

М. Курган, д. т. н., професор, завідувач кафедри,
Д. Курган, к. т. н., доцент кафедри «Колія та колійне господарство»,
Н. Хмелевська, асистент кафедри «Проектування і будівництво доріг»,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В. Лазаряна

ПІДГОТОВКА КОЛІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ

КЛЮЧОВІ СЛОВА: швидкісний рух; колійне господарство; інфраструктура, технічний стан колії; інноваційна діяльність, інноваційні технології

УДК 625.113: 656.224.027

Подальший розвиток залізничної інфраструктури повинен здійснюватися шляхом інноваційного розвитку і вдосконалення науково-технічного потенціалу.

Технічний стан і причини реконструкції залізничної колії

Транспортна галузь України задовольняє сьогодні лише базові потреби економіки та населення у перевезеннях. Рівень безпеки, показники якості та ефективності перевезень пасажирів та вантажів, енергоефективності, техногенного навантаження на довкілля не відповідають сучасним вимогам.

Складний стан вітчизняної інноваційної та високотехнологічної складової транспортної галузі пояснюється недостатнім рівнем інвестування, обмеженим фінансуванням з державного та місцевих бюджетів, відсутністю коштів на відтворення основних фондів, відсутністю інвестицій на умовах концесій. Нестача інвестицій призвела до стрімкого старіння рухомого складу та транспортної інфраструктури, що зумовлює невідповідність технічного і технологічного рівня вітчизняного транспорту європейським вимогам. У зв'язку з цим перед ПАТ «Укрзалізниця» стоять завдання забезпечення розвитку матеріально-технічної бази, впровадження інноваційних технологій діагностики та обслуговування інфраструктури. Мета роботи — показати інноваційні процеси, що відбуваються в колійному господарстві і перспективні напрямки інтенсифікації діяльності.

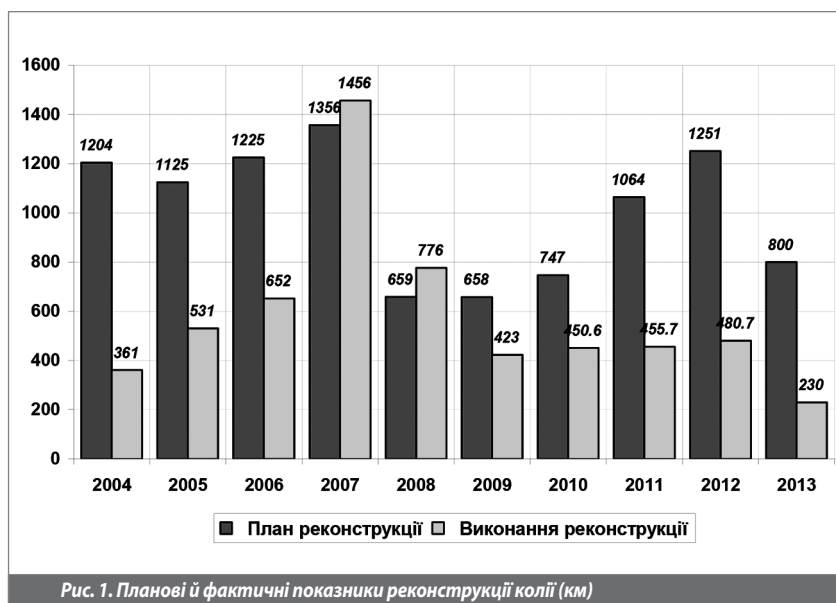


Рис. 1. Планові й фактичні показники реконструкції колії (км)

Якщо реконструкція залізниці не виконується своєчасно, то стан інфраструктури погіршується з часом. Дійсно, якщо розглянути період за 10 років, картина вимальовується така: при середній потребі модернізації залізничної колії 700–800 км на рік планові показники були виконані тільки у 2007 і 2008 роках (рис. 1.).

За даними УНІАН у 2016 році Укрзалізниця здійснила реконструкцію 213,5 км колій, а в 2017 році планується реконструювати 355 км, тобто на рівні 2004 року.

На залізницях України станом на 01.01.2015 р. експлуатуються 1288 км колії з простроченими термінами

виконання модернізації та 5795 км із простроченими термінами капітального ремонту колії [1].

Специфічні умови експлуатації українських залізниць у порівнянні із західноєвропейськими, характеризуються значно більшим обсягом перевізної роботи, більшою інтенсивністю руху поїздів, істотно більшою масою поїздів і осьових навантажень рухомого складу. На сьогодні резерви технічних потужностей залізничного транспорту, його провізної спроможності практично вичерпані. Тому збільшення пропускної спроможності та впровадження швидкісного руху на українських

залізницях — набагато складніше завдання, ніж на західноєвропейських коліях, і його вирішення вимагає комплексу особливих і специфічних підходів.

