтів. Конструкція ножів відвала бульдозера має недолік, який полягає у виникненні великих динамічних навантажень у зв'язку з жорстким кріпленням ножів відвалу бульдозера під час розробки важких ґрунтів.

Технічною задачею, яка розв'язується вказаною конструкцією є зменшення динамічних навантажень, що виникають на робочому обладнанні, двигуні і трансмісії бульдозера під час розробки ґрунтів з каменистими включеннями.

Суть технічного рішення полягає в тому, що на відвал бульдозера кріпляться одним спеціальним болтом на кожний ніж чотири ножі з кутами овальної форми, під час попадання під ножі великих каменів, ножі обертаються на спеціальних болтах (з стовщенням для ножа), дозволяють пропустити тверді включення (камені) та розробляють ґрунт навколо них, що знижує динамічне навантаження на робоче обладнання, двигун і трансмісію. За допомогою відкидних зубів, які встановлені під нижньою кромкою відвалу з задньої сторони, під час заднього або переднього ходу бульдозера допоміжний розпушувач розпушує, викорчовує, повертає або звільнює камені від маси ґрунту, потім наступним рухом бульдозера камені виносяться відвалом у потрібне місце.

Застосування запропонованого технічного рішення дозволяє зменшити динамічні навантаження на робоче обладнання, двигун і трансмісію бульдозера та підвищити їх надійність.

Влияние горячей пластической деформации на структуру и механические свойства литой стали X13

Пройдак С.В.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Proidak S. Influence of hot plastic deformation on the structure and mechanical properties of cast stainless steel X13.

Having analyzed the structure and mechanical properties of stainless steel type X13 with various content of C, Si and Mn in cast state and after forging, revised optimal temperature range for hot plastic deformation that depends on chemical composition has been defined.

Критерии экономного подхода к решению многих вопросов в различных отраслях производства были и остаются актуальными. Так, нержавеющая сталь типа X13 при комплексном варьировании ее состава по углероду, кремнию и марганцу может успешно применяться взамен более дорогостоящих аустенитных нержавеющих сталей с высоким содержанием никеля. Наиболее важным свойством высокохромистых сталей является их стойкость против коррозии, содержание Cr свыше 12% обеспечивает высокие жаростойкость, жаропрочность и сопротивление окислению. Кроме того, эта сталь мартенситно-ферритного класса превосходит аустенитные хромоникелевые стали типа 18-9, 18-10 и по другим параметрам: высокая пластичность и ударная вязкость при одновременно высоких значениях прочности, стабильность структуры и свойств при длительных выдержках, хо-

рошие литейные свойства. Однако многие вопросы решены неоднозначно и исследованы недостаточно. Это касается возможности улучшения ее технологической пластичности при горячей деформации ковкой без снижения прочностных характеристик.

В работе изучали влияние горячей пластической деформации ковкой (с пятикратным уковом) при температуре около 1160°C и охлаждением на воздухе на структуру и механические свойства стали типа X13 восьми плавок, состав которых варьировали по содержанию С (до 0,1% и 0,16-0,20%), Si и Mn (до 0,5% и 1,5-1,8% каждого). Микроструктурный анализ осуществляли металлографическими методами с помощью оптических микроскопов, структуру выявляли химическим травлением шлифов в реактивах сложного состава. Характеристики механических свойств стали определяли, испытывая образцы на растяжение и удар, измеряя твердость HRC – по соответствующим методикам и ГОСТ.

Микроструктура горячедеформированной стали X13 всех составов заметно отличается от литой. Не наблюдается характерного дендритного строения, уменьшается количество феррита. Наблюдали измельчение и глобуляцию его зерен, "цепочное" расположение внутри мартенситной матрицы. Дисперсность реек мартенсита значительно повышается, карбиды выделяются в обеих фазах, но в мартенсите они заметно мельче. Для определенных составов объемы структурных составляющих практически не изменяются, но гораздо равномернее их взаимное расположение.

При нагреве выше температуры мартенситного превращения идет $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение по бездиффузионному механизму. При соответствующих температурах растворяются карбиды или происходит обратное эвтектоидному превращение ($\alpha + K \rightarrow \gamma$), наблюдается аустенитизация. Но сохраняются отдельные участки δ -феррита. При нагреве до температуры начала деформации (1160°C) сталь в зависимости от состава будет находиться в однофазной γ - или двухфазной ($\delta + \gamma$)- областях, тогда происходит полиморфное $\gamma \rightarrow \delta$ – превращение. Ковка сопровождается мгновенно протекающими процессами полигонизации и рекристаллизации, упрочнения и разупрочнения, значительно ускоряется диффузия. Известно, что рекристаллизация δ -феррита происходит гораздо быстрее, чем аустенита. Завершается деформация в двухфазной $\alpha + \gamma$ или однофазной γ - области. Дальнейшее непрерывное охлаждение на воздухе приводит к частичному полиморфному $\gamma \rightarrow \alpha$ – превращению, выделению карбидов или эвтектоидному распаду аустенита, при соответствующих температурах происходит мартенситное превращение.

Анализ результатов испытаний механических свойств стали X13 показал непосредственную зависимость свойств от концентрации углерода, кремния, марганца и от структуры. В зависимости от структуры, показатели прочности изменяются в интервале от 843 до 1552 МПа (σ_b), пластичности - от 2 до 16% (δ), от 12 до 44,5% (ψ), от 0,36 до 1,34 МДж/м² (KCU), твердости – от 17 до 45 HRC. В целом, горячедеформированную сталь всех плавок можно охарактеризовать, как высокопрочную и высокопластичную, что связано с уменьшением количества феррита в структуре после деформации, перераспределением фаз, измельчением мартенсита в результате повышения скорости охлаждения, равномерным распределением мелких ферритных зерен в объеме мартенсита. Необходимо отметить очень высокую пластичность стали при температуре испытаний 900°C (ψ достигало 100-102%) при сохранении показателей прочности на уровне литой стали.

Таким образом, горячая деформация ковкой при температуре 1160°C, со степенью деформации около 500%, позволяет в 3-5 раз повысить пластичность и 1,2-1,6 раза – прочность стали X13 без применения предварительной термообработки.

Використання комплексних модифікаторів для поліпшення якості сталі R7

Татарко Ю.В., Кушнір М.А., Маркова І.А., Івченко Т.І.
(Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара)

Tatarko Y., Kushnir M., Markova I., Ivchenko T. The use of complex modifiers is for improvement qualities of steel R7

Influence of multifunction modifiers was set on the diminish the concentration of sulphur, stabilizing of chemical composition and mechanical properties within of one melting and between meltings due to the change of mechanism crystallization.

Поліпшення якості колісних сталей є однією з важливих проблем сучасного виробництва. Перспективним шляхом її вирішення є обробка розплавів комплексними модифікаторами для зниження концентрації шкідливих домішок і кількості неметалевих включень, подрібнення зеренної та внутрішньозеренної структури, підвищення її однорідності як у мікро- так і в макрооб'ємах.

Регресійно-кореляційним аналізом масиву даних з хімічного складу та механічних властивостей коліс з серійної сталі R7 визначені коефіцієнти кореляції, графічні та аналітичні залежності міцності, пластичності та роботи удару від концентрації сірки та фосфору. Границя міцності обода і диска, твердість, робота удару при позитивних та негативних температурах обода зменшувались при зростанні вмісту сірки, значення відносного подовження від нього майже не залежали. Підвищення концентрації фосфору викликало зниження характеристик пластичності ободу і диску, роботи удару ободу, майже не впливало на міцність.

Досліджено зміну вмісту сірки та фосфору в процесі позапічної обробки колісної сталі R7. Установлено, що при жодній з операцій позапічної обробки вміст фосфору суттєво не змінювався. Незначне зниження його концентрації відбувалося після введення кальцієвмісних технологічних добавок. Концентрація сірки найбільше знижувалась після введення комплексних модифікаторів, зокрема, в одній з плавов її вміст зменшився з 0,034 % до 0,004 %. У серійних плавках концентрація сірки знижувалась на кожному етапі позапічної обробки, найбільш помітно після вакуумування, загалом у середньому на 0,010%.

Паралельно з хімічним складом на різних етапах позапічної обробки вимірювали мікротвердість металу ківшевої проби після гартування. Виявилось, що після введення комплексних модифікаторів мікротвердість металу зростала. Металографічне дослідження цих зразків показало підвищення однорідності структури та зміну механізму розпаду аустеніту.

Обробка розплаву багатокомпонентними модифікаторами призводила до реалізації об'ємного механізму кристалізації, що сприяло рівномірному розподілу легуючих елементів та формуванню однорідної структури у всьому об'ємі зливку. Це обумовило підвищення виходу придатної продукції (коліс), стабілізацію хімічного складу та механічних властивостей в межах кожної плавки та між плавками (таблиця).

Таблиця. Розкид концентрацій хімічних елементів в сталі R7

Сталь R7	Розкид хімічних елементів, % за масою									
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	V
Серійна	0,06	0,11	0,08	0,013	0,012	0,06	0,04	0,07	0,008	0,020
Модифікована	0,04	0,01	0,05	0,011	0,002	0,05	0,11	0,07	0,016	0,006

Повышение эксплуатационной надежности крупногабаритного литья для грузовых вагонов нового поколения и текущего производства

Трегубенко Г.Н., Поляков Г.А., Лелеко Д.В., Пучиков А.В.¹, Узлов О.В.¹
(НМетАУ, 1 – ИЧМ НАНУ)

Tregubenko G.N., Polyakov G.A., Leleko D.V., Puchikov A.V., Uzlov O.V. Improving reliability of large-size castings for freight cars of new generation and current production

Found that the modification of complex alloy steels with nitrogen, titanium and aluminum ensures high reliability of large-size castings for freight cars of new generation and the current production, including in the Far North.

Выполнен комплекс работ по повышению механических и эксплуатационных характеристик литых низколегированных сталей, применяемых в вагоностроении, нефте- и газопроводах, морском деле и т.п. Разработанный принцип улучшения микроструктуры и свойств литых сталей, основанный на их комплексном модифицировании азотом, титаном и алюминием, позволяет достигать эффект эквивалентный использованию дорогостоящих и импортируемых в Украину легирующих элементов (ванадия, ниобия, никеля, хрома, молибдена, меди и др.). Для максимального прироста прочностных свойств (без ухудшения вязкости и пластичности) разработанный способ допускает с дополнительное повышение содержания кремния в металле.

Основные принципы нового технологического процесса прошли широкомасштабную промышленную апробацию в условиях ОАО «Кременчугский сталелитейный завод» при производстве крупногабаритного вагонного литья (рама боковая, балка надрессорная, автосцепка) из стандартной стали 20ГЛ в соответствии с современными требованиями Укрзализныци и ОАО «РЖД». В 2005-2006 г.г. выплавлено более 100 опытно-промышленных плавов (общим весом ~ 3000 т) модифицированной стали 20ГЛ, которая обеспечивает высокую эксплуатационную надежность вагоностроительного литья с гарантированным пределом текучести не менее 380 МПа и коэффициентом запаса сопротивления усталости более 2,0, что соответствует требованиям к литым сталям для грузовых вагонов нового поколения. С 2007г. новым руководством ОАО «КСЗ» начато массовое производство модифицированной стали 20ГЛ по упрощенной технологии (без дополнительного ввода микродобавок азота), что обеспечивает получение после нормализации зерна не крупнее 8 балла, повышение предела текучести (но без гарантированного достижения уровня 380 МПа) и коэффициента запаса сопротивления усталости ($\geq 1,8$).

Использование принципиально новых технологических решений может позволить разработку экономичных и высокопрочных сталей для крупногабаритного вагонного литья с пределом текучести не менее 420 МПа в нормализованном состоянии и имеющих коэффициент запаса сопротивления усталости более 2,2.

При всех вариантах реализации новой технологии благодаря общему улучшению структурного состояния металла обеспечивается высокая эксплуатационная надежность вагоностроительного литья, в том числе и в условиях Крайнего Севера ($KCU^{60} \geq 24,5$ и $KCV^{60} \geq 16,7$ Дж/см²), а также повышается технологичность производства за счет значительного снижения вероятности образования горячих трещин.

Разработанная технология может быть адаптирована для условий любого производителя крупногабаритного вагонного литья без существенного изменения действующего технологического процесса, без капитальных затрат и в сжатые сроки.

В существующих условиях большинство вагоностроительных заводов решает задачу предотвращения аварийных ситуаций, связанных с тележками грузовых вагонов путем некоторого изменения конструктивных размеров рам боковых и балок надрессорных в их наиболее опасных сечениях уменьшая при этом размеры в других сечениях. При этом не

учитывается, что с увеличением сечения в нем обязательно снижаются механические свойства металла. Поэтому для наиболее эффективного повышения эксплуатационной надежности крупногабаритного литья для грузовых вагонов нового поколения необходимо применение высокопрочных сталей в сочетании с соответствующими рациональными изменениями конструкций рам боковых и балок надрессорных.

Вплив енергії зв'язку на формування фаз в сплавах Fe-B-C

Филоненко Н.Ю., Баскевич А.С.¹, Шань М.А.²

(Дніпропетровська державна медична академія, 1 - Державний вищий навчальний заклад "Український державний хіміко-технологічний університет", 2 - Донецький національний університет)

Philonenko N.Yu., Baskevich A.S., Shan M.A. The influence of energy in communication on formation of the phase in the alloy Fe-B-C

It is ascertained the phase composition and mechanism of phase transformations in Fe-B-C system alloys. The obtained results reveal that binding energy between iron and boron atoms is greater than the one between iron and carbon atoms. These enable to explain the mechanism of the phase formation in this system.

Відомо, що наявність домішок бору впливає на фазові перетворення в сплавах на основі заліза. В даній роботі досліджено фазовий склад сплавів системи Fe-B-C та вплив енергії зв'язку на утворення фаз в цих сплавах.

Досліджено сплави з вмістом бору 0,0001-0,2 % (мас.) і карбону 0,1-0,5 % (мас.). Фазовий склад сплавів визначали методом мікрорентгеноспектрального аналізу на мікроскопі JSM – 6490 та оптичному мікроскопі «Неофот - 21». Рентгеноструктурний аналіз проводили за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН-3 у монохроматизованному Fe-K α . Для дослідження фізичних властивостей отриманих сплавів використовували дюраметричний аналіз за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3. Для фіксації фазового складу сплавів системи Fe-B-C, та визначення фазових перетворень було проведено нагрів при температурах 1023 К, 1115 К, 1183 К та 1243 К та наступне охолодження сплавів зі швидкістю 100 К/с.

Результати дослідження сплавів системи Fe-B-C із вмістом карбону 0,1-0,15 % (мас.) і бору 0,0001-0,001 % (мас.) показали, що основними складовими мікроструктури є зерна фериту і дрібнодисперсних включень бориду заліза Fe₂B, розташованих по границях феритних зерен.

При вмісті у сплаві карбону 0,2 % (мас.) та бору 0,002-0,004 % (мас.) мікроструктура сплавів змінюється і складається з фериту та бороцементиту Fe₃(CB). Зі збільшенням вмісту карбону понад 0,4 % (мас.) і бору до 0,02 % (мас.) мікроструктура сплавів складається із зерен твердого розчину α -заліза з включеннями бориду Fe₂B та бороцементиту Fe₃(CB) по границях зерен перліту. При вмісті карбону понад 0,4 % та бору 0,2 % (мас.) спостерігається утворення евтектики Fe+Fe₂₃(CB)₆ по границях і в об'ємі перлітних зерен. Крім того, по границях зерен колишнього аустеніту, і в об'ємі зерен перліту сплавів із вмістом карбону 0,3-0,5 % (мас.) та бору 0,01-0,1 % (мас.) встановлено утворення багатофазних включень, у центрі яких утворюється борид Fe₂B, оточений бороцементитом Fe₃(CB), а його зовнішня оболонка складається з кубічного борокарбиду Fe₂₃(CB)₆.

Відомо, що утворення фаз у сплаві пов'язано з енергією зв'язку між компонентами, які її утворюють. Враховуючи результати досліджень фазового складу та механізму фазових перетворень в сплавах системи Fe-B-C, викликає зацікавленість оцінка енергії зв'язку між атомами Fe-Fe, Fe-C і Fe-B і те, як вона впливає на утворення фаз, що містять бор. Для

оцінки енергії зв'язку Fe-B, Fe-C та Fe-Fe використовували квантово-механічні розрахунки енергії зв'язку.

Аналіз результатів квантово-механічних розрахунків показав що, вірогідність утворення бориду заліза Fe_2B в сплаві системи Fe-B-C більша, ніж вірогідність утворення карбідів заліза і більша, ніж вірогідність утворення фаз, що містять і бор, і карбон $\text{Fe}_3(\text{CB})$ і $\text{Fe}_{23}(\text{CB})_6$.

Крім того, якщо врахувати, що енергія зв'язку між атомами заліза і бору більша енергії зв'язку між атомами заліза і карбону менше ніж на 10%, то у твердому розчині можлива конкуренція між атомами бору і карбону.

Робочий орган бульдозера з пружним елементом розпушувача

Храмцов А.М., Примакин А.О., Щока І.М., Боренко М.В., Пацановський С.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Khramcov A.M., Primakin A.O., Cheka A. M., Borenko M. V., Pacanovskiy S.V. Working organ of bulldozer from spring element of unfurl

With the purpose of decline of the dynamic loadings and extinguishing of amplitude and frequency of vibrations technical solution is offered in the swing joints of dump. A technical decision behaves to the construction of working equipment of bulldozer, and touches the change of hard connection of unfurl of bulldozer on a resilient element and directionally on the decision of existent problem in relation to the decline of the dynamic loadings and extinguishing of amplitude and frequency of vibrations in the swing joints of dump with a working organ during development.

Бульдозери - землерийно-транспортні машини циклічної дії, призначені для зрізання, розрівнювання та переміщення ґрунту, зведення дорожніх насипів з резервів, виконання планувальних і підготовчих робіт, а також для очищення автомобільних доріг від снігу. Основними перевагами бульдозерів є: простота конструкції, широкий діапазон виконуваних землерийних операцій, висока продуктивність при копанні і переміщенні ґрунтів на невеликі відстані, легкість в управлінні і низька собівартість виконуваних робіт.

Для виконання земляних робіт на об'єктах дорожнього, промислового і гідротехнічного будівництва у важких ґрунтах на бульдозерах встановлюються розпушувачі, які подрібнюють ґрунт перед початком робіт. Для навішування розпушувача на бульдозер використовуються спеціальні проушини, які знаходяться на корпусі заднього мосту базового трактора (нижні точки кріплення) і у бічних опорах, прикріплених до корпусу трактора (верхні точки кріплення).

З метою зниження динамічних навантажень і гасіння амплітуди та частоти коливань у шарнірних з'єднаннях відвалу запропоновано технічне рішення. Воно відноситься до конструкції робочого обладнання бульдозера і стосується зміни жорсткого з'єднання розпушувача бульдозера на пружний елемент.

Відомі конструкції мають жорстке з'єднання зубів розпушувача з балкою відвалу бульдозера. Недоліком відомих конструкцій з'єднання розпушувача бульдозера є те, що зуби розпушувача з'єднуються з балкою відвалу бульдозера жорстко і під час розробки каменистих ґрунтів виникає велике навантаження у шарнірних з'єднаннях відвала.

Найближчим аналогом до технічного рішення, є конструкція жорсткого з'єднання зубів розпушувача бульдозера з балкою відвалу бульдозера. Вказана конструкція з'єднання розпушувача з балкою відвала бульдозера має недолік, який полягає у виникненні великих динамічних навантажень, великої амплітуди та частоти коливань у шарнірних з'єднаннях відвала з робочим органом бульдозера під час розробки каменистих ґрунтів у зв'язку з жорстким з'єднанням зубів розпушувача з відвалом бульдозера.

Суть конструкції полягає в тому, що діаметр отворів зубів розпушувача, через який зуби з'єднуються з балкою відвалу бульдозера, збільшується і у нього встановлюється гумова втулка, яка виконує роль пружинного елементу. Через цю втулку за допомогою болта зуб розпушувача з'єднується з балкою відвалу бульдозера.

Застосування запропонованого технічного рішення дозволяє зменшити динамічні навантаження і гасити амплітуду та частоту коливань у шарнірних з'єднаннях відвала з робочим органом бульдозера під час розробки каменистих ґрунтів.

Новые подходы к выбору режима смягчающей термической обработки высокохромистых чугунов

Чабак Ю.Г., Ефременко В.Г., Кравцов А.С., Ефременко Б.В.
(ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»)

Chabak Yu.G., Efremenko V.G., Kravtsov A.S., Efremenko B.V. New approaches for softening heat treatment of high-chromium cast irons

The new modes of high-chromium cast irons heat treatment aimed to alloys' machinability increasing are proposed instead traditional annealing with high-temperature destabilization.

Белые высокохромистые чугуны (ВХЧ) широко используются для производства отливок, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания. В ряде случаев при изготовлении фасонных деталей из ВХЧ требуется их механическая обработка. Известно, что ВХЧ обладают пониженной обрабатываемостью резанием, что связано с наличием в его структуре большого количества карбидов. В ВХЧ, легированных Mn, Ni, Cu, содержится значительная доля аустенита, который также затрудняет механическую обработку отливок в связи с его способностью к интенсивному упрочнению при резании. Обычно для повышения обрабатываемость резанием ВХЧ подвергают непрерывному или ступенчатому отжигу с предварительной аустенитизацией при температурах выше 850 °С. При наличии в составе чугуна 3-6 % (Mn+Ni+Cu) такая обработка не дает желаемого эффекта, поскольку твердость отливок либо снижается незначительно, либо происходит ее повышение относительно литого состояния. Установлено, что причиной этого является выделение вторичных карбидов при аустенитизации, стабилизирующее первичный аустенит к перлитному превращению, в результате при отжиге формируется структура, содержащая мартенсит и большое количество остаточного аустенита.

Таким образом, для ВХЧ, легированных аустенито-образующими элементами, требуется изыскание новых подходов к выбору режима термообработки для повышения обрабатываемости резанием. Для этих чугунов авторами работы предложено проводить смягчающую термическую обработку по двум различным схемам: 1) нормализация от высоких температур с последующим двустадийным высоким отпуском; 2) двустадийная изотермическая выдержка в интервале субкритических температур. При обработке по первой схеме ключевым моментом является высокотемпературная выдержка (дестабилизация), при которой из γ -фазы выделяются вторичные карбиды, вследствие чего обедненный аустенит превращается в мартенсит при охлаждении на воздухе. В ходе высокого отпуска на первой стадии протекает распад остаточного аустенита и мартенсита с формированием феррито-карбидной структуры металлической матрицы; на втором этапе отпуск ведется при температурах, максимально приближенных к критической точке A_1 , что необходимо для эффективной коагуляции и сфероидизации выделившихся при распаде карбидов.

При термической обработке по второй схеме сначала выполняется изотермическая выдержка в перлитном интервале при температуре минимальной устойчивости аустенита. По завершении распада следует вторая стадия – сфероидизирующая выдержка при температуре ($A_{c1} - 30...50$ °С), при которой происходит трансформация пластинчатой формы

эвтектоидных карбидов в сферическую. Выполнение термообработки по указанным схемам предполагает знание кинетики превращения аустенита в субкритическом интервале температур в чугунах конкретного химсостава. Обе схемы обеспечивают практически полное разложение аустенита, формирование структуры зернистого перлита, обеспечение твердости менее 40 HRC. Термообработка по схеме «нормализация + высокий отпуск» позволяет достичь требуемого результата при меньшей общей длительности режима.

Разупрочнение поверхностных слоев термически упрочненной арматуры после повторного нагрева

Чайковская А.О.

(Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры)

Chaykovskaya A. The softening of superficial layers of the thermally work-hardened armature after a reheat.

In the process of the thermal and termomechanical treatment work-hardening with the use of heat of the rental heating forming of successive transition from one structure to other from the surface of heatsink to the middle layers of armature of periodic type accompanied achievement of the required complex of properties. Research of processes of structural transformations at workhardening of metal the method of the interrupted tempering with self-tempering rotined that a considerable role in achievement of the set level of properties was taken development of processes of self-tempering.

В процессе термического и термомеханического упрочнения с использованием тепла прокатного нагрева формирование последовательного перехода от одной структуры к другой от поверхности теплоотвода к срединным слоям арматуры периодического профиля сопровождается достижением требуемого комплекса свойств. Исследование процессов структурных превращений при термоупрочнении металла методом прерванной закалки с самоотпуском показали, что значительная роль в достижении заданного уровня свойств отводится развитию процессов самоотпуска. Протекание указанных явлений происходит при нагреве арматурных стержней после прекращения охлаждения в установке термического упрочнения прокатного стана. На основании этого, кроме интенсивности процесса ускоренного охлаждения значительное влияние на образование структур по сечению арматуры оказывает размерный фактор, форма сечения и др.

Влияние отпуска исследовали на структурах термически упрочненной арматуры, сформированных путем превращения аустенита по трем механизмам: бездиффузионное сдвиговое превращение (мартенситное), сдвиговое с диффузионным превращением (промежуточное) и диффузионное превращение (эвтектоидное). Структуры такого типа представляют интерес с точки зрения закономерностей их формирования, т.к. они практически всегда в том или ином объеме присутствуют в сталях с низкой устойчивостью аустенита, подвергнутых термическому упрочнению, образуя переходные зоны между слоями с чисто мартенситной и обычной ферритно-перлитной структурами или являясь основной структурой центральных слоев.

Поверхностный слой термически упрочненной арматуры представляет собой отпущенный реечный мартенсит (далее мартенсит) с высокой плотностью дислокаций.

При температурах нагрева около 450°C структурными исследованиями обнаружены признаки начала перераспределения дислокаций и незначительное снижение их плотности. Совместное развитие указанных процессов объясняет наблюдаемое начало разупрочнение термически упрочненных арматурных стержней при отпуске в интервале 450°C-500°C.

На основании полученных результатов можно полагать, что разупрочняющее влияние снижения степени пересыщения твердого раствора, уровня внутренних напряжений,

плотности дислокаций, огрубления цементитных частиц превышает суммарный эффект от развития процессов старения и дисперсионного упрочнения от частиц цементита.

Изменение свойств в поверхностном слое с мартенситной структурой при отпуске 550-600°C обусловлено развитием полигонизационных процессов в рейках мартенсита. Наблюдаемое разделение реек на достаточно мелкие фрагменты полигональными границами может рассматриваться как своеобразная компенсация эффекта разупрочнения от снижения плотности дислокаций, уменьшения дисперсности карбидных частиц, за счет коалесценции. Для слоев металла, которые подвергаются еще более высоким температурам нагрева (600-650°C) в низкоуглеродистых мартенсите и бейните интенсивно развивается рекристаллизация по механизму рассыпания границ и коалесценции полигональных ячеек. С другой стороны, за счет неоднородного развития процессов коалесценции в местах с пониженным количеством карбидных частиц можно наблюдать развитие рекристаллизации по механизму перемещения большеугловых границ. Суммарный эффект от последовательно или параллельно протекающих процессов рекристаллизации феррита, сфероидизации и коалесценции карбидной составляющей сопровождается выравниванием свойств по сечению арматуры после повторного нагрева. На основании этого наблюдается достижение практически одинакового уровня прочностных и пластических свойств в термически упрочненной низкоуглеродистой стали с различным исходным структурным состоянием.

Квантово-механический подход определения модуля юнга монокристаллов железа и молибдена

Штапенко Э.Ф., Волнянский Д.М.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна)

In this paper the quantum - mechanical approach to calculate the Young's modulus of single crystals of iron and molybdenum. The elastic modulus determined by the ratio of the total energy change of the crystal lattice in a particular crystallographic direction of change in the crystallographic direction. The total energy of the crystal lattice was determined to complete the density functional theory using the generalized gradient approximation. We find the elastic moduli in different crystallographic directions for iron and molybdenum with a body-centered lattice.

Одно из важнейших направлений развития научно-технического прогресса, связано с повышением эффективности использования традиционных материалов: металлов и их сплавов. Проблема определения упругих характеристик кристаллического материала стала одной из фундаментальных задач физики прочности и пластичности. Решение этой задачи возможно методом моделирования анизотропных материалов и дальнейшим расчетом их физических и химических свойств, в частности, упругих свойств. Теоретические значения прочностных свойств, в частности модуля упругости, необходимы для решения многих задач физики прочности и пластичности.

В данной работе модуль Юнга определяется отношением изменения полной энергии кристаллической решетки в определенном кристаллографическом направлении (ΔW_{hkl}) к изменению объема в данном кристаллографическом направлении (ΔV_{hkl}):

$$E_{hkl} = \frac{\Delta W}{\Delta V_{hkl}}, \quad \Delta V_{hkl} = V_{hkl} - V_0 = \varepsilon V_0 \quad (1)$$

где V_{hkl} – объем деформированной кристаллической решетки, V_0 – начальный объем недеформированной решетки, ε - относительная деформация.

Под изменением полной энергии кристаллической решетки, мы понимаем разницу между полной энергией кристалла в не деформированном состоянии ($W_{полн}$) и полной энергией кристалла деформированного в направлении $[hkl]$ (W_{hkl}):

$$\Delta W = |W_{полн} - W| \quad (2)$$

Для расчета полных энергий кристалла в не деформированном состоянии и деформированном состоянии в направлении $[hkl]$ нами использован квантово-механический подход с учетом электронной корреляции, основанный на использовании теории функционала плотности (ТФП). В теории функционала плотности полная энергия ($W_{полн}$, W) определяется следующим образом:

$$W = U - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N_{элект}} \int \varphi_i^*(r) \nabla^2 \varphi_i(r) dr - \sum_K Z_K \int \frac{\rho(r)}{|r - R_K|} dr + \frac{1}{2} \iint \frac{\rho(r)\rho(r')}{|r - r'|} dr dr' + E_{xc}[\rho], \quad (3)$$

В свернутом виде выражение (3) имеет вид:

$$W = U + T_s \{\varphi_i(r)\}_{i=1}^{N_{элект}} + V_{ne}[\rho] + J[\rho] + E_{xc}[\rho], \quad (4)$$

где Z_K и R_K заряд и пространственные координаты неподвижного ядра с номером K соответственно, и электронная плотность

$$\rho(r) = \sum_{i=1}^{N_{элект}} |\varphi_i(r)|^2, \quad (5)$$

где $\varphi_i(r)$ – одноэлектронная Кон-Шэмовская (молекулярная) орбиталь.

В правой части уравнения (4) первый член U – потенциальная энергия взаимодействия ядер, второй – T_s описывает электронную кинетическую энергию, третий V_{ne} – притяжение электронов к ядрам, четвертый J – классический вклад в энергию межэлектронного отталкивания, и последний вклад E_{xc} – обменно-корреляционный функционал, включающий статическую электронную корреляцию. Дальнейшее развитие ТФП обусловлено появлением обобщенного градиентного приближения (ОГП) [6], в котором обменно-корреляционный функционал, помимо электронной плотности как таковой, использует информацию о её неоднородности путём включения абсолютного значения градиента плотности:

$$E_{xc}^{ОГП} = \int \varepsilon_{xc}^{ОГП} [\rho_\alpha(r), |\nabla \rho_\alpha(r)|; \rho_\beta(r), |\nabla \rho_\beta(r)|] dr, \quad (6)$$

где ρ_α и ρ_β – плотности альфа и бета электронов соответственно, а $\varepsilon_{xc}^{ОГП}$ – плотность энергии, приходящаяся на один электрон.

В таблице приведены значения модулей упругости (E_{hkl}) для железа и молибдена, рассчитанные по формуле (1) с использованием предложенного квантово-механического подхода.

Таблица. Значения модулей упругости в направлениях $[100]$, $[110]$.

Металл	$[hkl]$	$\Delta V_{hkl}, 10^{-30} \text{ М}^3$	$W_{полн}, 10^{-19} \text{ Дж}$	$W, 10^{-19} \text{ Дж}$	$\Delta W, 10^{-19} \text{ Дж}$	$E_{hkl}, \text{ ГПа}$	$E_{табл}, \text{ ГПа}$
Mo	$[100]$	0,0312	607,85926	607,941004	0,081744	262	320
	$[110]$	0,0314		607,94906	0,0898	286	
Fe	$[100]$	0,0316	610,32932	610,419696	0,090376	286	211
	$[110]$	0,0318		610,425356	0,096036	302	

Из таблицы видно, что значения модуля упругости, рассчитанные квантово-механическим методом, хорошо согласуются с табличными значениями [1]. Отличие между теоретическими и табличными значениями можно объяснить тем, что при моделировании структуры для расчета энергии связи по формуле (1), была использована «идеальная» структура монокристаллов, тогда как, реальные монокристаллы обладают не-

большим количеством точечных и линейных дефектов.

Предложенный квантово-механический подход позволяет найти значения модулей упругости монокристаллических материалов в различных кристаллографических направлениях. Однако, этот метод хорошо работает только для монокристаллов. Представляет большой интерес, применение данного метода для поликристаллических материалов. Для этого, при расчете энергии связи, необходимо моделировать структуру приближенную к поликристаллическому состоянию, но это будет предметом дальнейших исследований.

Все расчёты проводились с помощью пакета программ GAUSSIAN 03 [2].

Библиографический список

1. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1983. – 352с.
2. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B., et al. Gaussian 03, Rev. C.02. Wallingford CT, Gaussian, Inc., 2004. <http://www.gaussian.com>.

