

06
ДБЧ

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ



ВІСНИК

**Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Випуск 13

**Дніпропетровськ
2006**

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В І С Н И К
Дніпропетровського
національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Випуск 13

Дніпропетровськ
2006

Редакційна колегія:

Головний редактор д-р техн. наук *Пишійко О. М.*
Члени редколегії: д-ри техн. наук *Біляєв М. М., Блохін Є. П., Боднар Б. Є., Босов А. А., Браташ В. О., Гетьман Г. К., Даніленко Е. І., Доманський В. Т., Дубинець Л. В., Жуковицький І. В., Загарій Г. І., Казакевич М. І., Коротенко М. Л., Костін М. О., Петренко В. Д., Пунагін В. М., Рибкін В. В., Разгонов А. П., Савчук О. М., Хандецький В. С., Шафіт Є. М.*;
д-ри фіз.-мат. наук *Гаврилюк В. І., Кравець В. В.*;
д-ри хім. наук *Плахотнік В. М., Фєдін О. В.*;
д-ри екон. наук *Бабіч В. П., Драгун Л. М., Зайцева Л. М., Крамаренко В. Д., Покотілов А. А.*
Відповідальний секретар канд. техн. наук *Корженевич І. П.*

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 7704.
Видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України 08.08.2003 р.*

*Друкується за рішенням вченої ради Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна від 28.04.2006, протокол № 8*

Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка
В. Лазаряна. – Вип. 13. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна,
2006. – 198 с.

У статтях наведені наукові дослідження, виконані авторами в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна та інших організаціях. Статті присвячені вирішенню актуальних питань залізничного транспорту за такими напрямками: економіка транспорту, електричний транспорт, залізнична колія, моделювання задач транспорту та екології, ремонт та експлуатація засобів транспорту, рухомий склад і тяга поїздів, транспортне будівництво, матеріалознавство.

Вісник становить інтерес для працівників науково-дослідних організацій, викладачів вищих навчальних закладів, докторантів, аспірантів, магістрантів та інженерно-технічних працівників.

В статтях отражены научные исследования, выполненные авторами в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна и других организациях. Статьи посвящены решению актуальных вопросов железнодорожного транспорта по следующим направлениям: экономика транспорта, электрический транспорт, железнодорожный путь, моделирование задач транспорта и экологии, ремонт и эксплуатация транспортных средств, подвижной состав и тяга поездов, транспортное строительство, материаловедение.

Вестник представляет интерес для работников научно-исследовательских организаций, преподавателей высших учебных заведений, докторантов, аспирантов, магистрантов и инженерно-технических работников.

ББК 39.2

ЗМІСТ

ГАЛУЗЬ ТЕХНІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ТРАНСПОРТІ»

А. БЯЛОНЬ, П. ГРАДОВСКИ (Отделение управления железнодорожным движением и телеинформатики. Научно-технический центр железнодорожного транспорта, Польша) ВЛИЯНИЕ ПОМЕХ ОТ ЛОКОМОТИВОВ БОЛЬШОЙ СКОРОСТИ НА УСТРОЙСТВА СЦБ	6
А. Н. ПШИНЬКО, С. В. МЯМЛИН, А. И. МИРГОРОДСКАЯ, Е. А. ПИСЬМЕННЫЙ (ДИИТ) ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ С УСТРОЙСТВАМИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ	12

РОЗДІЛ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ»

Ю. Л. БОЛЬШАКОВ (ООО «Глория»), И. С. ГЕРШМАН (ВНИИЖТ, Россия), В. Г. СЫЧЕНКО (ГП ДОСЖТ), С. М. ЖУКОВИН (ООО «Союзкарбон», Россия) ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВСТАВОК ТОКОПРИЕМНИКОВ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА	14
А. Б. ЗЛАКАЗОВ, А. В. ОВODOV, Н. С. ШУПИК (ООО «Изопласт») ПРОДУКЦИЯ ООО «ИЗОПЛАСТ» ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ. ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА, ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СЕРТИФИКАЦИИ. ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ.	21
А. П. ЗУБКО (Укрзалізниця) АДАПТИВНА СИСТЕМА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЖИВЛЯЧОЇ МЕРЕЖІ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	26
С. Я. КАРПЕНКО (Главное управление электрификации и электроснабжения Укрзалізницы) ОПЫТ РАБОТЫ УКРЗАЛІЗНИЦЫ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. СТИМУЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ К МОДЕРНИЗАЦИИ УЧЕТА И РЕГУЛИРОВАНИЯ СОБСТВЕННОГО ГРАФИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ	28
ЕН ДАР КИМ, В. Н. ТАРАН (ГП НИИВН, Россия), В. Г. СЫЧЕНКО (ГП ДОСЖТ) ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ТАРЕЛЬЧАТЫХ ФАРФОРОВЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В КОНТАКТНОЙ СЕТИ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА	33
І. В. МАЛИШКО (Укрзалізниця) ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ	36
А. Н. ПОПОВ (ООО «СИКАМ», Россия) ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ «SICAME» ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	39
Ю. Н. ШУМИЛОВ (ООО НПП «ЕС Полимер») НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ООО НПП «ЕС ПОЛИМЕР» ДЛЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	44

РОЗДІЛ «ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ»

А. БЯЛОНЬ, А. ТОРУНЬ (Отделение управления железнодорожным движением и телеинформатики. Научно-технический центр железнодорожного транспорта, Польша) ТРЕБОВАНИЯ ПКП ДЛЯ ЛИНИЙ 200 И 250 КМ/Ч	49
И. П. КОРЖЕНЕВИЧ, Н. Г. РЕНГАЧ (ДИИТ), Н. А. ЛОШКАРЕВ (ПГАСА) ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЛЯРНОГО СПОСОБА СЪЕМКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРИВЫХ	53
К. В. КОРНОУХОВА (ОАО «Днепропетровский стрелочный завод»), В. А. МИРОШКИН (ГП ДОСЖТ) НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ	57
В. А. МИРОШКИН (ГП ДОСЖТ) ПРИЧИНЫ И МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ РАЗВИТИЯ УСТАЛОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ РЕЛЬСОВ	60

РОЗДІЛ «МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ»

В. Л. ЛАРІОШКІН (Укрзалізниця) СТВОРЕННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИНАМІКИ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЮ СЛУЖБОЮ	63
--	----

В. А. ФЕДОРОВ (ГП ДОНСЕРТ) ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ (НАУКОЕМКИХ) ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА СТАДИИ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	67
--	----

РОЗДІЛ «РЕМОНТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ»

В. И. БАСОВ (Укрзалізниця) ЕВРОПЕЙСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА – РЕАЛЬНЫЕ ШАГИ	72
--	----

И. И. ВУЧЕТИЧ (Балтийский испытательный центр, Латвия) ВТС – ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ	75
---	----

А. Д. ЛАШКО, О. П. ТКАЧЕНКО (Укрзалізниця) АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В УСЛОВИЯХ РАСШИРЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА	78
--	----

И. Е. ЛЕВИЦКИЙ (Одесская ж. д.) КАЧЕСТВО УСЛУГ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ	84
--	----

О. П. ТКАЧЕНКО, В. Я. МОСКАЛЕЦ (Главное управление развития и инвестиций Укрзалізниця), Н. П. ЯНГУЛОВ, Р. Ю. ПАЦОВСКИЙ (ГП НИЦ технологий транспортных систем) НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	87
--	----

Е. А. ЧАЙКОВСКАЯ (Белорусская ж. д.) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ МС ИСО СЕРИИ 9000	92
---	----

Ю. М. ЧЕРКАШИН, А. А. ХАЦКИЛЕВИЧ, Д. В. ФЕДОРОВА, Е. В. ЯКОВЛЕВА (ВНИИЖТ, Россия) ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	96
--	----

А. Ю. ШПАКОВСКИЙ (ГП Приднестровская ж. д.) ОТ КОНТРОЛЯ ЗА СЕРТИФИЦИРОВАННЫМИ УСЛУГАМИ ДО ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ	100
--	-----

РОЗДІЛ «РУХОМИЙ СКЛАД І ТЯГА ПОЇЗДІВ»

В. І. ДВОРЕЦЬКИЙ (Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України) НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ РОБІТ З ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН	103
---	-----

С. В. МЯМЛИН, Е. П. БЛОХИН, В. В. ЖИЖКО, Е. А. ПИСЬМЕННЫЙ (ДИИТ) ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ Ж.-Д. ТРАНСПОРТА	108
--	-----

С. В. МЯМЛИН, П. А. ЯГОДА, Т. А. ДЕДАЕВА (ДИИТ), О. А. ШКАБРОВ (ОАО «КВБЗ») СНИЖЕНИЕ ВЕСА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ДЛЯ СКОРОСТНЫХ ПЕРЕВОЗОК	118
---	-----

С. В. МЯМЛИН (ДИИТ), А. И. ЯЛОВОЙ (ОАО «Завод точного литья»), А. Е. ЛОЗОВАЯ (ОАО «Днепровагонмаш») РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВАГОНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА	121
---	-----

Н. В. РОГОВ (Одесская ж. д.), Н. П. БОЖКО (ДИИТ) ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ, СВЯЗАННЫХ С ТОРМОЖЕНИЕМ ВАГОНОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ	126
---	-----

О. М. САВЧУК, О. Г. РЕЙДЕМЕЙСТЕР, К. Б. САВЧЕНКО, О. А. ШИКУНОВ (ДПТ) АЛГОРИТМ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОНТАКТУ КОЛЕСА І РЕЙКИ	131
Л. А. ТИМОФЕЄВА, А. О. ДАХНОВА (УкрДАЗТ) ДІАГРАМА ІСКАВИ – ШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	134
В. А. ЯРОВОЙ (ОАО «НТЗ») СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС В УСЛОВИЯХ ОАО «НИЖНЕДНЕПРОВСКИЙ ТРУБОПРОКАТНЫЙ ЗАВОД»	136

РОЗДІЛ «ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО»

Д. Ю. КОЛЕСНИК, В. Г. СИЧЕНКО (ДП ДОСЗТ), П. М. КОВАЛЬ (ДерждорНД) АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ КОРОЗІЇ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ В АТМОСФЕРНИХ УМОВАХ І РОЛЬ ВОДИ У ЦЬОМУ ПРОЦЕСІ	141
--	-----

РОЗДІЛ «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

Г. О. ТАТАРЧЕНКО (Северодонецкий технологический институт Восточноукраинского национального университета им. В. Даля) КОРРОЗИЯ НИКЕЛЯ В ОЗОНИРУЕМОЙ КИСЛОЙ СРЕДЕ	167
А. С. ЦЫБЕНКО, Н. Г. КРИЩУК, И. П. ДУРАВКИН, С. А. ЗЛАКАЗОВ (НТУУ «Киевский политехнический институт») ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЛИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ ЭНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ	165

ГАЛУЗЬ ЕКОНОМІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «ЕКОНОМІКА ТРАНСПОРТУ»

О. И. ГЛУХОВА, К. Г. КАРАНДЕЕВ (Центр сертификации персонала ГП «Укрметртестстандарт») АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГАРМОНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КЛАССИФИКАЦИИ СТЕПЕНЕЙ АУДИТОРОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ	168
Т. М. КІЗЛОВА (ДП ДОСЗТ) ЯКІСТЬ В УПРАВЛІННІ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ	170
Ю. О. КУПРІЯН (ДП ДОСЗТ) ВПЛИВ ОЦІНКИ СТАБІЛЬНОСТІ ВИРОБНИЦТВА НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	172
П. Ф. ПОЛЯКОВ (Институт управления «ДовЯкість»), М. В. МАРТЫНЕНКО (НААУ) ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	175
С. В. МАРТЫНЕНКО, В. П. ПОЛЯКОВ (ГП ОС «Дортранстелеком») ОСНОВЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ	180
Э. Н. СТУПАК (Донецкая ж. д.) КАЧЕСТВЕННАЯ СПЕЦОДЕЖДА И СПЕЦОБУВЬ – УСЛОВИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИОБРЕТЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	185
Г. І. ХІМІЧЕВА (Київський національний університет технологій та дизайну), М. Я. МУХАРОВСЬКИЙ (ДП «Укрметртестстандарт»), О. І. ГЛУХОВА (Центр сертифікації персоналу ДП «Укрметртестстандарт») РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ TQM В ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНУ З СЕРТИФІКАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ	194

А. БЯЛОНЬ, П. ГРАДОВСКИ (Отделение управления железнодорожным движением и телеинформатики. Научно-технический центр железнодорожного транспорта, Польша)

ВЛИЯНИЕ ПОМЕХ ОТ ЛОКОМОТИВОВ БОЛЬШОЙ СКОРОСТИ НА УСТРОЙСТВА СЦБ

Розглянуто питання впливу завод на пристрої СЦБ від локомотивів великої швидкості.

Рассмотрены вопросы влияния помех на устройства СЦБ от локомотивов большой скорости.

The questions of influencing of hindrances on the STSB devices from the locomotives of high speed are considered.

Введение

Новейшие железнодорожные тяговые поезда не должны оказывать вредное влияние на окружающую среду. Это касается не только экологии, но прежде всего технических аспектов влияния. Имеется ввиду влияние на другие ж.-д. технические устройства, особенно связанные с безопасностью ж.-д. движения. Объем влияния тягового поезда на другие системы является как функцией его мешающих параметров, так и функцией восприимчивости внешних устройств к этому влиянию. Теоретический и практический опыт свидетельствует, что наиболее легко влиянию подвергаются устройства безопасности, непосредственно связанные с ж.-д. путями.

Устройства СЦБ обеспечивают безопасность ж.-д. движения. Их восприимчивость к помехам должна быть настолько маленькой, чтобы не вызывать расстройств в движении поездов или не привести к катастрофе.

В зависимости от эффектов влияний, неправильное функционирование устройств СЦБ разделяется на:

- мешающее, т. е. когда сохраняются условия безопасности и результатом влияния помех является сужение пропускной способности, например, железнодорожной линии или добавочное внеплановое торможение поезда (энергетические потери);
- опасное, т. е. когда не сохраняются условия безопасности (например, на путевом сигнализаторе вместо красного появляется свет, позволяющий продолжать езду). Из-за появления потенциальной возможности катастроф такая ситуация недопустима.