Перехід на інвестиційно-інноваційний етап розвитку економіки, вступ до СОТ, набуття асоційованого членства у Європейському Союзі потребує кардинальних змін у стратегії подальшого розвитку залізниць України, переведення її на інноваційний шлях розвитку.

► Інноваційний розвиток, складові інноваційної діяльності

Для реалізації переваг швидкісного й високошвидкісного залізничного транспорту у провідних промислових країнах ведуться роботи з розробки нового рухомого складу, удосконалення всього комплексу верхньої будови колії, від стану якої залежить швидкість і безпека руху поїздів, допустиме осьове навантаження. Саме тому одним з основних завдань є забезпечення подальшого інноваційного розвитку колійного господарства, а також підвищення швидкостей руху пасажирських поїздів до 160–200 км/год. на напрямках міжнародних транспортних коридорів, що проходять територією України.

Сьогодні залізничний транспорт функціонує в складних конкурентних умовах і для збереження ринкових позицій повинен активізувати свою інноваційну діяльність. З метою підтримки розвитку економіки України, у 2002 р. Верховна Рада України прийняла Закон «Про інноваційну діяльність», який визначає правові, економічні, організаційні принципи державного регулювання інноваційної діяльності в Україні й установлює форми стимулювання державою інноваційних процесів.

Термін «інновація» може використовуватись як нововведення нового продукту, процесу або системи — статичний аспект і як опис процесів дослідження, проектування, розроблення, організації виробництва та комерціалізації

нового продукту, процесу або системи — динамічний аспект. У цій роботі акцент зроблено саме на другому аспекті.

Використання інноваційних технологій при створенні в Україні швидкісних залізниць — нова форма діяльності, яка набуває все більшого поширення в Україні. Інноваційний підхід полягає у виконанні всіх етапів еволюційного циклу: від наукових досліджень, конструкторських і технологічних розробок, створення необхідних машин до використання в практиці будівництва та експлуатації залізничної мережі. Отже, проблема колії повинна розглядатись не ізольовано, а в комплексі: рейки, стрілочні переводи, скріплення, баластовий шар, створення вітчизняного виробництва колійних машин, що забезпечують будівництво та обслуговування швидкісних магістралей.

Основні напрямки реорганізації й розвитку колійного господарства, впровадження швидкісного руху ґрунтуються на наступних складових інноваційної діяльності:

- створення й впровадження перспективних конструкцій колії, що потребують зменшений обсяг ремонтно-профілактичних робіт для різних умов експлуатації (суто пасажирський рух, переважно пасажирський рух, суміщений і вантажний рух);
- розширення обсягу застосування безстикової колії (на 01.01.2017 р. близько 22 тис. км, з них довгих плітей довжиною в блок-ділянку 15%, довжиною в перегін — 13% від загальної довжини). Укладання безстикової колії довжиною від станції до станції, безстикових стрілочних переводів і нових конструкцій пружних рейкових скріплень на залізобетонних шпалах дозволяє вирішувати потреби внутрішньодержавних та транзитних перевезень, питання підвищення швидкостей руху поїздів;
- збільшення обсягу виробництва залізобетонних шпал і перевідних брусів (протяжність колій

на залізобетоні на 01.01.2017 р. близько 25 тис. км);

- перехід на безбаластну підрейкову основу;
- створення й впровадження технологій, що дозволяють заощаджувати матеріальні, енергетичні ресурси при поточному утриманні та усіх видах ремонтів колійної інфраструктури;
- реконструкція мостів, труб, шляхопроводів, тунелів і «оздоровлення» земляного полотна (в тому числі розробки ДНУЗТ щодо визначення раціонального методу підсилення земляного полотна на основі математичного моделювання [2]; впровадження нових типів прогонових будов для підвищення їхньої довговічності та досягнення комфортності пасажирів при проходженні рухомого складу по мосту);
- удосконалення методів діагностики й засобів контролю колійної інфраструктури (застосування діагностичних комплексів, які дозволяють здійснювати діагностику об'єктів інфраструктури безконтактним способом);
- оснащення залізниць сучасними, надійними, високопродуктивними машинами та механізмами, забезпечення їхнього ремонту, підвищення ефективності використання (із загального парку колійних машин на залізницях України експлуатується більше ста одиниць високопродуктивних колійних машин таких як виправочні Duomatic 09-32, 09-32 DYN, 09-3X, Unimat-08, стабілізатори DGS-62, ДСП-С4, планувальники SSP 110 SW, USP-2000SWS, АФМ-2000, СПЗ-5/UA, щебенеочисні РМ-80, СЧ-1000/UA, рейкошліфувальний поїзд РШП-48К, укладальні крани ТЛ-70, вакуумні навантажувачі баласту Райлвак Фатра-17000, кюветоочисні КОМ-300, МКТ);
- удосконалення структури й системи управління колійним господарством на основі інформаційних технологій.