Дослідження варіантів поповнення ремонтних комплектів для автомобільної техніки Держспецтрансслужби

Щока І.М., Боренко М.В., Храмцов А.М., Крамар І.Є.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Cheka A.M., Borenko of M.V., Khramcov A.M., Cramer I.E. Research of variants of addition to the repair complete sets is for the motor-car technique of Derzhspetstranssluzhbi

On the results of researches of refuses of motor-car technique there is the considered method of calculation of variants of addition to the repair complete sets on the objects of renewal and building of a national transport system.

Вивчення використаних джерел з досліджуваної теми, досвіду експлуатації автомобільної техніки показало, що для організації закупок запасних частин з метою відновлення роботоспроможності техніки необхідно використовувати відповідні методики. Створення таких методик є досить клопіткою роботою, оскільки вимагає визначення закономірностей виходу з ладу усіх деталей, вузлів, механізмів та агрегатів кожного зразка техніки, що експлуатується в окремому регіоні країни. Пропонується варіант методики визначення складу ремонтних комплектів.

Автомобіль – самохідний транспортний засіб призначений для перевезення вантажів, людей або виконання спеціальних робіт. Автомобіль можливо представити комплексом технічних засобів (КТЗ) або складною технічною системою, тривала експлуатація якої неможлива без використання запасних частин і приладдя (ЗІП), необхідних при проведенні ремонтів і технічного обслуговування.

Вочевидь, що по економічних міркуваннях ЗІП не може бути необмеженим, і існує завдання визначення оптимального складу ЗІП. Під оптимальним розумітимемо такий комплект ЗІП, при якому забезпечуються необхідні значення показників надійності КТЗ, і при цьому вартість ЗІП мінімальна.

Для КТЗ прийнята однорівнева схема забезпечення ЗІП, при якій передбачається одиничний ЗІП (ЗІП-0), що розташовується на автомобілі. Якщо потрібний для ремонту запасний елемент який в ЗІП відсутній, то він доставляється з центральної бази технічного забезпечення. По результатах досліджень встановлено, що основні відмови автомобільної техніки на об'єктах відновлення та будівництва національної транспортної системи розподіляються по системах таким чином: двигун - 40%, трансмісія - 30%, система - 15%, електроустаткування і електронні пристрої - 10%, інші системи - 5%.

Визначення оптимального складу ЗІП проводиться за допомогою покрокової процедури, в якій на кожному кроці в ЗІП додається елемент, вибраний по критерію «надій-

ність/вартість». Процедура формування ЗІП завершується при досягненні величинами показників надійності необхідного значення.

Розглянута методика розрахунку ЗІП реалізована програмно. Розрахунки вироблялися для трьох стратегій поповнення ЗІП: періодичне поповнення, поповнення при екстреній доставці, безперервне поповнення. Отримані дані відповідають фізичним уявленням про процеси витрат і поповнення ЗІП.

Аналіз результатів розрахунків ЗІП показує, що дана методика є зручним інструментом аналізу можливої потреби в ЗІП в різних умовах експлуатації КТЗ. Найбільш гнучкою є стратегія екстреного поповнення ЗІП. Стратегії періодичного і безперервного поповнення, по суті, є граничними випадками стратегії термінового поповнення. Кількісний склад запасних частин ремонтного комплексу визначається згідно запропонованої методики з урахуванням вірогідності відмови (напрацювання на відмову) при експлуатації в несприятливих умовах. Рівень обмежень за сумарними витратами на запасні частини визначають з технічних або техніко-економічних міркувань (наприклад, фінансових можливостей замовника).

Робочий орган з гнучкої лобової поверхнею відвалу бульдозера

Щока І.М., Примакин А.О., Храмцов А.М., Боренко М.В., Пацановський С.В.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна)

Cheka A.M., Primakin A.O., Khramcov A.M., Borenko of M.V., Pacanovskiy S.V. The working organ of earthmover of turn type, which extends technological possibilities and can be used for various earth-moving and build works in the different ground categories, is offered.

При розбудові сучасної транспортно-логічної системи в межах міжнародних транспортних коридорів на Україну в перспективі чекає інтенсивний розвиток дорожнього будівництва, збільшення об'єму земляних робіт, для виконання яких використовуються відповідні землерийні машини, в тому числі бульдозери.

Можливості бульдозерів зумовили широке їх застосування для ведення земляних робіт у всіх галузях будівельного виробництва. Високий попит будівельних галузей на бульдозери викликає необхідність постійного збільшення їх парку, а також підвищення технічного рівня моделей, що випускаються.

На даний момент, не дивлячись на різноманітність бульдозерів за призначенням і видом виконання робіт, проблеми, зв'язані з енергозбереженням в процесі копання, залишаються актуальними. Наряду зі зростанням парку бульдозерів здійснюються якісні зміни їх робочого обладнання, направленні на збільшення виробничих можливостей і зниження енергоємності процесу копання ґрунту.

Робочий орган землерийної машини відвального типу, розширює їх технологічні можливості і може бути використаний при різноманітних землерийних та будівельних роботах у ґрунтах різних категорій.

Існує робоче обладнання, до складу якого входить відвал, гнучка лобова поверхня відвала, штовхаючий брус, гідроциліндр, пружина. Недоліком цієї конструкції є її складність та наявність пружного елемента.

Близькою до існуючої конструкції пропонується робоче обладнання, до складу якого входить відвал, гнучка лобова поверхня відвала, яка представляє собою втулочно-роликіві ланцюги, на яких закріплені поперечні пластини, а також штовхаючий брус, гідроциліндр та пружина.

Основою пропозиції є задача вдосконалення робочого обладнання, в якому за рахунок наявності нових конструктивних елементів та особливостей виконання і розташування вже існуючих досягається підвищення міцності та зносостійкості відвалу.

Запропонований робочий орган землерийної машини відвального типу, що містить штовхаючий брус, гнучку лобову поверхню відвала, ріжучий ніж, гідроциліндр керування натяжним пристроєм, який складається з пружин, козирка та стійки відрізняється тим, що з метою підвищення надійності та працездатності, стійка відвалу виконана під кутом, відвал додатково обладнаний козирком та гнучкою лобовою поверхнею, яка приводиться у дію за допомогою натяжного пристрою.

Використання гнучкої лобової поверхні на відвальних робочих органах забезпечує оптимізацію процесу підйому пласту з точки зору відповідності форми поперечного профілю відвалу, форми та траєкторії руху пласту і збільшує ефективність та продуктивність землерийних машин відвального типу.

СЕКЦИЯ 10 «ГУМАНИТАРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ»

Досвід використання рейкової колії на українських землях у ХІХ сторіччі: стратегічне значення залізниць в історичному контексті

Агієнко І.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна)

Agiyenko Irina. Experience of using the rail track on Ukrainian lands in the 19th century: the strategic significance of railways in the historical context

Some advantages of railways as a strategically important transportation mode on the basis of their use during the Crimean War (1853-1856 year) are elucidate. The historical context of evaluating its results for belligerents analyzed.

З історичної точки зору цікавими є дослідження першого досвіду використання рейкової колії на українських землях, окремі ланки якої прокладалися для транспортування вантажів (наприклад, від шахт чи каменоломень) чи під час воєнних дій.

Найяскравішим прикладом переваг залізниці як стратегічно важливого виду транспорту може служити побудована англійцями під Севастополем у 1855 році рейкова дорога, яка фактично вирішила долю обложеного міста.

4 (16) жовтня 1853 року почалася війна Росії з коаліцією Великобританії, Франції, Туреччини та Сардинії за панування на Близькому Сході. У 1854 році війська союзних держав висадилися у Криму, завдали ряд поразок російській армії і почали облогу Севастополя. Британці зайняли Балаклаву, швидко перетворивши її на базу розташування військ, провіанту та боєприпасів. Але за межами балаклавського порту для союзних військ закінчувалася європейська цивілізація.

Відстань від берегової бази до позицій британців під Севастополем по прямій перевищувала 10 кілометрів. Осінь і зима 1854-55 року у Криму видалися незвичайно суворими. Грунтові дороги розмило, траншеї залило, військові намети потопали у багнюці. У січні вдарили морози. Бездоріжжя вкрай погіршило постачання військ на передових позиціях. Десяток кілометрів по кримській землі виявилися нездоланною перешкодою і для британських візків, і для турецьких та татарських погоничів. Епідемії хвороб, холод і голод нищили ряди союзників під Севастополем. А причали Балаклави були завалені теплим одягом і провіантом.

З техніко-економічної точки зору виправити ситуацію міг тільки один захід – прокладання рейкової колії. Розуміння виключності ситуації дійшло до британських можновладців, і ними було прийняте рішення про будівництво залізниці на кримській землі.

Обставини її спорудження висвітлюють різницю відношення російського та британського урядів до проблеми шляхів сполучення і розставляють акценти в історичному контексті.

До вирішення нелегкої задачі будівництва колійної дороги у важких кліматичних умовах, на місцевості із складним рельєфом, в межах ведення бойових дій британці підійшли з практичною кмітливістю підприємців. Організація будівництва була доручена не військовому відомству (напевно, саме так вчинили б російські чиновники), її очолили цілком цивільні, але досвідчені в цій справі фахівці, які діяли швидко і ефективно. Для набору робітників був створений незалежний від уряду Комісаріат, зафрахтовані кораблі, придбані і перевезені з Англії до Балаклави всі необхідні матеріали: рейки, шпали, дошки, два локомотиви, обладнання для всього комплексу робіт, навіть пристань у розібраному вигляді. Крім того, були завезені коні і мули. Темп робіт був дуже високий, працювали і

вдень, і уночі. Керівництво – технічне і адміністративне – діяло злагоджено, будівельники були забезпечені їжею, одягом, наметами і навіть можливістю зігрітися пляшкою рому (по пляшці на три особи). Для тварин були зроблені запаси кормів - сіна і зерна, які теж завозилися морем. Розраховано все було з інженерною точністю, тому у рекордно короткий термін - за сім тижнів – була споруджена основна ділянка залізничної колії загальною довжиною близько 14 миль (22,5 км), яка зв'язала Балаклаву з передовими позиціями британців під Севастополем. Колія мала декілька відгалужень, поворотів, роз'їздів і запасних ланок, всього було укладено близько 32 км рейок. На окремих ланках з крутим підйомом як тяглова сила використовувалися коні і мули, а також стаціонарні двигуни. Проблема зв'язку між тилом і лінією фронту була блискуче вирішена.

Побудована залізниця для союзників стала головним стратегічним об'єктом облоги Севастополя, і місто та його захисники були приречені на поразку. Остання сторінка літопису героїчної севастопольської оборони була перегорнута наприкінці серпня 1855 року, коли французькі війська захопили південну частину міста і Малахів курган.

У березні 1856 року у Парижі був підписаний мирний договір. У травні того ж року ланки колії під Севастополем та все залізничне господарство хазяйновитими англійцями були демонтовані, вивезені й продані по частинах.

Цей досвід використання рейкової колії виглядає як унікальний на тлі російського варіанту стратегії ведення Кримської кампанії. Л. В. Тенгоборський, російський державний діяч і один з найбільш видатних економістів того часу, вказував, що якби залізниця була побудована хоча б між Харковом і Феодосією, то, «конечно, англо-французская экспедиция в Крым не состоялась бы или расстроилась в самом ее начале, и мы не были вынуждены делать столь тягостных для народа пожертвований по случаю перевозки в Крым войск, провианта и воинских снарядов».

За свідченнями очевидців тих подій, південні степи перетворилися в пастку для багатьох російських воїнів. Наспих сформована, абияк озброєна і погано одягнена армія втратила по дорозі до Севастополя морозною зимою 1854-1855 рр.. значну частину свого складу. Героїчна оборона Севастополя стала славною сторінкою російської історії, але ця сторінка була написана кров'ю героїв Кримської війни. Чимало їх загинуло на передових позиціях, але ще більше померло від ран. Найближчим містом у тилу, де можна було розгорнути шпиталі для численних поранених, виявився Катеринослав. 500 верст по бездоріжжю стали згубним шляхом для тисяч севастопольців, а в нинішньому Дніпропетровську на місці величезного кладовища розташований Севастопольський парк та меморіальний комплекс.

Людські втрати російської армії під Севастополем були б на порядок менше, якби була залізниця між фронтом і тилом. Незадовільний стан шляхів сполучення або їх відсутність стали однією з причин принизливого військової поразки Росії.

Красномовним підтвердженням цього може служити судження одного з французьких державних діячів, яке було опубліковано в 1856 році у «Російському віснику»: «При помощи железной дороги... правительство могло бы почти мгновенно бросить в Крым армию в несколько сот тысяч человек, и такая армия не допустила бы взять Севастополь..., продовольствовать такую армию было бы весьма легко. Поздравим себя, что Россия не имеет в своем распоряжении этого страшного орудия».

Цей коментар можна вважати найбільш яскравим акцентом у висновках дослідження щодо стратегічного значення залізниць і на сучасному етапі.

Соціально-психологічні концепції М. Вебера і вивчення соціально-гуманітарних наук

Айтов С.Ш.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені акад. В. Лазаряна)

Aytov S. Sh. M. Weber social-psychological theory and humanities studies

Наукова творчість видатного німецького філософа і соціолога М. Вебера є полідисциплінарною й багатоаспектною і включає, зокрема, такі когнітивні виміри як культурологічний, соціально-філософський, соціологічний, релігійний, соціально-психологічний тощо.

Соціально-психологічний науковий напрям досліджень М. Вебера достатньо повно втілюється у відомій праці «Протестантська етика і дух капіталізму». Це одна із найбільш важливих і науково впливових студій дослідника.

Як відзначає О.Погорілий, дана робота М. Вебера була зорієнтована на з'ясування досить складної соціально-культурної й соціально-психологічної проблеми, причин чинників впливу релігійних й морально-етичних ідей та цінностей на розвиток соціально – економічних систем, і конкретно на генезу і встановлення капіталістичних економічних та суспільних відносин у Західній Європі.

Задум М. Вебера полягав у спробі проаналізувати виникнення і розвиток «економічного раціоналізму» з «погляду зумовленості виникнення «господарського мислення», детермінації «етосу» певної форми господарства певним характером віри». У власному дослідженні німецький вчений ґрунтовно аргументує тезу про визначальний характер релігійних особливостей протестантизму та відповідних ним морально-етичних цінностей для встановлення сучасного йому капіталістичного ладу (перша третина XX ст.). На його думку, одним із найбільш важливих елементів сучасного йому «капіталістичного духу», всього соціально – культурного універсуму є «раціоналізація життєвої поведінки на основі ідеї професійного покликання, виникшого «...» із духу християнської (протестантської) аскези».

Аналіз впливу соціально – психологічних чинників на розвиток соціуму, та його окремих сфер реалізувався М.Вебером у багатьох інших працях. Зокрема ці ідеї проводяться дослідником у праці про механізм наукового пізнання. Важливим чинником соціально значимої наукової діяльності М.Вебер вважав такий суто психологічний чинник, як натхнення, без якого розвиток індивідуальних наукових досліджень і науки в цілому не є ефективним.

Соціально-психологічні концепції німецького вченого складають одну із основ сучасного суспільно-гуманітарного пізнання. Застосування даних ідей у вивченні соціальних і гуманітарних наук, таких як політологія, психологія, соціологія дозволяє реалізувати наступні навчальні та наукові цілі і проявити та ефективно задіяти міждисциплінарні зв'язки та взаємодії між вказаними суспільно – гуманітарними науками: сформувати уявлення про вплив соціально-психологічних та соціально-культурних чинників на соціально-економічні та політичні процеси (що має також і суспільне значення оскільки соціальна свідомість схильна суттєво перебільшувати значення економіки, нехтуючи розумінням її залежності від певних соціально-психологічних основ, зокрема віри у стабільності чи нестабільності економічного розвитку у власній країні та багато ін.); розуміння соціально – політичних процесів, що відбуваються як у окремих державах, так і на глобальному рівні тощо.

Використання інтегрованих уроків на заняттях з вивчення російської мови іноземними студентами

Бобиль С.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bobyl S. V. Use integrated lessons while learning Russian to foreign students

This article is aimed to prove the rationalization for practicability and efficiency of language integrated learning in teaching «Russian as foreign» in technical higher educational establishments of Ukraine in light of modern didactics.

Інтеграція України в міжнародне співтовариство зумовила зміни в економічній і політичній сферах, а також в системі вищої освіти, яка має відповідати світовим стандартам. Однією з передумов входження України до єдиного Європейського та Світового освітнього простору є впровадження європейських норм в науку і техніку, поширення власних культурних і науково-технічних здобутків у ЄС.

У наш час визначальними тенденціями розвитку світової освітньої системи є поглиблення її фундаменталізації, посилення гуманістичної спрямованості, духовної та загальнокультурної складової освіти.

Під час навчання РЯІ найбільш результативними є технології, форми та методи навчання, що враховують професійну спрямованість і зорієнтовані на особу того, хто навчається, його інтереси, схильності і здібності

Альтернативою звичним формам проведення навчання стали "нетрадиційні", чи "нестандартні" уроки, специфіку яких розглядали провідні дослідники як в Україні, так і на теренах СНГ. Вони визначили, що під час використання цього типу уроків можна досягнути значних позитивних результатів у формуванні загальнонавчальних умінь, стимулюванні пізнавальних інтересів, створити передумови для взаємодії суб'єктів навчання, підвищити успішність невстигаючих, бо такі форми навчального процесу дозволяють враховувати індивідуальні можливості особи, її реальний навчальний потенціал.

Сучасна дидактика налічує такі спроби класифікації інтегрованих уроків: "пульсуючі" та "нестандартні уроки; уроки цілісного розв'язання завдань навчання (у залежності від реалізації основних компонентів навчання при розв'язанні його дидактичних завдань) та пролонговані уроки (за способами організації взаємодії).

Одним із шляхів інтеграції вищої освіти є використання міжпредметних зв'язків, що відображено у навчальних програмах з дисциплін. Міжпредметні зв'язки - це окремі короточасні моменти заняття, які сприяють глибшому сприйманню та осмисленню якогось конкретного поняття. Вони мають враховувати вже наявні інтереси студентів, сприяти їх розширенню за рахунок інтересу до творчої діяльності. Якщо ж під час навчання інтегровано зміст різних дисциплін і студенти включаються в різні види діяльності, щоб в їхній свідомості та уяві виник якійсь образ, тема або поняття, то таке заняття можна вважати інтегрованим.

Як відомо, взаємозв'язок предметів є плідним лише за умови здійснення принципу кореляції змісту предметів. Потрібно так організувати міжпредметні зв'язки, щоб не порушувалась послідовність у викладанні тієї чи іншої дисципліни, щоб цей взаємозв'язок сприяв досягненню практичних цілей навчання.

Навчальний процес поділяється на цикли, де кожен об'єднується темою. Тема охоплює певну змістовно легко відокремлювану галузь в межах загальної предметної та понятійної сфери даної науково-технічної спеціальності. Кожна конкретна тема впливає з попередніх і є обґрунтуванням для введення наступних. Всі вони разом відображають осно-

вні питання та проблеми конкретної спеціальності, знайомлять студентів з головними «вузловими» темами майбутнього фаху.

Розподіл тем на цикли у загальних питаннях збігається з вивченням саме цих фахових тем на факультетах. Тексти для читання, аудіювання, говоріння й письма відображають різні аспекти тем, що розширює світогляд студентів з питань за фахом.

Так набір тем, що традиційно вивчається на будівельних факультетах на уроках мови, включає такі: «Будівництво в Україні», «Житлові масиви Дніпропетровська», «Архітектурні пам'ятки старого міста», «Майбутнє міста очима іноземців», «Нові будівельні матеріали в Україні», «Колір в архітектурі» тощо. На економічному факультеті – це «Історія виникнення грошей», «Грошові одиниці різних країн», «Гроші та сучасна банківська справа», «Центральний банк та його функції. Грошові ресурси», «Податкова система в Україні» та інші.

Але, на наш погляд, це не є достатнім, або може бути достатнім лише на початковому етапі навчання. Іноземні студенти-нефілологи під час навчання вирішують для себе подвійне завдання. Вони повинні отримати якісну професійну освіту і зробити це іноземною мовою, якою вони володіють на певному рівні, тобто вони повинні одночасно, паралельно засвоювати мовну та професійну компетенцію. Проблема у тому, що за формування кожної з цих компетенцій відповідають спеціалісти різних галузей. Лінгвісти, викладачі російської мови, опікуються гарним володінням мови взагалі, а спеціалісти-предметники – оволодінням та засвоєнням матеріалу за фахом, і обидві сторони недостатньо співпрацюють між собою. А це загострює і надає вагомості проблемі інтеграції навчального матеріалу.

Якщо на першому етапі навчання мовленнєвих знань, що надаються фахівцями-русистами, ще достатньо, то на старших курсах, коли предмети за фахом ускладнюються та стають більш специфічними, студентам-іноземцям не вистачає наукової та професійної термінології. Тому, на нашу думку, навчальні плани з вивчення РЯІ на старших курсах повинні ускладнюватися та збігатися з темами і програмами дисциплін, вивчаємих за фахом, тобто потрібна інтеграція мовленнєвого та фахового матеріалів. Так, на будівельних факультетах, наприклад, нам і пропонується вивчати такі теми, як: «Промислове та цивільне будівництво», «Будівельні матеріали», «Конструкційні елементи», «Основи та фундаменти», «Будівельні та ізоляційні матеріали», «Мости, дороги та тунелі», «Будівельні механізми», «Будівельна акустика» тощо, які збігаються з темами, що вивчаються за фахом. А це, на нашу думку, потребує розробки додаткових навчально-методичних матеріалів і, в ідеалі, створення спеціального підручника, у розробці якого повинні брати участь філологи та фахівці. Тоді на уроках мови ми отримаємо справжню інтеграцію мовленнєвого та фахового матеріалів, що, безумовно, сприятиме покращенню професійної підготовки майбутніх фахівців-іноземців.

Таким чином, опанування теми, яка вивчається на заняттях з РЯІ і збігається з фаховою, допомагає не тільки засвоєванню та володінню відповідною фаховою лексикою та термінологією, кращому розумінню технічних спеціальних текстів, але і часто, на думку самих студентів, сприяє опануванню матеріалу за фахом. Наприклад, тема «Проектуємо будинок» мотивує студентів не лише до швидкого опанування відповідним лексико-граматичним матеріалом, але й готує студента до усних виступів, написання рефератів різних видів, пояснювальних записок, захисту проекту.

Таким чином, широке застосування «інтегрованих уроків» та міжпредметних зв'язків під час навчання РЯІ сприяє підвищенню ефективності навчання, оскільки, спираючись на знання, набуті під час вивчення інших предметів, студенти відшуковують нові логічні зв'язки у навчальному матеріалі, як за фахом, так і з мови, що вивчається. А це, в свою чергу, розвиває в них цікавість до навчання, активізує мислення, робить їх знання свідомими, міцними. Ці фактори сприяють розвитку професійно орієнтованої комунікативної

компетенції, що відображається у висококваліфікованій професійній діяльності, у приватній, суспільній, професійній та освітній сферах спілкування.

Соціально-педагогічний супровід дітей-сиріт та дітей з особливостями психофізичного розвитку

Бондаренко З.П., Івахненко В.

(Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара)

Bondarenko Zoya, Ivahnenko Volodymyr. Socio-pedagogic support orphans and children with special needs in their psychological and physical development

Професійну підготовку соціальних працівників/соціальних педагогів визначено у Енциклопедичному довіднику як процес і результат оволодіння цінностями соціальної та соціально-педагогічної діяльності, професійно необхідними знаннями, вміннями й навичками, формування професійно важливих особистісних якостей, які є основою готовності до професійної соціальної та соціально-педагогічної діяльності [2, с. 233-234]. І.Д. Бех зазначав, що прагнення особистості здійснити себе через свою професійну діяльність є однією з основних людських цінностей. Тому зміцнення й підтримка цього прагнення мусить виступити основним завданням професійної освіти. Залучення студентів до розробки саме своєї освіти може, з одного боку, зміцнювати професійну *мотивацію*, а з іншого – слугувати *зразком* для побудови життєвої і професійної стратегії. У цьому зв'язку надзвичайно важливо, щоб на ранніх етапах професійного становлення студенти почали осмислення свого ціннісного простору, побачили його зв'язок із цілями й завданнями обраної професії, а також були залученими у спеціально організовану роботу з розвитку своїх смислових та професійних орієнтирів [1, с. 249].

Такою роботою може бути *соціально-педагогічна* (волонтерська) діяльність студентів під час навчання у вищому навчальному закладі. Розв'язання питання підготовки студентів до майбутньої професії соціального працівника та педагога-дефектолога *засобами волонтерської роботи* можливе за умови *переосмислення* теоретичних засад організації волонтерської роботи у вищій школі, а також визначення мети, змісту навчання волонтерів, та у практичному аспекті – формування готовності студентів до добровільної та професійної діяльності у контексті особистісно орієнтованої парадигми освіти. Сьогодні переважна кількість студентів займається волонтерською роботою, на наукових засадах сформовано її оптимальну модель в умовах вищого навчального закладу, нагромаджено позитивний досвід волонтерської роботи з дітьми-сиротами та дітьми з особливими потребами у Дніпропетровському національному університеті імені Олеся Гончара завдяки створенню громадського об'єднання – Центру соціальних ініціатив і волонтерства [див. 3, с. 227–238, с. 276–288].

В Україні, як і у багатьох зарубіжних державах, останнім часом активно стимулюється благодійна та волонтерська діяльність, які визнані на державному рівні, та знайшли своє підтвердження в міжнародних документах та законах України “Про волонтерську діяльність”, “Про благодійництво та благодійні організації”, “Про соціальні послуги”, “Про соціальну роботу з дітьми та молоддю” та ін. Волонтерами, тобто добровольцями, працюють у соціальній сфері студенти, учні, соціальні працівники, пересічні громадяни, люди похилого віку, які під час роботи самореалізуються, надають адресну допомогу тим, хто цього потребує, та набувають відповідних компетенцій як життєвого, соціального, так і професійного спрямування.

Аналіз сучасної ситуації стосовно проблеми соціального сирітства і запровадження інституту прийомної сім'ї дає змогу стверджувати, що помітні поліпшення у цьому напрямі є. *Соціально-педагогічний, або волонтерський супровід* розглядаємо як форму підт-

римки прийомної сім'ї / дитячого будинку сімейного типу (ДБСТ), у яких студенти-волонтери є добровільними помічниками прийомних батьків, батьків-вихователів, надають практичну допомогу у позанавчальний час самостійно чи, у разі потреби, за допомогою інших фахівців, зокрема, викладачів вищої школи, а також виступають посередниками між дітьми та батьками, родиною та соціальними партнерами, організують розвивальну та організаційно-дозвілєву роботу.

У практиці діяльності громадського об'єднання – Центру соціальних ініціатив і волонтерства ДНУ імені Олеся Гончара є ряд заходів, які дозволяють визначити *мету* волонтерського супроводу щодо прийомної сім'ї / дитячого будинку сімейного типу. Це забезпечення оптимальних умов виховання та розвитку прийомних дітей у сім'ях, дотримання їхніх прав та інтересів з урахуванням індивідуальних потреб.

Тоді завданням волонтерського супроводу координаційна рада Центру соціальних ініціатив і волонтерства визначила як сприяння адаптації дитини в новій сім'ї, створення та збереження у ній позитивного психологічного клімату, можливостей для виховання та розвитку дитини шляхом надання комплексу соціальних послуг: соціально-педагогічних, психологічних, інформаційних тощо. Окрема проблема, у якій прийомні сім'ї, як правило, потребують порад і рекомендацій – це проблема *спілкування* з біологічними батьками, родичами дитини, а також *корекція взаємин* між прийомними дітьми та дітьми прийомних батьків, і пріоритетності повернення дитини до біологічної сім'ї, усиновлення, встановлення опіки як форми виходу з прийомної сім'ї / дитячого будинку сімейного типу. З цієї метою ретельно була спланована науково-практична робота щодо навчання студентів у Школі-тренерській студії волонтерів. Нам важливо було на етапі організації цих занять враховувати досвід світової практики з цього питання та результати наукових досліджень й передбачати кінцеву мету: досягнення в особистісному розвитку дитини (покращення показників навчання, залучення до гурткової та спортивної роботи, дитячих організацій, до інтерактивного театру для дітей з особливими потребами, наявність успіхів у формуванні соціальних та життєвих навичок); достатній рівень підготовленості дитини до самостійного життя, формування психологічно адекватних моделей поведінки у соціумі тощо.

Вважаємо, що ці завдання можуть бути реалізовані студентами-волонтерами не лише у позанавчальний час, а й під час виробничої (педагогічної і навчальної) та їх волонтерської практики у процесі здобуття якісної освіти.

Ознайомившись на одному із занять Школи волонтерів та проаналізувавши перелік документів, необхідних для створення та функціонування прийомної сім'ї / дитячого будинку сімейного типу, ми знайшли документ, який вміщує висновок психолого-медико-педагогічної консультації про рівень розвитку дитини. На нашу думку, було б добре, якби ці документи були ще доповнені більш розгорнутою соціально-психологічною характеристикою на дитину, яка висвітлювала б наявність соціальних навичок та умінь, особистісних потреб, уподобань, нахилів, якостей, проявів агресії та тривожності, моделей поведінки тощо. Для цього з числа волонтерів було створено групу, яка розробляла методики для складання відповідної характеристики дітей на етапі перебування у закладах інтернатного типу та змісту психолого-педагогічного й волонтерського супроводу під час підбору дітей та поміщення їх у прийомну родину / дитячий будинок сімейного типу. З метою отримання позитивного результату у виконанні поставлених завдань нами були використані матеріали, підготовлені науково-дослідним центром проблем соціальної педагогіки та соціальної роботи НАПН України, Українським фондом “Благополуччя дітей” з питань підготовки кандидатів у прийомні батьки та батьки-вихователі (10 тренінгових сесій) та результати психодіагностичного дослідження щодо вивчення потреб дітей-сиріт, яке було розроблене та впроваджене волонтерами, студентами-старшокурсниками факультету психології ДНУ імені Олеся Гончара, під керівництвом доцента кафедри соціальної психології та психології управління факультету психології, керівника соціально-психологічної служби університету В.І. Лазаренко.

Метою спільного дослідження стало вивчення потреб дітей-сиріт та дітей з вадами для підготовки їх до подальшого життя й успішної адаптації у прийомних сім'ях / дитячих будинках сімейного типу. Досліджуваними були діти віком від 5 до 16 років, які проживають у прийомних сім'ях або дитячих будинках сімейного типу, та які проживають у дитячих будинках (притулках) м. Дніпропетровська, і можуть перейти жити у прийомні сім'ї / дитячі будинки сімейного типу. Це дослідження стало важливим етапом у реалізації проекту “Модель підготовки дітей-сиріт до життя в умовах сім'ї”, що здійснюється за підтримки Нідерландських благодійних фондів для Центральної та Східної Європи.

Були обрані такі методи дослідження: 1) *Анкетне опитування з елементами глибинного інтерв'ю*: а) з метою отримання інформації про потреби дітей-сиріт, які вже проживають у прийомних сім'ях (ДБСТ); б) з метою отримання інформації про потреби дітей-сиріт, які проживають у дитячому будинку (притулку) і можуть перейти жити до прийомних сімей (ДБСТ). 2) *Психодіагностичне тестування*: з метою отримання додаткової інформації про більш глибокі проблеми дітей-сиріт, які складніше вивчити за допомогою анкетного опитування та навіть глибинного інтерв'ю, а саме: про задоволеність основних потреб, про актуальний психологічний стан, особливості поведінки й активності дітей-сиріт, про внутрішньосімейні стосунки, про механізми соціально-психологічної адаптації дитини.

Узагальнюючи результати дослідження, зазначаємо, що потреби дітей-сиріт, які проживають в *прийомних сім'ях*, і які живуть в *дитячому будинку (притулку)*, дещо відрізняються. Більше того потреби дітей-сиріт різних вікових груп – 5-10 років і 11-16 років також мають помітні відмінності. Але мають місце і певні характеристики, які є загальними та притаманними усій досліджуваній групі дітей, які з будь-яких причин потрапили до категорії дітей-сиріт. А саме були вивчені найважливіші потреби, що дало нам можливість організації діяльності студентів щодо впровадження волонтерського супроводу на етапі переходу з колективної установи до мікроколективної, тобто сім'ї.

Результати психодіагностичного дослідження дозволили отримати узагальнений *психологічний портрет дітей-сиріт*, найбільш характерні їх особливості. Виявилось, що сукупність психологічних характеристик дітей-сиріт незалежно від віку і статусу, мають дуже схожі особливості, які лежать в основі їх соціальної адаптації / дезадаптації і які необхідно враховувати на етапі роботи з ними з метою підготовки їх до переходу в прийомну сім'ю. А саме: емоційна нестійкість, чутливість до критичних зауважень, нестійка самооцінка у поєднанні з егоцентричною образливістю, зосередженістю на своїх проблемах (егоцентризм), прагнення до уникнення відповідальності, настороженість і недовірливість у стосунках зоточуючими. Особливу складність для соціальної адаптації цих дітей мають труднощі пристосування у ситуаціях будь-яких обмежень, виражена залежність від впливів середовища, думки оточуючих і ситуацій успіху-неуспіху, впертість і настирливість, а також протесту в поведінці.

З позитивних особливостей, на які можна спиратися в розвитку і корекції їх психологічних особливостей це такі, як активність, оптимістичність, товариськість, наполегливість, завзятість у досягненні мети, висока мотивація досягнень, потреба і прагнення до самореалізації.