Приемники устройств СЦБ с точки зрения помех

К устройствам СЦБ, подвергающимся влиянию помех от переменной составляющей тягового тока в рельсовой нити, принадлежат:

- цепи, использующие рельсы для передачи сигнального тока, соединены гальванически или поттокосцепленные с цепью обратного тягового тока, к данной группе принадлежат: цепи контроля занятости пути, датчики осей поезда; датчики поезда, цепи постоянной или участковой передачи информации путь-поезд;
- цепи устройств СЦБ, механически присоединенные к рельсам и гальванически изолируемые от обратного тягового тока, к данной группе принадлежат: цепи управления привода стрелочного перевода, цепи контроля положения стрелочных переводов, цепи индуктивных и механических датчиков осей поезда;
- цепи вблизи рельсов, к этой группе относятся все цепи, использующие кабели, проложенные вдоль пути, например, цепи передачи информации в устройствах СЦБ (автоблокировка, устройства автоматической переездной сигнализации, цепи управления стрелочных переводов, цепи светофоров, цепи контроля и др.).

Как уже отмечалось помехам, образующимся от внедрения больших скоростей (большие, тяговые токи с большим участием гармоник), наиболее часто подвергаются рельсовые цепи гальванически или индуктивно сцепленные с рельсовыми нитями (обратным тяговым током). Ниже будут рассматриваться отдельные устройства с точки зрения влияния обратных тяговых токов.

Рельсовые цепи эксплуатируемые в ПКП. К наиболее распространенным в ПКП рельсовым цепям принадлежит группа рельсовых цепей непрерывного тока 50 Гц с изолируемыми стыками. Среди них выделяются следующие:

- рельсовые цепи однониточные;
- рельсовые цепи двухниточные;
- рельсовые цепи с дроссель-трансформатором;
- рельсовые цепи питания посередине.

Общей чертой данных цепей является питание током частоты 50 Гц, элементом их связи с устройствами СЦБ – фазочувствительное реле JRV. Критерий безопасности работы в данных рельсовых цепях основывается амплитудой и фазой напряжения привода рельсовой цепи.

Следующая группа рельсовых цепей, применяемых в ПКП – это цепи без изолируемых стыков. Можно ее разделить на четыре группы:

- электронные накладные цепи (ЕОН-3);
- станционные безстыковые рельсовые пути (SOT-2);
- линейные безстыковые рельсовые цепи (SOT-1);
- датчики перехода поезда (ЕОН-6, ЕОС-1, 2 и 3).

Вышеупомянутые рельсовые цепи наиболее часто, по сравнению с остальными устройствами СЦБ, подвергаются помехам от локомотивов большой скорости. Вытекает это прежде всего из того, что влияние помех имеет гальванический характер и частота их работы и частоты, генерируемые локомотивами большой мощности с преобразователями, совпадают.

Счетчики и датчики осей. Проведенные измерения для счетчиков осей с датчиками осей типа СТИ-3 (как наиболее часто подвергающимся помехам от устройств электрической тяги) не подтвердили влияния помех на устройства данного типа. Измерения проводились путем пропуска тока силой по 1 А частоты с 30 Гц по 15 КГц через ж.-д. рельс. Не обнаружилось мешающее влияние на данные датчики. Ожидаемый уровень помех в полосе с возможными помехами работы датчиков СТИ-3 (выше 5 КГц) значительно ниже принятого в измерениях. Из этого вытекает, что при дальнейшем рассмотрении влияния помех от переменной составляющей тяговых токов на устройства счетчиков осей (с датчиками осей) можно не учитывать.

Датчик поездов. Для датчиков поездов типа ЕОС, работающих в частотах 19...36 кГц, измерения восприимчивости к помехам не проводились по следующим причинам:

- уровень помех (на основе литературы и проведенных испытаний) в рассматриваемой полосе минимальный (ниже 10 мА);
- уровень сигнала в рассматриваемых устройствах составляет около 0,5 А;
- длина цепей небольшая (ниже 20 м).

Отсюда в дальнейшем рассмотрении влияния помех от переменной составляющей тяговых токов на устройства данного типа могут также не учитываться.

Линейная автоблокировка типа Еас. В литературе известны результаты проведенных измерений напряжения индуктированного в кабеле автоблокировки типа Еас. Измерения проводились в эксплуатационных условиях на электрифицированной линии во время нормального движения поездов. Полученные индуктированные напряжения не превышали уровень 0,5 В. Данная величина может не учитываться во время рассматривания влияния помех на работу линейной автоблокировки типа Еас.

Значение индуктированного напряжения позволило констатировать, что для блокировок типа Еа, Еас95, Е уровень помех, генерируемых электроподвижным составом, может не учитываться.

Устройства автоматической переездной сигнализации (ssp). Условия работы автоматической переездной сигнализации с точки зрения помех частично близкие работе линейных автоблокировок (передача информации). В части, касающейся датчиков поездов вопрос влияния помех рассматривался выше. В связи с этим при рассмотрении влияния переменной составляющей тяговых токов они не учитываются.

Испытания помех в электрических рельсовых цепях

Испытания влияния помех от локомотива мощности 6МВА на рельсовые цепи, проводились для скорости по 120 км/ч на опытном кольце в городе Жмигруд, для скоростей 130...220 км/ч на линии ЦМК. Для испытаний избирались семь из около тридцати эксплуатируемых в ПКП типов рельсовых цепей наиболее восприимчивых к помехам от локомотивов большой скорости. Благодаря чему значительно ограничилось время и стоимость испытаний.

Место установки рельсовых цепей на кольце выбралось так, чтобы получить максимальные уровни помех, влияющих на испытываемую рельсовую цепь при нормальной обратной сети и при ее дефектах (обратный ток уплывает с рельсовой цепи в тяговую подстанцию одной нитью). Для этого установилась двухниточная изоляция с дросселями ZLB0240 (рис. 1).

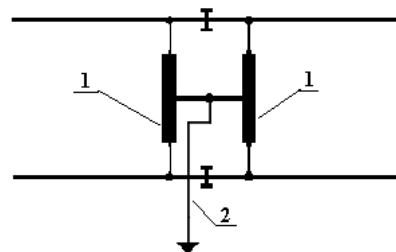


Рис. 1. Способ отвода обратного тягового тока от пути опытного кольца к тяговой подстанции:
1 – путевой дроссель ZLB0240;
2 – отвод к тяговой подстанции (отсос)

Центральные части данных дросселей соединились с минусом тяговой подстанции. Во время испытаний другие соединения пути кольца с минусом тяговой подстанции отключились.

Испытания влияния помех от локомотива большой скорости на рельсовые цепи заключались в синхронной регистрации трех величин: значений обратного тягового тока от шунта, включенного между рельс и путевой дроссель; переменной составляющей данного тока при помощи катушки Роговского и напряжения на путевом реле для действующей рельсовой цепи и для рельсовой цепи без рабочего сигнала.

Регистрация вышеуказанных величин осуществлялась для пуска локомотива и движения с установившейся скоростью 100 км/ч. Испытания проведены для обратной сети в нормальном состоянии и обратной сети с дефектами (обратный ток уплывает с рельсовой цепи в тяговую подстанцию одной нитью).

На рис. 2 представлена примерная измерительная система для безстыковых рельсовых цепей с индуктивным приемом.

Анализ спектра гармоник обратного тока проведен в измерительной системе представленной на рис. 3.

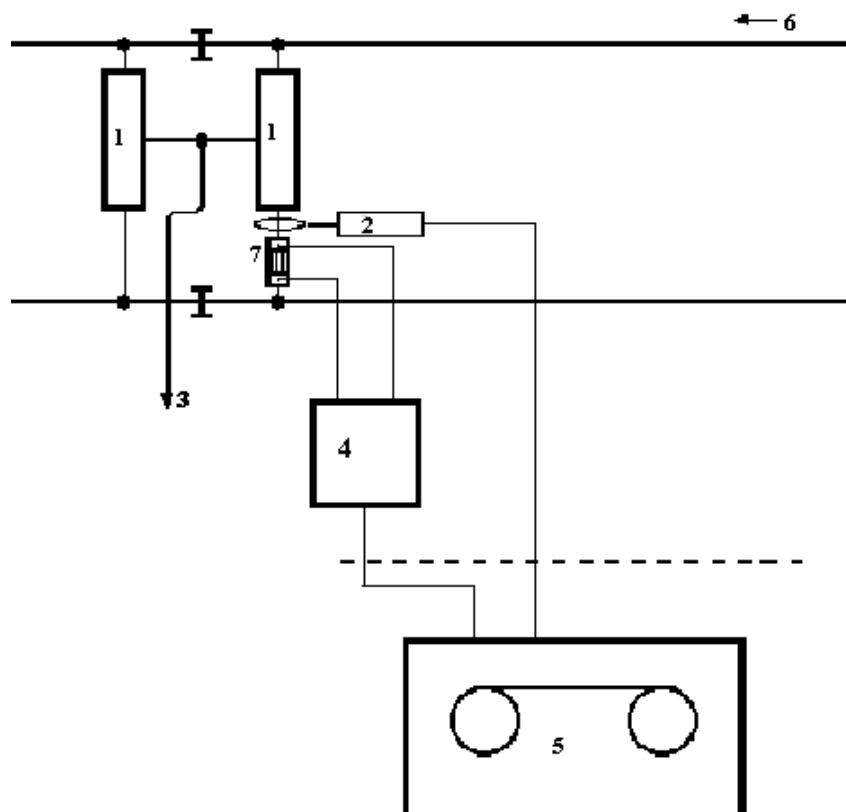


Рис. 2. Измерительная система для регистрации гармоник в пути:
1 – путевой дроссель ZLB0240, 2-катушка Роговского; 3 – отсос тяговой подстанции;
4 – усилительный измеритель; 5 – магнитный регистратор; 6 – направление движения

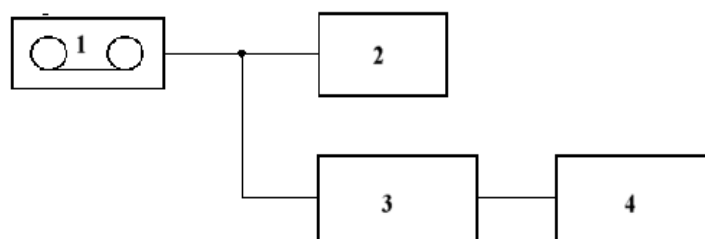


Рис. 3. Измерительная система для лабораторного анализа спектра гармоник тягового тока:
1 – магнитный регистратор; 2 – бумажный регистратор;
3 – осциллограф; 4 – компьютер PC анализ FFT

Результаты представлены в форме столбиковых диаграмм, полученных из анализа пробега переменной составляющей тягового тока и сделанных в окне времени 100 мс для диапазона помех 0...2,4 кГц каждое 10 кГц и в окне времени 100 мс для диапазона помех 0...24 кГц каждое 100 Гц. Анализ проведен при максимальном

значении обратного тягового тока в каждой пробе (800...2 000 А постоянной составляющей).

Представленные результаты испытаний касаются части испытаний, проведенных до внесения изготовителем изменений.

На рис. 4–6 показаны примерные результаты анализа гармоник зарегистрированных в пути.

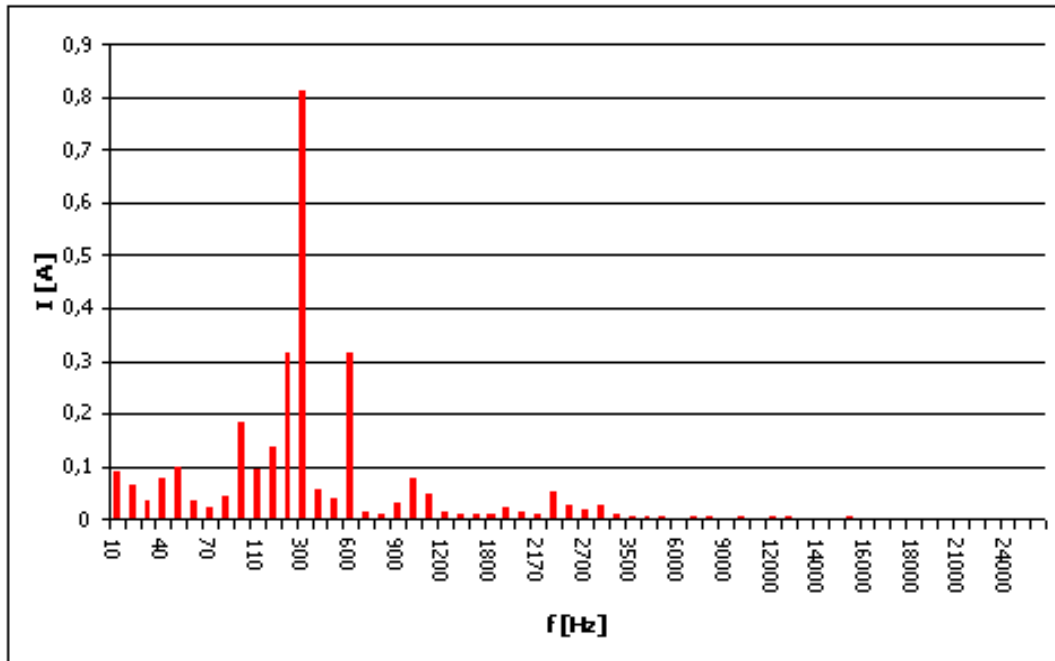


Рис. 4. Гармоники локомотива EU11, фильтры на тяговой подстанции включены, поездка со скоростью 220 км/ч