Системний підхід у дослідженні інноваційних процесів

Оскільки збільшення швидкості ставить підвищені вимоги до якості обслуговування залізничної колії, проведення робіт з виправки й утримання кривих, необхідні нові інноваційні підходи до розрахунків проектних параметрів плану та встановлення максимально допустимої швидкості руху поїздів, нові підходи до діагностування та обслуговування інфраструктури. Допущення, що були прийняті раніше і слабо впливали на показники руху поїздів при швидкостях до 120 км/год, потребують зміни або відповідного корегування при швидкостях 160 км/год і більше, тобто виникла необхідність у застосуванні системного підходу у дослідженні інноваційних процесів пов'язаних з підготовкою залізничної колії для підвищення швидкості руху поїздів.

Під системною моделлю ділянки залізниці (СМЗ), що підлягає реконструкції для підвищення швидкості руху поїздів, будемо розуміти напрямок, у межах якого виконується єдина задача з прискорення перевезень вантажів і пасажирів.

Для нормального функціонування системи (рис. 2) необхідно мати мережу колій з роздільними пунктами (1), відповідний рухомий склад (2) та обладнання для забезпечення управління перевезеннями (3). Щоб СМЗ безупинно функціонувала, необхідні системи життєзабезпечення (4): тягове електропостачання, обслуговування, що забезпечують пасажирське, колійне, локомотивне, вагонне, енергетичне господарства.

Інноваційна діяльність розглядається як складова частина інвестиційної діяльності, спрямована на розробку, створення й поширення нових виробів, технологій, організаційно-управлінських форм розвитку, які звісно є базовою підставою для формування або підтримки належної конкурентоздатності залізниць. Отже, залізниця повинна розглядатись у сукупності з іншими видами транспорту (5).