Для навчання новим навичкам та моделям поведінки сприятливими є також такі їх *психологічні характеристики*, як конформність установок (поступливість в поведінці), легка зміна настрою і прагнен, демонстративність поведінки, легке прийняття соціальних ролей (артистизм), прагнення подобатися оточуючим, причетність до інтересів референтної групи (прагнення бути у групі, колективі).

Отже, вищенаведені **висновки** дають змогу сформулювати *рекомендації* щодо подальшої діяльності студентів-волонтерів, фахівців різних галузей.

1. Враховуючи, що перехід дітей-сиріт з дитячого будинку (притулку в прийомні сім'ї, пов'язаний з певними труднощами, які виникають на перших етапах життя дитини в

нових умовах, а для деяких дітей-сиріт такий перехід пов'язаний із різкими змінами в їх житті, із зміною системи стосунків, моделей поведінки тощо, виникає необхідність в розробці та впровадженні певної моделі підготовки дітей-сиріт до життя в умовах сім'ї, спираючись на їх потреби і уявлення про особливості життєдіяльності в сім'ї. У цьому напрямі, окрім ЦСССДМ, можуть бути залучені і викладачі факультетів психології та суспільних наук і міжнародних відносин університету (спеціальність "Соціальна робота").

2. Створення системи підготовки фахівців, які долучені до підготовки дітей-сиріт до переходу із установ соціальної опіки в сім'ю та адаптації до умов життя у сім'ї. Проведення такої підготовки на рівні серії семінарів, курсів підвищення кваліфікації, тренінгів, круглих столів з обміну досвідом за участі фахівців різних спеціальностей, співробітників установ соціальної сфери, педагогів, психологів, медичних працівників. Подібні заходи сприятимуть підвищенню кваліфікації спеціалістів, які безпосередньо реалізують цю програму (проект) та порозумінню, зближенню професійних позицій фахівців різних спеціальностей та створять умови для їх співпраці на єдиних соціальних, педагогічних, психологічних та медичних ціннісних засадах.

3. Упровадження системи роботи мультидисциплінарних команд за участю фахівців різних спеціальностей, що надасть можливість реально взаємодіяти фахівцям різних профілів, тим самим забезпечити індивідуальний підхід до кожної конкретної дитини для врахування її індивідуальних особливостей життя та розвитку, її потреб і, з іншого боку, сприятиме комплексному вирішенню проблем кожної окремої дитини на етапі її підготовки до життя у сім'ї.

4. Упровадження системи роботи з дітьми-сиротами щодо підвищення їх навичок соціальної адаптації, формування життєвих навичок в установах соціальної опіки та на етапі їх підготовки до переходу в сім'ю на основі якої має бути побудована на системі освітніх тренінгових занять, спрямованих на формування цілого ряду життєвих навичок, необхідних дитині для її успішної адаптації до умов життя у сім'ї. До структури тренінгових занять бажано включити заняття на вирішення таких проблем: реальна роль і можливості сім'ї і батьків у задоволенні потреб дітей; права та обов'язки в сім'ї; комунікативні навички та ефективні прийоми вирішення міжособистісних проблем дитини; навички безконфліктного спілкування; відповідальність за себе і перед іншими, відповідальне ставлення до проблем та їх вирішення; навички прийняття рішень; емоційна сфера людини, саморегуляція емоцій; самооцінка та спрямованість особистості; самовдосконалення, саморозвиток та ін.

Наступним може бути вивчення процесу формування навичок соціальної та життєвої компетентності у дітей-сиріт і дітей з особливостями психофізичного розвитку.

Бібліографічний список

1. Бех І. Д. Виховання особистості: у 2 кн. Кн. 2: Особистісно орієнтований підхід: науково-практичні засади: навч.-метод. посіб. / І.Д. Бех. – К.: Либідь, 2003. – 344 с.
2. Енциклопедія для фахівців соціальної сфери / За заг. ред. проф. І.Д. Звереві. – Київ, Сімферополь: Універсум, 2012. – 536 с.
3. Менеджмент волонтерських груп від А до Я: навч.-метод. посібник / За ред. Т.Л. Лях; авт.-кол. З.П. Бондаренко, Т.В. Журавель, Т.Л. Лях та ін. – К.: Версо-04, 2012. – 288 с.

Інклюзивний підхід до розвитку освітнього середовища сучасного навчального закладу

Бондаренко З.П.

(Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара)

Bondarenko Z.P. The inclusive approach to the development of the educational environment of the modern school

Інклюзивна освіта сьогодні – це система освітніх послуг, яка ґрунтується на принципі забезпечення основного права дітей на освіту та права навчатися за місцем проживання, що передбачає навчання в умовах освітнього закладу, передбачає комплексний системний особистісно-орієнтований і індивідуалізований стиль навчання. У процесі навчальних і корекційно-розвивальних занять враховуються перспективи майбутнього розвитку, актуальність засвоєння певної форми соціальної поведінки, індивідуальні уподобання і наміри дітей.

Метою дослідження є теоретичний аналіз проблеми інклюзивного підходу до розвитку освітнього середовища сучасного навчального закладу.

Розглянемо сутність поняття *інклюзивного підходу* у системі освіти. На думку дослідниці О. Безпалько, він полягає у тому, що загальноосвітні заклади різного типу мають бути відкритими для всіх дітей, незалежно від їхніх фізичних, інтелектуальних, соціальних, емоційних, мовних чи інших особливостей. Серед них діти з проблемами у розвитку, діти мігрантів, діти, які належать до мовних чи етнічних меншин тощо [2, с. 54].

Одним із найбільш поширених видів інклюзії (англ. *inclusion* – включення) є інклюзивна освіта для дітей з інвалідністю. За рівнями включення дитини в освітній процес виокремлюють такі види інклюзії: *повна* (рекомендована дітям, які за рівнем психофізичного розвитку відповідають віковій нормі та психологічно готові до спільного навчання зі здоровими однолітками за індивідуальними програмами); *комбінована* (можлива для дітей, у яких психофізичний розвиток наближений до вікової норми, але їхнє навчання в умовах масового закладу обов'язково має супроводжуватися корекційною допомогою відповідних фахівців, зокрема вчителя-дефектолога, соціального педагога, психолога, логопеда); *часткова* (припускає включення дитини в освітній процес у режимі неповного тижня, коли вона засвоює навчальний матеріал у ході індивідуальних занять, але відвідує уроки образотворчого мистецтва, музики, бере участь у виховних заходах); *тимчасова* (дитина включається в колектив однолітків в освітньому закладі короткочасно під час навчання та під час святкових виховних заходів) [2, с. 55].

Зрозуміло, що концепція інклюзивної освіти відображає одну з головних демократичних ідей – усі діти є цінними й активними членами суспільства. Навчання в інклюзивних освітніх закладах корисне як для дітей з особливими освітніми потребами, так і для інших дітей, членів родин та суспільства у цілому. Взаємодія зі здоровими дітьми сприяє когнітивному, фізичному, мовному, соціальному та емоційному розвитку дітей з особливими освітніми потребами. При цьому діти з типовим рівнем розвитку демонструють відповідні моделі поведінки дітям з особливими освітніми потребами і мотивують їх до розвитку та цілеспрямованого використання нових знань і вмінь. Взаємодія між учнями з особливими освітніми потребами та іншими дітьми в інклюзивних класах сприяє налагодженню між ними дружніх стосунків. Завдяки такій взаємодії діти вчать природно сприймати і толерантно ставитися до людських відмінностей, вони стають більш чуйними, емпатійними, готовими до взаємодопомоги.

Останнім часом сутність теоретичних понять інклюзивної освіти достатньо повно викладена у працях Д. Гарнера, А. Дайсона, М. Кінг-Сірса, Д. Леско, П. Міттлера, М. Уїлл. Зарубіжний досвід упровадження інклюзивної освіти систематизовано у працях

Д. Бішоп, Х. Вулі, М. Дарсі, М. Емітейдж, Р. Зіглера, Д. Камерон, Д. Кларка, Н. Клегга, Б. Крауфа, Д. Попойнта, Д. Річлера, М. Фореста, Д. Фрайзена, Р. Хайкі. Вивченням окресленої проблеми на пострадянському науковому просторі чимало приділяють увагу такі вчені, як: В. Ардзінба, О. Безпалько, Т. Бут, А. Валицька, І. Зверева, С. Колосов, А. Колупаєва, І. Ломакова, М. Сварнік, В. Ткачук, О. Ярська-Смірнова та ін.

Дослідниця питань інклюзії А. Колупаєва вважає, що одним із засобів подолання низького соціального й академічного рівня депривованих дітей і молоді є інклюзивна освіта, яка є гнучкою індивідуалізованою системою навчання дітей з особливими потребами в умовах масових загальноосвітніх закладів за місцем проживання [3, с. 31].

Учителі інклюзивних класів глибше розуміють індивідуальні відмінності й особливості дітей, а також ефективніше співпрацюють з батьками та іншими фахівцями (спеціалістами з лікувальної фізкультури, реабілітологами, логопедами, соціальними працівниками та ін.). Інклюзивна система освіти також корисна із психологічної точки зору, оскільки завдяки спільному навчанню діти змалку вчаться розуміти і толерантно ставитися до людських відмінностей.

Інклюзивна освіта базується на принципі забезпечення основного права дітей на освіту та права навчатися за місцем проживання. Інклюзивну освіту як систему освітніх послуг, має забезпечувати інклюзивний заклад освіти, що адаптує навчальні програми та плани, фізичне середовище, методи й форми навчання, використовує існуючі у громаді ресурси, залучає батьків, фахівців для надання спеціальних послуг відповідно до потреб кожної дитини, забезпечує сприятливий клімат в освітньому середовищі.

В основі практики інклюзивного навчання лежить ідея прийняття індивідуальності кожної окремої особи і, отже, навчання має бути організоване таким чином, щоб задовольнити особливі потреби кожної дитини. Студенти, майбутні корекційні педагоги, мають врахувати цю тезу й організувати свою діяльність таким чином, щоб дитина з інвалідністю почувала себе комфортно, мала позитивні емоції та робоче самопочуття.

Зауважимо, що зараз інклюзивна освіта гостро потребує вдосконалення законодавчої бази, принципів фінансування, створення у навчальних закладах сприятливого середовища, формування матеріально-технічної бази, методичного і кадрового забезпечення, подолання соціальних та професійних стереотипів. Незважаючи на певні позитивні результати освітнього експерименту, треба зазначити, що впровадження інклюзивної освіти у нашої країні має ще багато проблем, потребує розробки відповідної нормативно-правової бази, що закріплює правові засади здобуття якісної освіти особами з обмеженими можливостями здоров'я.

Тому розбудова системи інклюзивної освіти в Україні потребує подолання соціальних, організаційних, адаптивних перешкод через формування державної стратегії інклюзивної освіти, розробки фінансових механізмів її утримання, оновлення системи професійної підготовки педагогів, підвищення рівня спеціальної педагогічної освіти батьків і громадськості, розробку методичних прийомів і технологій освітньої інклюзії, адаптацію приміщень відповідно до потреб осіб з обмеженими можливостями.

Відомо, що інклюзивна освіта – це закономірний етап розвитку освітньої системи, який пов'язаний з переосмисленням суспільством і державою ставлення до осіб з обмеженими можливостями здоров'я, із визначенням їхнього права на одержання рівних з іншими можливостей, вона є закономірним і логічним варіантом трансформації інститутів загальної і спеціальної освіти, виступає одним із основних *інститутів соціальної інтеграції*. Реалізація технологій освітньої інтеграції дозволяє узгодити протиріччя між рівними правами осіб з обмеженими можливостями у виборі життєвого шляху, форми освіти освітніх послуг і фактичною нерівністю можливостей різних соціальних груп (здорових людей і людей з відхиленнями розвитку) у реалізації цих прав. Тому організація інклюзивного навчання потребує створення сприятливої соціальної ситуації для розвитку дітей з пси-

хофізичними порушеннями і забезпечення їм рівних прав в одержанні освітніх послуг [4, с. 3].

З огляду на це вказуємо, що важливою умовою ефективності освітнього інтегрування є *педагогічна робота*, спрямована на формування у здорових осіб адекватних уявлень про однолітків з порушеннями психофізичного розвитку, яка скерована на нівелювання наслідків пізнавальної, соціальної і емоційної депривації. Особливе місце у процесі соціальної інтеграції дитини з порушеннями психофізичного розвитку призначається сім'ї, яка в ідеалі виступає одним із основних факторів її залучення до системи суспільних відносин. Особливості сім'ї, її активність у процесі розвитку і освіти дитини визначає її психофізичний і соціокультурний статус у майбутньому, рівень реабілітаційного і соціально-інтеграційного потенціалу, ступінь готовності до інтеграції у загальноосвітньому навчальному закладі.

Зауважимо: участь викладачів і студентів у *науковій розробці* проблем інклюзивного навчання дітей з особливими потребами є необхідною і обов'язковою умовою підвищення інклюзивної компетентності і ефективності соціально-педагогічної роботи в інклюзивному освітньому просторі. Підкреслимо, що пріоритетними напрямками діяльності педагогічного колективу вищої школи з підготовки майбутніх фахівців у галузі корекційної освіти є: формування інклюзивної компетентності членів колективу, зосередження зусиль на популяризації волонтерського руху в наданні соціальних послуг учням і студентам з особливими потребами, встановлення партнерської взаємодії з батьками, молодіжними громадськими організаціями, у досягненні оптимального рівня соціального становлення молоді з вадами, а також удосконалення технологій соціально-педагогічної роботи в інклюзивному освітньому просторі.

На нашу думку, фактори, що утруднюють реалізацію практик соціального та освітнього інтегрування, в основному, полягають у недостатньому фінансуванні системи сучасної загальної освіти а також у негативному або байдужому ставленні до проблем осіб із відхиленнями розвитку. Безумовно, що необхідно проводити цілеспрямовану і систематичну роботу щодо подолання існуючого соціокультурного ігнорування інвалідів і негативного до них ставлення оточуючого середовища.

Отже, широке запровадження інклюзивної освіти в країні й використання інклюзивного підходу до проблеми розвитку освітнього середовища має здійснюватися поступово, у міру підготовки кваліфікованих, конкурентоздатних фахівців, а також переміни ставлення українського суспільства до осіб з обмеженими можливостями. Наступним дослідженням можуть бути питання професійної підготовки дефектологів, корекційних та соціальних педагогів в умовах вищого навчального закладу.

Бібліографічний список

1. Інклюзивна школа: особливості організації та управління: навч.-метод. посіб. / А.А. Колупаєва, Н.З. Софій, Ю.М. Найда та ін.; за заг. ред. Л.І. Даниленко. – К.: [Б. в.], 2007. – 128 с.
2. Енциклопедія для фахівців соціальної сфери / За заг. ред. проф. І.Д. Зверевої. – Київ, Сімферополь: Універсум, 2012. – 536 с.
3. Колупаєва А.А. Інклюзивна освіта: реалії та перспективи: монографія / А.А. Колупаєва. – К.: “Самміт-Книга”, 2009. – 272 с.
4. Про затвердження Порядку організації інклюзивного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах: постанова Кабінету Міністрів України № 872 від 15.08. 2011 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://zakon.rada.gov.ua>

Значение кураторства в процессе обучения иностранных студентов в вузах Украины

Бондаренко Л.И.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Bondarenko L.I. A value of counsel in the process of teaching of foreign students is in institutes of higher of Ukraine

Менталитет иностранных студентов обусловлен культурно-историческими традициями разных стран, что, несомненно, создаёт трудности при социальной адаптации к условиям жизни и обучения в Украине. Насколько успешным будет обучение иностранных студентов, как высока будет их профессиональная подготовка, во многом зависит от наличия определенной концепции воспитательной работы с доминирующей ролью системы кураторства. Сегодня высшая школа должна быть не просто «кузницей кадров», но и центром культуры, источником духовного развития человека.

Становясь студентом другой страны, иностранец зачастую сталкивается с совершенно новой для него системой обучения, отличающейся от привычной организационно, методически, содержательно, по своим основным целям и направлениям. В целом, для иностранных студентов данную ситуацию можно рассматривать как достаточно стрессовую: это люди, которые расстались с семьёй, почувствовали себя взрослыми, сделали выбор – приехали в совершенно новые условия, оказались в сложном эмоционально-психологическом состоянии. При этом, как показывает опыт, с одной стороны, у них возникает ложное ощущение полной свободы и вседозволенности, с другой – чувство потерянности и «ненужности». Безусловно, в этот период студент-иностранец особенно нуждается в человеке, который поможет ему лучше адаптироваться к новой системе, традициям, культуре, менталитету. Эту функцию берёт на себя куратор не только на начальном этапе обучения, но и на протяжении всего процесса обучения в вузе.

Поддержка куратора может иметь разную степень вовлеченности в жизнь студента. На подготовительном отделении и первом курсе в первую очередь необходима помощь в адаптации, а на последующих курсах требуется помощь в научном самоопределении (эту функцию часто выполняют научные руководители). В сложной и многогранной работе куратора можно выделить несколько основных направлений: на начальном этапе обучения это помощь в адаптации и решении бытовых проблем студента, на последующих этапах – организация активной познавательной деятельности и контроль над ним в процессе учебы и профессионального роста, формирование духовной культуры. Последнее направление работы – формирование духовной культуры студента – в большинстве случаев оказывается самым сложным, трудоемким, совершенно неотработанным в методическом плане. Куратор постоянно сталкивается с рядом неожиданных и нестандартных проблем, которые он во многих случаях вынужден решать самостоятельно.

Во время обучения в вузах Украины иностранный студент сталкивается с рядом дисциплин, направленных на формирование его духовной культуры. Это, прежде всего, такие дисциплины, как русский язык, страноведение, история Украины и др. К сожалению, эти дисциплины могут преподаваться в отрыве друг от друга. И часто именно куратор может и должен стать тем связующим звеном, которое объединит разрозненные для студента понятия в единое целое. Для успешной работы в этом направлении куратор должен знать как интересы группы в целом, так и отдельных ее студентов, должен учитывать, что в группе могут быть студенты, различающиеся по многим критериям: национальности, возрасту, социальному происхождению, культурному уровню, вероисповеданию и др. И при этом нельзя забывать о том, что в первое время на студентов-иностранцев обрушивается огромный поток новой информации, инокультурной социальной и лингвистической сре-

ди, а він практично не має навичок швидко, правильно і чітко виражати свої думки вслух.

Вплив куратора на світоглядну і культурну системи студента-іноземця – велика, складна, кропітка, постійна, різностороння і іноді неприємна робота, результати якої видно далеко не відразу. По відношенню до групи куратор виступає і організатором, і методичним керівником, і вихователем, і педагогом-психологом.

З урахуванням сказаного відзначимо, що традиційні підходи до виховної роботи в університеті не можуть залишатися тими самими. Необхідно зрозуміти, що важливим умовою виховання особистості в університеті є наявність концепції виховної роботи з визначенням домінуючої ролі системи кураторства, спрямованої на досягнення головної мети виховної роботи в університеті – створення умов для самореалізації особистості студента-іноземця.

До питання щодо культури мовлення студентів

Бочарова О.О., Матвієнко Х.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Bocharova O. O., Matvienko H. For questions regarding the student's speech culture

Культура мовлення вважають духовним обличчям людини. Основою мовленнєвої культури є грамотність, тобто дотримання загальноприйнятих літературних норм у користуванні лексичними, фонетичними, морфологічними, синтаксичними і стилістичними засобами мови.

Серед лексичних помилок у мовленні студентів найпоширенішими є ті, що стосуються: вживання слів у невласливому для контексту значенні: **заважати** вчитися (а не *мішати* вчитися), **ставитися** до неї з повагою (а не *відноситися* до неї з повагою); уживання слів-паразитів: *ну, значить, так сказати, тобто*; уживання російнізмів: **їдальня** (а не *столова*), **наступний** (а не *слідуючий*) та інші; зловживання іноземними словами, які в українській мові мають відповідники: **перевезення** (а не *транзит*), **особливий** (а не *ексклюзивний*); уживання тавтології: **виконати роботу** (а не *зробити роботу*), **гарантувати безпеку** (а не *забезпечувати безпеку*), **власна думка** (а не *моя власна думка*); сплутування паронімів: **моя домашня адреса** (а не *мій домашній адрес*), **дружня група** (а не *дружня група*); порушення фразеологічної точності: **мова про** (а не *мова йдеться*); **брати участь** (а не *приймати участь*) тощо.

Порушення словотвірної мовної норми маємо внаслідок російщення української мови, підсумком чого (як і в хибах на рівні лексики) є суржик. На словотвірному рівні досить часто можна почути неправильне вживання префіксів: **дозволити** (а не *позволити*), **перевірити** (а не *проверити*), **зіставляти** (а не *співставляти*); ненормативне вживання суфіксів: **постачальник** (а не *поставщик*), **кранівник** (а не *крановщик*); використання суфіксальних моделей замість префіксально-суфіксальних: **завиширки** (а не *шириною*), **завдовжки** (а не *довжиною*); ненормативне вживання слів, утворених способом осново- і словоскладання: **довкілля** (а не *оточуюче середовище*), **численний** (а не *багаточисельний, багаточисленний*), **взаємини** (а не *взаємовідносини*), **залізничний** (а не *залізничний*) тощо.

Культура мовлення проявляється також у правильному наголошуванні слів. Порушуючи правила наголошування слів, ми вдаємося до суржику. Необхідно пам'ятати про те, що особові форми дієслів теперішнього часу однини і множини часто мають наголос на кінцевому складі: **почнемо**, **кажу**, **несу**, але **пишемо**, **надішлемо**, **зайдемо**; віддієслівні

іменники на **-ання** наголошуємо як і дієслова, від яких вони утворені: *читання*, бо *чита-ти*, *писання*, бо *писати*, але *вираження*, *зобов'язання*. Пам'ятаючи про смислорозрізнавальну функцію наголосу, не варто плутати слова: *видання* (про літературу) – *видання* (процес), *обладнання* (устаткування) – *обладнання* (процес). Найбільше порушень щодо наголошування відбувається у словах, що під впливом російського наголосу звучать не за українською літературною нормою: *дрова*, *живопис*, *новий*, *феномен*, *черговий* (не слід вимовляти *дрова*, *живопис*, *новий*, *феномен*, *черговий*) тощо.

Найтипівіші порушення морфологічних норм трапляються в: узгодженні прикметника з іменником на позначення певних професій, посад і звань жінок (правильно – в чоловічому роді): *старший викладач* (а не *старша викладачка*), *провідний інженер* (а не *провідна інженер*); неправильне поєднання числівників з іменниками: *дві гривні* (а не *два гривня*), *чотири львів'янина* (а не *львів'янини* чи *львів'яни*); неправильне утворення наказового способу дієслова: *зробімо перерву* (а не *давайте зробимо перерву*); уживання ненормативних форм дієприкметників та дієприслівників, які слід замінювати іменниками, іменниками із прийменниками (описова конструкція), дієсловами: *довкілля* / *навколишнє середовище* (а не *оточуюче середовище*); *обізнаний студент* / *студент, який добре знає* (а не *знаючий студент*).

Типовими стилістичними помилками є: неправильне вживання усталених словесних формул: *відповідно до*, *згідно з*, (а не *відповідно з*, *згідно до*); уживання розмовної лексики: *академічна відпустка* (а не *академка*), *залікова книжка* (а не *заліковка*); надуживання іншомовними словами, коли є відповідники в українській мові: *доказ* (а не *аргумент*), *звертатися* (а не *апелювати*), *записувати* (а не *фіксувати*), *узгоджувати* (а не *координувати*); неправильне відмінювання прізвищ: *кінотеатр імені О. Довженка* (а не *О. Довженко*), *вірш Т. Шевченка* (а не *Т. Шевченко*); неправильне вживання форм родового відмінка однини іменників чоловічого роду: *документа* (а не *документу*), *факту* (а не *факта*), *диплома* (а не *диплому*) тощо.

А. Коваль у праці “Культура української мови” говорить про існування багатьох причин, що зумовлюють виникнення помилок: це і неповне засвоєння норм літературної мови, і недостатньо уважне ставлення до мовної традиції, і невміння, а іноді й небажання зрозуміти смислові відтінки і стилістичні якості слів, і вплив моди – бажання похизуватися словом чи фразою, які здаються дотепними і виразними, і вплив діалектів та багато іншого. Потрібно усвідомлювати, що розмовляти мовою-калічкою, неприродним гібридом, якому назва **суржик**, – це ознака мовленнєво-мисленнєвого примітивізму, неосвіченості, байдужості до мовної поведінки.

Моделирование как метод научного познания

Дешко Л.К., Пономаренко И.Ю., Дешко Н.А.¹

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. Лазаряна, 1 - Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара)

Deshko L. K., Ponomarenko I. Y., Deshko N. A. paradigm creation as scientific cognition method

В настоящее время одним из основных инструментов математизации научного познания становится математическое моделирование. Поскольку философия всегда учитывает заинтересованность человека в результатах познавательной деятельности, то естественно, что ее специфику определяют прежде всего в том, что она является теоретической формой разрешения мировоззренческих проблем, способом фиксации и формой естества глубинных жизненных смыслов и стремлений. Растущий интерес философии и методологии познания к проблеме моделирования был вызван тем значением, которое этот метод занял в современной системе знаний, и, прежде всего в физике, химии, биологии, кибернетике,

технических и социогуманитарных науках. В то же время, усиление математизации научных теорий, их уровень абстрактности и сложности тесно связан с усилением значения и роли философских методов, без которых не может обходиться ни одна наука. Т. о. нельзя в настоящее время назвать какую-то область человеческой деятельности, в которой в той или иной степени не использовались бы методы моделирования.

Исходя из философских аспектов моделирования, а точнее общей теории моделирования, методологическую основу моделирования можно увидеть в следующем. Все то, на что направлена человеческая деятельность, что существует в нас и независимо от нашего сознания называется объектом (лат. *objectum* – предмет), он является предметом познания. Разработка методологии направлена на упорядочение получения и обработки информации об объектах, которые существуют вне нашего сознания и взаимодействуют между собой и внешней средой.

Как известно, в научных исследованиях большую роль играют гипотезы, то есть определенные предсказания, основывающиеся на небольшом количестве опытных данных, наблюдений, догадок. Быстрая и полная проверка гипотез может быть проведена в ходе специально поставленного эксперимента. Без гипотез невозможно развитие современных научных знаний. При формулировании и проверке правильности гипотез большое значение в качестве метода суждений имеет аналогия, имеющая определенную познавательную ценность. Необходимо отметить, что понятия существенности и несущественности сходства или различия объектов условны и относительны. Существенность сходства (различия) зависит от уровня абстрагирования и в общем случае определяется конечной целью проводимого исследования. Современная научная гипотеза создается, как правило, по аналогии с проверенными на практике научными положениями. Таким образом, аналогия связывает гипотезу с экспериментом. Моделирование включает в себя выводы по аналогии как неотъемлемую часть. Аналогия полезна уже тем, что она наводит на догадки. А в этом – цель моделирования.

Гипотезы и аналогии, отражающие реальный, объективно существующий мир, должны обладать наглядностью или сводиться к удобным для исследования логическим схемам. Такие логические схемы, упрощающие рассуждения и логические построения или позволяющие проводить эксперименты, уточняющие природу явлений, называются моделями. Другими словами модель (лат. *modulus* - мера) – это предмет, который является непосредственным объектом или заместителем объекта-оригинала, прототип, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала. Моделирование базируется на умозаключении по аналогии. Моделирование может быть определено как представление объекта моделью для получения информации об этом объекте путем проведения экспериментов с его моделью. Здесь в основе лежит мысль, что модель есть средство познания, а главным ее признаком является отображение. Теория замещения одних объектов (оригиналов) другими объектами (моделями) и исследование свойств объектов на их моделях называется теорией моделирования.

Определяя гносеологическую роль теории моделирования, то есть ее значение в процессе познания, необходимо, прежде всего, отвлечься от имеющегося в науке и технике многообразия моделей и выделить то общее, что присуще моделям различных по своей природе объектов реального мира. Это общее заключается в наличии некоторой структуры (статической или динамической, материальной или мысленной), которая подобна структуре данного объекта. В процессе изучения модель выступает в роли относительно самостоятельного квазиобъекта, позволяющего получить при исследовании некоторые знания о самом объекте. Модель и оригинал не тождественны, а только сходны. Это тем более относится к модели мыслительной формы и оригиналу. Если результаты моделирования подтверждаются и могут служить основой для прогнозирования процессов, протекающих в исследуемых объектах, то считается, что модель адекватна объекту. При этом адекватность модели зависит от цели моделирования и принятых критериев.

Таким образом, в целом моделированием можно назвать метод опосредованного познания, при котором изучаемый объект-оригинал находится в некоем соответствии с другим объектом-моделью. При этом модель способна в том или ином отношении замещать оригинал на некоторых стадиях познавательного процесса. Стадии познания, на которых происходит такая замена, а также формы соответствия модели и оригинала могут быть различными:

- моделирование как познавательный процесс, содержащий переработку информации, поступающей из внешней среды, о происходящих в ней явлениях, в результате чего в сознании возникают образы, соответствующие объектам;

- моделирование, которое заключается в построении некоторой системы-модели (второй системы), связанной определенными отношениями подобия с системой-оригиналом (первой системой). Причем в этом случае отображение одной системы в другую является средством выявления зависимостей между двумя системами, отраженными в соотношениях подобия, а не результатом непосредственного изучения поступающей информации.

Обобщая вышеизложенное закономерно утверждать, что с точки зрения философии моделирование – это прежде всего эффективное средство познания природы, окружающего мира, которое предполагает наличие:

- объекта исследования;
- исследователя, перед которым поставлена конкретная задача;
- модели, создаваемой для получения информации об объекте и необходимой для решения поставленной задачи.

Исследователь же по отношению к модели является, по сути дела, экспериментатором, только в данном случае эксперимент проводится не с реальным объектом, а с его моделью.

Невербальные средства в преподавании русского языка как иностранного

Заваруева И.И.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Zavaruyva I.I. Nonverbal means in teaching Russian as a foreign language

Одной из актуальных проблем в преподавании иностранного языка сегодня является необходимость более глубокого изучения мира его носителей. Без понимания социально-экономических систем, знания культур, изучения традиций, которые сформировали образ мышления тех людей, с которыми предстоит взаимодействовать, невозможно изучить язык как средство общения. В современном языкознании, культурологии, в методике преподавания иностранных языков межкультурная коммуникация является объектом пристального внимания ученых. Среди работ в области коммуникации культур следует назвать труды Верещагина Е.М., Игнатовой И.Б., Костомарова В.Г., Митрофановой О.Д., Фурманова В.П., Бахтина М.М., Тер-Минасовой С.Г., Афанасьевой И.Н., Бусыгина А.Г., Бусыгиной А.Л., Грекова А.А. и другие.

Как считает С.Г. Тер-Минасова, в основе любой коммуникации лежит «обоюдный код», обоюдное знание реалий, знание предмета коммуникации между участниками общения (Тер-Минасова С.Г., 2000), поэтому изучение и преподавание иностранного языка должно осуществляться в тесной связи с миром носителей изучаемого языка, в неразрывном единстве с культурами народов, использующих эти языки в качестве средства общения. Только таким образом можно обеспечить изучающим иностранные языки необходимые фоновые знания, без которых невозможно реальное общение. В каждой стране люди

общаются по-разному: в соответствии со своими обычаями, традициями, менталитетом. В процессе общения важная роль принадлежит культуре общения, к которой относится не только форма речи, но и её невербальная составляющая (телодвижения, мимика, жесты и т.п.). Иностранный студент, впервые оказавшийся в новой социокультурной среде, ещё не зная языка, может инстинктивно (на уровне жестов и мимики) воспринимать определенную информацию. Нередко мимика или жест воздействуют на адресата сильнее всяких слов — побуждают к действию или, наоборот, к релаксации. Жест сообщает то, что находится между строк и делает общение более полным и ярким.

Одним из важнейших качеств педагога является его умение организовать взаимодействие с учащимися не только вербально, но и невербальными средствами. При организации обучения русскому языку иностранных учащихся нужно учитывать, что речевые жесты национально и социально обусловлены: у разных народов разные жесты служат для выражения одного чувства, а одно и то же движение руки может обозначать разное — от гнева до изумления; жест, принятый в определенной социальной среде, может вызвать осуждение или непонимание в других коллективах. Учет этого фактора имеет значение и для правильной организации общения преподавателя с иностранными студентами, а также является неотъемлемым компонентом овладения русским языком иностранными студентами. Таким образом, во избежание недоразумений параллельно с другими аспектами русского языка, необходимо знакомить иностранных учащихся с характерными для русских жестами и мимикой. При включении национально-культурного компонента в содержание обучения иностранному языку нужны адекватные средства для его усвоения. Такими средствами могут быть, прежде всего, аутентичные материалы: литературные и музыкальные произведения, предметы реальной действительности и их иллюстративные изображения, которые больше всего могут приблизить учащегося к естественной инокультурной среде. Конечно, преподавателю русского языка как иностранного необходимо учитывать, что существуют национальные различия в использовании жестов. Но, тем не менее, не зная языка другой страны, он может объясниться с иностранными студентами именно с помощью жестов. Значит, существуют какие-то общие правила их применения и расшифровки. Каждому, например, понятно, что поднятая рука означает призыв к вниманию, хлопанье в ладоши — одобрение, кивок головой — согласие, угрожающее потрясание кулаком — гнев, пожимание плечами — отсутствие интереса, пассивность, зевок — скуку, движение рукой ладонью к себе — просьбу подойти и т. д.