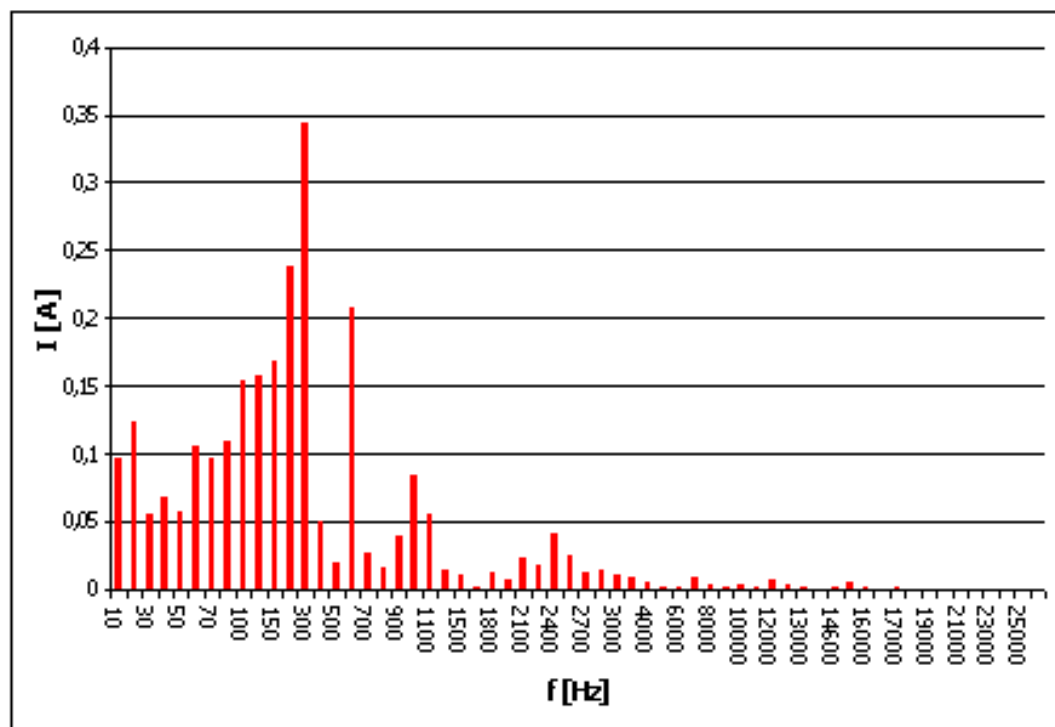


Рис. 5. Гармоники локомотива EU11, фильтры на тяговой подстанции выключены, поездка со скоростью 220 км/ч

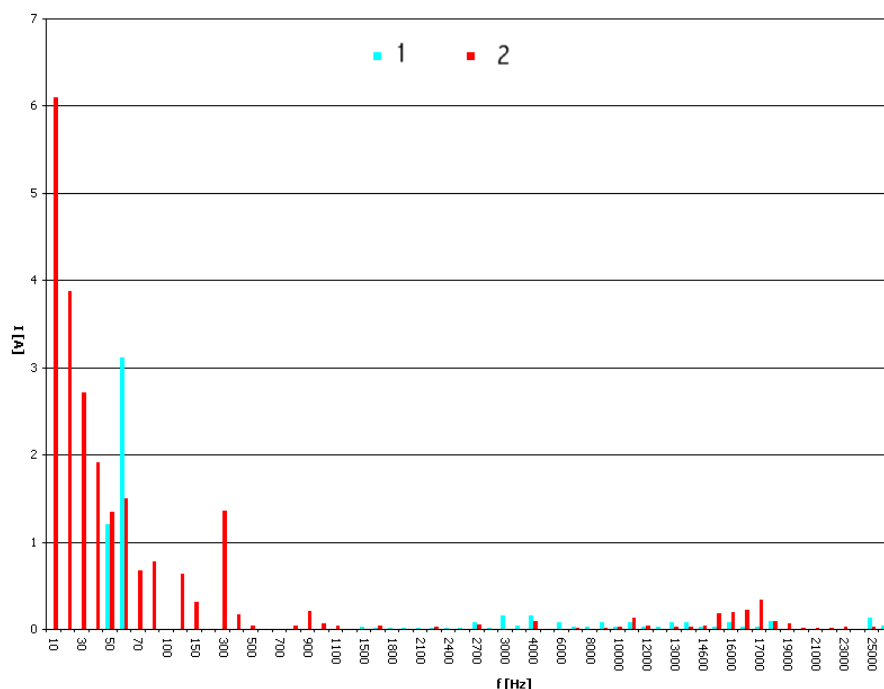


Рис. 5. Гармоники локомотива EU11, фильтры на тяговой подстанции включены, максимальные значения после устранения фона:
1 – допускаемые значения; 2 – измеренные значения

На рис. 6–8 показаны зарегистрированные во времени пробегі влияния помех от локомотивов большой мощности на рельсовые цепи.

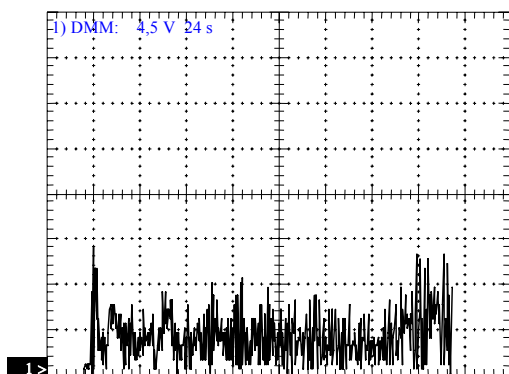


Рис. 6. Напряжение на путевом реле во время пуска, в случае дефекта пути при отсутствии сигнала

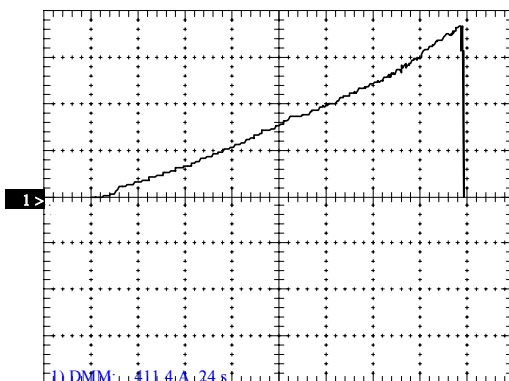


Рис. 7. Обратный ток в рельсе во время пуска в случае дефекта при отсутствии сигнала

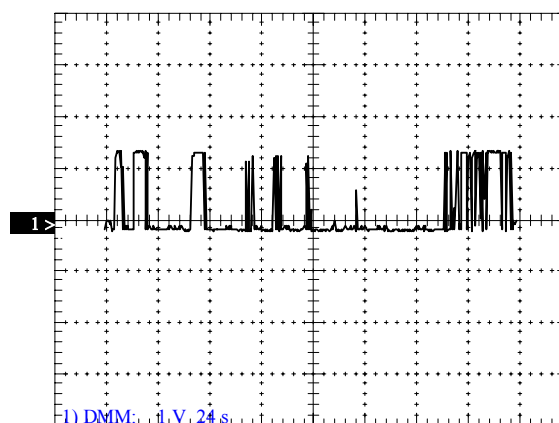


Рис. 8. Состояние путевого реле

Представлены результаты испытаний не позволили бы на допуск локомотива в эксплуатацию. Испытания проведены после конструкционных изменений в локомотиве, внедренных изготовителем, позволяют констатировать, что локомотив может допускаться в эксплуатацию.

Выводы

Исходя из полученных результатов испытаний можно констатировать, что принятые методы испытаний и обработки результатов дают возможность точного определения уровня гармоник и определения степени их влияния на устройства СЦБ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. A. Białoń, P. Gradowski i inni. Badania lokomotywy EU11. Praca nr 8499/21/23, CNTK-2000 r. (praca w gestii zleceniodawcy).
2. Бялонь А. Обеспечение электромагнитной совместимости электроподвижного состава постоянного тока нового поколения с устройствами железнодорожной автоматики в условиях польских железных дорог. Дисс.... канд. техн. наук – М., 2001.
3. Бялонь А. Значения допускаемых параметров помех для тяговых поездов // Вестник ВНИИЖТ. 5/2001.
4. Бялонь А. Электромагнитная совместимость тиристорного электроподвижного состава постоянного тока с системами автоматики и связи на Польских Железных Дорогах // Вестник ВНИИЖТ 4/2000.
5. Białoń A. Lokomotywa dużej mocy a zakłócenia w urządzeniach srk / A. Białoń, A. Kazimierczak; IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa MET99. – Warszawa. 1999.
6. Białoń A. Opracowanie dopuszczalnych parametrów zakłóceń dla urządzeń srk, łączności i pojazdów trakcyjnych. CNTK. – Warszawa, 2001.
7. Białoń A. Badania oddziaływania zakłóceń od lokomotyw dużej mocy na układy torowe / A. Białoń, A. Kazimierczak; IX Konferencja Naukowa SEMTRAK 2000. – Zakopane 2000.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

А. Н. ПШИНЬКО, С. В. МЯМЛИН, А. И. МИРГОРОДСКАЯ,
Е. А. ПИСЬМЕННЫЙ (ДИИТ)

ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ С УСТРОЙСТВАМИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Наведено основні вимоги до випробувань рейкових екіпажів з урахуванням впливу на рейкові кола.

Приведены основные требования по испытаниям рельсовых экипажей с учетом воздействия на рельсовые цепи.

In article the main requirements on tests of railway vehicles with consideration of influence on rail circuit are given.

Внедрение в эксплуатацию современных рельсовых экипажей, которые оснащены системами жизнеобеспечения и электрооборудованием, невозможно без проверки электромагнитной совместимости с устройствами сигнализации и связи. Это актуально для тягового подвижного состава и особенно для рельсовых экипажей, на которых используются импульсные преобразователи или электрические тяговые двигатели, в том числе мультисистемные.

Разработки отечественных машиностроителей и других стран СНГ, как правило, дополняются техническими решениями известных мировых производителей электрооборудования. Но отличие требований национальных систем сертификации и допуска к эксплуатации может приводить к нестыковке используемого электрооборудования с устройствами сигнализации, централизации, блокировки и связи. Поэтому вполне резонно и обоснованно следует вводить в программу приемочных испытаний рельсовых экипажей, имеющих электрооборудование, испытания на электромагнитную совместимость с устройствами сигнализации и связи. При наличии в эксплуатации на железных дорогах нескольких систем путевой сигнализации эти испытания приобретают особое значение.

Для практического использования и для проведения сертификации рельсовых экипажей, обращающихся на сети железных дорог стран СНГ, целесообразно использовать технические регламенты Регистра сертификации на Федеральном железнодорожном транспорте Российской Федерации.

Несмотря на то, что требования по сертификации различных рельсовых экипажей могут быть разными в зависимости от назначения этих экипажей, требования по электромагнитной совместимости с устройствами сигнализа-

ции и связи единые. Названные требования, к примеру, приводятся в Требованиях по сертификации на электровозы и электропоезда [1], пассажирские вагоны [2], тепловозы [3], дизельпоезда [4], специальный подвижной состав [5] и статические нетяговые преобразователи подвижного состава [6].

Нормативные значения показателей уровня мешающего влияния электрооборудования рельсового экипажа на рельсовые цепи и путевые устройства сигнализации в соответствии с [1–5] приведены в табл. 1.

Таблица 1

Нормативные значения показателей уровня мешающего влияния электрооборудования, рельсовых экипажей на рельсовые цепи и путевые устройства сигнализации

Частота сигнального тока, Гц	Полоса пропускания, Гц	Допустимый уровень помех, А
25	19...21	4,0
	21...29	1,0 опасное
	29...31	4,0
50 (для системы электропитания постоянного тока)	42...46	5,0
	46...54	1,3 опасное
	54...58	5,0
175	167...184	0,4
420	408...432	0,35
480	468...492	
580	568...592	
720	708...732	
780	768...792	0,2
4 545	4 508...4 583	
5 000	4 963...5 038	
5 555	5 518...5 593	

Несколько отличными являются допустимые уровни помех при сертификации статических нетяговых преобразователей подвижного состава [6] (табл. 2), при этом частоты сигнального тока и полосы пропускания остаются без изменения.

Таблица 2

Допустимый уровень мешающего влияния электрооборудования вагона с высоковольтным преобразователем на работу устройств рельсовых цепей сигнализации

Частота сигнального тока, Гц	Полоса пропускания, Гц	Допустимый уровень помех, мА
25	19...21	240
	21...29	60
	29...31	240
50	42...46	100
	46...54	24
	54...58	100
175	167...184	40
420	408...432	50
480	468...492	
580	568...592	
720	708...732	
780	768...792	30
4 545	4 508...4 583	
5 000	4 963...5 038	
5 555	5 518...5 593	

Кроме уровня мешающего влияния электрооборудования на рельсовые цепи и устройства сигнализации регламентируется уровень напряженности поля радиопомех, создаваемых электрооборудованием. Основным регламентирующим документом, по которому проводятся измерения таких радиопомех для различных рельсо-

вых экипажей в соответствии с требованиями по сертификации [1–6], является ГОСТ 29205-91 [7]. При этом для измерений используются селективные микровольтметры STV 301-2, STV 401, магнитная антенна FSA-101, измерительная антенна МА-101 или приборы по диапазону измерения и точностным характеристикам не уступающие указанным.

Таким образом, соблюдение единых требований по сертификации, а соответственно и требований по допуску к эксплуатации рельсовых экипажей, имеющих электрооборудование, в части электромагнитной совместимости, будет способствовать нормальной работе рельсовых цепей и устройств путевой сигнализации, что будет гарантировать необходимую степень безопасности движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. НБ ЖТ ЦТ 03-98. Электропоезда. Требования по сертификации. – Введ. 15.08.1998. – М.: МПС России, 1998. – 41 с.
2. НБ ЖТ ЦЛ 01-98. Вагоны пассажирские железнодорожные. Требования по сертификации. – Введ. 15.08.1998. – М.: МПС России, 1998. – 26 с.
3. НБ ЖТ ЦТ 02-98. Тепловозы. Требования по сертификации. – Введ. 15.08.1998. – М.: МПС России, 1998. – 36 с.
4. НБ ЖТ ЦТ 01-98. Дизель-поезда. Требования по сертификации. – Введ. 15.08.1998. – М.: МПС России, 1998. – 42 с.
5. НБ ЖТ ЦП 035-99. Специальный подвижной состав. Общие требования по сертификации. Введ. 06.07.2000. – М.: МПС России, 1998. – 67 с.
6. СТ ССФЖТ ЦЛ-ЦТ 167-2003. Преобразователи статические нетяговые подвижного состава. Электрические испытания. Типовая методика испытаний. – Введ. 27.03.2003. – М.: МПС России, 2003. – 21 с.
7. ГОСТ 29205-91. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи от электротранспорта. Нормы и методы испытаний.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

Ю. Л. БОЛЬШАКОВ (ООО «Глория»), И. С. ГЕРШМАН (ВНИИЖТ, Россия),
В. Г. СЫЧЕНКО (ГП ДОСЖТ), С. М. ЖУКОВИН (ООО «Союзкарбон», Россия)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВСТАВОК ТОКОПРИЕМНИКОВ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Розглянуто основні напрямки створення нових композиційних матеріалів для вставок струмоприймачів електротранспорту.