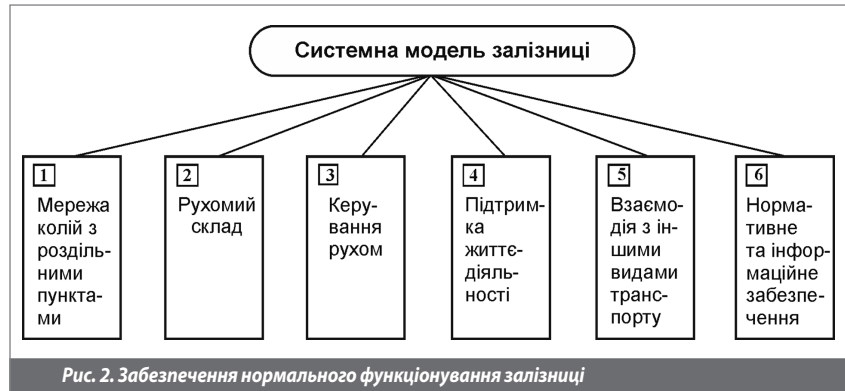


Рис. 2. Забезпечення нормального функціонування залізниці

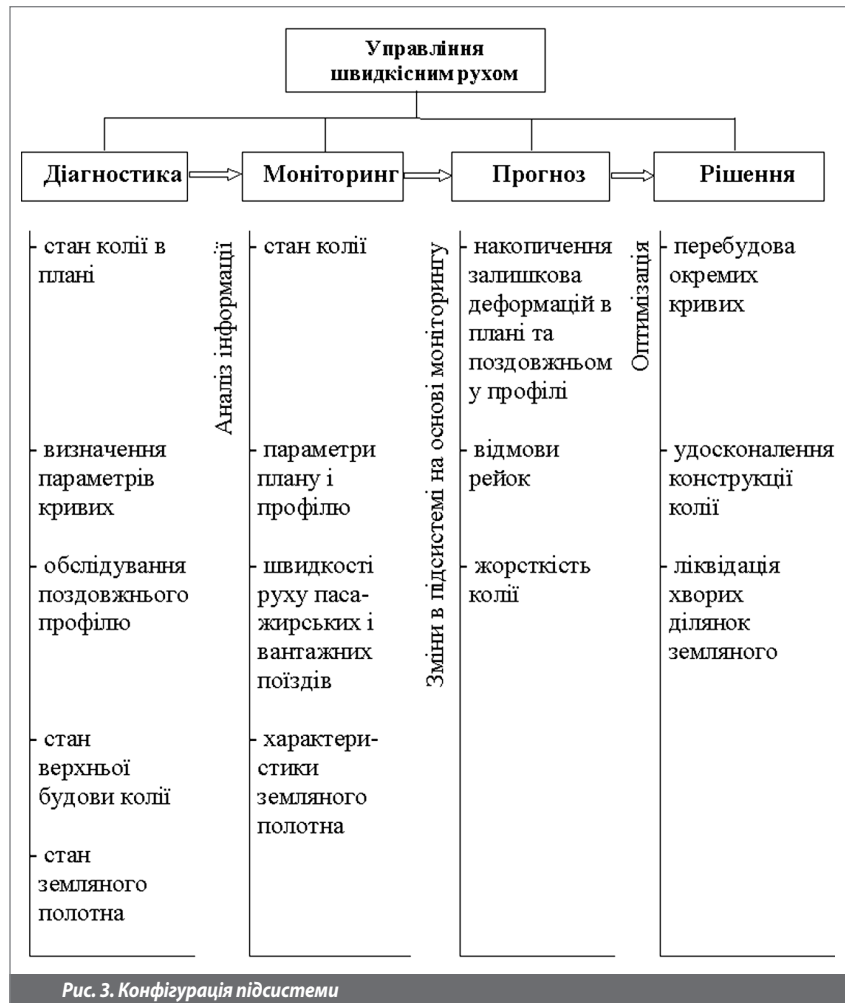


Рис. 3. Конфігурація підсистеми

Існуюча конкуренція з боку, наприклад, автомобільного транспорту призводить до перерозподілу потоків вантажів і пасажирів. Тому виникає ряд проблемних завдань щодо скорочення часу доставки вантажів і пасажирів залізничним транспортом, підвищення якості послуг та ін.

Інформаційне забезпечення (6) являє собою сукупність відомостей про саму СМЗ і навколишнє середовище, містить інформацію про

транспортні потоки, технічні засоби транспорту, нормативну базу, засоби експлуатації, екологічну ситуацію й інші фактори. Якість СМЗ визначається через технічну ефективність: безпеку руху, надійність перевезень, час доставки вантажів і пасажирів тощо.

Як було сказано, у дослідженні процесів і конкурентоспроможності національних інноваційних систем набуває все більшого поширення системний підхід. Враховуючи

складність управління цим процесом, доцільно в СМЗ ввести підсистему управління швидкістю, що залежить від стану і параметрів залізничних колій (рис. 3).

Підсистема управління швидкісним рухом включає проведення комплексу заходів та інформаційного забезпечення, що входять до діагностики, моніторингу, прогнозу і прийняттю рішення.

Діагностування залізничної колії — процес вимірювань і технічних оглядів з метою виявлення пошкоджень (несправності) та визначення технічного стану колії та її пристроїв. Для цього на залізницях використовуються сучасні вагоні-колієвимірювачі КВЛ-П, вагоні-дефектоскопи типу ВД-1МТ5К та автомотриси-дефектоскопи типу АДЕ-1МТ для неруйнівного контролю рейок та інша техніка.

Максимальна робоча швидкість вагона-колієвимірювача складає 100 км/год, при якій виконується вимір параметрів колії (ширина колії, положення колії у плані й профілі, радіус кривих, висота підвищення зовнішньої рейки, величина непогашеного відцентрованого прискорення в кривих тощо).

З впровадженням швидкісного руху виникла гостра необхідність у більш продуктивних і технічно оснащених комплексах, які б забезпечували інноваційні технології діагностування та обслуговування інфраструктури.

Відомі типи діагностичних комплексів, які дозволяють здійснювати діагностику об'єктів інфраструктури всіх господарств (П, Ш, Е) одночасно безконтактним способом із застосуванням оптичних лазерних датчиків зі швидкістю до 160 км/год. При цьому проводиться вимір додаткових параметрів, які на сьогодні не здійснюються — контроль поздовжнього профілю, габариту наближення, зносу рейок, коротких нерівностей, вертикальних і горизонтальних прискорень тощо. Крім того, проводиться відеоспостереження за всіма об'єктами (колією, контактним дротом, опорами контактної мережі і т.д.) камерами з високою роздільною здатністю

і прив'язкою до колійних координат, що дозволить отримувати додаткову інформацію про стан об'єктів. Планувалося, починаючи з 2014 року, придбати діагностичний комплекс на кожну залізницю для проведення дослідних випробувань, напрацювання необхідних нормативів динамічного впливу рухомого складу на колію для оцінки ефективності їх подальшого впровадження, але плани залишились нездійсненими.

Моніторинг стану колії — це система контролю, оцінки і прогнозу якості поточного утримання колії. Інформаційне забезпечення включає характеристики земляного полотна, стан колії, параметри плану і поздовжнього профілю, реалізовані швидкості руху вантажних і пасажирських поїздів, осьове навантаження. Вперше поняття моніторингу було введено в 1972 році стосовно навколишнього середовища як «система повторних спостережень одного й більше елементів навколишнього природного середовища у просторі й часі з визначеними цілями у відповідності до заздалегідь підготовленою програмою». В наступні роки теорія моніторингу була доповнена і розширена. В кінцевому рахунку моніторинг служить для управління станом колійного господарства.