Из-за недостаточного владения лексикой, иностранные студенты, впервые оказавшиеся в новой социальной среде, испытывают чувство тревоги, беспокойства, связанные с рядом психологических причин, о которых они не всегда могут рассказать преподавателю. Красноречивее слов будут их жесты. Нужно только уметь замечать посылаемые сигналы. Внимательный преподаватель по жестике учащихся студентов может определить их эмоциональное состояние. Каждая эмоция по-особому влияет на телодвижения, замедляя или ускоряя их. Например, радость, приподнятое настроение делают движения быстрыми, экспансивными, ритмичными, выразительными. При депрессии, наоборот, движения человека становятся медленными, нерешительными, приступ гнева проявляется в задержке дыхания и смыкания губ. Различными способами могут также выражаться недовольство, досада или отвращение. Наличие подобных жестов и телодвижений у студента свидетельствует о возникновении перед ним психологических барьеров.

Преподавателю русского языка как иностранного необходимо выработать свою определенную стратегию и тактику, которая поможет снять психологические трудности, создать условия, при которых студенты будут чувствовать себя психологически комфортно в инокультурном окружении. Знание культурно-обусловленных сценариев поведения (норма, которой носители языка, принадлежащие к определенной культуре, обычно руководствуются при коммуникации (Вежбицкая А., 1990)) дает возможность расшифровать

увиденное и услышанное, помогает понять окружающих. В отсутствие невербальных средств общения процесс коммуникации оказывается **неполноценным**.

Таким образом, используя невербальные средства общения, преподаватель повышает эффективность учебного процесса, создаёт положительный тонус общения, устанавливает и сохраняет контакт, влияет на речевую активность учащихся, способствует запоминанию учебного материала.

Обратная связь в речевой деятельности

Заниздра О.А.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна)

Zanizdra O.A. Feedback in dialogical speech

В структуре речевой деятельности выделяют три основных уровня: мотивационный, ориентировочный и исполнительный. К первому уровню относится совокупность внутренних мотивов, обусловленных коммуникативной ситуацией. Второй уровень представляет собой отбор средств и способов формулирования мысли. Третий уровень – это реализация какого-либо вида речевой деятельности.

Конечным звеном в структуре речевой деятельности должно выступать установление обратной связи и анализ обратной реакции, сопоставление с ожидаемым результатом и принятие решений относительно дальнейшего протекания речевой деятельности и коммуникации в целом. Хотя ‘речевая деятельность’ и ‘коммуникация’ не тождественны. Речь – это лишь одна из форм коммуникации.

Интеракция – это особый вид речевой деятельности, составляющий основу коммуникации. Он заключается в поочередной смене ролей коммуниканта и реципиента. Сказав что-то, коммуникант ожидает получить подтверждение того, что он был понят. Он ожидает ответной реакции своего собеседника, анализирует её и выстраивает дальнейшее высказывание исходя из этого анализа. Таким образом, структура речевой деятельности в контексте интеракции не завершается на исполнительном этапе. Результат этой деятельности, включающий наличие обратной связи, является её логическим продолжением.

Чтобы увидеть механизм действия обратной связи, следует обратиться к модели интерактивной межличностной коммуникации. Каждый коммуникант имеет своё представление о результатах отдельных частей коммуникативного акта и о результатах коммуникации в целом. Если достигнутые результаты соответствуют ожиданиям коммуниканта – коммуникацию можно считать успешной. Если нет, то возникает противоречие, которое коммуникант пытается разрешить в процессе дальнейшей коммуникации. Такая структура формируется благодаря механизмам речевой деятельности – осмыслению и опережающему отражению. Рефлексия в процессе устной коммуникации происходит на нескольких уровнях: на речевом уровне самоанализа, на уровне анализа мимики, на уровне анализа вербальной и невербальной реакции.

При письменной речи в условиях интеракции, имеющей отсроченный характер, обратная связь будет осуществляться: на уровне анализа собственной письменной речи и на уровне рефлексивного канала (анализа предположительной реакции читающего). При письменной непосредственной интеракции (например, в чатах, icq и т.п.) выделяются следующие уровни: анализ собственной письменной речи и анализ непосредственной реакции собеседника. Кроме того, происходит анализ экстралингвистической реакции, который в данном случае более затруднён, чем при речевом визуальном общении. При интерактивном письме это возможно благодаря использованию особого порядка слов,

грамматических форм, междометий, нетрадиционного использования строчных и прописных букв, знаков препинания, дополнительных символов эмотиконов.

Обратная связь осуществляется под влиянием тех же факторов, что и коммуникация в целом: социальные роли коммуникантов, специфика передаваемой информации, предполагаемая и фактическая обратная реакция, социокультурные фоновые знания, особенности коммуникативной ситуации и др.

Розвиток особистісного потенціалу як основа людського потенціалу

Зимівець Н.В.

(Київський університет імені Бориса Грінченка)

Одна з найбільш актуальних проблем соціальних і гуманітарних наук – проблема розвитку особистісного потенціалу – в останні роки розробляється в рамках концепції «розвитку людського потенціалу».

У Програмі розвитку ООН поняття «потенціал» визначається як «здатність людей, організацій і товариств до послідовного виконання певних функцій, вирішення проблем і постановки цілей». Приймаючи це визначення за основу, науковці сформулювали таке визначення поняття «людський потенціал»:

Людський потенціал – сукупність можливостей окремих осіб, суспільства, країни, які можуть бути приведені в дію та використані для вирішення певних завдань і досягнення поставлених індивідуальних і суспільних цілей як інструментальних, пов'язаних із забезпеченням необхідних умов життєдіяльності, так і екзистенціальних, що включають розширення самих потенцій людини і можливостей її самореалізації.

Людський потенціал нерозривно і двобічно пов'язаний з діяльністю, яка, з одного боку, лежить в основі його формування, а з іншого – служить формою його реалізації.

У процесі формування людського потенціалу створюються умови, підстави, на яких «вирастає» людина з її здібностями, тобто здатністю до дії. Тут рух іде від суспільства до людини. Коли ж виникає проблема реалізації людського потенціалу, рух іде у зворотному напрямі – від людини до суспільства. Акцент на людській активності, її самовираженні, вияві здібностей, рівня знань і вмінь, культурі, особистих якостях, тобто самоактуалізації особистості або готовності до дій.

З урахуванням цих міркувань, людський потенціал являє собою інтегральну характеристику життєздатності суспільства (країни, держави) як суб'єкта власного відтворення, розвитку і взаємодії з іншими товариствами.

Для оцінки людського потенціалу було розроблено (в рамках досліджень, що проводяться ПРООН), так званий Індекс розвитку людського потенціалу (ІРЛП), який представляє собою систему з трьох кількісно вимірюваних показників розвитку людини:

- довголіття (вимірюється показником очікуваної тривалості життя при народженні);
- отримання освіти (вимірюється показниками рівня грамотності дорослого населення й охоплення населення трьома ступенями освіти (початковим, середнім і вищим);
- підтримання гідного рівня життя (вимірюється показником перетвореного ВВП за паритетом купівельної спроможності на душу населення).

У сукупності дані елементи (показники) є моделлю людського розвитку, в основі якої лежить принцип безумовності вибору, згідно з яким кожна людина, маючи перед собою можливість вибору, безумовно, віддасть перевагу більш довгому життю, більш високому рівню освіти і більшому матеріальному достатку.

Досягнення в кожній з цих трьох областей спочатку оцінюються у відсотках від ідеальної, в жодній країні ще не досягнутої, ситуації: очікуваної тривалості життя, грамотності й охоплення населення освітою всіх трьох ступенів; реального ВВП на душу населення на рівні. Потім обраховується просте середнє з цих трьох індексів. Індекс розвитку

людського потенціалу, таким чином, відображає середній рівень забезпечення країною базового людського потенціалу і свідчить про те, скільки ще належить зробити країні в цьому напрямку. Це дозволяє, з одного боку, оцінювати ефективність зусиль соціальної політики держави, а з іншого, корегувати цю політику.

Починаючи з 1990 р. Програма розвитку ООН (ПРООН) видає щорічні всесвітні «Доповіді про людський розвиток», в яких робить порівняльний аналіз прогресу як окремих країн, так і груп країн у цій галузі. Залежно від значення ІРЛП країни прийнято класифікувати за рівнем його розвитку: високий (0,8-1), середній (0,5-0,8) і низький (0-0,5) рівень. Змістовний сенс показника ІРЛП такий: чим він ближче до одиниці, тим вище можливості для реалізації людського потенціалу завдяки зростанню освіти, довголіття і доходу. Причому нижньою межею розвинених країн вважається значення ІРЛП, рівне 0,8001.

Відповідно до Доповіді ПРООН за 2011 рік значення ІРЛП України за 2011 рік дорівнює 0,729, що ставить країну на 76 позицію з 187 країн і територій. Розвиток людського потенціалу – це і основна мета, і необхідна умова прогресу сучасного суспільства. Це і сьогодні, і в довгостроковій перспективі абсолютний національний пріоритет кожної країни світу.

Слід зазначити, що людський потенціал залежить від двох груп чинників: суспільних та особистісних. Першу групу чинників умовно можна назвати зовнішніми, вони характеризують умови, які створюються в суспільстві для розвитку, збереження і використання людського потенціалу. Чим більше можливостей, освітніх, інтелектуальних, інформаційних, матиме кожен член суспільства, чим кваліфікованіші і працездатніші будуть працівники, тим вище інтелектуальний ресурс всієї нації та держави, тим динамічніше темпи зростання економіки, тим більші можливості суспільства. Друга група – це, умовно кажучи, внутрішні чинники, які характеризують ціннісно-мотиваційне підґрунтя людського потенціалу.

У першу чергу, від людини (її цінностей, потреб, бажань і прагнень) залежить, чи використає вона повною мірою свою якісну освіту, гарне здоров'я та фінансові можливості на користь суспільству.

Варіанти імені Григорій та похідні прізвища від них у реєстрі Війська Запорозького 1649 р.

Іващенко Г.Л.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені акад. В. Лазаряна)

Ivashenko G. Options name and derivative Gregorious surnames from them in the registry Cossack Army 1649

In theses analysed variants of the masculine name Grigoriy, fixed in the historical source of the XVII age, which a register of Zaporozkogo's Army, and derivatives, is from them the last names of cossacks, widespread and today in Ukraine

“Реєстр Війська Запорозького” 1649 р. (далі Реєстр) є унікальним історичним джерелом доби Хмельниччини, якого відомий історик Ярослав Дзира назвав “диктантом для цілого народу”. Кілька слів про сам Реєстр. У серпні 1649 р. козацько-татарські загони блокували у фортеці Збараж (нині Тернопільська обл.) значні польські з'єднання, на допомогу яким поспішав недавно обраний король Ян Казимир II. Вдалим зустрічним маневром Богдан Хмельницький оточив під Зборовом і “рятівників”. Ішло до того, що полону не уникнув би і сам король, але поляків від розгрому врятували козацькі союзники – татари. Хан Іслам Гірей вивів з бою своїх джигітів і, відробляючи польського хабара (?), на поліг на

переговорах. Хмельницький скорився (а може і сам того ж хотів?) і підписав 8 (18) серпня 1649 р. у таборі під Зборовом мир, одним із перших пунктів якого був дозвіл гетьманові мати 40-тисячне військо. Списки (реєстри) сотенні та полкові канцелярії склали оператив-но і уже на 16 жовтня всі 37 745 імен та прізвищ були зведені в єдиний реєстр Генераль-ною Військовою Канцелярією.

Оправлену в палітурку червоної шкіри теку “Реєстра всього войска перегляду споря-дженого” восени того ж 1649 р. козацька депутація подала для ратифікації на сеймі. З по-чатком 1651 р. війна розбурхалася знову, Зборівські статті *de facto* поляками ігноруються, а червона сап’янова книга надовго лягла на архівні полиці. Улітку 1842 р. (майже через 200 років) історик Осип Бодянський побачив у Варшаві у колекції письменника, любителя старовини, Андрія Стороженка “Реєстри”, які через різні обставини тільки 1874 р. були опубліковані у другій та третій книгах “Чтений в императорском обществе истории и древностей Российских при Московском университете”, ставши доступним та безцінним джерелом для широкого кола дослідників. Фотокопією цього видання користувалися ми у роботі над пропонованими тезами. Принагідно скажемо, що “Реєстри” з передмовою та ґрунтовними науковими коментарями були перевидані 1995 р. Інститутом української ар-хеографії та джерелознавства.

Реєстр 1649 р. – це не просто список *Homo sapiens sapiens* чоловічої статі. Це поімен-ний перелік (якої-не-якої) національної еліти звитяжної, трагічної, героїчної, пасіонарної доби. Це персоніфікована народна маса – рушійна сила паніматики Історії.

Працюючи з Реєстрами, ми вирішили “викликати” з минулого козаків іменем Григо-рій. Чому саме їх? Ім’я Григорій (з грец. невсипущий) було чи не найпопулярнішим чоло-вічим, парубоцьким іменем в українських піснях, приказках, прислів’ях. Популярність йо-го була настільки великою, що воно стало навіть епонімом – загальним іменем українців. Так, відомий державний та військовий діяч Речі Посполитої кінця XVI – початку XVII ст. Станіслав Жолкевський презирливо називав козаків “грицями”. “Не хочу з грицями вою-вати, нех ідуть до ріллі, альбо свині пасти” – говорив пан Станіслав, не бажаючи мати ко-заків союзниками у кампанії 1620 р. проти турків, у якій і наклав головою. Окрім того, Григорії XVII ст. є тезками автора пропонованих тез.

Перерахувати кожного Григорія не було рації, досить встановити пропорцію цього імені до загального числа козаків у кількох сотнях різних полків. Вибрані були сотні: Ме-жиріцька Канівського полку, третя Ніжинська Ніжинського та Золотоніська Черкаського полку не випадково – тут записані тезки автора “у квадраті” – Григорії Іващенко, а також дві сотні Полтавського полку, бо в місці Полтава мешкав герой історичного роману Ліни Костенко “Маруся Чурай” Грицько Бобренко, герой відомої пісні “Ой, не ходи, Грицю, та й на вечорниці”. Напівлегендарний хорунжий Бобренко мав би бути у реєстрі, бо за версі-єю авторки роману козаком був значним, з поважним послужним списком: “був на Пиляві і на Жовтих Водах, під Корсунем і Збаражем був теж”.

Однак, Григорія Бобренка, отруєного 1652 р. Чураївною у Григорій реальному Ре-єстрі немає, хоч і без пана хорунжого Григоріїв у Полтаві рясно: з 245 козаків першої сот-ні їх 13 (5,3 %), поступилися вони тільки Іванам, яких аж 26 (10,6 %), зате обійшли най-ближчих конкурентів – Хведорів (Федір, Хвесь, Хвесько), котрих 10 (4,1 %). Друга сотня чисельно менша, в ній 197 козаків, зате питома вага Григоріїв більша, їх 12 (6,1 %), Іванів менша – 18 (9,1 %). Івана перші і в Золотоніській сотні, їх 14 (8,2 %) від загального числа 169, Григоріїв – 13 (7,6 %), Василів (ім’я брата автора) 10 (5,9 %), Федорів (ім’я прадіда автора) 9 (5,3 %). Обійшли Василі Григоріїв у Межиріцькій сотні – їх 13 (8,9 %) зі 146 чо-ловік, Григоріїв 12 (8,2 %). Івани і тут перші – 14 (9,5 %), а от Федорів тільки 3 (2 %). І лише у третій Ніжинській сотні (99 чоловік) Григорії четверті – їх троє (3,03 %), попереду Федори – 7, Василі – 5 та правофлангові Івани – 14.

Але цікавою є не суха цифірь, а розмаїття варіантів імен. Сьогодні, як би тебе не на-зивали рідні, друзі, колеги, студенти, для чиновника існує лише єдиний варіант: Григорій.

А от писарі і писарчуки 1649 р. заносили всі варіанти, чим робили козацьку масу живою, неодноманітною, індивідуальною: Гриша, Гринь, Гринєць, Грицько, Гринко, Гришко, Григор, Грицук, Грин, Гриць, Гришка, Григорей, Григорій, Гришай, Кгриморча, Кгриморій, Грищанко, Гриш, Грицик. 19 варіантів. У кожному імені проявилися характер, темперамент носія, ставлення до нього оточення, зовнішність. Останній – саме Грицик, а не ін-ак, тому що на прізвище він Маленький!

Ще багатший словник прізвищ, похідних від імені: Григоєнко, Грицько, Григорів зять, Гришкович, Григорієвич, Григоревич, Гриценко, Грищенко, Григорець, Грицькович, Гришченко, Григоренко, Гриненко, Грисченко, Гринченко, Гринченко, Гриченко, Грицьків, Гришковий, Грицовченко, Грицченко, Гринященко, Грисенко, Гришаєнко, Грицовченко, Грицченко, Кгримгорченко, Кгримгорчий, Кгримгор, Григоров зять, Гриньченко, Гриненченко. 32 хвемілії – прізвища – прізвиська, здебільшого родичів, синів та зятів моїх тезок, об'єднаних кривавою боротьбою за майбутнє, за кращу долю для себе і внуків-правнуків.

Становлення залізниці в Катеринославській губернії

Камінський Р.З., Артем'єв М.С., Кобилянський М.Ю.
(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Необхідність проведення залізниці в місцевості, де тепер пролягає Придніпровська (Катеринославська) залізниця відчувалась набагато раніше її будівництва. Ще на початку 70-х років XIX століття місцевий землевласник Олександр Миколайович Поль звернув увагу на виявлення багатих родовищ залізної руди в місцевості Кривий Ріг Херсонської губернії й з метою її розробки створив компанію капіталістів. Одночасно с цим О. М. Поль порушив перед владою клопотання про будівництво залізниці, яка могла би з'єднати кам'яновугільні родовища Донецького басейну з відкритими покладами залізної руди і дала би цим вантажам вихід на захід, примкнувши до однієї з найближчих станцій Харків-Миколаївської залізниці.

Крім вказаних природних багатств губернії, забезпечуючи безсумнівний і значний дохід, також і в клопотанні земського зібрання вказувалось, що місто Катеринослав обіцяє бути крупним центром для перероблювальної промисловості й вже в той час виготовляла для вивозу за межі міста 1 500 000 пудів борошна. Зважаючи на таке клопотання Катеринославського земства і повторення клопотань невтомного О. М. Поля, влада зважилась, нарешті, задовольнити потреби краю і 22-го квітня 1875 року було «височайше» затверджено проект залізничного шляху в вигляді двох окремих ділянок:

1) від станції Хацапетівка, збудованій на той час в Донецькій кам'яновугільній залізниці, до станції «Синельникове» Лозово-Севастопольської залізниці;

2) від м. Катеринослава через містечко Кривий Ріг до станції «Казанка» (суч. ст. «Долинська») Харків-Миколаївської залізниці.

Однак цьому проекту не суджено було незабаром здійснитися. Прийдешня війна 1877-1878 років, зосередившись на собі весь клопіт влади, змусила відкласти на задній план всі інші інтереси внутрішньої політики. По закінченню ж війни проект Катеринославської залізниці був повністю забутий і нові клопотання О. М. Поля ще довго залишались безуспішними, поки, на кінець, наступна хвиля неврожайних років в Катеринославській губернії і необхідність доставити голодуючому населенню продовольства, не надали владі думки приступити до будівництва залізниці, за яку так довго клопотали О. М. Поль та Катеринославське земство. Після складання з цією метою декількох проектів майбутніх напрямків залізниці було вибрано кінцеве направлення ліній, від ст. «Ясиновата» Донець-

кої залізниці до ст. «Синельникове» Лозово-Севастопольської залізниці та від ст. «Катеринослав» (суч. ст. «Нижньодніпровськ») тієї ж залізниці, розташованої на лівому березі р. Дніпро з переходом через Дніпро мостом довжиною 1247 метрів до ст. «Долинська» Харьково-Миколаївської залізниці. Головною цілю побудови вище згаданої залізниці було перевезення залізної руди та інших мінеральних багатств краю поблизу містечка Кривий Ріг. Цій залізниці з початку було присвоєна назва «Криворізька», але згодом вона була перейменована на «Катеринославську», в пам'ять імператриці Катерини II, за час правління якої було приєднано до Російської імперії Новоросійський край.

До будівництва залізниці приступили в травні 1881 року і 18 травня 1884 року вона була введена в експлуатацію. Будівництво проводилось під керівництвом начальника робіт, інженера шляхів сполучень В.А. Тітова, а першим Начальником Катеринославської залізниці був інженер шляхів сполучення А.А. Верховцев, який займав цю посаду до своєї смерті, тобто до 18 листопада 1900 року.

Першочергово, тобто до відкриття залізниці, було побудовано головних шляхів й гілок всього 505,54 км. а саме: Східний – ст. «Ясиновата» Донецької залізниці до ст. «Синельникове» Лозово-Севастопольської залізниці, і Західний – від ст. «Нижньодніпровськ» Лозово-Севастопольської залізниці до ст. «Долинська» Харьково-Миколаївської залізниці і гілки Юзівська - від ст. «Авдіївка» до ст. «Юзове» Донецької залізниці, з'єднувальна, від ст. «Синельникове» до поста №2 (тогочасний склад лісоматеріалів) на Східній ділянці Катеринославської залізниці, Кайдацька - від ст. «Катеринослав» до пристані на березі Дніпра, біля поселення Кайдаки, Каменська від ст. «Запоріжжя» до Шпального заводу на березі Дніпра (суч. ст. «Тритузна») і Саксаганська від ст. «Кривий Ріг» (суч. ст. «Долгинцево») до ст. «Саксагань» (суч. «Карнаватка») протяжністю 7,85 км. Крім того було улаштовано 29 станцій, 25 роз'їздів та укладено 106,31 км. станційних шляхів. В такому складі Катеринославська залізниця почала функціонувати в травні 1884 року.

Новозбудована залізниця з'єднала Донецький кам'яновугільний басейн з Криворізькими залізрудними районами при ст. «Карнаватка», таким чином донецьке вугілля отримало вихід на Південно-Західну залізницю і в Миколаєві–Порт, залізні руди на схід та на заводи Привіслянського краю через ст. «Знам'янка» і зерно в Миколаїв–Порт.

Будівна вартість залізниці склала суму обсягом 30 900 000 руб., враховуючи що одна верста головного шляху і гілок обійшлись в середньому біля 65 600 руб. А включаючи вартість Дніпровського мосту біля 3 960 000 руб., верста залізниці обійшлась приблизно 57 240 рублів.

До кінця 1888 року змін у складі мережі Катеринославської залізниці не відбулося.

В грудні 1888 року була завершена й здана в експлуатацію Богодухівська гілка, від станції «Ясиновата» до Богодухівських кам'яновугільних копалин (суч. ст. «Мушкетова»). Того ж місяця 1889 року відкритий рух по Кальміуській гілці, приєднаної до Богодухівської біля ст. «Щеглівка II-а», обслуговуючої Мушкетівський вугільний район.

У вересні 1891 року розпочато, а в кінці 1892 року завершене будівництво лінії від ст. «Карнаватка» до ст. «Роковата». Ця гілка, являла собою продовження Саксаганської лінії («Долгинцеве» - «Карнаватка») й відкрита для правильного товарного і пасажирського руху 14 листопада 1893 року. Вона отримала вагоме значення для металургійної промисловості, сполучивши багаті Саксаганські копалини з загальною мережею залізниць.

Важливим моментом в історії Катеринославської залізниці є приєднання до неї 627 км. Донецької залізниці. Донецька залізниця загальною протяжністю 878 км. була побудована приватним підприємством і відкрита для руху в період 1878-1879 років, тобто за п'ять років до відкриття Катеринославської залізниці. Головна частина мережі Донецької залізниці являла собою вузол з чотирьох ліній, які з'єднуються на ст. «Дебальцеве», а саме на Луганськ, Звірево, Попасно, і далі на Краматорівку та на Хацапетівка. Від Хацапетівка лінія розгалужувалась на ст. «Микитівку» до Курсько-Харьково-Азовської (К.Х.А.) залізниці й на Ясиновата, а далі на ст. «Константинівку» К.Х.А. залізниці та на Маріуполь.

Таким чином Донецька залізниця охопила своїми лініями великий Донецький кам'яновугільний басейн, давши вугіллю вихід до Маріупольського Порту і три виходи до К.Х.А. залізниці на станціях «Краматорська», «Микитівка» та «Константинівка».

Через 14 років експлуатація Донецької залізниці була передана в казну й розділені між Катеринославською й Курсько-Харьково-Севастопольською залізницею, причому менша частина протяжністю 252 км. приєднана до Катеринославської залізниці яка, таким чином в 1893 році стала майже удвічі більшою (з 643 до 1293.5 км.).

З'єднання Катеринославської і Донецької залізниць, з яких перша обслуговувала залізничний, а друга кам'яновугільні райони, в руках одного господаря, дало змогу об'єднати діяльність цих двох залізниць, органічно між собою пов'язаних, усунути зайві затримки вантажів, неминучий при передачі їх з залізниці на залізницю.

Короткий огляд діяльності та розвитку Катеринославської залізниці за час її існування того часу, надає нам картину грандіозного росту дороги в усіх її областях. З невеликої колійної дороги довжиною у 498 км., Катеринославська залізнична дорога перетворилася в одну з надвеликих доріг, яка охопила п'ять губернь та стала другою, на той час, по кількості перевезень на Російській залізничній дорозі. В зв'язку з ростом залізниці Катеринославська губернія з бідної степної, стала одною з найбільш заселеної та промислової губернії в той час на півдні Росії, з найбогатшою гірничо-заводською та металургійною промисловістю і стала центром, куди сходилися величезні вітчизняні та іноземні капітали, де з'явилася робота для багатьох тисяч робочих рук.

Історичний досвід перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом на Катеринославщині

Камінський Р.З., Сокол О.В., Кобилянський М.Ю.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Історія війн показує, що залізничний транспорт має важливе оборонне значення. Це визначається тим, що він може перевозити велику кількість особового складу і військових вантажів на значно велику відстань, з більш великою швидкістю і незалежно від кліматичних умов. Крім цього, залізничні шляхи – найбільш надійний засіб, який забезпечує регулярність, точність і терміновість перевезень, а залізничний транспорт дозволяє забезпечувати тісний зв'язок між фронтом та тилом, значно підвищити маневрову здатність армії, прискорити темпи мобілізації і зосередження військ.

Вказуючи на невичерпні багатства Катеринославського краю, різного роду мінералів, прихованих в надрах землі місцевий землевласник О. М. Поль передбачив цьому краю блискуче майбуття в промислово-заводському відношенні яке залежало тільки від проведення залізниці. Але клопотання відразу немало успіху в наслідок сумнівів влади в достатній рентабельності запроектованої залізниці. З поміж цього природні багатства краю, як в гірничо-промисловому, так в сільськогосподарському відношеннях, настирливо вимагали улаштування зручних шляхів сполучення. В слід за О. М. Полем, Катеринославське губернське земське зібрання виступило з клопотанням перед владою про будівництво залізниці, яке клопотало головним чином, за з'єднання станцій «Катеринослав» (суч. «Нижньодніпровськ») Лозово-Севастопольської залізниці зі станцією «Казанка» (суч. ст. «Долинська») Харьков-Миколаївської залізниці. Між різними доводами приведеними земством на захист запроектованої залізниці, вказувалось також на значні життєві сили краю.

З історії становлення та розбудови залізниці в Катеринославській губернії яскраво видно, що взаємодія залізниці та промислових підприємств спирається на досвід перевезень небезпечних вантажів, зокрема в умовах виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру та під час ведення бойових дій. Це підтвердила Франко - Пруська війна 1870-

1871 рр., яка розкрила ряд нових тенденцій, що проявилися у військовій справі. Насамперед це суттєвий ріст чисельності армій і перетворення залізниць у важливий фактор, здатний здійснити великий вплив на хід і результат війни.

Необхідність будівництва залізниць, яка б оперативно реагувала на потреби ліквідації надзвичайних ситуацій, виникла також у часи Кримської війни. На той час всі міста і поселення Катеринославської губернії слугували головними продовольчими пунктами та лазаретами для всієї армії. Катеринославська губернія щорічно виділяла великі суми на влаштування шосейних шляхів, тому у ті часи питання О. М. Поля про будівництво залізниць набуло сенсу з новою силою.

Сьогодні при перевезенні небезпечних вантажів та взаємодії залізниць з промисловими підприємствами, у оперативному реагуванні на надзвичайні ситуації техногенного характеру, слід враховувати досвід тих давніх воєнних часів, досвід Великої Вітчизняної війни, а також ступень та склад вантажу, який може привести до аварійної ситуації, стан рухомого складу, категорію небезпеки вантажу та вплив його на навколишнє середовище.

Таким чином досвід становлення та розбудови залізниць потребує постійного вдосконалення порядку, гарантії та якості перевезення небезпечних вантажів, що тісно пов'язано з перспективою розвитку залізниць в цілому.

Історичні навчальні курси в системі вищої технічної освіти

Ковтун В.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Kovtun V. V. Historical study courses in the higher technical education

Багатовекторне у духовному вимірі сучасне суспільство потребує оволодіння та переосмислення ціннісних установок попередніх поколінь та пошуку нових морально-етичних орієнтирів. В основу освіти третього тисячоліття покладено орієнтацію на фундаментальні цінності, на людину з її особливим привабливим світом, індивідуальними поглядами, власним життєвим досвідом. Освіта, як особлива сфера соціально-культурної практики, формує гармонійно розвинену особистість, базуючись на національному духовному досвіді та загальнолюдських цінностях. Навчальні курси «Історія України» та «Історія української культури», які згідно діючих стандартів є нормативними навчальними дисциплінами у вищих навчальних закладах, виступають базовими у вирішенні цих завдань.

Грунтовні знання з даних дисциплін забезпечують передачу, збереження і відтворення духовного досвіду поколінь, формують особистість, здатну до саморозвитку, з високим рівнем духовності та відповідальності. Історична та культурна спадщина українського народу, національний культурний досвід сприяють осмисленню сутності й змісту загальнолюдських цінностей, виступають дієвим засобом самоідентифікації студентів.

Сучасна система освіти спрямована не тільки на підготовку, але й на постійний розвиток особистості як активного суб'єкта співпраці, пізнання, спілкування. Зміст навчання не зводиться лише до його навчального компонента. Він доповнюється повсякденною самостійною роботою студента по засвоєнню та переосмисленню знань з дисциплін, що вивчаються, з особистісними структурами свідомості, зі збереженням ціннісних власних орієнтацій.

Потреба і здатність самостійно мислити, орієнтуватися в широкому інформаційному просторі, бачити проблеми, знаходити шляхи їх розв'язання реалізується студентами при роботі над творчими завданнями з історичних курсів, при підготовці яких студенти виступають творцями, активними співучасниками процесу пізнання.

Діалогічні ситуації, пізнавальна самостійність студентів, залучення додаткових дже-

рел інформації створюють умови не тільки для засвоєння гуманітарних курсів, але й стають базою для самовдосконалення та професійної самореалізації.

Активізації пізнавальної самостійності, критичності мислення, здатності до творчих пошуків сприяє використання привабливих і швидкозмінних форм подання інформації. Розширення застосування нових технологій навчання відкриває можливості не тільки об'язного подання лекційного матеріалу, але й залучення студентів до підготовки мультимедійних презентацій. Це не тільки розширює їх творчий потенціал, евристичні здібності, але й сприяє свободі самовиявлення, формуванню духовно-моральних якостей студентів. Особливо це дієво на заняттях з «Історії української культури». Засобами мистецтва прищеплюється повага до історико-культурних здобутків українського народу, розуміння неповторності, унікальності особистості, створюється підґрунтя самореалізації творчого потенціалу студентів. Самостійна робота студента як пошуковий процес пізнання формує справді творче мислення, а також уміння і компетентності, необхідні для вирішення професійних завдань.

Система вищої освіти повинна, перш за все, забезпечити розвиток особистості, здатної до саморозвитку, а вже особистість має стати носієм професійних знань. Вирішенню цього завдання сприяє система гуманітарної підготовки вищих навчальних закладів.

Міркування щодо викладання історії України в технічному ВНЗ

Кривчик Г.Г.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Коли на початку 1990-х рр. у вищих навчальних закладах замість курсу історії КІРС було запроваджено викладання історії України, за браком необхідної навчальної літератури її роль виконувало лише відоме популярне видання «Україна. Історія» О. Субтельного. З того часу в розпорядженні викладачів і студентів з'явилося чимало непоганих навчальних посібників і підручників різних авторів, з-поміж яких: О. Бойко, О. Бонь, О. Воронянський, В. Греченко, В. Король, А. Мельник, М. Олійник, В. Остафійчук та ін. Усі вони на належному теоретичному й методичному рівні відобразили в навчальній літературі основні події й процеси вітчизняної історії на всіх її етапах.

Тому ніякою мірою не ставимо під сумнів високу наукову кваліфікацію зазначених авторів навчальної літератури для вищих навчальних закладів. Не поступаючись канадському історика в професіоналізмі, вітчизняні фахівці при цьому виявили кращу обізнаність в українській історіографії й потребах вітчизняної вищої школи. Однак складається враження, що указана література концептуально по суті мало чим відрізняється від твору О. Субтельного, хоча й містить дещо інші трактовки історичних подій і має іншу стилістику. Не відрізняється вона принципово й від шкільних підручників, хоча й подає матеріал у більшому обсязі. Характерно, що один з кращих посібників з історії України, підготовлений ученими Інституту історії України та інших установ НАН України під редакцією В. Смолія (К.: Альтернативи, 1997 р.), як видно з анотації, розрахований одночасно і на учнів середньої школи, і на студентів вищих навчальних закладів. Спільною рисою всієї навчальної літератури з історії України для студентів ВНЗ є те, що в ній робиться спроба охопити весь комплекс питань політичного, соціально-економічного й культурного розвитку країни.