Рассмотрены основные направления создания новых композиционных материалов для вставок токоприемников электротранспорта.

Basic directions of creation of new composition materials for the insertions of current receiver electric transport are considered in the article.

На протяжении многих лет не угасает интерес специалистов к вставкам токоприемников как городского электротранспорта, так и электроподвижного состава железных дорог (ЭПС). К материалу вставки, которая является основным связующим элементом токосъема с контактного провода (КП), предъявляются жесткие эксплуатационные требования в полной мере раскрытые в [1; 2].

Анализ технических требований показывает, что она должна удовлетворять многим взаимоисключающим условиям работы. С одной стороны это требование минимального износа КП при обеспечении надежного токосъема, а с другой – максимально возможный межремонтный пробег полоза токоприемника. Первое требование выполняется при определенном сочетании комплекса свойств таких как: электропроводность, дугостойкость, триботехнические характеристики, а второе – высокими значениями показателей твердости, прочности и износостойкости вставок.

Представляется весьма актуальной практической задачей проанализировать существующие принципиальные подходы к выбору состава

ва композиционных материалов (КМ), технологии их применения в производстве вставок, возможности серийного изготовления. Важным фактором в последнее время служит экономическая обоснованность использования КМ с позиции их стоимости и доступности.

Можно выделить три основных направления исследований по совершенствованию материала вставок. К первому относятся работы и непосредственно производство вставок на металлической основе, их эксплуатация на ЭПС переменного и постоянного тока (ЭР2, ВЛ-8, ВЛ-11, ЧС-7 и др.), а также на троллейбусах. В настоящее время на железных дорогах стран СНГ широко используются пластины из медного проката в обязательном сочетании с графитовой смазкой марки СГС, закладываемой в углубления полоза между рядами пластин. Преимущества и недостатки такого решения достаточно полно отражены в работах [1; 3].

Более детально рассмотрим принципы создания металлокерамических вставок, получаемых методами порошковой металлургии. В основном такие вставки производят на основе железа или меди (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Весовое содержание компонентов (масс. %) в материале вставок на основе железа

Наименование работ или марки материала	Fe	Гр	Cu	Pb	Sn	Примечание
1. ВЖ-ЗП [1; 3]	70	–	12	16	1	1...Ni
2. [4]	85	–	15	–	–	Пропитка: СО5
3. [5]	95	5	–	–	–	Пропитка: металлополимер «капрон-медь»
4. [6]	Остальн.	1,2...1,5	5...10	–	–	0,3...0,8 S

Наименование работ или марки материала	Fe	Гр	Cu	Pb	Sn	Примечание
5. [7]	Остальн.	0,3...2	1...20	1...15	–	0,2...0,8 S
6. [8]	Остальн.	0,3...2	2...10	1...15	0,5...1,25	0,3...1,0 S
7. [9]	Остальн.	8...18	8...20	–	–	–
8. [10]	70	–	30	–	–	–
9. [11] Пат.87231(ЧССР)	82	14	4	–	–	Пропитка: Pb,Sn
10. ООО «Глория» (Украина)	75	15	10	–	–	Пропитка: суспензия «масло + + коллоидный графит» «глицерин + коллоидн. графит»

Примечание: Гр – графитовый материал; остальные обозначения – общепринятые

Таблица 2

Весовое содержание компонентов (масс. %) в материале вставок на основе меди

Наименование работы или марки материала	Cu	Гр	Pb	Sn	Примечание
1. [17]	Остальн.	1...15	–	–	1...10 CuS, 0,5...3,0 MoS ₂
2. [18]	Остальн.	0,3...3,0	–	2...8	2...10 CuS, 3...12 Fe
3. [19]	Остальн.	0,2...5,0	–	7...11	0,3...6,0 Ni, 3...25 Mo (FeW)
4. [20]	Остальн.	0,5...6,0	2,0...8,0	2...13	3...15 Ni
5. [21]	Остальн.	1...5	–	5...15	0,5...2,0 Ni, 3...15 FeS (CuS)
6. P8 [10]	85	1,0	7,0	–	5 Fe, 1Ni, 1 MoS ₂
7. [22]	Остальн.	1...4	12...16	3...8	–
8. Производство завода «Красная Звезда» г. Стаханов (Украина) [23]	82,5	5,0	–	–	12,5 Fe
9. НМГ-1200 ТТУ6-035347-94	98	1,2	–	–	0,4 Cr
10. [24]	50	50*	–	–	*Смесь: натуральн. графит + + высокотемпературный пек (5:1)
11. [25]	Остальн.	5...30*	–	–	*Смесь: графит + полукок (4:1)
12. [26]	Остальн.	3...6*	–	–	*Стеклоуглерод
13. [27]	Остальн.	10,5...25,0	–	–	9,6...12 Fe, 2,4...16 Zn, 0,48...1,2 P; Гр. + Cu в виде гранул 0,4...2,0 мм
14. [28]	68	Остальн.	–	–	Добавки Zn, MoS ₂ , Si, частицы Гр < 5 мкм
15. [29]	Остальн.	3,5...5,0	0,5...7,5	–	Графит в виде гранул

Под термином «основа» авторы понимают порошковый материал, который в процессе изготовления образует несущую каркасную матрицу, обуславливающую в конечном итоге структурную прочность изделия, его размеры и т. д.

Как правило, объемное содержание основы в КМ составляет более 50 %. Понятно, что в рамках одной статьи практически невозможно отразить весь объем научно-технической и патентной информации, посвященной данному вопросу.

Авторы на примерах попытались отразить характерные черты и тенденции развития подбора КМ применительно к конкретному изделию. Предложение авторов [12; 13] добавлять в КМ вставок вольфрам (0,5...10 масс. %) или карбид вольфрама (2...30 масс. %) в качестве дисперсно-упрочняющей фазы нам представляется нерациональным, так как твердость материала вставки становится практически равной твердости КП. Получение эффекта самосмазывания, путем пропитки железугрографитового каркаса изделия легкоплавными металлами Pb, Sn, Zn, Cd и их сплавами, известно из технологии производства антифрикционных порошковых материалов.

В работах [10; 11] достаточно полно описаны физико-механические и химические процессы, происходящие в этом случае на контактных поверхностях пары трения. Кратко, суть заключается в следующем: с повышением температуры в зоне контакта или же смятия микронеровностей под действием давления, легкоплавная металлическая смазка расплавляется, или же выдавливается из микропор, и тем самым создается разделительная пленка, достигается эффект саморегуляции.

Для подшипников скольжения указанное явление просматривается вполне определенно. Однако следует заметить, что в подшипниковом узле процесс взаимодействия происходит в основном при стабильной атмосфере и долговременно, т. е. контактирующие поверхности трения не обновляются. Интенсивность изнашивания существенно меньше, чем скорость протекания наблюдаемых физико-химических процессов [14]. Напротив, соприкосновение участков поверхности КП и вставки кратковременно, участки постоянно обновляются.

Например, при скорости ЭПС 72 км/ч длительность линейного контакта длиной в 1,0 мм составляет 0,05 и 5 мс в продольном и поперечном направлениях соответственно. В результате достижение эффекта саморегуляции практически не наблюдается [1]. Фактически это объясняет тот факт, что на железных дорогах Украины металлокерамические вставки используются совместно с графитовой смазкой СГС. Кроме того, в связи с резким подорожанием свинца, олова и других металлических смазок приходится учитывать экономическую целесообразность их применения, а также все более жесткие требования по охране окружающей среды.

Перспективными являются КМ с содержанием графита не менее 10...15 % (20...30 % объем). Только в этом случае, как показано

в работе [15], обеспечивается устойчивая реализация эффекта самосмазывания. При этом возникают технологические затруднения получения бездефектной плотной заготовки на стадии прессования [16], так как частицы графита пластически не деформируются и обладают гораздо большим уровнем упругого последействия, чем железо и медь. Одним из способов решения может служить такая технологическая схема:

- 1) прессование заготовки с пористостью 30...40 %;
- 2) спекание в среде инертного газа с защитной засыпкой и выдержкой при $T_{\max} = 1150$ °C не менее 2 ч;
- 3) пропитка суспензией (см. табл. 1 поз.10);
- 4) окончательное прессование (допрессовка) заготовки до требуемых размеров изделия.

Троллейбусные вставки, выпускаемые с 1990 г. ООО «Глория» по приведенной технологии, имеют следующие характеристики: $УЭС \leq 0,8$ мкОм·м, НВ (10/250/30) = 35...45 ед., $\rho = 4,8...5,3$ г/см³, пробег, в зависимости от климатических условий, составляет 2 000...5 000 км. За все годы эксплуатации замечаний по недопустимому износу КП не поступало. К сожалению, авторы не располагают данными об эффективности использования указанных вставок на ЭПС железных дорог.

Представленные в табл. 1 и 2 примеры отражают тенденцию, направленную на исключение из КМ дорогостоящих компонентов Pb, Sn, Ni и др. На наш взгляд, важный момент состоит в том, что одновременно предлагаются специальные технологические способы, позволяющие получать композиции со значительным содержанием углеродного материала различного состава и вида. В особенности это относится к вставкам на медной основе.

Вторым общепризнанным и наиболее развиваемым направлением является использование для вставок углеграфитовых КМ. Достигнуты существенные успехи при их длительной эксплуатации на городском электротранспорте и железных дорогах [30]. В табл. 3 представлены основные технические решения, характеризующие соотношение между отдельными компонентами.

В современном производстве вставок из углеграфитовых КМ в качестве связующего предпочтительно используется:

- а) фенолформальдегидная смола (ФФС) новолачного или резольного типа;
- б) высокотемпературный пек с температурой размягчения не менее 140 °C;
- в) смесь ФФС и пека в соотношении (9:1).

Состав вставок из углеграфитовых КМ (весовое содержание масс. %)

Наименование работ или марки материала	Углеродный наполнитель			Связующее	Примечание
	Графит	Кокс	Техуглерод		
1. [31] на основе АТМ – 1 [32]	Коксо-графитовая смесь			13...17 ФФС 1,5...2,5 уротропин	Обжиг: 1 000...1 200 °С 0,5...1,5 стеарин
2. НОВЭЗ					*Связующее композиц.
тип «А»	5	61,5...63,0	5	27...28,5*	Обжиг
тип «Б»	68...73	–	0...5	27*	Обжиг
тип «С»				–	Обжиг + графитация
3. [33]	60...79,5	–	–	Остальн. ФФС + + уротропин (7,5 : 1)	0,5...20 Сц, 3,9 стеарин 1,7 известь
4. [34]	1,8...3,7 НГр	Остальн.	21,2...31,0	37,5...39,5 В/пек	Обжиг + графитация
5. [35]	1,2...33 0НГр	1,2...33,0	4,1...34,7	Остальн. В/пек	5...35 углерод. аэрогель, обжиг + графитация
6. [36]	67...75	5...12	–	11...20 ФФС	0,5...20 стеарат цинка + + Al-порошок
7. [37]	7 НГр	63	–	30 В/пек	Обжиг + графитация. Пропитка: фурфурило- вый спирт
8. [38]	2,9...52,4	2,9...54,0	3,0...52,4	Остальн. В/пек	Кокс пропитывают фу- рфуриловым спиртом
9. [39]	1...16	6...32	2...20	Остальн.	3...6 НГр, 2...20 угле- род аэрогель, 1...16 углерод обожженный материал
10. [40]	Остальн.	–	–	34...41 В/пек	55...62 углеродный наполнитель (гранулы углерода насыщенные пироуглеродом со сте- пенью 140...200 %)
11. [41]	10...20	10...20	–	ФФС	49...58 углерод. волок- на. 2...31 пироуглерод
12. [42]	Основа НГр			Пироуглерод	

Примечание: НГр – натуральный графит; В/пек – высокотемпературный пек.

Такой выбор обоснован тем, что они при карбонизации имеют выход коксового остатка больше 60 % [43; 44], а следовательно, обуславливают минимальную величину усадки и трещиноватость изделия в процессе термообработки. Кроме того, по сравнению с другими органополимерами, прослойка кокса из указанных карбонизированных связующих материалов обладает наилучшим сочетанием сродства, прочности и износостойкости.

С целью повышения прочности, улучшения триботехнических характеристик и снижения

УЭС, углеродные термообработанные заготовки пропитывают фурфуриловым спиртом или жидкой фурилфенолоформальдегидной смолой, и затем дополнительно осуществляют термообработку при 300 °С. Преимущество их заключается в хорошей адгезии к углероду, химической стойкости, низкой вязкости, высоком выходе твердого полимера при термообработке. Значительное внимание уделяется модифицированию ФФС, например, кремнийорганическими соединениями [45], органометаллическими комплексами различных металлов [46] или пропаргиловыми эфирами [47].

Углеродный наполнитель состоит из смеси порошков искусственного графита, прокаленного кокса, натурального графита, техуглерода (сажи). Показано [48], что оптимальным подбором гранулометрического состава дисперсного наполнителя достигается максимально возможная степень заполнения матричной структуры КМ. Однако на практике приходится ограничиваться двумя–тремя узкими фракциями [49–51]. Перспективным является использование игольчатого прокаленного кокса и порошка графита, полученного на его основе, что позволяет снизить электросопротивление на 30...40 % без потери прочностных свойств материала вставки.

Введение порошка графита марок МПГ-6, МПГ-7 повышает износостойкие характеристики вставок в 1,5...2 раза. При таком варианте появляется возможность существенно повысить в композиции процентное содержание натурального графита.

Новый класс углеграфитовых КМ создан при объемном уплотнении углеродной основы изделия пиролизическим углеродом [52]. Проведенный в работе [53] сравнительный анализ известных вставок и вставок с пироуглеродом, изготовленных по технологии [42], выявил особенности взаимодействия с КП и проявил их лучшие эксплуатационные характеристики. Представляет значительный интерес апробирование вставок с антифрикционными добавками фторуглерода формулы $(CF_x)_n$ и фуллерена C_{60} [54].