Прогноз і Рішення — передбачають на основі моніторингу даної ділянки залізниці можливості зміни підсистеми й розробку управлінських дій щодо зміни самої підсистеми.

Досліджуючи процес управління швидкісним рухом, було встановлено таке:

1. Введенню в обіг швидкісного рухомого складу повинно передувати посилення конструкції колії. У цих випадках особливої уваги потребують питання міцності і стійкості земляного полотна, створенню високоефективних систем дренажу, водовідводу і спеціальних захисних шарів. Жорсткі вимоги повинні пред'являтися і до якості баластових матеріалів. Обов'язковим є контроль жорсткості колії як у вертикальній, так і го-

ризонтальній площинах. Такі заходи дозволять не тільки забезпечити міцність і надійність верхньої будови колії, але й істотно знизити витрати на його поточне утримання.

2. Норми устрою й утриманню колії на швидкісних лініях повинні установлюватися виходячи з динамічних характеристик рухомого складу конкретних типів, що використовуються для перевезення пасажирів, і можуть не збігатися з загальноприйнятими. Для досягнення довгострокових результатів потрібно забезпечити моніторинг колії, якому, як було вище сказано, передують діагностика колійної інфраструктури.

3. Експлуатація пасажирських поїздів зі швидкостями близько 160 км/год вимагає ретельного спостереження за плавністю руху в кривих. Для цього повинна проводитись паспортизація кривих ділянок колії з метою удосконалення системи ведення колійного господарства.

► Накопичення залишкових деформацій — один з основних факторів, що впливає на здійснення інновацій в колії

Однієї з причин обмеження швидкості в кривих і прямих ділянках колії є наявність відступів у плані і профілі. Ці відступи є наслідком накопичення залишкових деформацій, що з'являються після укладання колії і розвиваються в процесі експлуатації.

Дотримання критеріїв міцності та стійкості колії, за якими встановлюються умови обертання рухомого складу, не виключає виходу з ладу окремих елементів верхньої будови колії і, головне, не обмежує інтенсивність накопичення в колії розладів і зносу. Якщо таке питання постало на порядку денному, то виникає й наступне — як впливають геометричні параметри колії на інтенсивність накопичення деформацій, яка також залежить від параметрів кривих. Так, неправильно встановлене підвищення зовнішньої рейки призводить до зсувів колії, розладів ширини колії, прискоренню

бічного зносу рейок. Створення багаторадіусних кривих замість однорадіусних з метою зменшення обсягу зсувів при рихтуванні не тільки швидше дестабілізує колію, але й викликає появу численних перехідних зон, які при неправильному улаштуванні представляють загрозу безпеці руху поїздів.

До цього часу, для постановки кривих в проектне положення використовується метод «згладжування». Вважається, що три сусідні точки кривої лежать на колі, і на такому принципі побудована робота виправочно-підбивочно-рихтувальних машин (ВПР). Незважаючи на низьку точність, даний спосіб широко поширений на залізницях України, завдяки своїй простоті і відсутності попередніх робіт і розрахунків. В результаті виконання рихтувальних робіт з метою зменшення обсягів зсувів, крива не відповідає вихідним паспортним даним, з однорадіусної може стати багаторадіусною (складовою) [3].

На рис. 4 наведено приклад двох варіантів визначення розрахункових параметрів проектної кривої (однорадіусна і складова з 4-х радіусів), які дають різні результати щодо оцінки стану кривої, обсягів рихтувальних робіт і, в кінцевому результаті, різну величину допустимої швидкості руху.

При виправці плану залізниці для підвищення швидкості руху поїздів можуть розглядатись інноваційні технології з використанням імпортової техніки, наприклад, DYNAMIC STOPFEXPRESS 09-3X (фірма «Плассер і Тойрер»), і сучасної україн-

ської, наприклад, ВПР-09-32 CSM (виготовлена на БАТ «Старокраматорському машинобудівному заводі» по кооперації з австрійською фірмою «Плассер і Тойрер» і ВПР-02, обладнаної автоматизованою системою виправки колії «Стріла». Комп'ютерна система, що використовується в АС «Стріла» була розроблена на кафедрі «Проектування та будівництво доріг» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Програма [4] призначена для виконання розрахунків, виправки, перебудови плану залізничної колії з різноманітними обмеженнями на проектне рішення, а також для контролю міжколій, дозволяє визначити максимальну допустиму швидкість для пасажирських і мінімальну швидкість для вантажних поїздів, знаходити оптимальне значення зсувів по заданим критеріям.

► Спеціалізація залізничних напрямків як складова інноваційної діяльності

В Україні протягом 150 років має місце класична форма організації руху, яка полягає у використанні інфраструктури для перевезення як пасажирів, так і вантажів (суміщений рух). Це можливо при швидкостях руху до 120 км/год. Недоліки організації такого руху — недостатній комфорт пасажирів та неможливість застосування нового прогресивного рухомого складу.