Однак, як це не дивно, саме ця обставина не може не викликати певний сумнів щодо правильності існуючих концептуальних підходів до викладання курсу історії України у технічних ВНЗ, і, відповідно, змісту навчальної літератури. Адже виходить так, що чим докладніше переказуються в навчальній літературі історичні події, тим більш очевидним виглядає протиріччя між великим обсягом фактичного матеріалу, що міститься в ній, і

обмеженим часом, що відводиться на вивчення даної дисципліни в технічних ВНЗ. У більшості з них – 36 аудиторних годин.

Навчальні програми, а відтак і підручники для вищої школи, явно перевантажені фактичним історичним матеріалом. У них висвітлюються, зокрема, питання давньої історії України, історії східних слов'ян, воєнно-історичних подій, антифеодальної боротьби, економічної історії, які вивчалися в загальноосвітній школі, тобто все те, що не здається край обов'язковим у підготовці майбутнього інженера й менеджера. Особливо зайвими виглядають питання з історіографії дослідження, що є обов'язковими для вивчення лише студентами історичного профілю.

З одного боку професору (доценту) необхідно викласти матеріал відповідно до навчальної програми і близько до підручника, відповідно, вимагати цього від студентів, а з іншого – він сильно обмежений у часі. Через це при всьому бажанні й вмінні важко досягти високої ефективності лекцій, зробити їх яскравими. Немає часу для пояснень, для тлумачення складних питань. Майже неможливо зацікавити студентів фактичним матеріалом. Адже набагато більш розгорнутий матеріал вони знайдуть у підручниках. До речі, чи не цим можна пояснити не досить високу, правду кажучи, популярність історичної дисципліни в технічних навчальних закладах, і низький авторитет викладачів даної дисципліни серед студентів.

Крім того, ситуація, що склалася, дає привід деяким фахівцям з інших дисциплін та керівникам вищих навчальних закладів час від часу пропонувати виключити історію України з програм вищої школи й використати часу, що визволився, для вивчення спеціальних дисциплін: історія, мовляв, вивчалася в школі. Певна річ, реалізація цих пропозицій не сприяла б покращенню підготовки студентів і звела б вищу освіту до професійно-технічного навчання. Однак доводиться, на жаль, визнати: подібні пропозиції й закиди не є безпідставними.

Тож визначаючи зміст програми, відповідних підручників, навчальних посібників з історії України для студентів технічних спеціальностей, слід насамперед визначитися з їхньою концепцією й кількістю годин на вивчення дисципліни, виходячи з того, що: а) втілена в підручники й посібники навчальна програма з історії України не може повторювати ані структурно, ані змістовно відповідну програму загальноосвітньої школи; б) кількість аудиторних годин на вивчення історії України у вищих навчальних закладах технічного профілю, на превеликий жаль, навряд чи буде збільшена. За таких умов більш доцільним виглядає застосування до складання програми й посібників з історії України проблемного, а не хронологічного принципу. Можна визначити для вивчення, наприклад, такі теми: «Традиції українського державотворення»; «Формування українського народу й нації»; «Українське козацтво»; «Боротьба українського народу за незалежність»; «Історія революційного руху в Україні»; «Історична географія України»; «Розвиток української національної ідеї»; «Україна – незалежна, суверенна держава»; «Розвиток міжнародних відносин України». (9 лекцій, 9 семінарських занять = 36 аудиторних годин). Дана структура курсу, на мій погляд, дає більше можливостей для глибокого вивчення студентами матеріалу, що сприятиме формуванню в них світогляду й політичної культури, тобто реалізації головної мети даного курсу у вищій школі.

Безумовно, вивчення вказаних тем потребує певної корекції й підходів, і методики викладання навчальної дисципліни. Передусім слід широко використовувати проблемний метод, який: а) вимагає постановку викладачем (на лекціях) запитань і спільний зі студентами пошук відповідей на них (на семінарських заняттях); б) викладення різних точок зору на різні події, формування у студентів розуміння того, що наявність різних точок зору – це нормально для будь-якої науки; в) застосування в аудиторії дискусії при обговоренні найбільш складних питань. Подібних дискусій, зокрема, не можна уникнути при викладанні таких тем, як: походження стародавнього руського народу; початок формування українського народу; роль козацтва і Запорозької січі в історії України; входження Геть-

манщини до Московської держави й значення цієї події; причини поразки Української національно-демократичної революції 1917–1920 рр.; національна політика Радянської держави; діяльність ОУН-УПА в роки Другої світової війни; проголошення державної незалежності України тощо. Певна річ, такий підхід вимагає від викладача не тільки глибоких наукових знань, але й більшої педагогічної майстерності, кращої методичної підготовки, вміння вести дискусію, відстоювати свою позицію, переконувати у ній інших, а в кінцевому рахунку й більших затрат інтелектуальних сил і енергії. Проте, очевидно, лише такий підхід якнайкраще сприятиме формуванню у майбутніх інженерів діалектичного мислення, творчих здібностей, креативності мислення. Тобто таких фахівців, яких потребує сучасне виробництво.

Проблеми перекладу термінів спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання» (на матеріалі індивідуальних завдань студентів)

Лагдан С.П., Калюжна І.С.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Lahdan S. P., Kaluzhna I. S. Problems of terms translation of specialty "electrical power system" (on the materials of individual tasks of students)

Для вироблення навичок досконалого, ґрунтовного володіння українською мовою у повсякденно-професійній сфері, опанування мови конкретної спеціальності під час навчання студентів важливим є визначення особливостей фахових термінів в українській мові, а в умовах двомовності та недостатнього розвитку термінології – їх перекладу із російської мови.

З'ясувати правила перекладу термінів допомагає виконання передбаченого програмою дисципліни «Українська мова за професійним спрямуванням» індивідуального завдання – укладання російсько-українського словника термінів своєї спеціальності, а також нормативно-словниковий розбір допущених помилок.

До аналізу були залучені 50 робіт студентів спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, виконаних у першому семестрі 2012-2013 навчального року. Характер виявлених під час перекладу термінів помилок засвідчує нерозрізнення норм у близькоспоріднених російській та українській мовах на чотирьох рівнях: орфографічному, лексико-семантичному, стилістичному та морфологічному.

На орфографічному рівні помилки допущені у написанні термінів іншомовного походження. Як відомо, іншомовні слова у кожній мові пристосовуються до її орфоепічних та граматичних особливостей. У російській мові, наприклад, **І, У** передаються переважно **и**, а в українській після **д, т, з, с, ц, ч, ш, ж, р** перед наступним приголосним – **и** (правило «дев'ятки»), після інших приголосних – **і**. Виявлено порушення цього правила у термінах *варіконд, гістерезис, несиметрія фаз* (потрібно *вариконд, гістерезис, несиметрія фаз*).

Другим типом помилок в іншомовних термінах є подвоєння приголосних літер: у російській мові вони зберігаються за мовою-оригіналом, в українській же приголосні подвоюються лише у словах-винятках та власних назвах. Зафіксовані такі порушення цього правила: *дроссель, коллектор, коммутаційний апарат*.

На рівні лексики та семантики допущені під час перекладу термінів помилки стосуються багатозначних слів. Так, російське слово *путь* перекладається як *шлях, дорога*, проте у значенні рейкової дороги – *колія*, тому помилкою є переклад *бесстыковой путь* – *безстиковий шлях*. Іншим видом неправильного вибору серед запропонованих словниками варіантів є російське слово *устройство*, що перекладається як *улаштування (дія), будова*

(конструкція), *пристрій* (механічне пристосування): *устройство телеуправления – улаштування телеуправління* (правильно *пристрій*).

Помилками стилістичного характеру є терміни-русизми, наприклад: *масляний выключатель* (потрібно *вимикач*), *силові прибои* (потрібно *прилади*), *устройство захисту* (потрібно *пристрій*), *електрифікація участків* (потрібно *дільниць*), *сердечник* (потрібно *осердя*). Частковими кальками є перенесення в українську мову російських афіксів, наприклад, префікса *противо-*: *противострум* (правильно *протиструм*). У відчислівникових утвореннях скальковане закінчення: *двухполюсник, двуполусник* (правильно *двополюсник*), *двухобмоточний трансформатор* (правильно *двообмотковий*). У запозичених термінах кальками є російські суфікси *-ировка, -овка*, яким в українській мові відповідає суфікс *-ування*: *телеблокіровка, середня анкеровка, калібровка* (потрібно *телеблокування, анкерування, калібрування*).

Найбільша кількість помилок виявлена на морфологічному рівні, зокрема у перекладі дієприкметникових та прикметникових терміносполук. Усі неправильно перекладені російські дієприкметники належать до активних, які для української мови є нетиповими, неприродними. В українській термінології поширено користуються прикметниковими конструкціями, тому російським дієприкметникам із суфіксами *-ущ-, -ющ-, -ащ-, -ящ-* відповідають прикметники із суфіксами *-увальн-, -ювальн-, -льн-, -н-*. Допущені під час перекладу помилки є кальками з російської мови, наприклад: *заземляющий электрод* – *заземлюющий (заземляющий) электрод* (правильно *заземлювальний*); *отсасывающий провод* – *відсмоктуючий провід* (правильно *відсмоктувальний*); *сглаживающее устройство* – *згладжуючий пристрій* (потрібно *згладжувальний*); *токоведущие части* – *струмоведучі частини* (потрібно *струмовідні, струмопровідні*); *быстодействующий выключатель* – *швидкодіючий вимикач* (правильно *швидкодійний*); *отключающая способность* – *відключаюча здатність* (правильно *вимикальна*); *блуждающий ток* – *блукаючий струм* (потрібно *блукальний (блудний)*); *пускорегулирующий аппарат* – *пускорегулюючий апарат* (потрібно *пускорегульовальний*); *усиливающий провод* – *підсилюючий провід* (правильно *підсилювальний*); *охлаждающая среда* – *охолоджуюче середовище* (правильно *охолоджувальне*); *питающий фидер* – *живлячий фідер* (правильно *живильний*).

Віддієслівним прикметникам російської мови притаманний суфікс *-ельн-*: *измерительный преобразователь, уравнительный ток, выпрямительный агрегат*. Під час перекладу виявлені спроби замінити їх дієприкметниками (*вимірюючий перетворювач, урівнюючий струм, випрямляючий агрегат*), хоча в українській мові прикметники утворюються від дієслів за допомогою суфіксів *-увальн-, -ювальн-, -льн-, -н-*: *вирівнювальний перетворювач, вирівняльний струм, випрямний агрегат*.

Порівняльна характеристика правописних, лексичних, граматичних особливостей термінів у близькоспоріднених мовах сприяє кращому розумінню національної специфіки термінотворення, підвищує загальну культуру мови.

Культура оформлення документів (на матеріалі індивідуальних завдань студентів)

Лагдан С.П., Осіпова О.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Lahdan S. P., Osipova O. V. Documents execution heritage (on the materials of individual tasks of students)

Важливою, невід'ємною сферою будь-якої професійної діяльності є діловодство, що допомагає регулювати нормативно-правові відносини між працівником та підприємством, організацією, установою, служить засобом управління та комунікації, підставою для ви-

робничої діяльності. Досконало, грамотно оформлений документ свідчить про професіоналізм та високу мовну культуру його автора.

З особливостями укладання документів студенти знайомляться під час вивчення дисципліни «Українська мова за професійним спрямуванням». На лекційних та практичних заняттях вони вивчають загальні вимоги до структури та змісту документів, а також здобувають навички їх оформлення під час виконання індивідуального завдання «Документи у професійній діяльності».

Дослідження порушення норм у будові та мовному оформленні документів проведено на базі 73 робіт студентів факультету «Електрифікація залізниць» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Загалом під час укладання документів студенти дотримувалися їх усталеної структури, тому кількість порушень незначна. Помилки пов'язані з оформленням таких заголовних реквізитів, як адресат та адресант, і таких підтекстових, як дата й підпис. Так, в адресуванні заяв, пояснювальних записок, що укладаються у вищих навчальних закладах, перед прізвищем керівника слід вказувати його вчене звання: *Деканові факультету «Електрифікація залізниць» Кійку А. І.* (потрібно *доц. Кійку А. І.*); *Ректорові університету Пішньку О. М.* (потрібно *проф. Пішньку О. М.*). В адресанті автор зазначає своє прізвище, ім'я та по батькові, а не ініціали: *студента 248 гр. Біндюка О. Н.* (правильно *Біндюка Олександра Нодаровича*).

Дата є і окремим реквізитом, і частиною інших реквізитів (грифу затвердження, резолюції), і часто використовується в тексті. В оформленні дати переважає цифровий спосіб (словесно-цифровий обов'язковий для нормативно-правових та матеріально-фінансових документів), за якого число та місяць подають двозначними, а рік чотиризначним числом (слово рік не зазначається). Приклади порушення норми: *22.09.2012 рік; 30.06.2012 р.; 17.09.12 р.; у період з 1.10.2012 по 3.10.2012; з 01.06.12 по 31.08.12.*

Підписуючи службові документи (накази, характеристики), ініціали необхідно ставити перед прізвищем, а не після, що є частою помилкою: *Начальник ЕЧ-3 (підпис) Лісовий В. О.*

Значна частина помилок виявлена у змісті документів. Відповідно до вимог текст документа повинен бути точним, чітким, лаконічним, не містити зайвої інформації та повторів. Зачасту спостерігається використання невиправданих повторів у позначенні адреси, місця народження, проміжків часу у таких документах, як автобіографія, резюме, заява, пояснювальна записка. Так, якщо зазначений населений пункт має статус обласного чи районного центру, то назва області, району не дублюється, оскільки виникає тавтологія. Поширені помилки такого характеру: *народився у смт Межова Межівського району Дніпропетровської області; народився у м. Донецьк Донецької обл.; проживаю за адресою: Дніпропетровська обл., м. Дніпропетровськ тощо.*

Слід уникати повторів й у написанні часових проміжків, як-от: *надати відпустку з 1 вересня 2012 по 25 вересня 2012 року* (правильно *з 1 по 25 вересня 2012 року*); *я пропустив заняття з 11 вересня 2012 р. по 13 вересня 2012 р.* (потрібно *з 11 по 13 вересня 2012 р.*); *Навчався у сш № 16 м. Дніпропетровськ, яку закінчив у 2006 р. У 2006 р. вступив до...* (правильно *Цього ж року вступив до...*); *Технікум закінчив у 2010 р. Після закінчення технікуму у 2010 р. вступив до...* (для уникнення повторів перше речення варто прибрати).

Прикладом неповноти викладу є подання відомостей про членів родини в автобіографії, що, відповідно до вимог, мають містити: прізвище, ім'я, по батькові, дату народження, посаду та місце роботи. Виявлені такі порушення: *Сестра – Алексєєнко Катерина Вікторівна, 1984 р. н., працює лікарем; Батько – Сербін Віктор Іванович, 1963 р. н., машиніст автомоториси; батько працює охоронцем у м. Київ; брат водій на підприємстві.* Немає чіткості й повноти інформації й у таких прикладах: *У 1998 р. пішла до першого класу Дніпродзержинської середньої школи (якої саме?); батько каменяр на ДЗМО; зараз студент IV курсу ДНУЗТ* (потрібно подавати повні назви).

Однією з головних ознак культури мови є її чистота, уникнення суржику, послугування багатими ресурсами власної мови. Суржик як елемент побуту, на жаль, вкоренився і в діловодстві, де не лише вказує на недосконале володіння мовою, але й робить документ менш офіційним. У студентських роботах русизми виявлені як серед повнозначних, так і серед службових частин мови. Найчастішими є приклади використання русизмів серед іменників: *замісник начальника депо (виконую обов'язки замісника старости, зам. головного диспетчера)* – потрібно *заступник*; *набув нових знань та опиту* – потрібно *досвіду*; *упродовж практики виконані такі задачі* – правильно *завдання*; *цех хімічної обробки спецодяжі* – потрібно *спецодягу*; *вирубка кустарника вздовж лінії електропередач* – правильно *вирубкування чагарнику*; *ЧП «Нічний експрес»* – потрібно *ПП (приватне підприємство)*. У звітах про проходження виробничої практики трапляються русизми і серед термінів: *станок для обточки колісних пар без викатки* (правильно *для обточування колісних пар без викочування*); *регулював повітряні стрілки на блок-участках* (правильно *на блок-ділянках*).

Значно рідшими є русизми серед інших повнозначних частин мови: серед прикметників – *учбово-методичний відділ* (правильно *навчально-методичний*), *завжди готов надати допомогу* (потрібно *готовий*); серед дієслів – *з повагою відноситься до старших* (правильно *ставиться*), *училася у середній школі* (потрібно *навчалася*), *приймав участь* (правильно *брав*); серед дієприкметників – *назначений на посаду* (правильно *призначений*), *неоплачуєме робоче місце* (потрібно *неоплачуване*). Російською калькою є вираз *користується повагою серед однокурсників* – нормі української мови відповідає *має повагу серед однокурсників*.

Російській діловій мові притаманне поширення сталих словосполучень із прийменником *по*, дослівний же переклад українською за семантикою не відповідає нормі, поповнює розряд невинуватених русизмів: *фахівець по роботі з клієнтами* (правильно *фахівець із роботи з клієнтами*), *по закінченню практики* (потрібно *після закінчення*), *відділення по ремонту павливної апаратури* (потрібно *з ремонту*), *друга група по електробезпеці* (правильно *з електробезпеки*). Скальковані з російської похідні прийменники *на* *протязі навчання*, *відповідно штатного розпису*, нормативними в українській мові є *протягом навчання*, *відповідно до штатного розпису*.

Таким чином, укладання документа потребує особливої уваги до закріплених у діловодстві норм і до вибору слова, адже документ є візитною карткою, частиною іміджу працівника, підприємства, закладу.

Соціально-психологічна адаптація першокурсників в умовах вищого навчального закладу

Лазаренко В.І.

(Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара)

Lazarenko V.I. Socio-psychological adaptation of freshmen under the conditions of higher educational establishment

Проблема адаптації є споконвічною. В усі часи люди мали пристосовуватись до різних умов. Наукове осмислення проблеми адаптації розпочалось у XX столітті, наразі є актуальним і розглядається різними галузями сучасної науки.

Існують різні інтерпретації поняття «адаптація», найбільш широко воно використовується в значенні адаптивного результату еволюційних процесів. Але наслідки еволюційних процесів не обов'язково є адаптивними. Значну увагу адаптації приділяють в прикладних галузях, а саме адаптації індивіда в тому чи іншому середовищі й подоланню його дезадаптації.

Психологічне забезпечення навчання студентів у вищому навчальному закладі пов'язане переважно із вирішенням проблем педагогічного процесу та завдань навчальної діяльності, в якому думка практичних психологів не завжди представлена в достатній мірі. Разом з тим, період навчання у вузі пов'язаний з переходом від шкільної до вузівської системи освіти та супроводжується різкою зміною «соціальної ситуації» розвитку особистості, а процеси психофізіологічного розвитку ще не закінчилися. Але студенти, зазвичай, не знають куди вони можуть звернутися за психологічною допомогою, навіть можуть не здогадуватися, що вони потребують такої допомоги. Процес же навчання студентів у вузі виявляється недостатньо психологічно забезпеченим.

Крім того, проблема адаптації все ще залишається актуальною та потребує подальшого вивчення її прикладних аспектів, оскільки протягом останніх десятиліть психологи все більше звертають увагу на ті аспекти активності особистості, які спрямовані на її адаптацію до того соціального середовища (групи, організації, суспільства), в якому саме й здійснюється її активність.

Метою нашої роботи є дослідження соціально-психологічної адаптованості першокурсників, розробка та впровадження програми психологічної допомоги першокурсникам з проблем їх соціально-психологічної адаптації в умовах вищого навчального закладу.

Для досягнення поставленої мети ми провели емпіричне дослідження з визначення показників соціально-психологічної адаптованості студентів-першокурсників, в якому взяли участь студенти першого курсу різних факультетів. Для проведення дослідження ми обрали такі методики: 1) методика самооцінки психічних станів (за Айзенком); 2) багаторівневий особистісний опитувальник «Адаптивність» (МЛО-АМ) (О.Г. Маклакова, С.В. Чермяніна); 3) методика діагностики самооцінки тривожності (Ч.Д. Спілбергера, Ю. Л. Ханіна); 4) шкала соціально-психологічної пристосованості (адаптованості) К. Роджерса, Р. Даймонда, адаптація А.М. Прихожан.

Отримані **результати емпіричного дослідження** показали, що:

1) за результатами самооцінки психічних станів студенти-першокурсники мають середній рівень прояву *тривожності, ригідності, агресивності* і низький рівень прояву *фрустрованості*;

2) за результатами дослідження адаптивності студенти-першокурсники мають середній рівень *нервово-психічної стійкості*; високий рівень *комунікативних* властивостей; середній рівень *моральної нормативності*; середній рівень *адаптаційних здібностей*; низький рівень *суїцидального ризику*;

3) за результатами самооцінки тривожності у студентів виявлено підвищений рівень прояву *ситуаційної тривожності* і середній рівень прояву *особистісної тривожності*;

4) за результатами дослідження соціально-психологічної пристосованості у студентів-першокурсників виявлено підвищений рівень *самоприйняття* порівняно з прийняттям інших, що свідчить про надмірну зосередженість на собі, підвищений показник *екстернальності*, що свідчить про прагнення покладатися на інших у вирішенні проблем; знижений рівень *емоційної комфортності*, що свідчить про тенденцію до емоційного дискомфорту; знижений показник *прагнення до домінування*, що свідчить про тенденцію до приєднання; *загальний показник адаптованості* знаходиться в межах середнього рівня, що свідчить про ресурси та можливість його підвищення.

Отже, отримані результати свідчать про необхідність надання психологічної допомоги студентам-першокурсникам в процесі їх адаптації до нових умов навчання, а саме зниження показників ситуативної тривожності, ригідності, агресивності, підвищення рівня емоційної комфортності, що, напевно, в цілому підвищить показник загальної адаптованості студентів-першокурсників в умовах вищого навчального закладу.

Нами була розроблена та запропонована до впровадження програма тренінгових занять для першокурсників, яка передбачає 10 занять з оволодіння спеціальними уміннями

міжособистісного спілкування, емоційного самовираження, управління тривогою, прийняття рішення, розвитку впевненості у собі та планування майбутнього:

1 заняття – знайомство учасників, створення атмосфери довіри та групової взаємодії.

2 заняття – робота з емоціями та емоційними станами.

3 заняття – робота над розвитком комунікативних навичок та групової перцепції.

4-5 заняття – робота над розвитком особистісних якостей.

6 заняття – робота над формуванням умінь осмислювати, фіксувати і виражати почуття за допомогою невербальних засобів.

7 заняття – робота над розумінням діагностичних можливостей інтонаційних характеристик голосу в плані відображення емоційних станів інших людей та встановлення взаємовідносин.

8 заняття – робота над дослідженням особистісних характеристик партнерів по міжособистісній взаємодії.

9 заняття – робота над навичками спільної взаємодії.

10 заняття – робота над навичками віддзеркалення оточуючих людей з метою їх найточнішого розуміння, а також навичками планування майбутнього.

На наш погляд, надання психологічної допомоги першокурсникам у вигляді групових тренінгових занять прискорить їх соціально-психологічну адаптацію. Програма реалізується в рамках соціально-психологічної служби ДНУ ім. О.Гончара. Групові заняття проводяться практичними психологами соціально-психологічної служби. Студенти також можуть отримати індивідуальні консультації у працівників соціально-психологічної служби.

Висновки. Адаптаційні процеси у період навчання у вузі пов'язані з переходом від шкільної до вузівської системи освіти та різкою зміною «соціальної ситуації» розвитку особистості. Проведене психодіагностичне дослідження соціально-психологічної адаптованості першокурсників підтвердило необхідність впровадження програми тренінгових занять для першокурсників з оволодіння спеціальними уміньми міжособистісного спілкування, емоційного самовираження, управління тривогою, прийняття рішення, розвитку впевненості у собі та планування майбутнього. Реалізація такої програми здійснюється соціально-психологічною службою вузу та має перспективи подальшого впровадження.

Катерининська залізниця на початку XX в.

Мирончук В.Д.

(Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара)

Mironchuk V. D. Catherine's railway at the beginning of XX century

The history of Catherine's railway as one of the most developed transport arteries at the beginning of XX century in Russian Empire was considered. The size and composition of railway workers at this time was investigated.

Як відомо, на початку XX ст. однією з найбільш важливих транспортних артерій Російської імперії була Катерининська залізниця, яка поєднала сировинні райони – Донецький кам'яновугільний і Криворізький залізничний басейни. До 1913 р. магістраль представляла собою розгалужену систему рельсових колій протяжністю 2827 верст.

Катерининська залізниця проходила через всю Катеринославську, частину Херсонської, Таврійської, Харківської губерній, ряд округів Війська Донського. У районі її діяльності на початку XX ст. діяло 770 промислових підприємств. Серед них – 85 металургійних і металообробних заводів, 184 кам'яновугільні копальні, 57 залізних рудників, 47 цегляних заводів, 250 підприємств по переробці сільськогосподарської продукції.

Будівництво і розвиток Катерининської залізниці сприяло формуванню багатотисячного загону залізничників. Чисельність залізничних робітників і службовців збільшилась з 28575 чол. у 1900 р. до 50426 чол. у 1913 р. або у 1,7 рази. Причому це зростання у окремі роки було доволі нерівномірним, що у значній мірі було пов'язано з розвитком мережі залізниці.

Слід зазначити, що офіційна статистика Міністерства шляхів сполучення давала лише загальні відомості про кількість залізничників на магістралях країни, не виокремлюючи безпосередньо робітників. Усі робітники залізниці поділялися на три групи: постійні, тимчасові і поденні.

Поділ робітників і службовців на постійних, тимчасових і поденних «встановлювався на доволі хитких умовах. Нерідко всі категорії брали участь у виробництві одних і тих же робіт. На відміну від постійних, поденні і тимчасові робітники не мали прав, якими користувались штатні залізничники – відпусток, квартирних пільг, прав на безкоштовний проїзд і отримання одягу. Використовуючи прагнення поденних і тимчасових робітників перейти у привілейовану категорію штатних, адміністрація сіяла в їх середовищі розкол, послаблювала прагнення до єдності і революційної боротьби.

Співвідношення між постійними, тимчасовими і поденними робітниками і службовцями на Катерининській залізниці коливалось. У 1900 р. по дорозі було постійних робітників – 47,9%, поденних – 44,2% і тимчасових – 7,9%. З часом питома вага постійних робітників і службовців збільшується. Так, у 1913 р. постійні робітники і службовці складали по відношенню до загальної чисельності залізничників магістралі вже 63,8%.

Кожна з служб мала у своєму складі постійних, тимчасових і поденних робітників і службовців. Поденних і тимчасових робітників було найбільше в службах тяги, колій і споруд; у першому випадку – за рахунок майстерень і депо, у другому – за рахунок ремонтних робіт. У 1909 р. у службі тяги вони складали 70%, а в службі колій і споруд – 57,7%. Постійні і тимчасові робітники служби колій наймались переважно для поточних робіт по ремонту і утриманню залізничної лінії і очищенню її від снігу, пересуванню щитів, відводу весняних вод, ремонту земляного полотна і інших робіт. У службі руху і телеграфу переважали постійні робітники. У 1909 р. питома вага постійних робітників цієї служби складала 89,2%.

Пролетаріат Катерининської залізниці відрізнявся відносно високим ступенем концентрації. Найбільш крупними центрами концентрації робітників на дорозі являлись вузлові станції (Катеринослав, Долгінцево, Синельникове, Авдіївка, Ясинувата, Дебальцево, Попасна, Луганськ, Гришино), а також майстерні і депо. У 1903 р. Катерининська залізниця мала у своєму складі три головні паровозні і вагонні майстерні у Катеринославі, Нижньодніпровську і Луганську, де було зайнято 477 робітників. Крім того, на лінії дороги було 25 паровозних і вагонних депо (5252 робітники). Усього в майстернях і депо нараховувалось 9979 робітників або майже 23% від загальної кількості робітників і службовців залізниці у 1903 р. В цілому, можна сказати, що напередодні Першої світової війни Катерининська залізниця була однією з найбільш розвинутих артерій Російської імперії. Вона займала важливе місце в народному господарстві, забезпечуючи перевезення різноманітної продукції гірничої і гірничозаводської промисловості імперії.

Робота над іншомовним текстом та проблемний метод навчання

Мірошниченко І.Г.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Miroshnychenko I.G. Work with foreign language text and problematic method of teaching

Проблемний метод навчання вперше був теоретично обґрунтований американським філософом, педагогом і психологом Дж.Дьюрі у ХІХ столітті. У ІІ половині ХХ ст. цей метод почали активно використовувати у навчанні та методиці як перспективний і актуальний. Учені та методисти стали пропагувати його широке застосування. Під проблемним навчанням сучасна методика розуміє таку організацію навчальних занять, яка передбачає створення проблемних ситуацій під керівництвом викладача та активну самостійну діяльність студентів із їх вирішення, у результаті якої, власне, і відбувається оволодіння знаннями, вміннями та навиками, а ще розвиваються особистісні риси: творчість, самостійність, зацікавленість у навчальній діяльності, прагнення досягти поставленої мети. Крім того, використання проблемного методу відкриває нові можливості творчої співпраці викладача та студента, залучаючи обох до пошукової та творчої діяльності.

Робота з текстом як вид навчальної діяльності під час вивчення іноземної мови займає важливе місце, забезпечуючи опанування студентами мовленнєвої компетенції з читання. І тут відкривається широчезний простір для застосування проблемних методів: дискусії, проектної роботи, дослідження, презентації, методу аналізу конкретних прикладів (випадків), методу вирішення задач.

У систему вправ за текстом поряд із традиційними відповідями на запитання включаються такі види завдань:

- дати відповіді на проблемні запитання викладача;
- висловити власну думку щодо прочитаного;
- самостійно скласти запитання до тексту;
- здійснити мовні трансформації;
- розширити текст за рахунок власних знань за темою;
- проаналізувати конкретні випадки (або приклади) з тексту;
- розгорнути дискусію за проблемою, що висвітлюється у тексті, та ін.

Під час дискусії або бесіди студенти виконують комунікативно зумовлені завдання:

- співвіднести зміст прочитаного з проблемою, яка обговорюється;
- співвіднести зміст тексту з комунікативними цілями і намірами співрозмовника;
- відібрати з тексту ту інформацію, яка необхідна і корисна у бесіді.

Основна мета проблемних завдань – виявити „прогалини” в знаннях і пошуковим або творчим шляхом їх заповнити. Завдання викладача – привести студента до повної реалізації поставленої мети: появи нових знань після активної самостійної роботи, яка забезпечить міцні та дієві результати навчання. Звичайно, затрати часу на таку роботу збільшуються, студентам зі слабкою мовною підготовкою важко працювати, але саме ці труднощі й приведуть до нових горизонтів. Дослідниця А.Конишева стверджує: «Використання проблемного методу відповідає соціальному замовленню, природі розвивального і наукового знання і практично-перетворювальній направленості людської діяльності».

Залучення проблемних методів у роботу з текстом відповідає сучасним вимогам до формування особистості. Адже вони допомагають формувати наукову картину світу, здатність керувати своєю інтелектуальною діяльністю, оволодівати методологією, стратегіями і способами навчання, розвивають репрезентативне, символічне, логічне, творче мислення, пам'ять та увагу.

Студентська група як виховної компонент становлення особистості майбутнього фахівця

Мурашова Н.Г.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Аналіз сучасного етапу розвитку українського суспільства дає змогу стверджувати, що в ньому відчувається потреба у принципово нових підходах до організації виховної роботи і насамперед у середовищі студентської молоді. Саме тому перед вищим навчальним закладами повстають завдання, пов'язані з новими умовами соціалізації, в тому числі - формування особистості високо кваліфікованого, конкурентоспроможного, високо культурного фахівця, з розвитком таких його якостей, як професіоналізм, активність, діловитість, мобільність, відповідальність, працьовитість, уміння швидко орієнтуватися в ситуації, приймати самостійні рішення, поважати працю, формувати потребу в постійному оновленні знань тощо.

Становлення такої особистості можливе тільки при усвідомленому засвоєнні нею ґрунтовних знань, набутті практичних професійних умінь і навичок, формуванні професійно ціннісних орієнтацій, самореалізації, наявності потреби в самовдосконаленні та саморозвитку. Враховуючи той факт, що студентський вік охоплює, зазвичай, юнацький період етапу розвитку і становлення людини, то вважаємо, що студентство характеризується найбільш сприятливими властивостями для психологічного, біологічного і соціального особистісного становлення.

Студентська група є основним елементом навчально-виховної системи вищої школи. Її психологію треба знати тому, що адаптація кожного студента до ВНЗ, до навчально-професійної діяльності, професійне його зростання як фахівця відбувається в студентській групі, значення якої важко переоцінити.