Качественно новым, более гибким и открывающим новые возможности оказывается путь создания вставок на основе углеродметалло-содержащих композиций. Анализ указанного направления уделяется достаточное внимание со стороны специалистов ВНИИЖТ [55; 56]. Можно выделить несколько способов введения металлической составляющей в углеграфитовый КМ вставки:

- а) пропитка пористой углеродной заготовки жидким расплавом меди или ее сплавами;
- б) добавка порошка меди на стадии приготовления шихты КМ;
- в) введение в КМ частиц графита или кокса с медным покрытием (плакирование) толщиной 5...15 мкм [11; 57; 58];
- г) в КМ металлическую составляющую добавляют в виде коротких волокон диаметром 0,1...0,5 мм и длиной 2...15 мм [59–61].

Из технических решений самым нерациональным следует признать способ (б), т. к. для заметного снижения $УЭС < 10$ мкОм·м необходимо, чтобы содержание металлического порошка составляло не менее 30 масс. % в компо-

зиции [53; 62]. Это согласуется с общими представлениями об электропроводимости полидисперсных наполненных структур [63]. При содержании меди более 30 масс. % в материале вставки из углеграфитового КМ существенно увеличивается вероятность схватывания с КП.

Совершенствованием способов (а) и (б), несомненно, следует считать предложение [64], в котором удалось добиться смачивания медью поверхности модифицированного графитового материала. Это позволило получить опытные вставки с совершенной матричной структурой, низким значением $УЭС = 3,15$ мкОм·м при содержании меди 25 масс. %. Признавая выгодные стороны способа (в), авторы должны отметить, что, к сожалению, в промышленных масштабах означенные металлизированные гранулы углеродного материала не выпускаются.

В рамках инициативных работ совместно с ООО «Глория» проведен комплекс исследовательских работ по разработке угольных контактных вставок с улучшенными эксплуатационными свойствами применительно к использованию на скоростных участках дорог, а также для электровозов типов ВЛ-82М, ВЛ-8, ВЛ-11. В результате ООО «Глория» разработало и освоило опытное производство вставок типа АМ из углеродполимерной композиции модифицированной медными волокнами со следующими свойствами: $УЭС = 8...16$ мкОм·м; $НВ (10/250/30) = 26...36$; $\rho = 1,8...2,2$ г/см³.

Опытная эксплуатация указанных вставок, проведенная по согласованию с ЦТ и ЦЭ «Укрзализныци» в локомотивных депо Купянска и Мелитополя, показала возможность обеспечения надежного токосъема на электровозах ВЛ-82М, ВЛ-8.

Средний пробег электровозов до полного износа вставок при испытаниях составил 22...27 тыс. км и может быть повышен в 2...2,5 раза при незначительной технической доработке. При этом эксплуатация вставок АМ в локомотивном депо Мелитополь производилась в период с 04.10.2005 г. по 20.01.2006 г., т. е. в критических, с точки зрения износа, погодных условиях. Вставками АМ оборудовался только один токоприемник на каждом электровозе, вторые токоприемники были снабжены медными накладками. Эксплуатационные испытания опытных вставок проводились на линиях, где остальной электроподвижной состав оборудован медными накладками, что, само по себе, противоречит нормам Укрзализныци в части применения угольных вставок.

Результаты испытаний признаны положительными и могут быть улучшены при оснащении электровозов ВЛ-8:

1) серийными трехрядными полозами с медной подложкой толщиной не менее 0,6 мм;

2) устройствами токоприемников (каретки, пружины) для электровозов типа ВЛ-82М, с целью обеспечения требуемой статической характеристики.

Для продолжения работ по модифицированным угольным вставкам, считаем целесообразным, включение в перечень научно-технических проблем «Укрзалізниця» следующей работы: «Разработка, внедрение и освоение серийного производства модифицированных угольных вставок для высоконагруженных и скоростных электропоездов». Возможные этапы работ:

– разработка, изготовление опытной партии (около 2 т) и расширенные испытания;

– разработка, изготовление и внедрение лабораторной установки-стенда для испытаний на износ пары контактный провод-вставка;

– разработка ТУ, сертификация продукции, освоение серийного производства.

Сроки проведения указанных работ – 1–1,5 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Купцов Ю. Е. Беседы о токосяеме, его надежности, экономичности и о путях совершенствования. – М., 2001. – 256 с.
2. Трофимов А. Н. Контактные вставки токосяемников троллейбусов. – М., 1966. – 142 с.
3. Купцов Ю. Е. Увеличение срока службы контактного провода. – М., 1972. – 160 с.
4. Берент В. Я. Новый токосяемный материал для скользящего контакта электрического транспорта / В. Я. Берент, М. Ю. Круминя и др. // Вестник машиностроения, – 1981, – №12 – С. 21–23.
5. Харитинич Н. Е. Некоторые эксплуатационные свойства троллейбусных токосяемников марки ЖГрМП-1 // Порошковая металлургия, – 1979, – № 1. – С. 85–87.
6. А.С. № 366992 (СССР). Оpubл. 23.01.73. БИ № 8.
7. А.С. № 389970 (СССР). Оpubл. 11.07.73. БИ № 30.
8. А.С. № 385769 (СССР). Оpubл. 14.06.73. БИ № 26.
9. Пат. № 2126457 (Россия). Оpubл. 20.02.1999.
10. Степанчук А.Н. и др. Технология порошковой металлургии. – Киев, 1989. – 415с.
11. Зозуля В.Д. Эксплуатационные свойства порошковых подшипников. – Киев, 1989. – 288с.
12. А.С. № 434036 (СССР). Оpubл. 30.06.74. БИ № 24.
13. А.С. № 472826 (СССР). Оpubл. 05.06.75. БИ № 21.
14. Справочник по триботехнике. Т.1. Теоретические основы / Под ред. Чичинадзе А. В. – М., 1989. – 400 с.
15. Федорченко И. М. Композиционные спеченные антифрикционные материалы / И. М. Федорченко, Л. И. Пугина. – К., 1980. – 404 с.

16. Кипарисов С. С. Порошковая металлургия / С. С. Кипарисов, Г. А. Либенсон. – М., 1980 – 496 с.
17. Пат. № 19806 (Япония). Оpubл. 28.09.63.
18. Пат. № 19868 (Япония). Оpubл. 14.09.64.
19. Пат. № 5931 (Япония). Оpubл. 15.02.72.
20. Пат. № 48-20963 (Япония). Оpubл. 25.06.73.
21. Пат. № 49-44841 (Япония). Оpubл. 30.11.74.
22. Пат. № 2156704 (Россия). Оpubл. 27.09.2000.
23. Полищук В. С. Композиционные накладки пантографов электроподвижного состава / В. С. Полищук, В. И. Буковский // Залізничний транспорт України, – 2001, – № 3. – С. 14–17.
24. А.С. № 353303 (СССР). Оpubл. 29.09.72. БИ № 29.
25. А.С. № 658636 (СССР). Оpubл. 25.04.77.
26. Пат. № 3-0072306 (Франция). Оpubл. 16.02.83.
27. Пат. № 2049687 (Россия). Оpubл. 12.10.95.
28. Пат. № 2001119452 (Россия). Оpubл. 08.10.2003.
29. А.С. № 1239777 (СССР). Оpubл. 23.06.86.
30. Большаков Ю. Л. Современные подходы к производству углеродных контактных вставок электроподвижного состава / Ю. Л. Большаков, В. Г. Сыченко, С. М. Жуковин // Залізничний транспорт України, – 2005, – № 3/2. – С. 64–67.
31. А.С. № 337281 (СССР). Оpubл. 05.05.72. БИ № 15.
32. Сагалаев Г. В. Антегмит и его применение. – М., 1959. – 88 с.
33. А.С. № 467846 (СССР). Оpubл. 25.04.75. БИ № 15.
34. А.С. № 1335096 (СССР). Оpubл. 1987.
35. А.С. № 1619989 (СССР). Оpubл. 20.03.89.
36. А.С. № 1809725 (СССР). Оpubл. 10.01.95.
37. Пат. № 2058640 (Россия). Оpubл. 20.04.96.
38. Пат. № 2030044 (Россия). Оpubл. 27.02.05.
39. Пат. № 920159/07 (Россия). Оpubл. 20.04.95.
40. А.С. № 1362376 (СССР). Оpubл. 17.07.85.
41. А.С. № 1774521(СССР). Оpubл. 07.11.92.
42. Пат. № 2150444 (Россия). Оpubл. 10.06.2000.
43. Привалов В. Е. Каменноугольный пек / В. Е. Привалов, М. А. Степаненко. – М., 1981. – 208 с.
44. Кнои А. и Шейб В. Фенольные смолы и материалы на их основе. – М., 1983. – 273 с.
45. Пластические массы // Композиционные материалы в промышленности: Обзор материалов 24-й международной научно-практической конференции, – 2005, – № 2. – С. 4–7.
46. Бухаров С. В. Жаростойкие композиционные материалы / С. В. Бухаров, В. И. Костиков // Пластические массы, – 2005, – № 1 – С. 51–53.
47. Наибова Т. М. и др. Модификация фенол формальдегидных олигомеров пропаргиловыми эфирами // Пластические массы, – 2004, – № 11. – С. 34–35.
48. Симонов-Емельянов И. Д. Принципы создания и переработки полимерных композиционных материалов дисперсной структуры // Пластические массы, – 2005, – № 1 – С. 11–16.
49. А.С. № 368687 (СССР). Оpubл. 26.01.73. БИ № 9.
50. Пат. № 93028627/07 (Россия). Оpubл. 10.11.95.
51. Пат. № 10265А (Украина). Оpubл. 25.12.96.
52. Фиалков А. С. Углеграфитовые материалы. – М., 1979. – 320 с.
53. Гершман И. С. Токосяемные углеродные материалы нового поколения / И. С. Гершман, Л. М. Бучнев // Вестник ВНИИЖТ, – 2003, – № 6.

54. Фиалков А. С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. – М., 1997. – 718 с.
55. Гершман И. С. Токоъемные углеродно-медные материалы // Вестник ВНИИЖТ, – 2002, – № 5 – С. 15–20.
56. Берент В. Я. Перспективы улучшения работы сильноточного скользящего контакта «контрольный провод – токоъемный элемент полоза токоприемника» // Железные дороги мира, – 2002, – № 10. – 6 с.
57. Родомильский И. Д. и др. Производство и использование порошковых деталей в легкой промышленности. – К., 1982. – 175 с.
58. Пат. № 48851 (Украина). Оpubл. 15.06.2004. Бюл. № 6.
59. Пат. № 5158828 (США). Оpubл. 27.10.1992.
60. Пат. № 2160665 (Япония). Оpubл. 20.06.1990.
61. Пат. № 74952 (Украина). Оpubл. 15.02.2006.
62. Анисимов Ю.Н. и др. Получение и свойства эпоксидных композитов, наполненных высокодисперсными металлами // Пластические массы, – 2006, – № 3 – С. 4–6.
63. Гуль В. Е. Электропроводящие полимерные композиции / В. Е. Гуль, Л. З. Шенфиль. – М., 1984. – 240 с.
64. Пат. № 2086682 (Россия). Оpubл. 27.08.97.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

ПРОДУКЦИЯ ООО «ИЗОПЛАСТ» ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ. ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА, ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СЕРТИФИКАЦИИ. ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ

Розглянуто проблемні питання виробництва та проектування полімерних ізоляторів.

Рассмотрены проблемные вопросы производства и проектирования полимерных изоляторов.

The problem questions of production and planning of polymeric insulators are described in the article.

ООО «Изопласт» является динамично развивающимся предприятием. Основным видом продукции являются полимерные стержневые изоляторы для контактных сетей электрифицированных дорог и ВЛ электропередачи.

Первые полимерные изоляторы нашим предприятием были выпущены в 1996 г. Всего с начала производства по настоящее время выпущено и отправлено в эксплуатацию около 100 тыс. шт. изоляторов, из них более половины для Укрзализниці.

Объемы производства ежегодно возрастают. Так, уже в I-ом квартале текущего года выпущено около 10 тыс. шт. изоляторов. Первые полимерные изоляторы ООО «Изопласт» выпускались по лицензии и при техническом контроле НИИ высоких напряжений (г. Славянск).

В настоящее время ООО «Изопласт» удалось привлечь для работы ведущих в Украине специалистов в области изоляторостроения, что обеспечивает возможность разработки, постановки на производство и выпуска собственных конструкций полимерных изоляторов. Технические решения, заложенные в новых изоляторах, защищены целым рядом патентов Украины.

На сегодняшний день ООО «Изопласт» выпускается более 20 типов полимерных стержневых изоляторов, из них 7 типов для Укрзализниці. Номенклатура выпускаемых изоляторов постоянно расширяется. Выпускаемые изоляторы поставляются как в Украину, так и за рубеж.

В этом году в ООО «Изопласт» практически закончено создание нового цеха по производству полимерных изоляторов, оснащенного современным высокопроизводительным оборудованием, которое обеспечивает возможность выпуска практически любых конструкций полимерных стержневых изоляторов, в том числе цельнолитых большой длины, и существенно увеличены объемы производства.

Политика ООО «Изопласт» в области качества направлена на максимальное удовлетворение самых жестких требований потребителей, отечественных и международных стандартов.

В настоящее время для нужд электрифицированных железных дорог выпускаются подвесные, натяжные и фиксаторные изоляторы по лицензии НИИВН со сборной изоляционной оболочкой.

Длительный опыт производства таких изоляторов позволил в достаточной мере отработать технологию их изготовления, обеспечить высокое качество, долговечность и надежность.

Опыт эксплуатации этих изоляторов целиком и полностью положительный. К сожалению, у нас нет достаточно полной информации по эксплуатационной надежности полимерных изоляторов в контактной сети электрифицированных железных дорог. Однако в электросетях Украины, где установлено около 30 тыс. шт. изоляторов производства НИИВН и ООО «Изопласт» на ВЛ 35-750 кВ, при максимальной длительности работы 25 лет и средней около 10 лет среднегодовой уровень отказов оценивается величиной 0,0000054, что является очень высоким показателем (рис. 1, 2).