Подальше підвищення швидкостей потребує, перш за все, більш високої якості залізничного по-

лотна, на яку негативно впливають вантажні поїзди. За таких умов підтримання колії у належному стані потребує значних витрат. Можливим варіантом вирішення цієї проблеми є розділення пасажирського та вантажного руху. Відокремлення пасажирського руху від вантажного було запропоновано здійснити на залізницях України ще у 2007 р., остаточно вирішено у 2009 р. Прийнято наступну класифікацію інфраструктури:

А — суто пасажирський рух (для умов швидкісного руху (161–200 км/год на існуючій трасі) і високошвидкісного (201–250 км/год на існуючій та більше 250 км/год на новій трасі);

Б — переважно пасажирський рух (до 160 км/год.);

В — суміщений рух (до 120 км/год.);

Г — вантажний рух (до 100 км/год).

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень автори прийшли до висновку, що технічні вимоги і норми улаштування і утримання залізничної колії, параметри плану й профілю повинні бути диференційованими в залежності від призначення залізниці (пасажирський, вантажний чи змішаний рух) і рівня встановленої максимальної швидкості.

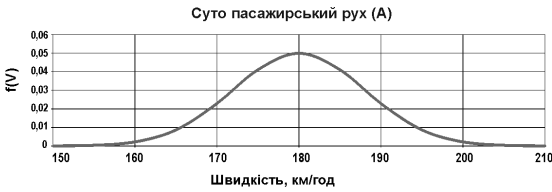
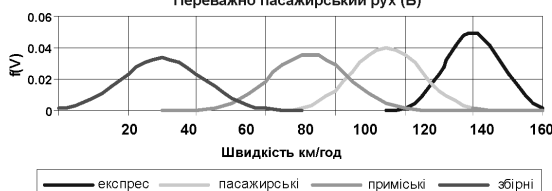
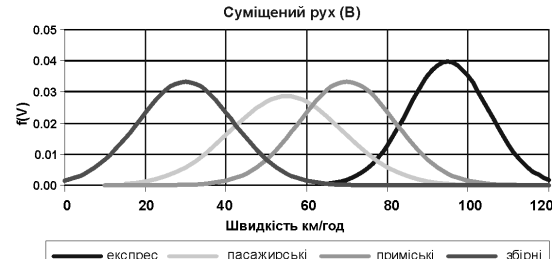
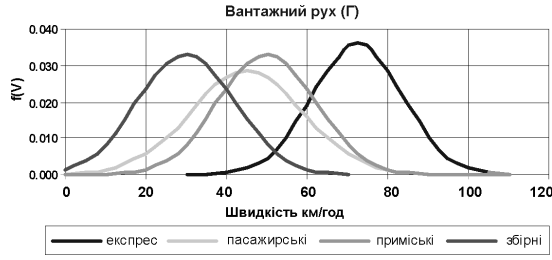
Розподілення напрямків за спеціалізацією дозволить встановлювати параметри плану і раціональну швидкість для певної категорії поїздів, якій буде надана перевага, що дасть змогу зменшити непогашені прискорення, підвищити рівень комфорту для пасажирів, зменшити знос рейок та коліс рухомого складу, обсяги робіт з поточного утримання колії, скоротити витрати електроенергії або палива на рух поїздів.

Обкресленим вище умовам руху на спеціалізованих залізничних напрямках повинні відповідати нові вимоги й конструктивні рішення для кожного виду спеціалізованого залізничного напрямку. Основним критерієм цієї розробки повинно стати оптимальне співвідношення вартості конструкції верхньої будови колії і витрат по її експлуатації.



Рис. 4. Варіанти проектної кривої

Таблиця 1. Прогнозування розподілу швидкостей руху поїздів

Характеристика напрямку		Максимальна швидкість, км/год	Графіки розподілу швидкостей руху поїздів
A	Суто пасажирський рух (швидкісний): 1 – денні експреси	$160 < V_{max} \leq 200$	
B	Переважно пасажирський рух (прискорений): 1 – денні експреси; 2 – пасажирські нічні поїзди; 3 – приміські; 4 – збірні	$120 < V_{max} \leq 160$	
B	Суміщений рух: 2 – пасажирські нічні поїзди; 3 – приміські; 4 – збірні; 5 – вантажні	$V_{max} \leq 120$	
Г	Вантажний рух: 3 – приміські; 4 – збірні; 5а – вантажні повновагові; 5б – вантажні повноскладові	$V_{max} \leq 110$	

Одночасно з цієї концепції впливають і вимоги до рухомого складу. Потужність і конструктивна швидкість тягового рухомого складу повинні забезпечувати мінімальні експлуатаційні витрати. Рівень динамічного впливу вагонів на колію повинен відповідати потужності колії відповідної конструкції.