Студентська група – спільність автономна й самодостатня. Вона здатна сама вирішувати свої внутрішні проблеми, а її активність пов'язана з соціальним життям факультету, університету, вирішенням проблем соціального характеру. Функції управління нею здійснюються через зворотній зв'язок: викладач (куратор) – група, група – викладач (куратор). Вона характеризується як первинна, реальна, мала група, офіційно створена, яка може вмішувати в себе й неформальні мікрогрупи.

Студентів у групі поєднує:

- 1) спільна мета;
- 2) спільна навчально-професійна діяльність;
- 3) зв'язки ділового та особистісного характеру (активна участь кожного студента в житті групи – хороша школа надбання належного досвіду жити й працювати в будь-якому виробничому колективі);
- 4) однорідність складу групи за віком;
- 5) висока поінформованість один про одного (і про успіхи, і про особисте життя);
- 6) високий рівень самоврядування;
- 7) обмежений час існування.

У структурі студентської групи є дві підструктури:

1) офіційна: характеризується цільовим призначенням – професійна підготовка, сприяння ставленню майбутнього фахівця, ґрунтується на відношенні поваги – авторитетності (ділова сфера). Є офіційний керівник – староста групи, який призначається деканом або обирається групою. Він здійснює рольове управління, організує ділові стосунки між членами групи.

2) неофіційна: у групі виникають неофіційні угруповання на основі інтересів один до одного або симпатії – антипатії (емоційна сфера).

Офіційна і неофіційна підструктури повинні доповнювати одна одну, тоді й створюється позитивний мікроклімат у колективі.

Ознаки позитивного мікроклімату:

- 1) достатня поінформованість кожного студента про мету та завдання групи;
- 2) довіра та висока вимогливість один до одного;
- 3) кожен задоволений міжособистісним спілкуванням, мікрокліматом у групі.

Студентська група за час свого існування розвивається від офіційно створеної деканом і наказом ректора групи до згуртованого колективу.

Стадії розвитку студентської групи:

1 стадія – асоціація – первинне об'єднання студентів за зальними ознаками. Група існує номінально за списком деканату. Організатором життя є староста і куратор.

2 стадія – кооперація: студенти об'єднуються в малі групи, виявляються неофіційні організатори.

3 стадія – група стає колективом.

Референтна група – це реально існуюча група, погляди, норми та цінності якої є взірцем для особистості, за якими вона формує свої життєві ідеали, звиряє дії та вчинки. За умови, якщо група стає для студента референтною, створюється атмосфера психологічного комфорту, що позитивно позначається на розвитку особистості майбутнього фахівця в напрямку професійного становлення.

Україномовна поезія Канади кінця XX–початку XXI ст.

Накашидзе І.С.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Nakashydzhe I. S. Ukrainian-Canadian poetry of the late XX–early XXI century

Позиції української літератури XX ст. у світі зміцнювались поповненням письменницьких лав новими емігрантами з України та митцями наступних поколінь, вихованих в іншому світі, але в україномовному середовищі та його культурних традиціях.

Українська діаспора, на думку її дослідників, сформувалась внаслідок кількох хвиль еміграції (М. Марунчак називає їх "добами"). Перша хвиля, що переважно була зумовлена економічними обставинами, припадає на рубіж XIX–XX ст. Друга хвиля еміграції відбулась внаслідок поразки національно-визвольних змагань 1917–1920 рр. Фактично це була політична еміграція. Її лави поповнила третя хвиля емігрантів, які залишили українські землі під час та одразу після закінчення Другої світової війни. Четверта хвиля – економічна еміграція, спричинена наслідками розпаду Радянського Союзу у 1991 р. Відповідно до цих хвиль еміграції (виключаючи першу) визначають і етапи розвитку української поезії в Канаді XX ст.

Четверта хвиля еміграції, так звана "заробітчанська", що розпочалася у 1990-х роках, зумовлена економічною скрутою перехідного періоду в Україні. Особливістю цієї хвилі є можливість вільного пересування вихідців з України і більша їхня психологічна розкутість. М. Сорока не вважає поетів цієї хвилі емігрантами в повному розумінні, адже частина з них приїхала до Канади на навчання чи на працю і постійно підтримує зв'язки з Україною. Я. Розумний теж відзначає "заробітчанський" характер цієї новітньої еміграційної хвилі, її представники не виявляють активності у житті української громади, не створюють нових організацій. "Своєю громадською поведінкою вона "аполітична", часто російськомовна, її національна свідомість більш декларативна, ніж органічна й тому вона для української діаспори сьогодні не справляє великої користі". Вартісних творів україномовних письменників цього періоду у Канаді значно менше, ніж попереднього. Насам-

перед це пов'язано із відходом письменників старшого покоління, яких можна назвати справжніми майстрами слова. Сучасні молоді письменники розпорошені по території Канади, мало підтримують зв'язки між собою, не прагнуть до створення літературних об'єднань на зразок "Слова".

Серед творів україномовних поетів Канади кінця XX–початку XXI ст. впадає у вічі поезія народженого в Канаді Ярса Балана, який створює візуальну поезію на основі української та англійської мов, новоприбулих емігрантів Ольги Пресіч, Василя Марочкина, Сергія Єкельчика, Марка Стеха, Тетяни Назаренко, Ірини Сивенької та Петра Гринчишина. Вони беруть активну участь у культурному житті як Канади, так і України.

Українська поезія в Канаді досить традиційна за змістом і за формою. Але для сучасної української поезії в Канаді характерні експерименти з жанровими формами. Так, творчості О.Пресіч, на думку Д. Дроздовського, властива поетика фрагмента, що був центральним жанром у символізмі. У її збірці "Дон Жуан та інші примари" можна знайти і "класичні форми", і спроби руйнації цих форм, відходу від силабо-тоніки, вибудовування свого розміру за власним внутрішнім, інтуїтивним відчуттям.

Грунтовного й цілісного дослідження творчості сучасних україномовних поетів Канади немає, тому звернення до її вивчення є актуальним.

Использование моделей на этапе введения времён страдательного залога

Пантилеенко Е.С.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени акад. В.Лазаряна)

Pantileenko K. The usage of the models on the level of Passive Voice introduction

Как известно, проблема правильного употребления и перевода грамматических конструкций страдательного залога, в свою очередь, является очень важной для студентов технических вузов. Так как страдательный залог часто используется в технических текстах, а также непосредственно тесно связан с дискурсом научно-технической речи. Как утверждается, пассивная форма в некоторых отношениях отличается от русского страдательного залога, который употребляется значительно реже, уступая место иным выразительным средствам языка. Использование моделей на этапе введения видовременной системы английского глагола облегчает процесс обучения языку в техническом вузе, стимулирует общение на занятиях, сосредотачивает внимание на новом изучаемом материале и содействуют формированию прочных навыков и умений. Одним из основных аспектов языка, как считают методисты, который на протяжении многих лет подвергался интенсивному обсуждению, является грамматика. Отношение к грамматике определяло специфику того или иного метода, принципы и приемы обучения, какие основные подходы в обучении грамматике английского языка, какие подходы являются ведущими в современных условиях обучения английскому языку и какими основными методами они реализуются. Самую большую сложность в обучении грамматике представляют видовременные формы глагола в страдательном залоге. Грамматика представляет собой наиболее абстрактный ярус форм и значений, поэтому освоение грамматики как системы максимально способствует умственному развитию студентов, а так же развитию логического мышления. Язык, как полагают методисты, сводить к лексике нельзя она является лишь материалом, из которого с помощью логической системы – грамматических и синтаксических конструкций – строится высказывание, то есть выражается мысль. Грамматические категории в отличие от лексического материала весьма ограничены и, что особенно важно, неизменны в течение столетий. Они-то, как утверждают учёные, и составляют «скелет»,

«опорно-двигательный аппарат» языка. Без этого «скелета» язык – россыпь разнородных элементов. Именно этот аппарат придает языку «лицо», характер, отличающий его от всех собратьев. Чтобы перевести любую мысль с одного языка на другой, нужны не только другие слова, но и другая логика построения высказывания, другие взаимосвязи, знание другой культуры. Многократно сталкиваясь с трудностями построения высказывания, студенты теряют интерес к предмету. Здесь, я полагаю, очень важно предоставить помощь в виде моделей. Модели облегчают студентам процесс овладения языком, снимают различного рода трудности, стимулируют общение студентов на занятиях, концентрируют внимание на новом изучаемом материале, формируют прочные навыки и умения при переводе научно-технического текста. Таким образом, понимание студентами при помощи моделей грамматического строя языка проходит индуктивный путь – путь осмысления собственной речевой практики. Системное представление о грамматическом строе языка содействует закреплению навыков, служит опорой при изучении более сложных грамматических явлений и имеет большое образовательное значение.

Фізичне виховання як засіб формування вольових якостей особистості студентів-залізничників

Пічурін В.В., Кругленко А.С., Квіта С.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна)

Pichurin V.V., Kruglenko A. S., Kvita S.V. Physical education as a method of forming a strong-willed character in students-railwaymen

Одним із головних завдань психологічної і психофізичної підготовки студентів-залізничників, що реалізується в рамках вивчення навчальної дисципліни «фізичне виховання» є формування професійно-значимих структурних компонентів особистості майбутнього інженера. В повній мірі це стосується і розвитку вольових якостей – цілеспрямованості, дисциплінованості, витримки, наполегливості, самовладання, стійкості, ініціативності, самостійності, рішучості, сміливості, енергійності, терпеливості. Важко уявити собі ефективного керівника в залізничній галузі у якого не були б розвинені в достатній мірі ці якості.

Аналіз досліджень вольової регуляції в сучасній зарубіжній психології показує, що інтерес до цієї проблематики коливався. Так, починаючи з 30-х років двадцятого століття поняття волі майже на 50 років втратило свою привабливість для дослідників. Але, починаючи з 80-х років того ж століття, ситуація змінюється.

Відомий російський дослідник проблеми волі В.А.Іванніков, виділяє два підходи у розумінні цього феномену. Перший пов'язує волю з проблемою самодетермінації. В його рамках сформувались свої два підходи – «мотиваційний» і «вільного вибору». Другий – це регуляційний підхід. Він тлумачить волю у зв'язку з проблемою саморегуляції.

В свою чергу, в рамках мотиваційного підходу, В.А.Іванніков виділяє три види розуміння природи волі. Перший вид зводить волю до початку мотивації дії (бажання, прагнення, афекту). Другий вид виділяє волю як самостійну силу непсихічної або психічної природи, яка не зводиться до інших складових і сама в свою чергу визначає інші психічні процеси. Третій розглядає волю як пов'язану з мотивацією, але не співпадаючою з нею здатність до спонукання до дій, які містять в собі подолання труднощів.

Виходячи з мотиваційного розуміння волі ми припускаємо, що в процесі фізкультурної діяльності (під час навчальних занять з фізичного виховання) найбільших вольових проявів від особистості потребують наступні види роботи: 1) велика за об'ємом, одномаїтна робота (біг на довгі та середні дистанції в легкій атлетиці, плавання, веслування на

аналогічні дистанції і т. ін.); 2) виконання координаційно-складних, з ризиком, вправ (спортивна гімнастика, акробатика і т. ін.).

Для перевірки цього припущення було організовано діагностику рівня сформованості вольових якостей особистості у студентів різних навчальних секцій, які відвідували навчальні заняття з фізичного виховання. В експериментальній частині роботи було емпірично перевірено, чи є статистично-значимі відмінності в рівні прояву ряду вольових якостей особистості у студентів, які не займались спортом (відвідували навчальні заняття з фізичного виховання у навчальній секції фізичного виховання), і у студентів, які ним займались (відвідували заняття у відповідних навчальних групах навчальної секції спортивного виховання).

В дослідженні приймали участь 120 студентів (чоловіки 18 – 20 років) Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. Контрольну групу склали 30 студентів, які не займались спортом і відвідували навчальні заняття з фізичного виховання (4 навчальних години на тиждень) у навчальних групах навчальної секції фізичного виховання. Експериментальну групу склали 90 студентів які відвідували навчальні заняття з фізичного виховання у навчальних групах навчальної секції спортивного виховання (по 30 чоловік із навчальних груп футболу, спортивної гімнастики і легкої атлетики). До експериментальної групи з легкої атлетики було зараховано студентів, які спеціалізувались з бігу на довгі та середні дистанції.

Головними методами дослідження були: теоретичний аналіз, метод експертних оцінок, спостереження. Статистична обробка даних проведена з допомогою U-критерія Мана – Уїтні (рівень значимості 0,05).

В якості експертів виступали викладачі, які працювали зі студентами, що прийняли участь у дослідженні. Для того, щоб зробити роботу експертів більш продуктивною, нами була розроблена спеціальна таблиця, в якій реєструвалась міра прояву вольових якостей особистості студентів. Для створення таблиці були використані 12 рис (якостей) особистості, які в психології класифікують як вольові. Експертам пропонувалось оцінити за десятибальною шкалою (від 0 до 10) міру прояву зазначених рис у студентів.

Отримані дані дозволяють констатувати наявність позитивного впливу занять футболом, спортивною гімнастикою і легкою атлетикою на формування вольових якостей особистості студентів. Рівень прояву цих якостей в експериментальних групах був суттєво (статистично-значимо) вищий у порівнянні з контрольною. Однак це твердження не є абсолютним. Зафіксовано суттєві відмінності впливу занять футболом, спортивною гімнастикою і легкою атлетикою на ті чи інші вольові якості особистості. Так заняття футболом суттєво позитивно впливають на формування таких вольових якостей як наполегливість, ініціативність, рішучість, сміливість. В той же час не виявлено статистично-значимої відмінності з контрольною групою по таких якостях як самовладання, стійкість, самостійність, цілеспрямованість, дисциплінованість, витримка, енергійність, терпеливість. Заняття спортивною гімнастикою, в свою чергу, чинять позитивний вплив на формування таких вольових рис особистості як наполегливість, стійкість, ініціативність, рішучість, сміливість, цілеспрямованість, дисциплінованість, енергійність і суттєво не впливають на формування самовладання, самостійності, витримки і терпеливості. Заняття ж легкою атлетикою (бігом на довгі і середні дистанції) суттєво позитивно впливають на формування абсолютної більшості вольових якостей (наполегливості, стійкості, ініціативності, самостійності, рішучості, сміливості, цілеспрямованості, дисциплінованості, витримки, енергійності, терпеливості) за виключенням самовладання.

Аналіз отриманих даних показує, що всі три види спорту здійснюють суттєвий позитивний вплив на формування наполегливості, ініціативності, рішучості, сміливості. В той же час не зафіксовано позитивного впливу жодного з них на формування самовладання особистості.

В рамках мотиваційного розуміння природи волі в психології існує уявлення про во-

лю як здатність до свідомого навмисного подолання перешкод. На нашу думку кількість, специфіка і величина зовнішніх і внутрішніх перешкод, які доводиться долати особистості під час занять футболом, спортивною гімнастикою або легкою атлетикою визначальною мірою впливають на формування її вольових якостей.

Зміна працездатності та стану здоров'я тренера у процесі роботи на змаганнях

Сеймук А.О., Дзюбенко М.І., Бондаревський А.Г., Тесевич В.В.
(Національна металургійна академія України, Дніпропетровський національний
університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

Sejmuk A. O., Dzubenko M. J., Bondarevsky A. G., Tesevich V. V. Changes in Trainer's Abilities to Perform Duties and Health State during Referee's Work at Competitions

Мотивація та високий рівень відповідальності значно змінює функціональний стан організму тренерів під час роботи на міжнародних змаганнях. В таких умовах вони працюють від трьох днів до декількох тижнів на межі своїх можливостей (стадія дістресу), що перед усім максимально впливає на діяльність нервової системи, органів кровообігу й вищі психічні функції (А. А. Сеймук, 1994 р., 2012 р.). Американські психологи (Р. Мартенс, Ф. Рівкін, Д. Бертон, 1983) встановили, що рівень їх тривоги у період змагань, буває вищим, ніж у спортсменів. Це негативно позначається на працездатності, стані здоров'я та тривалості життя і потребує використання тренерами рекреаційно-профілактичних заходів. Такий стан, в деяких випадках, може негативно впливати й на прийняття рішення та діяльність спортсмена.

Але аналіз літератури не дав можливості знайти не тільки ефективність використання тренерами відновлювально-профілактичних заходів, а й результати реакції їх організму на вплив стрес-факторів, які діють у період відповідальних змагань. Тому метою дослідження було вивчення динаміки працездатності і стану здоров'я тренера у процесі роботи на змаганнях. Отримані результати допоможуть розробити й ефективно впровадити в процес труда та відпочинку комплекс рекреаційно-профілактичних, фізкультурно-оздоровчих та інших відновлювальних засобів та заходів.

У дослідженні використовувались:

традиційні методи;

комплекс педагогічних, психофізіологічних, медичних і соціологічних методів; методи математичної статистики.

Під наглядом на протязі двох років перебували 20 заслужених тренерів країни (чоловіки віком 38–50 років). Вивчення стану здоров'я і вимірювання показників, які характеризують функціональний стан їх організму й професійну працездатність проводилися до (фон) та у період змагань. Рівень і динаміка працездатності визначалися за раніше запропонованою методикою вченими НДІпраці (О. А. Ліхачова, Л. П. Степанова, Н. С. Ударова, В. К. Хухляев., 1990 р.).

Вивчення показників, які характеризують функціональний стан організму тренера у період змагань показало значне підвищення частоти серцевих скорочень (53,2 %), систолічного і діастолічного артеріального тиску (11,4 % і 14,8 %). У деяких тренерів, які сидючи спостерігали за змаганням своїх атлетів, частота серцебиття перевищувала 150 уд. за хв., а систолічний і діастолічний артеріального тиск – відповідно 200 й 100 мм рт. ст.

На перших хвилинах після змагань зорово-рухова реакція, яка характеризує діяльність центральної нервової системи, перевищувала фоновий рівень на 13,6 % ($t=4,6$), частота серцевих скорочень – на 17,1 % ($t=3,3$), систолічний і діастолічний артеріального тиск – на 6,8 % ($t=2,2$) і 12,2 % ($t=2,7$). Також виразно погіршилися самопочуття і настрої

(вивчалися з допомогою загальноприйнятою методикою САН) – на 19,2 % ($t=4,2$) і 17,0 % ($t=2,8$).

Отримані результати можуть свідчити про дуже високий рівень нервово-емоційної напруженості, що підтверджує й суб'єктивна оцінка свого стану. Як у період, так і після змагань тренери скаржилися на біль у ділянці голови (60 %), серця (40 %), безсоння (50 %) та роздратованість. Їх вага зменшується на два і більше кілограмів. Деякі тренери не звертаючи увагу на свої хвороби виконували заплановану роботу. Вказане несприятливо впливає на показники, які характеризують розумові процеси. Вони погіршуються на 6,8 % ($t=2,2$).

Змінення функціонального стану організму тренера, самопочуття і настрою, високий рівень нервово-емоційної напруженості, несприятливо впливають на працездатність. Підраховуючи її рівень, за написаною вище методикою, показало, що працездатність тренера на перших хвилинах після змагань була меншою на 14,5 % у порівнянні з фоновим рівнем.

Викладене вище вказує на значне погіршення у період змагань показників, які характеризують діяльність органів кровообігу, центральної нервової системи, вищих психічних функцій та самопочуття. Це негативно впливає на їх працездатність та стан здоров'я й потребує використання тренером фізкультурно-оздоровчих й рекреаційно-профілактичних заходів і в першу чергу у період змагань з високим рівнем відповідальності.

Гендер и научная деятельность

Смирнова М.Л.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна)

Ещё в античные времена были женщины, проявившие себя в науке, однако это было большой редкостью. И до сих пор научной деятельностью занято больше мужчин, чем женщин, причём, чем выше научный статус, тем больше проявляются эти различия. Например, вот данные З. Яворского (Z. Javorsky, 1994), относящимся к польским вузам:

Квалификация	Мужчины (%)	Женщины (%)
профессор и доцент	82,3	17,7
адъюнт	58,8	42,2
старший преподаватель	62,0	38,0
лектор	9,3	90,7

В России из общего числа научных работников женщины составляют 40%, среди них докторов наук 13-14%. Среди руководителей научных учреждений женщин всего 12%. Чаще всего это руководители лабораторий, заместители директоров крупных учебных заведений. В США среди докторов наук 20% (следует иметь ввиду, что докторская степень на Западе соответствует кандидатской степени в России).

На одну из возможных причин этого указывал ещё Ч.Дарвин (1896): отрасли, в которых мужчина намного превосходит женщину, - те, которые требуют упорного доискивания и продолжительной работы над отдельными мыслями. Имеет значение и то, что женщины чаще, чем мужчины, ставят под сомнение свои способности в овладении науками (N.Ware, N.Steckler, 1983). Выявлено, что студентки оценивают статьи, написанные мужчинами выше, чем статьи, написанные женщинами (N.Goldberg, 1983). Возможно, имеет значение и то, что в школе учителя чаще спрашивают и вызывают к доске мальчиков, чем девочек, в частности – математикой, чаще рекомендуют мальчикам заняться наукой (Brophy, 1985; Eccles, Blumenfeld, 1985; Matyas, 1987).

«Гипатия из Александрии (370-415) – женщина-математик, астроном и философ-неоплатоник. Преподавала она в Александрийском музее, куда съезжались студенты со

всего света, чтобы послушать лекции по математике, астрономии, механике, философии. Вместе с отцом – математиком и астрономом Теоном – занималась пересмотром и совершенствованием Евклидовой геометрии. Они впервые изобрели устройство по дистилляции воды и измерения её уровня. Гипатия стала жертвой религиозного фанатизма и была растерзана толпой. На неё до сих пор ссылаются как на единственного представителя «слабого пола» в истории математики.

Первыми ботаниками были женщины. Они собирали травы, связывали созревание растений с астрономическими явлениями (сменами фаз луны, появлением звёзд).

В эпоху Средневековья было известно имя аббатисы Хильдегард (1098-1179). Она составила описание 230 видов растений и 60 видов деревьев, птиц, рыб, камней, металлов, теологические трактаты, книги по медицине, энциклопедию. Церковь причислила её к лику святых.

В XVIII веке во главе российской науки стояла Е.Р. Дашкова (1744-1810). Она была одновременно директором императорской Академии наук в Петербурге и президентом Российской академии – научно-исследовательского центра гуманитарных наук по изучению русского языка, древнерусской словесности, отечественной истории.

Каролина Гершель из Ганновера в 1783 году открыла три новые туманности. Она помогла брату исследовать двойные звёзды, а затем сама открыла несколько новых звёзд и ещё 14 туманностей. Первого августа 1786 г. Она обнаружила новую комету. В возрасте 75 лет завершила описание туманностей, за что в 1826 году получила золотую медаль Королевского астрономического общества (Англия), почётным членом которого стала в 1835 году.

Ада Лавлейс, дочь Байрона, была математиком. Она и её муж, граф Лавлейс, создали вычислительную машину – прообраз современного компьютера.

М. Склодовская - Кюри вместе с мужем Пьером Кюри открыли полоний и радий, исследовали радиоактивные излучения.

Софья Ковалевская (1850-1891) – математик, первая женщина-член-корреспондент Петербургской Академии наук. Она вела исследования в области математики, механики, астрономии и была удостоена премии Парижской Академии наук и Академии наук Швеции» (Женщины в науке: Реферативный сборник. - М., 1989).

По данным М.Термана и К.Майлза (L.Terman, C.Miles, 1936), женщины, защитившие докторские диссертации, или попавшие в перечень «Кто есть кто», т.е. сделавшие карьеру, в среднем оказались более маскулинными, чем женщины любых других профессий.

Однако отказ женщин от карьеры (особенно женщин-руководителей) не обязательно связан с боязнью утратить женственность. Многие женщины не хотят играть в политические игры мужчин, ориентируются на негативное отношение общества к лидерству женщин (K.Rojahn et.al.1997). По мнению М. Хорнер (M.Horner, 1968), успех в сферах профессиональных и значимых отношений представляется для женщины взаимоисключающим. Поэтому, отдавая предпочтение значимым отношениям, они начинают бояться успеха в профессиональной деятельности.

Політичний аспект релігійної свідомості в Україні

Хміль В.В.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

На перших етапах прийняття християнства на Русі релігійний чинник скоріше сприймався в політичному контексті, а церква була інститутом держави, але не релігії. Для українського християнського менталітету релігія є не стільки справою індивідуального спасіння, скільки справою громадянського самовизначення, бо це стосується не тільки

нашого історичного минулого, але й новітньої історії України. Оскільки церква традиційно була впливовим соціальним інститутом, український політиком одразу звернув на неї увагу, особливо під час виборчих перегонів. Релігійний фактор використовувався не тільки з боку окремих політиків і політичних об'єднань, але й, на жаль, був перетворений в символ регіонально-кланових угруповань, що негативно відбилося на стані міжконфесійних та міжцерковних стосунків. У свою чергу, деякі релігійні організації відкрито співпрацюють з впливовими політичними силами, підтримують їх представників в структурах законодавчої та виконавчої влади, оскільки розраховують на можливо неформальну, але суттєву підтримку – економічну, фінансову, інформаційну. З цієї причини, в умовах недостатньо розвинутого законодавства щодо регуляції церковно-державних відносин участь діячів церкви в масових політичних заходах має вимушений характер, оскільки суперечить прагненню людини до «граду Божого». Але ідея втілення ідеалу в мирське життя вимагає співпраці зі владою. Завдяки цьому релігійні організації отримують доступ до державних засобів інформації, впливають на бюджетні процеси (особливо на місцевому рівні), користуються певними преференціями, які залежать від стосунків зі владою.

Такий підхід не може бути плідним, оскільки базується на принципі політичної доцільності, проте не відповідає ролі держави як регулятора міжконфесійних стосунків, крім того, в умовах міжцерковного православного конфлікту зазначений підхід тільки загострює ситуацію.

Таким чином, в українському суспільстві розвиваються процеси клерикалізації держави та політизації церкви, що, незважаючи на їх різноспрямованість, є небезпечними для збереження суспільного спокою та стабільності. Поліетноконфесійний характер релігійних стосунків в Україні ставить певні вимоги перед державою як гарантом забезпечення толерантності та рівності в сфері духовного розвитку людини. Таке прагнення потребує чіткого розподілу функцій світської держави, що репрезентує своїх громадян, незалежно від наявності віросповідання, конфесійної приналежності, відсутності релігійних переконань чи їх невизначеності – усього того, що складає приватну сферу життя людини.

Вищі посадові особи держави, публічні політики, як і будь-які інші громадяни України також мають право на реалізацію конституційних прав на свободу совісті та віросповідання, але це не повинно ставати чинником громадського життя та інструментом політичної боротьби. Релігія є формою духовного осягнення суспільного буття, а церква – його соціальним інститутом, діяльність якого регламентується відповідно до моделі церковно-державних відносин і має конституційне закріплення. Реальний розподіл церкви і держави, забезпечення світського характеру останньої вимагає чіткого розмежування індивідуальної релігійної свідомості від політичної, внутрішнього духовного життя від його інституційної церковної організації, релігійних почуттів від їх зумисного, політично мотивованого демонстрування.

О некоторых способах повышения эффективности обучения русскому языку как иностранному

Чабан О.М.

(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна)

Chaban O.M. On some ways to improve learning efficiency russian as a foreign language

Перед многими практикующими педагогами встает вопрос повышения эффективности учебно-воспитательного процесса, а значит, реальная необходимость разработать некую модель обучения, выявить влияние учебного материала, формы и последовательности его предъявления на развитие познавательных способностей студентов.

Одной из важных проблем, которую стремятся решить как отечественные, так и зарубежные ученые, была и остаётся проблема поиска универсального (оптимального для всех условий) метода обучения русского языка как иностранного. Над этой проблемой работали разные ученые: Беляев Б.В. (сознательно-практический метод), Щукин А.Н. (аудиолингвальный метод), Громова О.А. (аудиовизуальный метод), Пассов Э.И. (сознательно-сопоставительный метод), Миролюбов А.А. (сознательно-сопоставительный метод), Китайгородская Г.А. (интенсивный метод) и др.

Одной из главных задач методики преподавания русского языка как иностранного является повышение эффективности обучения. На наш взгляд, этого можно достичь если, во время преподавания обратить внимание на труднейшие элементы обучения русскому языку, а именно:

- обучение *кириллице*,
- обучение *надёжной системе существительных*,
- обучение *видам глаголов*.

Эти три области обучения необходимо преподавать с особым вниманием, не выпуская из поля зрения ни один из этих моментов, потому что во время усвоения их могут возникнуть кризисы в психике студентов. Эти кризисы можно преодолеть различными современными методами, которыми улучшаются и углубляются языковые навыки студентов, например:

1. Для **индивидуальной работы** студента очень полезно:

Самостоятельное чтение нового небольшого текста при помощи словаря, важно уделять внимание тому, как пользоваться словарем. Для тренировки различных грамматических и других проблем индивидуальной работы, очень полезно *выполнение заданий компьютера*, в этом случае студент имеет возможность работать в таком темпе, как ему удобно. Имеется возможность и для повтора упражнения, чтобы закрепить пройденный материал.

2. Кроме индивидуальной работы важную роль играет в преподавании языка **работа в парах**, ведь целью преподавания языка является коммуникативная функция, осуществляющаяся и в работе в парах. Бывают случаи, когда студенты вместе готовят диалог на данную тему.

3. Студенты охотно работают и в рамках маленькой **группы**.

Важная форма групповой работы - это *дискуссия*. В этом случае самое важное: поднимать такую тему для дискуссии, которая вызывает интерес членов группы. Например, дискуссия о собаках. Как им живётся в квартире: хорошо или плохо? Что лучше в квартире: собака или кошка, и почему? Очень полезно посмотреть *видеофильмы* на русском языке с коротким, но интересным содержанием, о котором потом можно разговаривать в группе. Полезные просмотры таких реклам, которые знакомы студентам из программ телевидения. В этом случае студенты могут выучить богатую, интересную и современную лексику. Студенты очень любят русские мультфильмы то есть развлекаясь, они могут выучить много до сих пор незнакомых слов и выражений. В начале, когда у них еще много непонятных слов в материале, можно подготовить магнитофонную запись видеофильма: дать возможность студентам для повтора звукового материала.

Внимание должно уделяться не только говорению, но и пониманию партнера. Поэтому развитие навыка *понимания на слух* является очень важной задачей для коммуникации. Весьма интересно, что этот навык усваивается только раз в жизни, т.е. если речь идет о втором, третьем и следующих иностранных языках, у этих языков дойти до понимания на слух будет гораздо легче.

Также, студентам необходимо научиться пользоваться русским ИНТЕРНЕТОМ, и таким путём доставать новейшие сведения и материалы.

Анализ вузовского обучения русскому языку как иностранному показывает, что в настоящее время, как и ранее, сосуществуют переводные и беспереvodные (прямые) со-

знательные и интуитивные, интенсивные и неинтенсивные методы. При этом можно отметить интересную особенность современного этапа развития методики: на этом этапе в учебном процессе происходит интеграция различных методов обучения. Кроме того, важной особенностью современной методики является интерес к использованию новейших информационных и телекоммуникационных технологий в процессе обучения.

Діяльність губерньського Червоного Хреста на сторінках «Вестника Екатеринославского земства» (1903–1905)

Чангли В.І.

(Дніпропетровська обласна державна телерадіокомпанія)

Changli V.I. Provincial Red Cross activities on pages «Vestnik Ekaterinoslavskogo zemstva»
Considered cell activity Ekaterinoslav Red Cross sanitary unit and infirmary provincial zemstvo and Catherine in the Baikal, railway station on Urulha in 1904–1905

Історія періодичної преси на Катеринославщині, зокрема земської, отримала певне висвітлення в публікаціях Школьної О. Д., Кавуна М. Є., Мирончука В. Д., Антипенка В. В., де простежується роль Родзянка М.В. у підготовці та виданні «Вестника Екатеринославского земства» (1903–1905). Діяльність місцевого осередку Червоного Хреста, санітарного загону і лазарету Катерининської залізниці тільки згадується.

Як відомо, «Вестник Екатеринославского земства» виходив щотижнево. Внутрішня структура складалася з дев'яти розділів. Родзянко М. В. був головним редактором. Перший номер вийшов 16 жовтня 1903 р. У III відділі щотижневика містилась інформація щодо створення та діяльності санітарного загону та лазарету земства і Катерининської залізниці в 1904–1905 рр.

Інформація, що розміщувалась шпальтах щотижневика «Вестника Екатеринославского земства» дозволяє досить повно відтворити діяльність місцевого осередку Червоного Хреста в 1904–1905 рр. Так, з лютого по травень 1904 р. надійшло від «разных лиц и учреждений» пожертвувать 95058 крб., з яких 25000 цільовим призначенням надійшло на кошти санітарного загону, які було вирішено створити за пропозицією земства і управління Катерининської залізниці («Вестник Екатеринославского земства» 1904, № 23).

До Розпорядчого комітету, який очолив Родзянко М. В., ввійшло земське управління у повному складі, п'ять представників місцевого відділу Товариства Червоного Хреста, три представника Катерининської залізниці («Вестник Екатеринославского земства» 1904, № 16).

Діяльність Катеринославського санітарного загону і лазарету передбачалась на театрі військових дій між Харбіном та Ляояном. Зазначалось, що «медицинский персонал при устройстве лазарета обратился в мастеровых: врачи и сёстры клали печи, мыли окна, таскали грузы» («Вестник Екатеринославского земства» 1905, № 1–2).