При этом в течение всего контролируемого периода:

- отключений ВЛ, вызванных отказами полимерных конструкций в нормальном режиме эксплуатации, не отмечено;

- перекрытий изоляторов при рабочем напряжении из-за загрязнений не зарегистрировано;

- тренинго-эрозионных повреждений защитной оболочки в районах до V СЗА при полевых, морских, цементных, солевых, химических загрязнениях, а также при загрязнении уносами с угольных терриконов, при осмотрах не обнаружено.

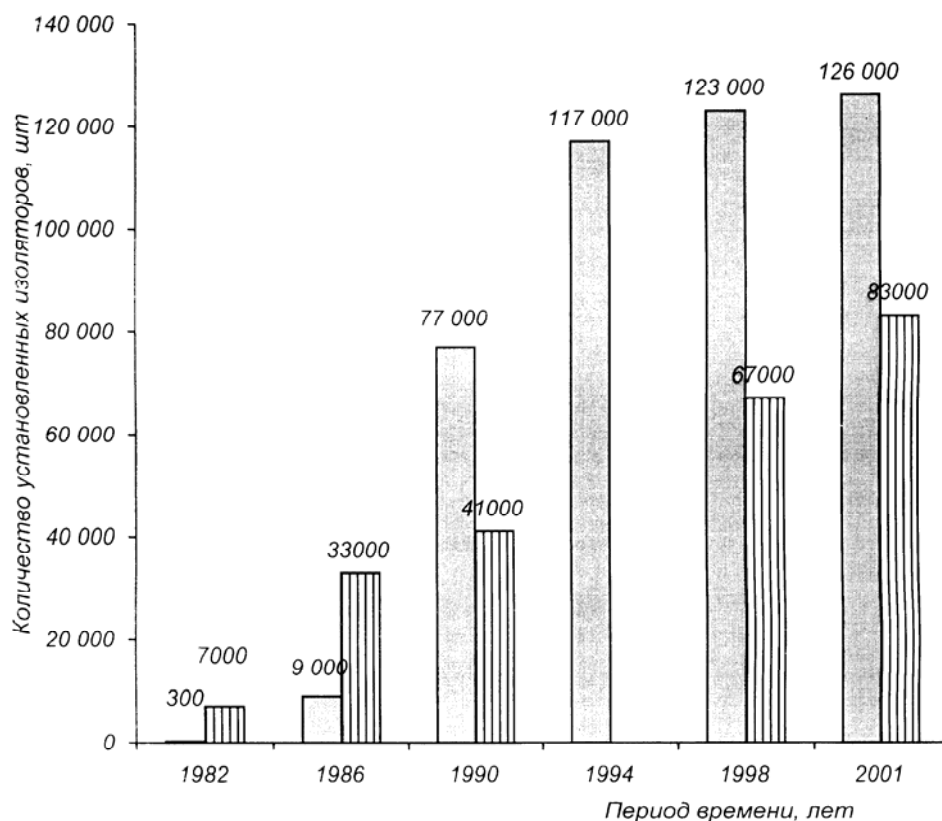


Рис. 1. Использование полимерных изоляторов в странах СНГ:

□ – на ВЛ 35...1150 кВ; ▨ – на контактных сетях 3,3...27,5 кВ

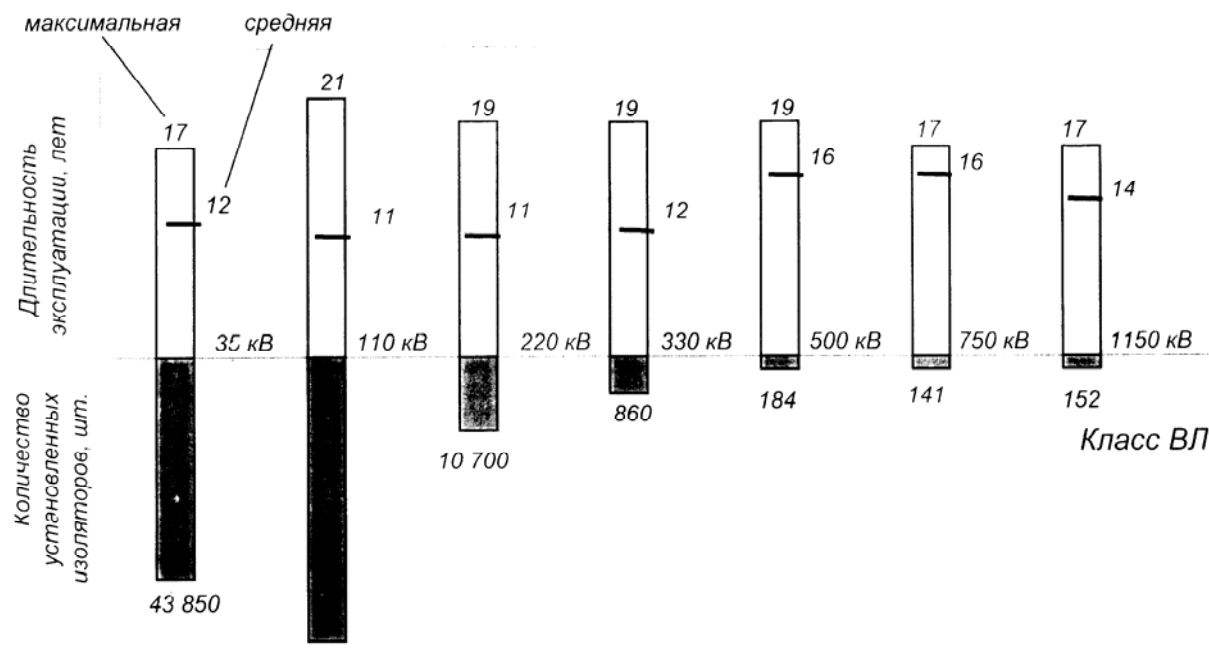


Рис. 2. Сведения об опытной эксплуатации полимерных изоляторов типа ЛК в СНГ

В районах с VII СЗА существуют микрзоны, расположенные в непосредственной близости от источников загрязнений, где изоляторы загрязняются цементирующимися веществами, содержащими металлические соединения (в основном FeO_3 , Al_2O_3) и соединения кремния, серы, фос-

фора и другие элементы. Указанные зоны относятся к зонам рискованной эксплуатации внешней изоляции. В таких зонах применялись гирлянды тарельчатых изоляторов по напряжению на один класс выше, тем не менее изоляторы ежегодно подвергались профилактической чистке

и гидрофобизации кремнийорганическими пастами, что не исключало разрушений изоляторов и перекрытий гирлянд при рабочем напряжении.

Установка полимерных изоляторов повысила надежность линий электропередачи, исключила отключения из-за перекрытий при рабочем напряжении. Отпала необходимость в профилактических работах. Повреждения полимерных изоляторов в экстремальных условиях по загрязнению происходят значительно позже, чем разрушение традиционных изоляторов из стекла или фарфора.

Испытания изоляторов после демонтажа показали, что:

- механическая прочность изоляторов, силовые узлы которых выполнены методом опрессовки, практически не снизилась;
- в одних и тех же условиях полимерные изоляторы загрязнялись в 2...3 раза меньше, чем гирлянды из традиционных изоляторов;
- импульсные электрические характеристики демонтированных изоляторов находились в пределах разброса результатов испытаний новых изоляторов (рис. 3–5).

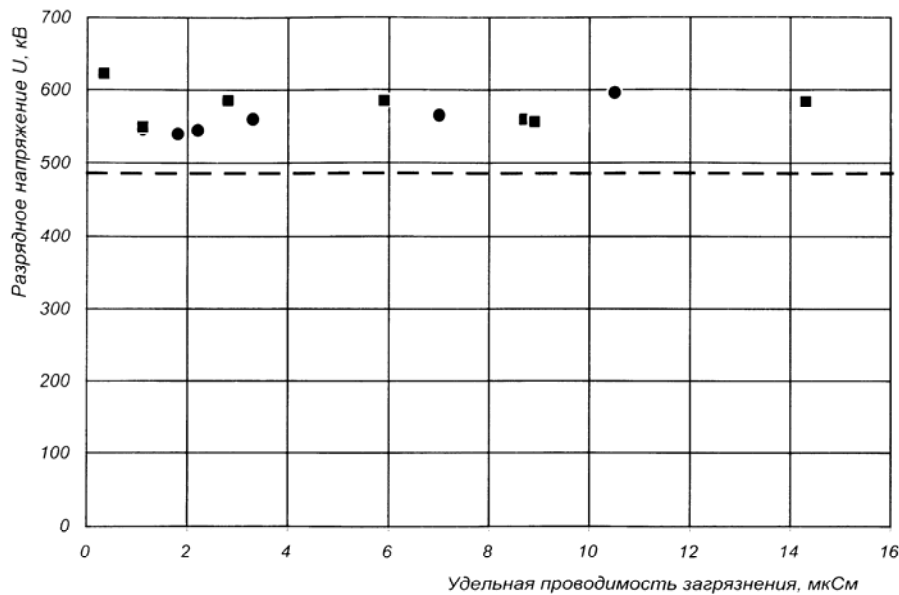


Рис. 3. 50 %-ные разрядные напряжения изоляторов при волне 1,2/50 мкс:

- — ЛК 70/110-3, демонтированные после 1...15 лет эксплуатации;
- — ЛК 70/110-3, демонтированные после 0,8...2,5 лет эксплуатации; — — — — норма по ГОСТ 28856-90

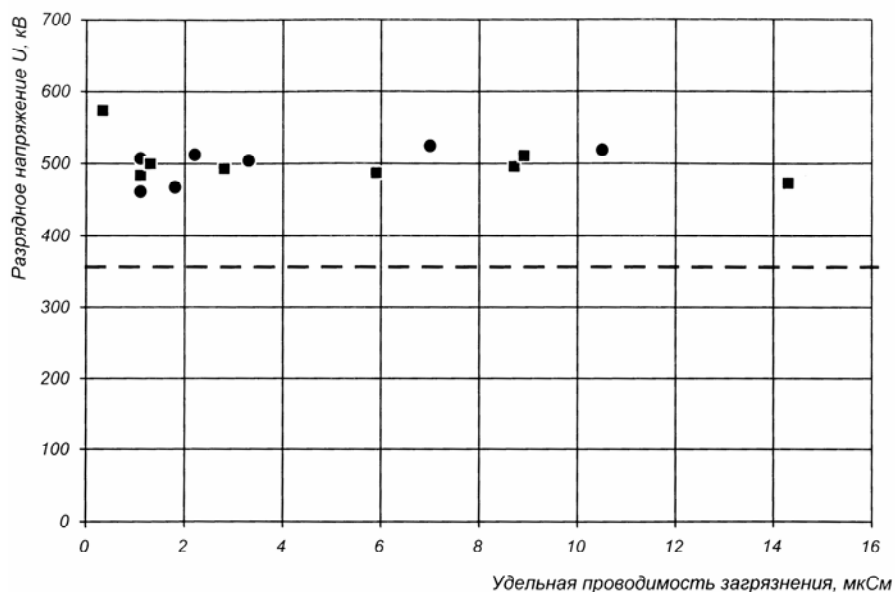


Рис. 4. 50 %-ные разрядные напряжения изоляторов при волне 250/2500 мкс:

- — ЛК 70/110-3, демонтированные после 1...15 лет эксплуатации;
- — ЛК 70/110-3, демонтированные после 0,8...2,5 лет эксплуатации; — — — — норма по ГОСТ 28856-90

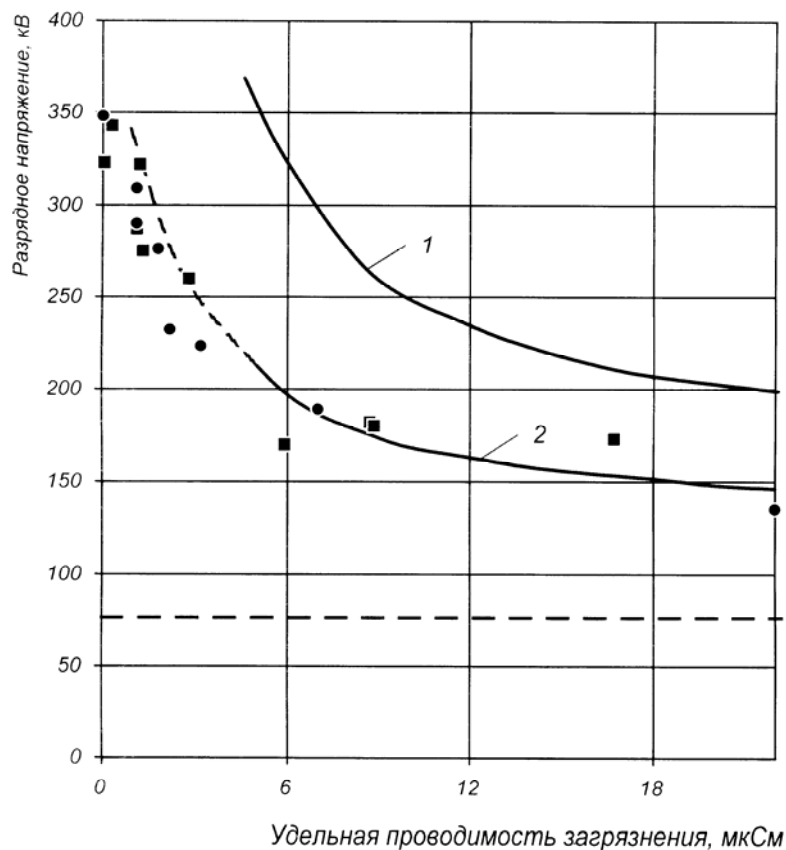


Рис. 5. 50 %-ные разрядные напряжения промышленной частоты увлажненных изоляторов:
 1 – ЛК 70/110-7 искусственно загрязненные; 2 – ЛК 70/110-3 искусственно загрязненные;
 ● – ЛК 70/110-3, демонтированные после 1...15 лет эксплуатации;
 ■ – ЛК 70/110-7, демонтированные после 0,8...2,5 лет эксплуатации

Сопоставление результатов послеексплуатационных испытаний изоляторов, предназначенных для районов со слабым и сильным загрязнением, показывает, что эксплуатационные характеристики этих изоляторов мало отличаются друг от друга. Так, изоляторы ЛК 70/110-7, имеющие на 30 % большую длину пути утечки по сравнению с изоляторами ЛК 70/110-3, не имеют значимого преимущества в естественных условиях эксплуатации.