► **Перехід на безбаластну підрейкову основу — складова інноваційної технології**

Сучасне залізничне сполучення неможливо уявити без високих швидкостей як основи інноваційного розвитку залізниць. В даний час на високошвидкісних магістралях світу використовуються дві принципово різні конструкції залізничної колії: традиційна залізнична

колія на баласті і безбаластна. Безбаластні конструкції верхньої будови колії ВШМ нерідко вважають головним інноваційним рішенням останніх десятиліть у галузі будівництва залізниць.

Під терміном безбаластна колія поєднується декілька доволі різноманітних конструкційних рішень. Суттєва різниця полягає в конструкції підрейкової основи: це може бути колія на окремих опорах (на шпалах, напівшпалах або спеціальних блоках) та на безперервній основі у вигляді плит. При колії на окремих опорах можливі такі варіанти: залізобетонні шпали (або напівшпали) встановлені монолітно в шарі бетону; залізобетонні шпали укладені на бетонну або асфальтно-бетонну основу з анкерним кріпленням;

бетонні блоки з встановленими в заводських умовах рейковими скріпленнями.

Особливої уваги в плані еволюції конструкції залізничної колії заслуговує приклад Японії. З огляду на сприятливі топографічні умови, на більшій частині (54 %) магістралі була застосована класична будова залізничної колії — на земляному полотні. Інша ж частина лінії (46 %) розміщувалася на тих чи інших штучних спорудах.

На поточне утримання ділянок колії, що була укладена на жорсткій основі, витрати виявилися в 3–5 разів меншими. Ці обставини сприяли тому, що надалі було зроблено вибір на користь жорсткої основи конструкції колії і ширшого використання віадуків та естакад замість земляного полотна.

Французькі вчені та спеціалісти також виконали широкі дослідження з питань вибору оптимального типу залізничної колії. У результаті наукових вишукувань була сформульована аргументована концепція з вибору конструкції головних колій для першої французької високошвидкісної магістралі — шпально-баластна колія на земляному полотні. При цьому враховувалися дві суттєві переваги баластної колії перед плитною: великий запас стійкості колії проти поперечного зсуву від впливу рухомого складу та значно менша вартість самої конструкції. Багаторічний досвід експлуатації ВШМ Париж – Ліон підтвердив високі експлуатаційні якості, що прогнозувалися, і надійність колії на баласті.

Дещо відмінною від французької є німецька концепція колії ВШМ. Спочатку німецькі вчені та спеціалісти відмовилися від плитної основи через невивченість її якостей. Пізніше, коли виникла проблема будівництва ділянок для спрямлення траси з великою кількістю тунелів та інших штучних споруд, було досліджено й випробувано колію на жорсткій основі типу «Rheda». На першому етапі в цій конструкції рейко-шпальну решітку заливали в бетон чи асфальт. Обидві ці конструкції коштували дуже дорого, насамперед через високу вартість процесу будівництва і самих матеріалів. Більш широкий огляд цієї проблеми наведено в монографії [5].

Таким чином, можна говорити про два основні типи конструкції колії — японський (плитний) та західноєвропейський (баластний). Перший тип конструкцій колії на ВШМ, спочатку широко застосовуваний у Японії, сьогодні використовується і в багатьох інших країнах — Німеччині, Китаї, Нідерландах та ін. У країнах Європи плитна основа застосовується переважно на ділянках з великою кількістю штучних споруд.

Дослідження напружень у земляному полотні під плитою безбаластної колії, підтвердили, що безбаластна конструкція колії

більш рівномірно розподіляє вертикальні напруження на основній площадці і в тілі земляного полотна, але їх загасання відбувається менш інтенсивно, порівняно з класичною конструкцією на баласті. Тим самим до роботи під дією рухомого складу залучається більша товща ґрунтів земляного полотна. У результаті це приводить до зростання вертикальних напружень на основній площадці земляного полотна.

Практика експлуатації земляного полотна на підходах до мостів з безбаластним мостовим полотном (рис. 5) показує, що деформації при наближенні до устоїв зростають, що пов'язано з різким збільшенням жорсткості колії при переході з насипу на безбаластовий залізничний міст.

Різка зміна модулю пружності впливає на збільшення коливальних у баластовому шарі й у ґрунтах земляного полотна. У результаті різкої зміни характеристик колії в зоні сполучення двох конструкцій виникає силова нерівність (рис. 6), що приводить до виникнення великих динамічних сил і, як наслідок, до перевантаження елементів колії.

Проблема переходу рухомого складу від звичайної конструкції верхньої будови колії на земляно-

му полотні й баласті до залізничних мостів виявилась настільки складною, що й зараз в багатьох країнах світу досліджуються різні способи її вирішення. У зв'язку з впровадженням швидкісного руху на залізницях України, проблема «передмостових ям» стала досить актуальною. Тому, виникає необхідність зниження додаткової вібродинамічної дії на ділянках сполучення за рахунок плавної зміни модуля пружності підрейкової основи.