Медичні звіти лазарету, що розмістився поблизу станції Урульга Забайкальської області дозволяють з'ясувати, що діяльність Катеринославського осередку Червоного Хреста проходила з 18.07.1904 р. Вартість утримання і лікування складала: в 1904 р. 3 крб. 19 коп. («Вестник Екатеринославского земства» 1905, № 19).

Член Розпорядчого комітету Шмідт Ф.І. зазначав, що «отряд работал полной силой и даже сверхкомплектно. Работы у всех было много». Відвідавши у грудні 1905 р. загін кореспондент газети «Забайкалье» підкреслював: «Считаю долгом отметить тот факт, что врачи Красного Креста в Урульге не только приносят пользу раненым воинам, но всегда и охотно оказывают медицинскую помощь местным жителям». Журналіст підкреслював: «Бросилась в глаза образцовая чистота постелей и белья больных, но более всего посети-

телей поразил тот умиленний, сердечний взгляд солдата, которым он встречает появление доктора» («Вестник Екатеринославского земства» 1905, № 6).

Згідно із звітом Катеринославського осередку Червоного Хреста від 13 січня 1905 р. «в жовтні 1904 р. 560 хворих провели в лазареті 6592 дня, серед них нижні чини – 6504 дня і цивільні – 88 дня». В середньому один хворий лежав у лазареті 12 днів. Смертність не перевищувала одного відсотка. В березні 1905 р. Родзянко М.В. зазначав, що «за вісім місяців діяльності загін досяг значних успіхів» («Вестник Екатеринославского земства» 1905, № 23).

У цілому, можна зробити висновок, що Катеринославський осередок Червоного Хреста проводив значну роботу. Створений за участю губернського земства і Катерининської залізниці санітарний загін і лазарет на станції Урульга в Забайкаллі сприяв належному санітарному медичному забезпеченню хворих і поранених солдатів у 1904–1905 рр.

Зв'язок науки та виробництва в процесі відбудови залізничного транспорту УРСР у другій половині 40-х – першій половині 50-х рр.

Шелейко Т.В.

(ДП «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», м. Кременчук)

Sheleyko T.V. Cooperation of science and production in the process of restoration of the Ukrainian republic railway transport in the second half of the 40's – the first half of the 50's

The basic practices of cooperation of science and production in the process of restoration of the Ukrainian republic railway transport in the post-war period are depicted.

Масштаби втрат, завданих залізничному транспорту України в роки II світової війни, геополітичні реалії другої половини 40-х – першої половини 50-х рр. виводили відбудовну програму у дві взаємопов'язані площини. Це, по-перше, відновлення інфраструктури – залізничного полотна, мостів, стрілочних переводів, станцій, складів, депо, ремонтної бази та інших обслуговуючих елементів, а також паровозо- і вагонобудівних підприємств то-що, по-друге, реконструкція та розвиток залізничного рухомого складу відповідно до тогочасних викликів, завдань внутрішньоекономічної політики та зовнішньополітичного курсу керівництва СРСР.

У першому випадку йшлося про переважно екстенсивні засоби ліквідації наслідків тотальної руйни на транспорті відразу після вигнання ворога, нарощування потенціалу залізниці як одного з вирішальних чинників комунікацій, від якого залежало відродження господарського комплексу та соціальної сфери в цілому, налагодження і нормалізація всіх ділянок управління, горизонтальних і вертикальних зв'язків, міжгалузевої кооперації.

У другому – стояла гостра потреба оновлення залізничного парку, обслуговуючої апаратури і механізмів, пошук нових технологій у галузі паровозо- і вагонобудування, рішень, спрямованих на оптимізацію руху, вантажо- і пасажиропотоку, інноваційних науково-прикладних проектів, спроможних вивести залізничний транспорт на рівень покладених на нього завдань, синхронізації зусиль науки і виробництва.

У той час на залізничному транспорті політичним керівництвом широко популяризувалася творча співдружність представників науки і виробництва. Це було «покликом часу» і дуже вигідним в економічному сенсі, оскільки суттєво наближало теоретичні розробки до їх прямого впровадження, миттєвого реагування на неточності у розрахунках та усунення недоліків у роботі. При цьому керівництву країни було з кого спитати, перед ким ставити завдання, на кого покласти відповідальність. Така практика співробітництва у дещо модифікованій формі діє й донині.

Вчені науково-дослідних інститутів часто бували на підприємствах залізничного транспорту, виступали з лекціями, надавали практичну допомогу з впровадження нової тех-

ніки, наукової організації праці. Практикувалися також і виступи новаторів і передовиків виробництва перед вченими і студентами транспортних навчальних закладів. Так, перед студентами з лекцією, виступав дорожній майстер І.І. Нефедов, ініціатор ущільнення графіка робіт з утримання колії у відмінному стані та мобілізації всіх резервів дефіцитних колійних матеріалів; на технічній конференції з результатами своїх напрацювань – красноманський машиніст Г.С. Шумилов, який розробив методи догляду за паровозом та його експлуатації в умовах залізниць Донецького басейну; на засіданні вченої ради Московського інституту інженерів транспорту – складач поїздів станції Львів-Головний І.О. Карашкевич, який разом зі своєю комплексною бригадою розробив високоефективні прийоми сортування вагонів шляхом багатогрупових поштовхів. Часто-густо вчені інститутів давали пояснення успіхам новаторів виробництва, теоретично розвивали їхні напрацювання, науково обґрунтовували можливість та доцільність використання і вдосконалення. Зміцнення нерозривного зв'язку теорії з практикою зобов'язувало професорсько-викладацький склад вищих учбових закладів залізничного профілю не замикатися на формальних рамках дисципліни, а постійно збагачувати її, узагальнюючи набутий досвід, враховуючи потреби депо, станцій, заводів. Це стало неодмінною умовою успішної роботи кожного наукового співробітника, кожного викладача. Чимало з них, разом з інженерно-технічними працівниками (раціоналізаторами, винахідниками, передовиками виробництва) були членами дорожніх наукових інженерно-технічних товариств (ДОРНІТТ), покликаних сприяти союзу науки та практики. Так, членами ДОРНІТТ Сталінської магістралі лише у третьому кварталі 1950 року було прочитано на вузлах і станціях майже 200 лекцій, проведено на підприємствах 6 технічних конференцій.

Ще одним видом просвітницької діяльності ДОРНІТТ було розповсюдження досвіду новаторів виробництва шляхом підготовки й видання спеціальних книг, брошур, плакатів тощо. Так, доцент Харківського інституту інженерів транспорту В.І. Ангелейко написав брошуру про поточне утримання колії за методом бригадира Харківської дистанції Південної залізниці І. Нефедова та запроваджені ним середньопрогресивні норми на поточне утримання колії та ущільнений графік робіт під час планово-попереджувального ремонту. Доценти Золотухін і Нетюхайло з того ж інституту підготували брошуру про передовий досвід машиністів депо Лозова (Південна залізниця), доцент Дроб'язко – про організацію праці машиністів-п'ятисотників депо Гребінка (Південно-Західна залізниця).

Важливу роль наукові працівники відігравали і в ефективному використанні залізничними технічними засобів. Прикладами цього можуть слугувати конкретні пропозиції вчених Дніпропетровського інституту стосовно покращення використання технічних засобів на Сталінській залізниці, а також практична допомога співробітників Харківського інституту з навчання працівників швидкісному різанню металу та організації правильної заточки ріжучого інструменту на Південній залізниці. Таке співробітництво давало поштовх до творчої раціоналізаторської праці інженерно-технічних працівників доріг з освоєння і впровадження нової техніки, а також сприяло підвищенню продуктивності праці, ліквідації браку у виробництві тощо.

Аналогічним чином відбувалося впровадження і застосування на залізницях нових технологічних процесів з ремонту паровозів, вагонів тощо, а також прогресивних розробок самих науковців, адже впровадження у виробництво інновацій завжди пов'язане з великою кількістю різних експериментів, перевірок, під час яких виявляються всі переваги і недоліки розробки, а також і можливості щодо її покращення та найшвидшого освоєння. При цьому вже науковці потребують уважного ставлення до свого творіння з боку виробників. Так було, коли доцент Дніпропетровського інституту Воскобойников запропонував інжектор-пароосушувач власної конструкції. Завдяки необхідним умовам, створеним депо Нижньодніпровськ-Вузол, було проведено більше тисячі дослідів, перш ніж інжектор-пароосушувач почали застосовувати на залізниці. Значних успіхів у справі впровадження наукових розробок у виробництво досяг колектив Харківського інституту

інженерів залізничного транспорту, яким до 1949 року було впроваджено 13 проектів. Деякі з них дали значний економічний ефект. Передусім це стосується організації маршрутних перевезень вугілля з Донбасу для електростанцій Харківенерго. Значних результатів було досягнуто завдяки застосуванню нових методів з економії палива та інших.

До розробки суто технічних питань залучали також і економістів, причому не тільки для того, щоб обрахувати економічний ефект від впровадження того або іншого заходу. Створенням і впровадженням прогресивних норм виробітку з успіхом займалися наукові співробітники кафедри економіки транспорту Харківського інституту під керівництвом її завідувача, доцента Тучкевича. Ними було підготовлено і впроваджено заходи, що покращили систему заробітної плати станційним працівникам, пов'язаним з формуванням поїздів.

Результатом співпраці стала також можливість для науковців проводити свої дослідження безпосередньо на окремих об'єктах магістралі, використовуючи їх в якості лабораторно-експериментальних баз. Виконання наукових проектів в умовах виробництва підвищувало їх практичну цінність та прискорювало впровадження результатів у виробництво. Саме так було прискорено обіг вагонів на Сталінській залізниці завдяки впровадженню двостороннього методу формування поїздів, що призвело до значної економії вагоно-годин, підвищення продуктивності праці складачів і, як наслідок, зменшення собівартості переробки вагонів.

Таким чином, комплекс питань, які доводилося вирішувати залізничникам, потребував консолідації зусиль практиків і науковців. Саме завдяки синхронізації їх дій вдалося виявити додаткові ресурси залізничного транспорту й використати їх для виконання поставлених керівництвом галузі завдань. Відомчі науково-дослідні установи республіки в тісній кооперації з виробничниками, незважаючи на надзвичайно несприятливі умови, гострий дефіцит фінансово-матеріальних ресурсів та професійних кадрів, зуміли розв'язати складний комплекс завдань, що стояли перед ними у відбудовний період. Завдяки продуктивним вченими, винахідниками, раціоналізаторами новим технічним і технологічним рішенням, теоретичним розрахункам відбувалося впровадження нових методів виробництва й експлуатації рухомого складу, інфраструктурних компонентів, а також підготовка кваліфікованих кадрів середньої та вищої ланок.

Все це дало змогу у стислі терміни повернути залізничний транспорт на той рівень, що забезпечував відродження республіки після катастрофічних, руйнівних наслідків війни.

Культура особистісної свободи як соціальний феномен

Щербакова Т.О.

(Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна)

Sherbakova T.A. The culture of personal freedom as social phenomenon.

In this article the term "culture of personal freedom" introduced by the author is analyzed; the author gives its definition; the main macro social factors of establishment and development of relevant phenomenon are mentioned; its possible changes (axionormative, cognitive and conitive) are traced.

Актуальність дослідження проблем свободи особистості викликано насамперед розвитком можливостей створення сприятливих умов її самореалізації в суспільстві. Метою такого процесу є формування цілісної концепції індивідуальної свободи особистості, яка б наповнювалася конкретним змістом, відображала б реальну діяльність індивіда як особистості і як члена суспільства. Тому в контексті соціально-філософської теорії свободи особливого сенсу набувають проблеми індивідуальної, особистісно орієнтовної свободи та

становлення індивідуального в структурі особистості, розглянутої в умовах трансформації соціальної системи.

З позицій сучасної науки свобода розуміється не тільки як можливість індивідуальної самореалізації особистості у світі, але й як її невід'ємне право на вільний, індивідуальний вибір життєвих цінностей і світоглядних уявлень. Свобода характеризує сутність людини і її існування, стан та можливість мислити і діяти відповідно до своїх інтересів та бажань. Становлення та розвиток індивідуальної свободи зумовлені внутрішніми потребами розвитку, як самої особистості, так і суспільства в цілому.

Індивідуальна свобода особистості – один з визначальних критеріїв вільного суспільства, важливий показник цивілізаційного підходу до соціуму як в його ретроспективі, так і в перспективному баченні. Однією з провідних рис розвитку сучасного суспільства є значне посилення особистісного, індивідуального підходів до розуміння людського буття, що й актуалізує філософську проблему індивідуальної свободи. Вільна особистість виступає основою демократичного суспільства.

Індивідуальна свобода дає можливість діяти відповідно до своїх інтересів і уявлень, створює умови здійснювати власний, індивідуальний вибір, володіє максимальною кількістю можливостей для задоволення потреб розвитку і самовираження особистості. Механізм реалізації індивідуальної свободи соціуму проявляється у тому, наскільки різноманітно інтерпретується індивідуальність, як в рамках окремої особистості, так і суспільства в цілому.

Поряд із темою індивідуальної свободи постає проблема вибору як способу її реалізації. Філософська інтерпретація проблеми індивідуального вибору має великий теоретичний і практичний потенціал, тому що саме індивідуальний вибір є сутнісною характеристикою індивіда та його індивідуальної свободи. Можливість особистості здійснювати власний, індивідуальний вибір розкриває сенс індивідуальної свободи, конкретизує її значення. В першу чергу проблема індивідуального вибору сприяє становленню індивідуальної свободи особистості.

Особистість за своєю природою - цілісний, системний і структурований конструкт, який є відтворенням сукупності суспільних свобод, що характеризують конкретно-історичне суспільство. Суспільна система впливає перш за все на загальні умови самореалізації індивіда. В свою чергу становлення особистості, прояв її індивідуальності є визначальним компонентом розвитку демократичного суспільства.

Індивід, його індивідуальна свобода є ключовим елементом суспільного життя. Збереження та зміцнення власного Я як гарантія індивідуальної свободи - це особистісна, світоглядна проблема розвитку людського індивіда в цілому. Індивід як суспільна істота, що є носієм колективного (суспільного), може виступати і як самотутня індивідуальність, здатна усвідомити і реалізувати власні потреби та інтереси. Індивідуальність - це цілісна особистість, яка характеризується власним ставленням до суспільства і проявляється в самореалізації.

Отже, дослідження проблем свободи особистості потребує розгляду проблеми індивідуального вибору особистості, різноманітних форм прояву індивідуального в умовах поглиблення міжособистісної взаємодії, місця і ролі індивідуальної свободи в розвитку соціальної системи. Життя людини в суспільстві вимагає дотримання загальноприйнятих правил, норм колективної (суспільної) свободи та поряд з цим кожний має право на свій власний індивідуальний вибір, індивідуальну свободу, яка є необхідною умовою самореалізації особистості. Тому забезпечення соціальних передумов для самореалізації особистості і перш за все її прагнення до свободи як суспільної, так і індивідуальної є основною метою демократичного суспільства.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Агієнко І.В.	289	Бондарев О.М.	82, 83
Айтов С.Ш.	291	Бондарева В.С.	82
Акимов И.В.	227	Бондаревський А.Г.	330
Акулов А.С.	79	Боренко М.В.	275, 281, 286, 287
Алхдур А.М.М.	200	Борецький А.С.	139
Андреев О.А.	58, 69	Бочарова О.О.	302
Андрейко І.М.	229, 265	Братченко О.В.	50
Арпуль С.В.	113	Бруякин В.К.	52
Арсонов В.В.	85	Брынза А.А.	84, 179
Артем'єв М.С.	311	Бубнов В.М.	33
Артемов В.Е.	177	Бурлуцкий А.В.	13
Артемчук В.В.	251	Бушина Т.Л.	213
Афанасов А.М.	108	Бычков О.А.	140
Ахметова О.І.	213	Ваврух В.І.	229
Баб'як М.О.	108	Вакуленко И.А.	241, 243
Бабаев А.М.	32	Вакуленко І.О.	235, 236, 238, 239, 244, 246
Бабаченко А.И.	230	Вакуленко Л.И.	269
Бабаченко О.І.	235	Ванжа О.В.	139
Бабенко А.І.	178	Васильев В.Е.	113
Байдак С.Ю.	191	Верлан А.И.	142
Баланов В.О.	142	Вернигора Р.В.	143, 150
Барановский Д.Н.	20	Викторова Е.А.	66
Бардась О.О.	134	Вислогузов В.Т.	35, 41
Баскевич А.С.	249, 280	Візняк Р.І.	34
Безрученко В.М.	118	Вісін М.Г.	111
Белименко С.С.	109	Власенко Б.Т.	112
Белухин Д.С.	110	Водяников Ю.Я.	70
Беляев Г.Д.	80	Водяніков Ю.Я.	36, 77
Беляев Н.Н.	214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221	Волнянский Д.М.	284
Беляева В.В.	213	Волохов Г.М.	37
Березовый Н.И.	140	Волощенко Д.Д.	121
Берлов А.В.	214	Ворожбіян М.І.	259
Білецький Ю.В.	28	Гаврилов М.О.	180
Біляєв М.М.	213, 217	Гагін Л.Ф.	8
Блохин Е.П.	81	Ганич Р.Ф.	251
Бобиль С.В.	292	Герасименко Д.В.	252
Бобирь Д.В.	4	Гергель Н.А.	66
Бобровский В.И.	135, 136, 137, 138	Германюк Ю.М.	144, 146
Богомаз Е.Г.	95	Гетьман Г.К.	113
Боднар Б.Є.	3, 4, 5, 6	Горб А.С.	181
Боднар Є.Б.	7	Горбатюк Ю.М.	182
Болвановська Т.В.	139	Горелов Я.С.	113
Болотова Д.М.	239	Горобец В.Л.	85
Бондар О.І.	119	Горобец Д.В.	105
Бондаренко З.П.	294, 298	Горобець В.Л.	82, 83
Бондаренко Л.И.	301	Горячев Ю.К.	130
Бондаренко Л.М.	232	Грановская Н.И.	86
Бондаренко Ю.С.	120	Грановский Р.Б.	86
		Гречко А.В.	39, 70

Гришечкін С.А.	253	Заяць Ю.Л.	186
Грищенко М.А.	236	Здоровець Н.А.	273
Грічаний М.А.	58, 69	Зеленкевич Ю.О.	149
Громова Е.В.	205	Зеленько Ю.В.	223
Грязнова Л.В.	247	Зимівець Н.В.	308
Гузиенко Д.	221	Игнатов Г.С.	68
Гузченко В.Т.	200	Игнатова Д.В.	155
Гуливец А.Н.	249	Игнатченко Н.В.	217
Гуньо Е.Ю.	215, 222	Ищенко В.А.	88, 109
Гусак М.А.	192	Івахненко В.	294
Даценко В.Н.	87	Іващенко Г.Л.	309
Дацків Ю.О.	182	Іващенко М.Ю.	259
Дворецкий В.И.	183	Іващенко С.В.	151
Дементьева Ж.А.	230	Івченко Т.І.	278
Демченко Е.Б.	135, 138	Кавац О.А.	256
Демченко С.Б.	171	Кадильникова Т.М.	254
Демчук Р.М.	116	Калабухін Ю.Є.	26
Децюра О.Я.	6	Калинина Н.Е.	256
Дешко Л.К.	303	Калужский С.Ю.	43, 44
Дешко Н.А.	303	Калюжна І.С.	317
Дзичковский Е.М.	86, 97	Камінський Р.З.	311, 313
Дзюбенко М.І.	330	Камышный А.Е.	73
Долина Л.Ф.	216, 222	Капіца М.І.	9
Донская Т.Р.	267	Капштык А.	213
Донченко А.В.	40	Карзова О.А.	122
Дорош А.С.	136, 137, 138	Карзова О.О.	123
Друбецкий А.Е.	114	Квіта С.В.	328
Дубинец Л.В.	122	Кебал І.Ю.	61
Дуганов А.Г.	35, 41	Кедря М.М.	124
Дудкіна В.В.	250, 253	Керенцев Д.Е.	37
Дузик В.Н.	62, 63	Кивишева А.В.	59
Епов В.П.	41	Кирильчук О.А.	41
Ефременко Б.В.	282	Кислий Д.М.	5
Ефременко В.Г.	258, 282	Кійко А.І.	116
Євдомах Г.В.	79	Кіріченко П.С.	217
Єльнікова Л.О.	143	Клименко И.В.	81, 89
Желєзнов К.І.	79	Клочко Б.Г.	188
Жижко В.В.	62, 63	Кныш А.В.	230
Журавель В.В.	147, 148	Кобилянський М.Ю.	311, 313
Журавель І.Л.	147, 148	Коваленко В.В.	186
Забарило Д.О.	111, 114	Коваленко С.В.	186
Заблудовский В.А.	252	Ковальов В.В.	188, 189
Заблудовський В.О.	251, 253	Ковтун В.В.	314
Заболотная Е.В.	217	Кодичев В.А.	43, 44
Заболотний О.М.	79	Козаревская Т.В.	258
Заваруева И.И.	305	Козаченко Д.М.	151
Загорулько С.М.	185, 206	Козаченко Д.Н.	142, 150, 159
Заец А.П.	168	Козюпа О.М.	27
Заєць І.П.	254	Колесник А.І.	152
Заниздра О.А.	307	Коренюк Р.О.	3
Затынайченко Д.О.	218	Коробйова Р.Г.	153, 154

Корогод О.П.	119	Магомедова Н.М.	155
Коротенко М.Л.	81	Мазуренко О.О.	157
Коротков В.М.	10	Макаров Ю.О.	196
Корх О.М.	126	Малишев Ю.В.	197
Костин Н.А.	125	Мальгин М.Г.	183
Костиркін О.В.	259	Манкевич Н.Б.	33
Костін М.О.	131	Маренич О.Л.	122
Кострица С.А.	91, 92	Марикуца С.Л.	112
Кравцов А.С.	282	Марко Т.М.	14
Крамар І.Є.	232, 286	Марков Є.В.	8
Красильников В.М.	12	Маркова І.А.	278
Красильников В.Н.	12	Мартішевський М.І.	14, 16, 17, 18
Красильников М.В.	12	Маслеева Л.Г.	85
Краснобрыжева Ю.С.	93	Матвієнко Х.В.	302
Краснов Р.В.	122, 126	Машихіна П.Б.	218, 222
Краснюк А.В.	205	Мельник А.А.	122
Крашенинин А.С.	13	Мельничук І.І.	194
Кривчик Г.Г.	315	Мещерякова Т.М.	260, 262
Кривчиков А.Е.	86, 97	Мінаков В.А.	24
Кривчиков О.Є.	83	Міронова Т.М.	267
Кротов С.В.	94	Мірончук В.Д.	322
Кругленко А.С.	328	Михайленко Ю.В.	115
Кудряшов А.В.	157	Михаліченко П.Є.	128
Кузін М.О.	260, 262	Михалків С.В.	19
Кузін О.А.	260, 262	Мищенко А.А.	52, 72
Кузьмичёв В.М.	241, 264	Мілянйч А.Р.	49
Кулик В.В.	265	Мінеєв О.С.	262
Куліченко А.Я.	47	Мірошніченко І.Г.	324
Курган А.М.	195	Мороз В.І.	50
Курган Д.М.	180	Мосейчук В.С.	112
Курган М.Б.	191, 192, 193, 194	Мошкола Ю.Ю.	159
Куриленко О.Я.	127	Мурадян Л.А.	52
Куроп'ятник О.С.	130	Мурашова Н.Г.	61, 325
Кушнір М.А.	274	Муха А.М.	129
Кушнір М.А.	229, 265, 278	Мямлін В.В.	53, 55
Лавриненко А.	217	Мямлін С.В.	20, 33, 57, 59, 62, 63, 65, 66, 68, 95, 107, 269
Лагдан С.П.	317, 318	Мямлін С.В.	23, 58, 61
Ладыченко А.О.	73	Нагорная Е.К.	219
Лазаренко В.І.	320	Надеждін Ю.Л.	238, 244
Лебедь Т.Е.	266	Назаров О.А.	160
Левченко А.О.	215	Найдьонова В.О.	189
Лелеко Д.В.	279	Накашидзе І.С.	326
Леонова Д.І.	224	Напара Ю.Б.	116
Линник Г.О.	195	Науменко Н.Е.	95
Лисняк А.Г.	247	Недужа Л.О.	23
Литвиненко П.Л.	230	Нестеренко О.В.	144
Лобань О.О.	154	Нетребко В.В.	271
Ловська А.О.	34	Нечволода К.С.	67
Лужицький О.Ф.	196, 212	Нечитайло Н.П.	220
Лутонин С.В.	68	Нікітенко А.В.	128
Луханин Н.И.	95		

Ніколенко Р.	17	Ройбул П.А.	99, 102
Ніщенко О.Є.	39	Романюк Я.Н.	65
Новік Р.Б.	197	Романюха М.Р.	61
Овчаренко С.М.	24	Руденко Н.В.	153
Озерова О.О.	175	Рудковський О.В.	26
Окороков А.М.	161	Рустамов Р.Ш.	150
Омельчук Т.В.	163	Рыжов В.А.	41
Осіпова О.В.	318	Рядковський В.В.	82, 83
Островерхов Н.П.	97	Саблін О.І.	131
Островська А.Є.	272	Савченко К.Б.	71, 72
Оцабрік І.О.	164	Савчинський Б.В.	208
Очкасов О.Б.	3, 25	Савчук О.М.	72
Пайончківська Н.М.	146	Саламон Р.П.	118
Палій І.І.	9	Самолига Т.О.	165
Панасенко В.В.	89	Сахацький А.В.	8
Паник Л.А.	169	Свистун С.М.	36, 70, 77
Пантилеєнко Е.С.	327	Святко І.О.	202, 203
Папахов О.Ю.	149, 163, 164, 165, 166	Сеймук А.О.	330
Пасичний А.Н.	159	Сердюк В.Н.	27
Пасічний О.М.	151	Сирота С.А.	105
Пацановський С.В.	275, 281, 287	Сиротенко В.В.	123
Пашенко А.В.	98	Сіваконева Г.О.	167
Перков О.Н.	241, 264	Сіліна Н.О.	254
Перков О.О.	239	Скалозуб В.В.	168, 169
Петренко В.Д.	198, 199, 200, 202, 203	Скалозуб М.В.	169
Петренко В.І.	198	Скобленко В.М.	82
Петренко В.І.	199	Сковрон І.Я.	171
Письменний Е.А.	66	Скогарев І.Е.	66
Піляєва С.Б.	273	Смирнова М.Л.	331
Пічурін В.В.	328	Соболевська М.Б.	105
Плітченко С.А.	243	Сокол О.В.	313
Плітченко С.О.	244	Соляник М.І.	40
Повстенко Я.Л.	79	Спирідонова І.М.	273
Подковирова Г.А.	161	Степанов П.П.	73
Полишко С.А.	274	Столяренко М.В.	108
Половина С.І.	211	Сумцов А.Л.	28
Поляков Г.А.	279	Сухоруков Б.Д.	206
Пономарев Ю.К.	37	Таранець О.І.	172
Пономаренко І.Ю.	303	Тарасенко В.П.	208
Потапов А.І.	210	Тарнай Є.Є.	152
Примакін А.О.	275, 281, 287	Тартаковський Е.Д.	28
Пристинська В.В.	186	Татарко Ю.В.	274, 278
Приходько В.І.	62, 63, 68	Татуревич А.П.	66, 79
Пройдак С.В.	236, 246, 276	Теличко І.Б.	105
Пуларія А.Л.	69	Теодорський С.В.	119
Пучиков А.В.	279	Тесевич В.В.	330
Пшінько А.Н.	68, 205	Титаренко І.В.	74
Пшінько П.О.	186	Товт Б.М.	106
Пятаков О.О.	70	Трегубенко Г.Н.	279
Ракша С.В.	130	Третьяков О.М.	224
Распопов А.С.	177	Третьякова О.В.	224

Третьяков В.П.	196	Чернявская Е.	258
Трепак С.Ю.	223	Черняев Д.В.	6, 25
Тюткин А.Л.	200	Черняков М.М.	212
Тюткін О.Л.	199	Чибісов Ю.В.	173
Тютюнник Ю.	221	Чигирик Н.Д.	28
Узлов О.В.	279	Чугай А.Д.	153
Урсуляк Л.В.	85, 95	Шань М.А.	280
Устинова К.Б.	273	Шапатіна О.О.	174
Фадеев В.О.	193, 210	Шаповал А.В.	40
Федоров Е.Ф.	86	Шаповалов В.О.	132
Федосов-Никонов Д.В.	40	Шапошник В.Ю.	32
Филоненко Н.Ю.	280	Шафран Л.М.	224
Філіпенко М.В.	18	Швец А.О.	79
Фомін В.В.	50	Швец О.М.	25
Фомін О.В.	50	Шейкіна О.Г.	131
Харченко А.В.	107	Шелейко Т.В.	36, 39, 77, 336
Хворост Е.Ф.	68	Шепотенко А.П.	30
Хижа И.Ю.	95	Шимидзу К.	258
Хмелевська Н.П.	191, 194	Шинковська І.Л.	254
Хміль В.В.	332	Шкабров О.А.	68
Ходаківський А.М.	19	Шпак Е.А.	230
Хоменко І.Ю.	75	Штапенко Е.П.	253
Храмцов А.М.	275, 281, 286, 287	Штапенко Э.Ф.	284
Хрущ И.К.	105	Щербак А.С.	205
Цабан П.В.	166	Щербакова Т.О.	338
Циупа А.	41	Щока І.М.	275, 281, 286, 287
Чабак Ю.Г.	282	Ягода Д.О.	82
Чабан О.М.	333	Яковлев С.О.	232
Чабанюк Є.В.	79	Якубовская З.Н.	216
Чайковская А.О.	283	Якунин А.А.	168
Чанглі В.І.	335	Ямпольський Д.О.	203
Чейлях А.П.	258	Яновський П.О.	148, 175
Чернишова О.С.	211		

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1 «ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЛОКОМОТИВОВ»	3
Удосконалення стенду випробування гідравлічних передач тепловозів Боднар Б.Є., Очкасов О.Б., Коренюк Р.О.	3
Розподіл часу ходу поїздів по перегонах при визначенні раціональних режимів їх ведення Боднар Б.Є., Бобирь Д.В.	4
Визначення сили тяги локомотива з врахуванням нерівномірності навантаження колісно-моторних блоків Боднар Б.Є., Кислий Д.М.	5
Дослідження факторів впливу на обертовий момент тепловозного дизеля Боднар Б.Є., Децора О.Я., Черняев Д.В.	6
Основні вимоги та принципи створення бортових систем діагностування локомотивів Боднар Є.Б.	7
Шляхи модернізації дільниці з ремонту ЕРС під час виконання ПР-3 Гагін Л.Ф., Сахацький А.В., Марков Є.В.	8
Поліпшення робочого процесу тепловозних ДВЗ Капіца М.І., Палій І.І.	9
Применение смазочных композиций в коллекторно-щеточном узле для повышения надежности тягового электродвигателя локомотива Коротков В.М.	10
Испытания и диагностирование электронных регуляторов маневровых тепловозов Красильников В.Н., Красильников М.В.	12
Філіал кафедри локомотивів ДНУЗТ на Дніпропетровському ТРЗ Красильников В.М.	12
Корректированные системы ТО и ТР локомотивов в современных условиях Крашенинин А.С., Бурлуцкий А.В.	13
Впровадження систем вимірювання витрат дизельного палива на випробувальних стендах Мартишевський М.І., Марко Т.М.	14
Моніторинг функціональних параметрів механічних систем в динаміці їх зміни Мартишевський М.І.	16
Модернізація тепловозів двигунами САТ Мартишевський М.І., Ніколенко Р.	17
Заміна маневрових локомотивів маневровими тягачами Мартишевський М.І., Філіпенко М.В.	18
Підходи до створення бортової системи діагностування механічних вузлів локомотивів Михалків С.В., Ходаківський А.М.	19
Оптимизация подвижного состава железнодорожного транспорта Мямлин С.В., Барановский Д.Н.	20
Вплив зв'язків кузова з візками сучасних локомотивів на їх динамічні якості	23
Мямлін С.В., Недужа Л.О.	23
Идентификация предотказного состояния дизеля тепловоза с использованием нейронных сетей Овчаренко С.М., Минаков В.А.	24
Методика математичної обробки сигналу нерівномірності кутової швидкості Очкасов О.Б., Швець О.М., Черняев Д.В.	25