Наряду со сборными, ООО «Изопласт» начат выпуск цельнолитых натяжных, подвесных и фиксаторных изоляторов на 3,3 кВ для районов с VII СЗА. В текущем году планируется начать выпуск цельнолитых натяжных, подвесных, фиксаторных и консольных изоляторов на 27,5 кВ для районов с V и VII СЗА.

Все свои изоляторы ООО «Изопласт» изготавливает из негорючей кремнийорганической резины, стойкой к атмосферным, температурным воздействиям и атмосферным загрязнениям. В связи с нестабильностью характеристик резины Запорожского завода «Кремнийполимер» и Казанского завода синтетического каучука, в первую очередь по показателям огнестойкости, ООО «Изопласт»

организовано и в текущем году начато производство собственных кремнийорганических резиновых смесей и компаундов на основе импортных компонентов.

Помимо полимерных изоляторов на основе указанных резиновых смесей, ООО «Изопласт» организовано производство изолированных проводов с негорючей оболочкой и цельнотянутых уплотнительных профилей. Кроме этого наше предприятие имеет собственное производство металлической арматуры, включающее в себя объемную штамповку, мехобработку, горячее цинкование и алюминиевое литье.

В 2002 г. система качества ООО «Изопласт» сертифицирована по ДСТУ ISO 9001-2001. Действующая на предприятии система управления качеством охватывает деятельность всех подразделений предприятия и является способом проведения политики ООО «Изопласт» в сфере качества изготавливаемой продукции. По заключению комиссии, осуществлявшей надзор за действующей системой управления качеством, ООО «Изопласт» созданы все условия для обеспечения стабильности показателей при изготовлении полимерных изоляторов.

Полимерные стержневые изоляторы ООО «Изопласт» для контактных электрифицированных дорог также сертифицированы на соответствие требованиям нормативных документов Днепропетровским органом по сертификации железнодорожного транспорта.

Внедрение системы управления качеством позволило определить процессы, необходимые для ее функционирования, установить их последовательность и взаимодействие, обеспечить принятие мер, необходимых для достижения запланированных результатов и постоянно-го улучшения этих процессов. Указанные процессы охватывают весь жизненный цикл предприятия, включая процессы деятельности руководства, обеспечение ресурсами, организацию производственного процесса и измерения.

Одной из серьезных проблем явилось обеспечение предприятия качественными сырьем, материалами и комплектующими. При этом пришлось отказаться от услуг поставщиков, не обеспечивающих заданных показателей и стабильного качества своей продукции. В связи с этим можно привести пример со стеклопластиком.

В свое время мы были вынуждены отказаться от применения недостаточно качественного украинского стеклопластика. Сегодня же в Украине начато производство стеклопластика, отвечающего всем международным требованиям. При этом существенно повышена его электрическая прочность, термостойкость, стабилизированы прочностные характеристики и т. д.

Хотелось бы также отметить ряд моментов, сдерживающих внедрение новой техники. Прежде всего, это несоответствие нормативно-технической документации возросшим требованиям к качеству и надежности изоляции контактных сетей. Действующий межгосударственный стандарт ГОСТ 30284-97 (ДСТУ 3024) устарел и требует серьезной переработки, а также приближения его к требованиям международных стандартов МЭК.

Несмотря на неоднократные попытки, до настоящего времени так и не удалось разработать единый базовый документ, регламентирующий подход и основные требования к эксплуатации, монтажу и другим аспектам применения полимерных изоляторов в контактной сети. ООО «Изопласт» готово принять участие в разработке вышеуказанных документов.

Еще одной серьезной проблемой является фактическое отсутствие обратной связи между производителями и потребителями изоляторов, т. е. непосредственно железными дорогами. Практически отсутствует информация где, в каких условиях, в каких количествах устанавливаются изоляторы, как они себя ведут и т. д.

Главное управление электрификации и энергоснабжения предпринимало попытки решить этот вопрос, однако, он так и остался открытым. В целом же мы видим свою задачу в обеспечении потребителей современными надежными изоляторами и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество с железными дорогами Украины.

Поступила в редколлегия 20.04.2006.

АДАПТИВНА СИСТЕМА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЖИВЛЯЧОЇ МЕРЕЖІ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Наведено спосіб покращення якісних показників енергозабезпечення виробничих об'єктів залізничного транспорту.

Приведен способ улучшения качественных показателей энергообеспечения производственных объектов железнодорожного транспорта.

There is the method of improvement of high-quality indexes of energy providing of production objects of railway transport in the article.

Аналіз офіційних звітів з питань реалізації енергозберігаючих заходів свідчить про реальні здобутки в економії електроспоживання.

Практично зусилля з економного електроспоживання мають стійку тенденцію і реалізуються на тих напрямках, які мають очевидні позитивні результати.

До основних напрямків слід віднести повернення електроенергії рекуперативного гальмування в первинну мережу, комутації тягових агрегатів або тягових трансформаторів залежно від поїзної ситуації, впровадження автоматизованої системи комерційного обліку для тягових підстанцій, впровадження економичних світильників та автоматів керування зовнішнім освітленням [1].

У той же час недостатньо приділяється уваги об'єктам електроспоживання, які задіяні в локомотивних та вагонних депо, майстернях і сортувальних гірках.

Значна частина цих об'єктів є в термінах електроенергетики «неякісними» споживачами, що істотно спотворюють (змінюють) параметри струмів і напруг у порівнянні з аналогічними параметрами, замірними на об'єктах, що генерують електроенергію. Унаслідок цього в різних фрагментах систем енергопостачання залізничного транспорту, аж до кінцевих споживачів, мають місце несиметрія фаз, несинусоїдальність струмів і напруг, випадковий характер зміни в часі параметрів струмів і напруг [2]. Ці фактори несприятливо позначаються на точності обліку електроенергії на всіх рівнях постачання і споживання.

Результуюча неточність зростає за рахунок великих похибок вимірювань електроенергії лічильниками, встановленими у неякісних спо-

живачів і при цьому конструктивно не пристосованими до точних вимірювань в умовах, коли струм і напруга споживача істотно відрізняються від синусоїдальних [3]. Слід також враховувати, що виробничі споживачі, що входять в одну структурну одиницю, найчастіше розміщені на значній території, у зв'язку з чим має місце необхідність передачі і збору вимірювальної інформації, формованої віддаленими джерелами.

Ці фактори вимагають створення і впровадження автоматизованих або повністю автоматичних пристроїв керування енергоспоживаючими об'єктами, здатними в реальному масштабі часу адаптуватись до змін у структурі об'єкта. До змін у його навантаженні (наприклад, двигун), а також до поточної ситуації у живлячій електромережі [4].

Електроприводи допоміжних машин, механізмів, верстатів, компресорів, насосів і вентиляторів є найбільшими споживачами електроенергії в стаціонарному господарстві. Зниження енерговитрат в електроприводах може бути досягнуто трьома загальними способами:

- керування кількістю ввімкнених приводних двигунів;
- керування потужністю, яку розвивають ці двигуни;
- комбінованим керуванням кількістю та потужністю.

Повністю неперервне керування вимагає застосування аналогових, цифрових або комбінованих пристроїв керування (контролерів), які працюють згідно з певними оптимальним алгоритмами. Їх оптимальність, як правило, полягає в тому що вони забезпечують досягнення екстремального значення величини певного енерге-

тичного показника двигуна. За такий показник найчастіше використовується коефіцієнт потужності двигуна, що повинен найменше відрізнятися від заданого значення.

Власне спосіб керування продуктивністю устаткування, в якому працює конкретний привод, є суттєвим фактором, який визначає енерговитрати.

Значна економія електроенергії досягається також зменшенням її втрат в живлячій мережі. Ці втрати викликані перш за все наявністю реактивної (в своїй більшості - індуктивного характеру) складової комплексного опору навантажень, що приводять до споживання ними реактивної потужності, яка не витрачається на виконання корисної роботи [3]. Крім того нелінійність багатьох типів споживачів призводить до утворення в мережі вищих гармонічних складових струмів та напруг, які погіршують так звану якість електроенергії, і призводять до додаткових її втрат.

Тому з точки зору збереження електроенергії надзвичайно важливими є пристрої, які забезпечують компенсацію реактивної потужності. Існують такі класи цих пристроїв:

- 1) конденсаторні батареї;
- 2) обертові компенсатори на базі синхронних машин;
- 3) статичні джерела реактивної потужності;
- 4) пристрої для компенсації потужності спотворення.

Узагальнюючий аналіз методів поліпшення якісних показників електроенергії дає підстави визнати найбільш ефективним застосування методу автоматичних регуляторів збудження синхронної машини як компенсатора реактивної потужності, здатного в свою чергу поліпшити якість електроенергії живлячої мережі.

На підставі подальшого розвитку теоретичних основ дослідження процесів керування електричними приводами на даний час здійснено наукове обґрунтування основних принципів побудови методів їх регулювання та розрахована точність відпрацювання різниці фаз напруги і струму синхронних двигунів як вхідних даних вимірювань активної і реактивної потужностей [5].

Реалізація автоматичного регулятора у термінах вхідних впливів і вихідних реакцій, дає змогу підвищити ефективність експлуатації, зокрема, синхронних двигунів компресорних станцій шляхом оптимізації режимів їх роботи за рахунок чого скоротити річні енерговитрати до 8 %.

Кінцевий результат скорочення енерговитрат, як і сама ефективність роботи автоматичного регулятора, потребують застосування як реєстраторів вхідних впливів приладів, які мають сертифікацію відповідності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Поплавский А. Н. Потребление и экономия электроэнергии в стационарной энергетике железнодорожного транспорта / А. Н. Поплавский, Ю. П. Порпиц, Б. Д. Краснов и др.; Под общ. ред. А. Н. Поплавского. – М.; Транспорт, 1976. – 216 с.
2. Бессонов В. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.; Гардарики, 2000. – 640 с.
3. Зыкин Ф. А. Измерение и учет электрической энергии / Ф. А. Зыкин, В. С. Каганович. – М.; Энергоиздат, 1982. – 104 с.
4. Вольдек А. И. Электрические машины. – Л.; Энергия, 1978. – 832 с.
5. Бабаев М. М. Исследование алгоритмов регулирования коэффициента мощности синхронных двигателей / М. М. Бабаев, А. П. Зубко // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2004. – № 4, 5 – С. 123–126.

Надійшла до редколегії 25.04.2006.

С. Я. КАРПЕНКО

(Главное управление электрификации и электроснабжения Укрзализныци)

ОПЫТ РАБОТЫ УКРЗАЛИЗНЫЦИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. СТИМУЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ К МОДЕРНИЗАЦИИ УЧЕТА И РЕГУЛИРОВАНИЯ СОБСТВЕННОГО ГРАФИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ

Наведено досвід комерційного обліку електроенергії Укрзалізниці та модернізації обліку та регулювання власного графіку споживання.

Приведен опыт коммерческого учета электроэнергии Укрзализныци и модернизации учета и регулирования собственного графика потребления.

Experience of commercial account of Ukrzalyznytsy electric power and modernization of account and adjusting of the own graph of consumption is described in the article.

Железные дороги Украины – это крупное энергетическое хозяйство. Сегодня на их балансе находится 285 стационарных тяговых подстанций, в том числе 28 с первичным напряжением 154 кВ, 164 подстанции – 110 кВ, 79 подстанций – 35 кВ, 14 подстанций – 6(10) кВ, а также 13,1 тыс. трансформаторных подстанций напряжением 6...35 кВ. Установленная мощность тяговых подстанций составляет 11 565 МВА. Длина высоковольтных линий электропередач распределительных сетей составляет 8,8 тыс. км, низковольтных – 13 тыс. км.

До 90 % электроэнергии в электросети железных дорог поступает через кольцевые распределительные сети 110 (154) кВ от электрических систем 330/220 кВ, объединяющие мощные электростанции, подстанции и обеспечивающие электроэнергией практически всех потребителей Украины. Тяговые подстанции питаются по линиям 110 (154) кВ. Они проектировались и строились с учетом одновременного их использования для нужд железных дорог, а также электроснабжения промышленных и коммунальных предприятий, сельскохозяйственных районов, городов, поселков в широкой полосе вдоль электрифицированных железных дорог.

В 2005 г. электрическими сетями железных дорог Украины переработано (без учета транзита по шинам высокого напряжения подстанций) 10,2 млрд кВт·ч электроэнергии или 7,4 % от всей отпущенной (потребление нетто) в сети потребителей Украины электроэнергии. Причем на собственные нужды дорог потреблено 5,9 млрд кВт·ч, или 58 % от переработанной, остальные – 3,7 млрд кВт·ч

(36,3 %) транзит для соседних лицензиатов, 0,6 млрд кВт·ч (5,7 %) поставлено сторонним потребителям. Таким образом, используя значительную часть электроэнергии для собственных нужд, железные дороги являются ее крупными передающими и поставляющими организациями. Это признано на Украине и в 1997–1998 гг. все дороги получили в НКРЕ лицензии на передачу электроэнергии местными (локальными) сетями и на поставку ее по регулируемому тарифу.

В связи с ростом тарифов на электроэнергию ежегодно увеличивается доля затрат на электроэнергию в себестоимости перевозок железнодорожным транспортом. Поэтому энергосбережение и эффективность закупки электроэнергии стоят на первом месте в энергетических службах железных дорог.

Учитывая высокие требования к коммерческому учету электроэнергии на оптовом и розничном рынке электроэнергии Украины, железные дороги приступили к его модернизации с 1997 г. Первыми шагами в этом направлении было приобретение и установка на коммерческих точках учета многофункциональных счетчиков повышенного класса точности. В 1997–1998 гг. их было установлено 574 шт. Используя возможности этих счетчиков, была организована закупка электроэнергии Одесской, Приднепровской и Львовской дорогой по дифференцированным по периодам суток тарифам на площадках железных дорог на тягу поездов.