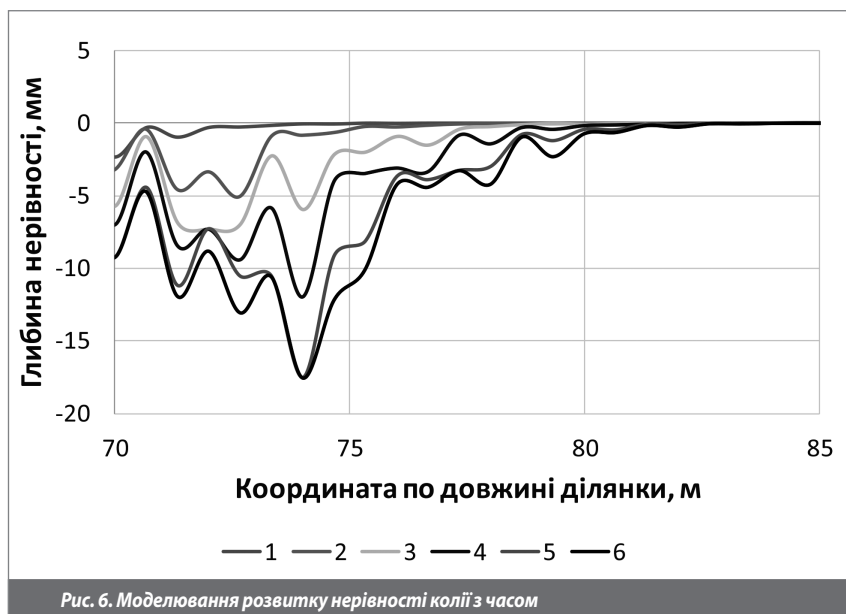
Аналіз існуючих методів сполучення земляного полотна залізниць з мостами дозволив виділити наступні найбільш розповсюджені групи рішень: улаштування перехідних конструктивних елементів; заміна матеріалу насипу на підходах до моста; посилення земляного полотна конструкцією змінної жорсткості, улаштування ділянки змінної жорсткості з шарів геосіток, заповнених щебенем тощо.

Улаштування конструкції змінної жорсткості дає реальне зниження рівня динаміки на підходах до мостів. Порівняння результатів експериментів до і після посилення явно свідчить про зниження рівня амплітуд коливальних у зоні устою в середньому на 30%.

З використанням перерахованих інноваційних принципів були встановлені вимоги й нормативи



Рис. 5. Укладання мостового полотна на плитах БМП



з улаштування, укладання, ремонту і утримання безстикової колії на залізницях України, технічні норми, вимоги і правила з улаштування та утримання залізничної колії, колійних споруд і пристроїв, ЦП-0269, розроблена система ведення колійного господарства, що знайшла

відображення в Положенні про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України, ЦП-0287.

Використання інноваційних технологій при виконанні великого комплексного проекту будівництва і реконструкції залізничної мережі



України на високому науково-технічному рівні зробило можливою активну участь академічної, вузівської, галузевої науки, промислових і транспортних організацій як при розробці технологій та обладнання для зварювання рейок та стрілочних переводів, виконання інших робіт у складі неформальної інноваційної структури нового типу — інноваційного кластеру «Оksamитовий шлях», структури національного рівня з світовим значенням окремих напрямів своєї діяльності.

Інноваційна діяльність в структурах колійного господарства й інших суміжних галузях піднімає досягнення технічного прогресу на рівень світових стандартів і дозволяє вирішувати задачі щодо якісного та ефективного забезпечення високих показників по перевезенню пасажирів і вантажів. ✎

■ Список літератури:

1. Юрковський Є. Інноваційні технології діагностики та обслуговування інфраструктури / Є. Юрковський, В. Яковлев // Українські залізниці, №5, 2013. — С.18–20.
2. Результати досліджень стійкості укосу земляного полотна високих насипів за допомогою програми «Откос» / В. Петренко, О. Тютюкін, О. Дубінчик, В. Кільдєєв. // Українська залізниця. № 3–4 (45–46). — К., 2017. — С. 18–21.
3. Курган Д. М., Гаврилов М. О. Діагностування і виправка положення залізничної колії колійними машинами // Українська залізниця. № 8(38). — 2016. — С. 60–64.
4. Корженевич І.П. Нові можливості проектування перебудови плану та виправлення кривих при використанні програми RWPlan 1.2 / Залізничний транспорт України, №5, 2007. — С. 79–82.
5. Курган М. Б. Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні: монографія / М. Б. Курган, Д. М. Курган; Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпро, 2016. — 283 с.