Моделювання енерговитрат на тягу поїздів Рудковський О.В., Калабухін Ю.Є.....	26
Актуальність модернізації дизель-генераторної установки тепловоза М62 Сердюк В.Н., Козюпа О.М.....	27
Модель визначення ефективності технічної експлуатації тягового рухомого складу залізниць Тартаковський Е.Д., Чигирик Н.Д., Білецький Ю.В., Сумцов А.Л.	28
Поліпшення сумішоутворення в дизельних двигунах Шепотенко А.П.	30
СЕКЦИЯ 2 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАГОНОВ».....	32
Технические средства удержания вагонов Бабаев А.М., Шапошник В.Ю.	32
Динамика грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 Бубнов В.М., Мямлин С.В., Манкевич Н.Б.	33
Удосконалення несучої конструкції вагона-платформи з метою технічної адаптації до перевезень залізничним поромом Візняк Р.І., Ловська А.О.	34
Показатели работоспособности аккумуляторных батарей межрегиональных поездов двойного питания для пассажирских перевозок на железных дорогах Украины производства компании «Hyundai-Rotem Company» Вислогузов В.Т., Дуганов А.Г.	35
Прокочування колісних пар під час гальмування пасажирського вагона Водянніков Ю.Я., Шелейко Т.В., Свистун С.М.....	36
Новые конструкции цельнокатаных колес для Российских железных дорог Волохов Г.М., Пономарев Ю.К., Керенцев Д.Е.	37
Автоматизація процесу розчеплення автозцепу під час проведення поїзних випробувань гальмівної системи за методом кидання Гречко А.В., Ніщенко О.Є., Шелейко Т.В.	39
Модернизация – старым проектам новую жизнь Донченко А.В., Шаповал А.В., Соляник М.И., Федосов-Никонов Д.В.....	40
Показатели систем обеспечения микроклимата в кабинах управления и пассажирских салонах двухсекционного дизельного поезда модели 630 М Дуганов А.Г., Вислогузов В.Т., Епов В.П., Рыжов В.А., Кирильчук О.А., Циупа А.	41
Новое оборудования для обработки литых деталей грузовых вагонов при изготовлении и ремонте Калужский С.Ю., Кодичев В.А.	43
Проект внедрения новых технологий и оборудования для ремонта деталей грузовых железнодорожных вагонов Калужский С.Ю., Кодичев В.А.	44
Післяремонтні приймальні динамічні випробовування залізничних вагонів, ґрунтовані на нелінійній стохастичній моделі Куліченко А.Я.	47
Прогнозування якості поверхні деталей вагонів виготовлених методом пластичного деформування Мілянчик А.Р.	49
Модульно-декомпозиційна модель конструкції кузовів сучасних напіввагонів Мороз В.І., Фомін О.В., Братченко О.В., Фомін В.В.	50

Исследование эксплуатационных свойств надежности опытных вагонов в замкнутых маршрутах УЗ	
Мурадян Л.А., Мищенко А.А., Бруякин В.К.	52
Использование транспортного агрегата для перемещения вагонов между позициями гибкого вагоноремонтного потока	
Мямлин В.В.	53
Основные технологические решения многофункционального производственного комплекса по ремонту и изготовлению грузовых вагонов на базе вагонного депо Гянджа (Азербайджан)	
Мямлин В.В.	55
Опыт проведения теоретических и экспериментальных исследований железнодорожной техники	
Мямлин С.В.	57
Актуальність створення сучасних систем гасіння коливань для пасажирських вагонів	
Мямлин С.В., Андреев О.А., Грічаний М.А.	58
Совершенствование элементов рессорного подвешивания пассажирских тележек	
Мямлин С.В., Кивишева А.В.	59
Привід ручного гальма рейкового транспортного засобу	
Мямлин С.В., Мурашова Н.Г., Романюха М.Р., Кебал І.Ю.	61
Определение параметров рессорного подвешивания пассажирских вагонов перспективных конструкций	
Мямлин С.В., Приходько В.И., Жижко В.В., Дузик В.Н.	62
Определение динамических качеств вагонов межрегионального электропоезда производства ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» на перспективных тележках	
Мямлин С.В., Приходько В.И., Жижко В.В., Дузик В.Н.	63
Влияние продольного профиля пути на уровень продольных сил в наливных поездах	
Мямлин С.В., Романюк Я.Н.	65
Повышение точности расчетов по воздействию подвижного состава на путь	
Мямлин С.В., Татуревич А.П., Письменный Е.А., Скогарев И.Е., Викторова Е.А., Гергель Н.А.	66
Устранение клиновидного износа тормозных колодок – значимое ресурсосберегающее мероприятие	
Нечволода К.С.	67
Конструкция межрегиональных двухсистемных электропоездов производства ПАО «Крюковский вагоностроительный завод»	
Приходько В.И., Хворост Е.Ф., Лутонин С.В., Шкабров О.А., Игнатов Г.С., Пшинько А.Н., Мямлин С.В.	68
Підвищення корозійної стійкості кузовів пасажирських вагонів в інтервалі між капітальними ремонтами	
Пуларія А.Л., Грічаний М.А., Андреев О.А.	69
Результаты исследования тормозной эффективности опытного электропоезда ЭКр1	
Пятаков О.О., Водяников Ю.Я., Гречко А.В., Свистун С.М.	70
Система регистрации тормозного пути	
Савченко К.Б.	71
О сравнении показателя энергозатратности профилей качения колес	
Савчук О.М., Савченко К.Б., Мищенко А.А.	72
Комплексный подход к повышению ресурса цельнокатаных колес	
Степанов П.П., Ладыченко А.О., Камышный А.Е.	73

Дослідження ліній току і швидкостей руху повітря в купе пасажирського вагона Титаренко І.В.	74
Розробка розрахункової тривимірної моделі пасажирського вагона для дослідження нестационарних теплових процесів Хоменко І.Ю.	75
Застосування основних положень невизначеності вимірювань для оцінки гальмівної ефективності рухомого складу Шелейко Т.В., Водянніков Ю.Я., Свистун С.М.	77
СЕКЦИЯ 3 «ДИНАМИКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ Поездов»	
Деякі аспекти розрахунків оптимальних режимів руху поїздів Акулов А.С., Євдомах Г.В., Железнов К.І., Заболотний О.М., Повстенко Я.Л., Татуревич А.П., Чабанюк Є.В., Швець А.О.	79
Учет геометрических параметров профилей поверхностей катания колеса и рельса в уравнениях вертикально-поперечных колебаний вагона и пути как единой механической системы Беляев Г.Д.	80
Об оценке безопасности от схода колеса с рельсов при использовании направляющей либо боковой силы Блохин Е.П., Коротенко М.Л., Клименко И.В.	81
Розробка заходів з покращення показників міцності несучих конструкцій та засобів передачі тяги головних вагонів дизель-поїздів ДР1А на підставі експериментально-теоретичних робіт Бондарев О.М., Горобець В.Л., Бондарева В.С., Ягода Д.О., Скобленко В.М., Рядковський В.В.	82
Експериментально-теоретична оцінка та покращення показників міцності середніх поперечних балок рам візків причіпних вагонів електропоїздів серій EP9 Бондарев О.М., Горобець В.Л., Кривчиков О.Є., Рядковський В.В.	83
О применении рационального способа подбора параметров элементов комбинированных конструкций в расчетах кузовов Брынза А.А.	84
Об оценке уровня продольных сил, влияющих на угон пути, при переходных режимах движения поезда Горобец В.Л., Маслеева Л.Г., Урсуляк Л.В., Арсонов В.В.	85
Результаты ходовых динамических приемочных испытаний двухсистемного электропоезда межрегионального сообщения производства ОАО «Крюковский вагоностроительный завод» Грановский Р.Б., Дзичковский Е.М., Кривчиков А.Е., Федоров Е.Ф., Грановская Н.И.	86
Определение усилий в системе вагон – сыпучий груз при продольных воздействиях на вагон Даценко В.Н.	87
Термонапряженное состояние тормозных систем подвижного состава Ищенко В.А.	88
Несовершенство карданных приводов подвижного состава Клименко И.В., Панасенко В.В.	89
Совершенствование методов оценки усталостной прочности самоходного подвижного состава, применяемых на этапах проектирования и допуска к эксплуатации Кострица С.А.	91
Применение градиентных методов оптимизации к выбору рациональных параметров несущих	

конструкций подвижного состава на этапе проектирования Кострица С.А.....	92
Применение GPS навигации для уменьшения динамического воздействия на путь и улучшения плавности хода электропоездов Краснобрыжева Ю.С.	93
Несущая способность прессового соединения колесной пары Кротов С.В.....	94
Оценка уровня продольных сил в грузовых поездах разной длины при движении по участкам пути сложного профиля Луханин Н.И., Мямлин С.В., Урсуляк Л.В.....	95
Оценка нагруженности сцепа вагонов-цистерн в составе сухогрузного поезда при переходных режимах движения Науменко Н.Е., Хижа И.Ю., Богомаз Е.Г.	95
Результаты приемочных испытаний щебнеочистительной машины RM-80 UHR №011 производства ПАО «Старокраматорский машиностроительный завод» Островецких Н.П., Дзичковский Е.М., Кривчиков А.Е.....	97
Квантовая гидродинамика движущихся систем Пашенко А.В.	98
Математическая модель динамики вагона на магнитном подвесе, движущегося вдоль путевой структуры переменной кривизны в плане Ройбул П.А.	99
Математична модель динаміки двох довгих циліндричних магнітів та їх Maple реалізація Ройбул П.А.	102
Моделирование работы системы пассивной безопасности электровоза при столкновении с крупногабаритным препятствием на железнодорожном перегоне Соболевская М.Б., Сирота С.А., Хрущ И.К., Горобец Д.В., Теличко И.Б.....	105
Постановка задачі топологічної оптимізації конструкцій рухомого складу та спеціальної техніки залізниць з урахуванням обмежень на міцність Товт Б.М.	106
Совершенствование математической модели пространственных колебаний четырехосных рельсовых экипажей Мямлин С.В., Харченко А.В.....	107
СЕКЦИЯ 4 «ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТ».....	108
Повышение энергетической эффективности испытаний на нагрев тяговых двигателей электроподвижного состава магистрального и промышленного транспорта Афанасов А.М., Столяренко М.В.....	108
Перспективи підвищення пропускної спроможності транспортних коридорів в умовах Львівської залізниці Баб'як М.О.....	108
Проектирование тепло-электрических аккумуляторов Белименко С.С., Ищенко В.А.	109
Преимущества сохранения группировок тяговых двигателей при импульсном регулировании напряжения Белухин Д.С.....	110
Аналіз силових схем з використанням високочастотного трансформатора для живлення асинхронних тягових двигунів електрорухомого складу Вісін М.Г., Забаріло Д.О.	111

Сниження перенапружень в силовій ланці електровоза ДЭ1 при відключенні лінійних контакторів Власенко Б.Т., Марикуча С.Л., Мосейчук В.С.	112
Оцінка енергетичної ефективності заходів по підвищенню тягових властивостей електроподвижного складу Гетьман Г.К., Арпуль С.В., Горелов Я.С.	113
Методика визначення економії електроенергії на тягу поїздів при частковому відключенні тягових двигачів Гетьман Г.К., Васильєв В.Е.	113
Особливості електропоїздів подвійного живлення виробництва «Hyundai-Rotem Company» і «SKODA VAGONKA» Друбецький А.Е.	114
Принципи побудови силових схем багатосистемних електропоїздів нового покоління Забарило Д.О.	114
Експлуатаційні випробування міжрегіональних електропоїздів подвійного живлення для пасажирських перевезень на залізниця України Михайленко Ю.В.	115
Визначення задаваного абсолютного ковзання асинхронного тягового двигача по величині виможаного моменту Напара Ю.Б.	116
Особливості конструкції і характеристики струмоприймачів для швидкісного руху Кійко А.І., Демчук Р.М.	116
СЕКЦИЯ 5 «ЭЛЕКТРОПРИВОД ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ».....	
Аналітичне дослідження підвищення потужності тягового двигача електровоза ДСЗ Безрученко В.М., Салаямон Р.П.	118
Дослідження електромагнітного поля в лінійному асинхронному двигачі шляхом комп'ютерного моделювання Бондар О.І., Корогод О.П., Теодорський С.В.	119
Особливості моделювання електромагнітного впливу тягового статичного перетворювача на системи електрифікованих залізниць Бондаренко Ю.С.	120
Розробка стенду керування локальним технологічним процесом Волощенко Д.Д.	121
Улучшение энергетических показателей предприятий по ремонту подвижного состава Дубинец Л.В., Карзова О.А., Краснов Р.В., Маренич О.Л., Мельник А.А.	122
Перспективи використання вітроелектричних установок Карзова О.О., Сиротенко В.В.	123
Диференціальні рівняння динамічних процесів в тяговому електроприводі постійного струму Кедра М.М.	124
Энергетический спектр напряжений и токов электротранспортных средств постоянного тока Костин Н.А.	125
Механічні пошкодження електродвигачів ДК-409 компресорів ЭК-7Б та їх зв'язок з тривалістю першого етапу пуску Краснов Р.В., Корх О.М.	126
Вплив якості живлячої напруги на роботу аварійних реле залізничної автоматики Куриленко О.Я.	127

Методи зниження кидків струму в режимі «зняття-відновлення» напруги на струмоприймачі Михаліченко П.Є., Нікітенко А.В.	128
Підвищення надійності гібридних тягових електричних апаратів Муха А.М.	129
Моделювання навантаженості елементів приводу підвісної канатної дороги з використанням діаграм окружних зусиль Ракша С.В., Горячев Ю.К., Куроп'ятник О.С.	130
Коефіцієнти потужності і реактивної потужності трамваїв Саблін О.І., Шейкіна О.Г., Костін М.О.	131
Моделювання динамічних режимів роботи силових напівпровідникових приладів при їх групових з'єднаннях Шаповалов В.О.	132
 СЕКЦИЯ 6 «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОК» 134	
Оцінка ефективності керування черговістю розпуску составів на сортувальній станції Бардась О.О.	134
Повышение эффективности расформирования составов на сортировочной горке Бобровский В.И., Демченко Е.Б.	135
Оптимизация режима торможения управляемого отцепа расчетной группы состава Бобровский В.И., Дорош А.С.	136
Совершенствование имитационной модели управляемого скатывания отцепов на сортировочных горках Бобровский В.И., Дорош А.С., Демченко Е.Б.	138
Аналіз умов розділення відцепів на сортувальних гірках залізниць України Болвановська Т.В., Ванжа О.В., Борецький А.С.	139
Использование жестких ниток графика при перевозке металлургической продукции Бычков О.А., Березовый Н.И. ¹	140
Исследования перевозок грузов в условиях организации движения грузовых поездов по расписанию Верлан А.И., Козаченко Д.Н., Баланов В.О.	142
Дослідження впливу нерівномірності відправлення вантажних поїздів з технічних станцій на тривалість їх руху по ділянках Вернигора Р.В., Єльнікова Л.О.	143
Аналіз умов просування інованів мережею Львівської залізниці Германюк Ю.М., Нестеренко О.В.	144
Аналіз проблем організації міжнародних транзитних залізничних перевезень в Україні Германюк Ю.М., Пайончківська Н.М.	146
Аналіз структури вагонопотоків, що підлягають переробці на сортувальних гірках Журавель В.В., Журавель І.Л.	147
Актуальність вдосконалення роботи вантажних станцій Журавель І.Л., Журавель В.В., Яновський П.О.	148
Організація роботи сортувальної станції в умовах збільшення транзитних вагонопотоків з переробкою Зеленкевич Ю.О., Папахов О.Ю.	149
Оценка неравномерности поступления вагонов на подъездные пути промышленных предприятий Козаченко Д.Н., Вернигора Р.В., Рустамов Р.Ш.	150

Дослідження умов закріплення рухомого складу гальмовими башмаками на станційних коліях	
Козаченко Д.М., Іващенко Є.В., Пасічний О.М.	151
Визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю сортувальних гірок	
Колесник А.І., Тарнай Є.Є.	152
Розвиток сервісу в пасажирських залізничних перевезеннях	
Коробйова Р.Г., Чугай А.Д., Руденко Н.В.	153
Реформування приміських перевезень на залізницях України	
Коробйова Р.Г., Лобань О.О.	154
Организация использования технологии «дорога на рельсах» (rail-road) в России	
Магомедова Н.М., Игнатова Д.В.	155
Моделювання роботи технічної станції для дослідження різних технологій обміну груп вагонів у двогрупних поїздах	
Мазуренко О.О., Кудряшов А.В.	157
Анализ эффективности технических средств закрепления подвижного состава на станционных путях	
Мошкола Ю.Ю., Козаченко Д.Н., Пасичный А.Н.	159
Як уникнути реконструкції поздовжнього профілю при обладнанні сортувальних колій системою розподіленого регулювання швидкості відчепів	
Назаров О.А.	160
Основи створення імітаційних моделей функціонування транспортних вантажних комплексів	
Окороков А.М., Подковирова Г.А.	161
Дослідження обсягів перевезення сировини та готової продукції на адресу металургійного комбінату Д операторським рухомим складом	
Папахов О.Ю., Омельчук Т.В.	163
Організація роботи припортової станції ОП з експортними та транзитними вантажами в умовах збільшення обсягів перевезень	
Папахов О.Ю., Оцабрік І.О.	164
Організація роботи дирекції залізничних перевезень З в умовах прискореного руху пасажирських поїздів	
Папахов О.Ю., Самолига Т.О.	165
Дослідження коливання маси поїздів та довжини составів	
Папахов О.Ю., Цабан П.В.	166
Використання автоматизованих систем для визначення тривалості залізничних турів	
Сіваконева Г.О.	167
Интеллектуальные технологии и модели информационного взаимодействия объектов при GPS мониторинге эксплуатационных характеристик железнодорожного транспорта на промышленных предприятиях	
Скалозуб В.В., Заец А.П., Якунин А.А.	168
Многокритериальные динамические модели потоковых задач с неоднородными носителями для интеллектуальных систем транспорта	
Скалозуб В.В., Паник Л.А., Скалозуб М.В.	169
Підвищення ефективності функціонування залізничних станцій, що обслуговують морські порти	
Сковрон І.Я., Демченко Є.Б.	171
Удосконалення методів гальмування відчепів в умовах дії випадкових факторів	
Таранець О.І.	172

Вибір критерію розподілу поїздопотоків по залізничній мережі Чибісов Ю.В.	173
Оцінка рівня конкурентоспроможності інтермодальних перевезень вантажів Шапатіна О.О.	174
Удосконалення транспортних пасажирських систем великих міст Яновський П.О., Озерова О.О.	175
СЕКЦИЯ 7 «ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» 177	
Математическое моделирование техногенных аварий на железнодорожных мостах Артемьев В.Е., Распопов А.С.	177
Нові технології колійних робіт при оновленні інфраструктури Бабенко А.І.	178
О рациональном способе подбора параметров элементов комбинированных конструкций типа балка-ферма Брынза А.А.	179
Оцінка ефективності використання машинного способу виправки кривих в плані Гаврилов М.О., Курган Д.М.	180
Результати дослідження характеристик термічного режиму ґрунту для проектування та експлуатації транспортних шляхів Горб А.С.	181
Впровадження нових наукових досягнень стосовно удосконалення конструкції наплавних мостів Горбатюк Ю.М., Дацків Ю.О.	182
Расчет усталостной долговечности сварных пролетных строений мостов на основе локальных напряжений Дворецкий В.И., Мальгин М.Г.	183
Определение собственных колебаний автодорожной неразрезной криволинейной в плане эстакады Загорулько С.М.	185
Нові технології виготовлення бетону для підрейкових основ Коваленко В.В., Заяць Ю.Л., Пшінько П.О., Пристинська В.В., Коваленко С.В.	186
Будівельні роботи для підвищення пропускної спроможності на мережі залізниць України Ковальов В.В., Клочко Б.Г. ¹	188
Забезпечення надійності земляного полотна при будівництві та експлуатації другої колії Ковальов В.В., Найдьонова В.О.	189
Обґрунтування доцільності перебудови кривих ділянок колії для підвищення швидкості руху поїздів Курган М.Б., Байдак С.Ю., Хмелевська Н.П.	191
Дослідження впливу параметрів траси існуючих залізниць на комфортабельність їзди Курган М.Б., Гусак М.А.	192
Взаємодія залізниці з Дунайським міжнародним транспортним коридором Курган М.Б., Фадєєв В.О.	193
Техніко-економічні передумови до перебудови кривих на ділянці Т. Шевченка - Знам'янка Одеської залізниці Курган М.Б., Хмелевська Н.П., Мельничук І.І.	194
Улаштування ділянок перемінної жорсткості у місці сполучення моста з насипом Линник Г.О., Курган А.М.	195

Дослідження ефективності улаштування загороджувальних бар'єрних установок на залізничних переїздах	
Лужицький О.Ф., Макаров Ю.О., Третьяков В.П.	196
Особливості варіантів спрямлюючої траси Котовськ-Колосівка	
Малишев Ю.В., Новік Р.Б.	197
Химическое закрепление грунтов при строительстве Киевского метрополитена	
Петренко В.И., Петренко В.Д.	198
Динамічна постановка задачі рухомого навантаження	
Петренко В.І., Петренко В.Д., Тютюкін О.Л.	199
Аналитические основы определения напряженно-деформированного состояния земляного полотна с комбинированным укреплением	
Петренко В.Д., Гузченко В.Т., Тютюкин А.Л., Алхдур А.М.М.	200
Сучасний стан вирішення проблеми укріплення слабких основ	
Петренко В.Д., Святко І.О.	202
Проблема забезпечення стабільності земляного полотна	
Петренко В.Д., Святко І.О., Ямпольський Д.О.	203
Систематизация теплоизоляционных материалов, представленных на рынке Украины	
Пшинько А.Н., Краснюк А.В., Громова Е.В., Щербак А.С.	205
Анализ возможных причин обрыва тяги в металлической криволинейной эстакаде через шлюзы Днепровской ГЭС	
Сухоруков Б.Д., Загорулько С.М.	206
Новые конструкции двухпутных неразрезных металлических пролётных строений мостового перехода через р. Днепр в Киеве	
Тарасенко В.П., Савчинский Б.В.	208
Дослідження питань енергозбереження при оволодінні перевезеннями	
Фадєєв В.О., Потапов А.І.	210
Обґрунтування вибору раціональних заходів з усунення «бар'єрних» місць на під'їзних коліях промислових підприємств	
Чернишова О.С., Половина С.І.	211
Дослідження впливу переломів поздовжнього профілю на динаміку руху поїзда	
Черняков М.М., Лужицький О.Ф.	212
СЕКЦИЯ 8 «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	213
Моделювання нестационарних процесів забруднення водного середовища	
Ахметова О.І., Біляєв М.М.	213
Исследование процессов теплового загрязнения воздушной среды в производственных помещениях	
Беляева В.В., Бушина Т.Л., Капштык А.	213
Прогноз и анализ загрязнения воздушной среды при авариях	
Беляев Н.Н., Берлов А.В.	214
CFD моделирование аварийного загрязнения атмосферы в селитебных зонах	
Беляев Н.Н., Гунько Е.Ю., Левченко А.О.	215
Численное исследование процессов загрязнения водной среды	
Беляев Н.Н., Долина Л.Ф., Якубовская З.Н.	216
Исследование загрязнения атмосферы возле транспортных магистралей	
Беляев Н.Н., Игнатченко Н.В., Лавриненко А., Лавриненко А., Заболотная Е.В.	217

CFD дослідження забруднення акваторії моря при скиді шахтних вод Біляев М.М., Кіріченко П.С.	217
CFD аналіз аварійного забруднення атмосфери в умовах складного рельєфу Беляев Н.Н., Машихина П.Б., Затынайченко Д.О.	218
Оценка эффективности работы вертикального отстойника на основе численного эксперимента Беляев Н.Н., Нагорная Е.К.	219
Численное моделирование процесса закупоривания поры мембраны при ультрафильтрации Беляев Н.Н., Нечитайло Н.П.	220
CFD моделирование нестационарных процессов загрязнения реки Беляев Н.Н., Тютюнник Ю., Гузиенко Д.	221
Повышение энергоэффективности станций очистки сточных вод Долина Л.Ф., Гунько Е.Ю., Машихина П.Б.	222
Екоінформаційна система управління екологічною безпекою на залізниці Трепак С.Ю., Зеленько Ю.В.	223
Полімери на транспорті як еколого-гігієнічна проблема Третьякова О.В., Шафран Л.М., Леонова Д.І., Третьяков О.М.	224
СЕКЦИЯ 9 «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ»..... 227	
Износостойкость графитизированной стали Акимов И.В.	227
Контактно-втомна пошкоджувальність поверхонь кочення зразків колісних сталей Андрейко І.М., Ваврух В.І., Кушнір М.А.	229
Исследование возможности достижения в железнодорожных колесах уровня механических свойств, соответствующих классу D по стандарту ААЖД М107/М208 Бабаченко А.И., Литвиненко П.Л., Кныш А.В., Дементьева Ж.А., Шпак Е.А.	230
Вплив групи класифікації механізму пересування візка мостового крану на горизонтальну складову натягу підйомного канату Бондаренко Л.М., Яковлев С.О., Крамар І.Є.	232
Термічна зміцнююча обробка залізничних коліс від проміжного інтервалу температур Вакуленко І.О., Бабаченко О.І. ¹	235
Використання прокату після високої температурної термомеханічної обробки для рухомого складу Вакуленко І.О., Грищенко М.А., Пройдак С.В.	236
Оцінка енергії активації процесу ковзання по поверхні кочення колесо-рейка Вакуленко І.О., Надеждин Ю.Л.	238
Оцінка впливу дисперсності перліту на поведінку сталі залізничного колеса при циклічному навантаженні Вакуленко І.О., Перков О.О., Болотова Д.М.	239
Роль остаточных напряжений в термически упрочнённых колёсах Вакуленко И.А., Перков О.Н., Кузьмичёв В.М.	241
Влияние размеров и формы рабочего инструмента на качество соединения при сварке трением с перемешиванием Вакуленко И.А., Плитченко С.А.	243
Вплив електричної імпульсної обробки на розподіл остаточних напружень після зварювання алюмінієвого сплаву Вакуленко І.О., Плітченко С.О., Надеждин Ю.Л.	244

Ефект пом'якшення наклепаного металу ободу колеса при проковзуванні Вакуленко І.О., Пройдак С.В.	246
Влияние схемы взрывного нагружения на механизм пластической деформации металла Грязнова Л.В., Лисняк А.Г.	247
Структура електроосаджених сплавів Ст-С Гуливець А.Н., Баскевич А.С.	249
Структура і властивості нікелевих композиційних електрохімічних покриттів Дудкіна В.В.	250
Дослідження властивостей електроосадження сплавів Fe-Ni Заблудовський В.О., Ганич Р.Ф., Артемчук В.В.	251
Изучение фазового состава и термической стабильности электроосажденных сплавов Co-W Заблудовский В.А., Герасименко Д.В.	252
Дослідження перехідного шару «плівка-підкладка», що утворюється при електрокристалізації Заблудовський В.О., Штапенко Е.П., Гришечкін С.А., Дудкіна В.В.	253
Задача управління системою оцінки поточного стану матеріалів Кадильникова Т.М., Сіліна Н.О., Шинковська І.Л., Заєць І.П.	254
Повышение свойств литейных алюминиевых сплавов модифицированием Калинина Н.Е., Кавац О.А.	256
Влияние химического состава на фазово-структурное состояние хромо-ванадиевых чугунов, легированных марганцем и никелем Козаревская Т.В., Ефременко В.Г., Чейлях А.П., Шимидзу К., Чернявская Е.	258
Прогнозування складів спеціальних цементів для захисту від електромагнітного випромінювання Костиркін О.В., Іващенко М.Ю., Ворожбіян М.І.	259
Міжзеренне руйнування економнолегованих сталей після покращення Кузін О.А., Мещерякова Т.М., Кузін М.О.	260
Оптимізація параметрів технологічної обробки контактних пластин струмознімачів електровозів з використанням підходів механіки Кузін О.А., Мещерякова Т.М., Кузін М.О., Мінеєв О.С.	262
Статистический анализ параметров качества литых колесных центров железнодорожных колес Кузьмичёв В.М., Перков О.Н.	264
Пластифікація колісних сталей за теплового нагріву Кулик В.В., Андрейко І.М., Кушнір М.А.	265
Необходимость обновления парка испытательного оборудования в научных и учебных заведениях Украины Лебедь Т.Е.	266
Влияние легирования на фазовые превращения в эвтектическом цементе Миронова Т.М., Донская Т.Р.	267
О распределении деформации в металле железнодорожного колеса вблизи глобулярной частицы неметаллического включения Мямлин С.В., Вакуленко Л.И.	269
Влияние химического состава и структуры на обрабатываемость высокохромистых чугунов Нетребко В.В.	271
Застосування математичної моделі втомного матеріалу з включеннями для дослідження втомного руйнування гетерогенних алюмінієвих сплавів Островська А.Є.	272

Дослідження кристалізації і квазікристалічних фаз в сплавах Al-Cu-Cr Піляєва С.Б., Спиридонова І.М., Устинова К.Б., Здоровець Н.А.	273
Влияние специальных раскислителей-модификаторов на стабилизацию химического состава стали КП-Т Полишко С.А., Кушнир М.А., Татарко Ю.В.	274
Робочий орган з рухомими секційними ножами відвалу бульдозера Примакін А.О., Храмцов А.М., Щока І.М., Боренко М.В., Пацановський С.В.	275
Влияние горячей пластической деформации на структуру и механические свойства литой стали Х13 Пройдак С.В.	276
Використання комплексних модифікаторів для поліпшення якості сталі R7 Татарко Ю.В., Кушнір М.А., Маркова І.А., Івченко Т.І.	278
Повышение эксплуатационной надежности крупногабаритного литья для грузовых вагонов нового поколения и текущего производства Трегубенко Г.Н., Поляков Г.А., Лелеко Д.В., Пучиков А.В., Узлов О.В.	279
Вплив енергії зв'язку на формування фаз в сплавах Fe-B-C Филоненко Н.Ю., Баскевич А.С., Шань М.А.	280
Робочий орган бульдозера з пружним елементом розпушувача Храмцов А.М., Примакін А.О., Щока І.М., Боренко М.В., Пацановський С.В.	281
Новые подходы к выбору режима смягчающей термической обработки высокохромистых чугунов Чабак Ю.Г., Ефременко В.Г., Кравцов А.С., Ефременко Б.В.	282
Разупрочнение поверхностных слоев термически упрочненной арматуры после повторного нагрева Чайковская А.О.	283
Квантово-механический подход определения модуля юнга монокристаллов железа и молибдена Штапенко Э.Ф., Волнянский Д.М.	284
Дослідження варіантів поповнення ремонтних комплектів для автомобільної техніки Держспецтрансслужби Щока І.М., Боренко М.В., Храмцов А.М., Крамар І.Є.	286
Робочий орган з гнучкої лобової поверхнею відвалу бульдозера Щока І.М., Примакін А.О., Храмцов А.М., Боренко М.В., Пацановський С.В.	287
СЕКЦИЯ 10 «ГУМАНИТАРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ»..... 289	
Досвід використання рейкової колії на українських землях у ХІХ сторіччі: стратегічне значення залізниць в історичному контексті Агієнко І.В.	289
Соціально-психологічні концепції М. Вебера і вивчення соціально-гуманітарних наук Айтов С.Ш.	291
Використання інтегрованих уроків на заняттях з вивчення російської мови іноземними студентами Бобиль С.В.	292
Соціально-педагогічний супровід дітей-сиріт та дітей з особливостями психофізичного розвитку Бондаренко З.П., Івахненко В.	294
Інклюзивний підхід до розвитку освітнього середовища сучасного навчального закладу Бондаренко З.П.	298

Значение кураторства в процессе обучения иностранных студентов в вузах Украины Бондаренко Л.И.	301
До питання щодо культури мовлення студентів Бочарова О.О., Матвієнко Х.В.	302
Моделирование как метод научного познания Дешко Л.К., Пономаренко И.Ю., Дешко Н.А.	303
Невербальные средства в преподавании русского языка как иностранного Заваруева И.И.	305
Обратная связь в речевой деятельности Заниздра О.А.	307
Розвиток особистісного потенціалу як основа людського потенціалу Зимівець Н.В.	308
Варіанти імені Григорій та похідні прізвища від них у реєстрі Війська Запорозького 1649 р. Іващенко Г.Л.	309
Становлення залізниць в Катеринославській губернії Камінський Р.З., Артем'єв М.С., Кобилянський М.Ю.	311
Історичний досвід перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом на Катеринославщині Камінський Р.З., Сокол О.В., Кобилянський М.Ю.	313
Історичні навчальні курси в системі вищої технічної освіти Ковтун В.В.	314
Міркування щодо викладання історії України в технічному ВНЗ Кривчик Г.Г.	315
Проблеми перекладу термінів спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання» (на матеріалі індивідуальних завдань студентів) Лагдан С.П., Калюжна І.С.	317
Культура оформлення документів (на матеріалі індивідуальних завдань студентів) Лагдан С.П., Осіпова О.В.	318
Соціально-психологічна адаптація першокурсників в умовах вищого навчального закладу Лазаренко В.І.	320
Катерининська залізниця на початку XX в. Мирончук В.Д.	322
Робота над іншомовним текстом та проблемний метод навчання Мірошніченко І.Г.	324
Студентська група як виховної компонент становлення особистості майбутнього фахівця Мурашова Н.Г.	325
Україномовна поезія Канади кінця XX–початку XXI ст. Накашидзе І.С.	326
Использование моделей на этапе введения времён страдательного залога Пантилеенко Е.С.	327
Фізичне виховання як засіб формування вольових якостей особистості студентів-залізничників Пічурін В.В., Кругленко А.С., Квіта С.В.	328
Зміна працездатності та стану здоров'я тренера у процесі роботи на змаганнях Сеймук А.О., Дзюбенко М.І., Бондаревський А.Г., Тесевич В.В.	330
Гендер и научная деятельность Смирнова М.Л.	331

Політичний аспект релігійної свідомості в Україні Хміль В.В.....	332
О некоторых способах повышения эффективности обучения русскому языку как иностранному Чабан О.М.....	333
Діяльність губернського Червоного Хреста на сторінках «Вестника Екатеринославского земства» (1903–1905) Чанглі В.І.	335
Зв'язок науки та виробництва в процесі відбудови залізничного транспорту УРСР у другій половині 40-х – першій половині 50-х рр. Шелейко Т.В.....	336
Культура особистісної свободи як соціальний феномен Щербакова Т.О.....	338
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	340