Следует отметить, что до выхода постановления НКРЕ от 20 декабря 2001 г. № 1241 (увеличение пиковой зоны на 1 час), экономиче-

ский эффект от применения дорогами дифтарифов составлял в среднем 5...8 %. С увеличением с 1 января 2002 г. пиковой зоны на 1 час, эффективность его применения снизилась в два раза, несмотря на применяемые меры по регулированию собственного графика потребления.

С принятием постановления НКРЕ от 06.12.2002 г. № 1358 (увеличение тарифного коэффициента ночной зоны до 0,3) и переме-

щения полупикового 7 час на 24 час суток эффективность снизилась еще больше.

Если проанализировать эффективность применения дифтарифа по конкретному графику потребления дороги (например, Одесской, режимный день 16.06.2004 г., рис. 1) по зонам суток и тарифным коэффициентам 2001–2003 гг., то мы получим результат соответственно – 7,82, 4,56, 3,83 %.

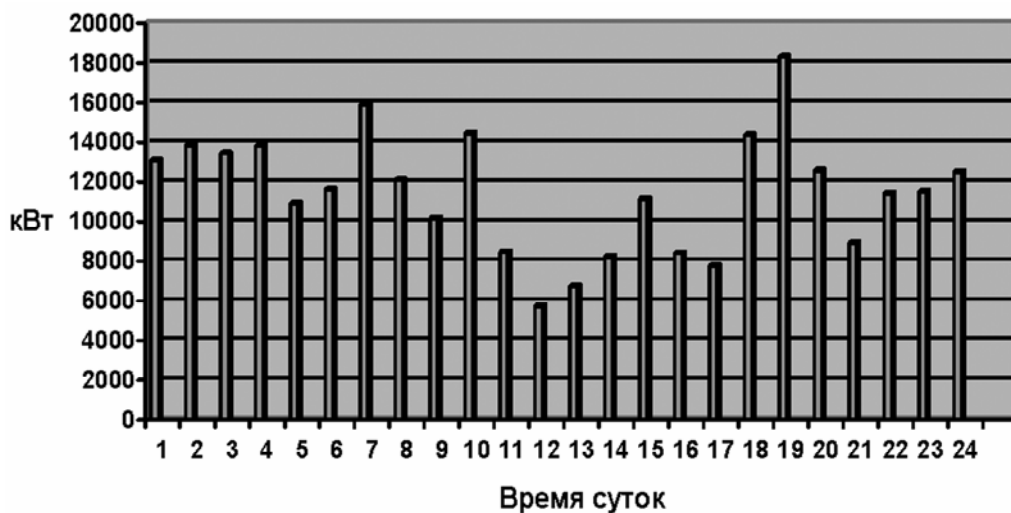


Рис. 1. График потребления электроэнергии на собственные нужды Одесской железной дороги по Черкасыоблэнерго 16.06.2004 г.

Эффективность применения дифтарифа потребителем с ровным графиком потребления составляла в 2001 г. – 4,2 %, в 2002 г. 0,96%, в 2003–2005 гг. – (–0,5 %).

За три года произошло снижение экономического стимула и заинтересованности потре-

бителей в использовании дифтарифов практически к нулю и дальнейшая выгода может быть получена только перенесением большей части потребления на ночные часы, что проблематично для непрерывного процесса производства (рис. 2).

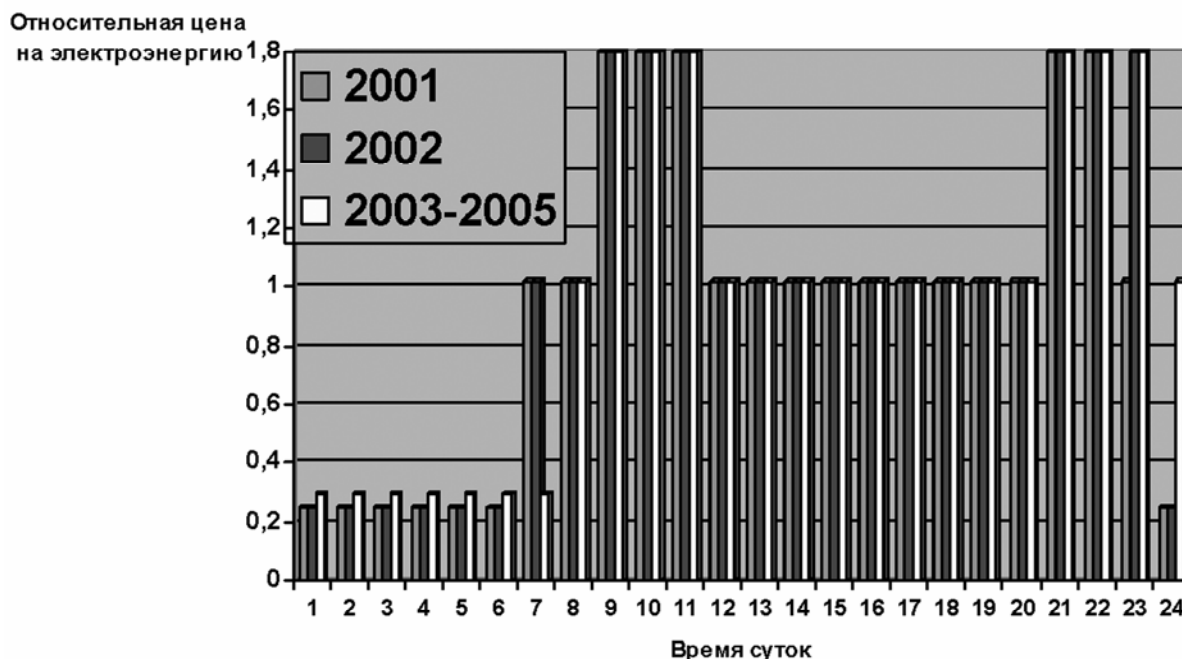


Рис. 2. Относительные цены на электроэнергию по дифтарифам в 2001–2005 гг.

Поэтому, начиная с 2001 г., железные дороги приступили к поискам более эффективных способов закупки электроэнергии. Нормативная база электроэнергетики Украины на сегодня таким потребителям как железные дороги позволяет применять поставку электроэнергии с оптового рынка (ОРЭ) по нерегулируемому тарифу через независимого поставщика, или, используя полученные лицензии на передачу электроэнергии и на поставку электроэнергии по регулируемому тарифу, организовывать самим непосредственную закупку с ОРЭ для своих нужд и нужд потребителей дороги.

Для выполнения этих задач необходимо было провести соответственные организационные и технические мероприятия, построить автоматизированную систему коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

Для выделения лицензионной деятельности по передаче и поставке электроэнергии от других видов, начиная с 2002 г., были внесены изменения и дополнения в номенклатуру расходов предприятий железнодорожного транспорта, планы счетов бухгалтерского учета операций, а также внесены изменения в порядок экономических взаимоотношений структурных подразделений железной дороги.

В мае 2005 г. приказом № 188-ЦЗ был утвержден «Перечень основных средств хозяйства электроснабжения за видами деятельности» и «Положение по установлению границы балансового разграничения между местными (локальными) и технологическими электросетями». Приказом от 15.07.2005 г. № 304-ЦЗ были введены в действие «Методические рекомендации ведения бухгалтерского учета с лицензированной деятельности дорог по передаче та поставке электроэнергии». В 2001 г., созданы на каждой дороге отдельные подразделения, которые занялись сбытом электроэнергии – СП «Энергосбыт». Это позволило разделить на уровне структурных подразделений расходы, связанные с содержанием локальных электросетей, предназначенных исключительно для передачи электроэнергии потребителям, в т. ч. и собственно для железной дороги, реализацией электроэнергии и расходы от перевозочной деятельности дорог.

Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии железные дороги начали внедрять с 2001 г. Первые шаги в этом направлении сделала Юго-Западная ж. д., заключив договор на выполнение этой работы с ГП «Укрналадкаизмерение». На то время нормативная база по созданию АСКУЭ была неполной и несовершенной. «Концепция построения автоматизированных систем учета электро-

энергии в условиях энергорынка», утвержденная совместным приказом Минтопэнерго, НКРЭ, Госкоэнергосбережения, Госстандарта, Госстроя, Госпромполитики №32/28/28/276/75/54 от 17.04.2000 г. была практически единственным документом, определяющим основные подходы к созданию таких систем. Опыта построения многофункциональной системы, расположенной на большой территории, не имели ни потенциальные разработчики и подрядчики, ни специалисты железных дорог.

Сложность заключалась также в наличии большого количества транзитных точек учета, отсутствием высокоскоростных каналов связи, наличием каждой дороге пяти и более поставщиков электроэнергии. Тем не менее работы были начаты практически на всех железных дорогах. В начале 2002 г. нашими специалистами были разработаны и утверждены «Технические и организационные принципы построения автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии на Укрзализныци», определена структурная схема АСКУЭ, как многоуровневая система.

В самом начале внедрения был сделан упор на организацию выделенных каналов связи и опрос счетчиков с диспетчерского пункта (ДП) по этим каналам без организации сбора и обработки информации на самих объектах учета. Однако, как показала практика в этом случае, затрачивая большие средства (30...40 % от проектов) мы не получали надежного и быстрого сбора информации из-за скоростей передачи, которые ограничивались оборудованием и физическим состоянием каналов связи, а также последовательным опросом самих счетчиков. Поэтому при внедрении АСКУЭ на Донецкой и Львовской, а затем и на Южной дорогах, было принято решение устанавливать на подстанциях устройства сбора и передачи данных (УСД, УСПД). В таком случае счетчики опрашивались в параллельном режиме, информация обрабатывалась, уплотнялась и передавалась по выделенному или коммутированному каналу на диспетчерский пункт (ДП). Кроме этого, специалистами связи Донецкой дороги вместе с подрядчиками ООО «Хартеп», МФО «Финеко» были обследованы каналы связи дороги и на некоторых участках построена самостоятельная сеть передачи данных для решения различных задач службы электроснабжения, в том числе и АСКУЭ.

Сеть передачи данных построена по технологии создания Интернет сетей на базе протоколов ТСЗ/IP с использованием каналов ТУ-ТС. Для работы по этим каналам используется специальная аппаратура сопряжения, разработанная МФО «Финеко». Время чтения сервером

центрального ДП всех файлов счетчиков со всех тяговых подстанций находится в пределах 6...10 мин. В качестве резервных каналов связи используются в основном GSM каналы.

Сегодня АСКУЭ внедрены и сданы в промышленную эксплуатацию: на Донецкой дороге по территории Харьковоблэнерго; на Львовской дороге по части территории Львовоблэнерго; на Одесской дороге по Черкасыоблэнерго; на Юго-Западной дороге по Киевоблэнерго, Винницоблэнерго и Хмельницоблэнерго; на Южной дороге по части территории Харьковоблэнерго; на Приднепровской дороге по территории Запорожьеоблэнерго, Крымэнерго та части территории Днепроблэнерго.

Введены в опытную эксплуатацию АСКУЭ железных дорог по части территории Донецк-облэнерго, по Черниговоблэнерго, Житомир-облэнерго, Сумыоблэнерго, Ровноэнерго, Тернопольоблэнерго. На остальных территориях продолжаются работы по внедрению систем. В электрических сетях ж. д. установлено 3 679 шт. multifunctional микропроцессорных счетчиков электроэнергии класса точности 0,2S, 0,5S, из них 90 % введены в АСКУЭ. На данное время на дорогах Украины работает 6 диспетчерских пунктов АСКУЭ центрального уровня (дорожные центры), 20 – регионального уровня (по территории энергоснабжающей компании). Специалисты служб электроснабжения пользуются 66 АРМаи, из которых 25 на центральном и 41 на региональном уровне.

Какие возникли проблемы:

1. Тяговые подстанции проектировались и строились по техническим условиям с учетом электроснабжения не только железных дорог, но и прилегающих промышленных и сельскохозяйственных районов, учет электроэнергии установлен на низкой и средней обмотке понижающих трансформаторов.

При согласовании проектов АСКУЭ соседними лицензиатами выдвигались условия переноса учета на границу балансовой принадлежности сетей. Имея много опорных подстанций, по шинам которых протекает транзит электроэнергии соседних облэнерго, для организации учета на границе были необходимы средства значительно превышающие стоимость самих АСКУЭ. К примеру, одна из энергоснабжающих компаний Одесской дороги, отказалась согласовывать ТЗ, до тех пор, пока на всех 10 подстанциях ж. д. с первичным напряжением 154 кВ, расположенных на территории этого лицензиата не будет перенесен учет на границу сетей. Для выполнения этого условия необходимо было закупить более 50 трансформаторов ТФЗМ-150 и более 30 трансформаторов НКФ-150, что выливается в

суму около 3 млн грн без стоимости работ. Сегодня в нормативных документах не выдвигается требование об организации учета по электроэнергии на границе двух поставщиков по регулируемым тарифам (ПРТ)?

2. Сегодня не существует АСКУЭ Главного оператора ОРЭ и не полностью оговорена процедура регистрации АСКУЭ в Реестре Главного оператора.

3. Не определена процедура сдачи системы в эксплуатацию и ее взаимодействие с системами других субъектов ОРЭ, этот вопрос находится в стадии проработки.

Многие поставщики за регулируемым тарифом выдвигают условия при согласовании ТЗ организации каналов передачи данных к ним за счет организации, которая внедряет АСКУЭ. Правомочно ли это? Ведь информация по учету, которая передается ПРТ, почти всегда содержит данные по транзиту электроэнергии сетями оператора системы для потребителей ПРТ. Обе стороны заинтересованы в наличии каналов связи и функционировании АСКУЭ. Если одна из сторон не участвует в создании каналов связи, то предоставляемая информация должна быть платной.

И еще один вопрос о предоставлении информации. В соответствии с Техническими требованиями к автоматизированным системам коммерческого учета Оптового рынка электроэнергии Украины, утвержденными Протоколом Совета ОРЭ от 26.12.2002 г., необходимо при создании АСКУЭ субъекта ОРЭ обеспечить доступ Главного оператора и смежных субъектов рынка к базе данных и непосредственно к приборам учета, используя унифицированный протокол передачи данных. Ведь при использовании общей информационной сети предприятия для построения АСКУЭ возможно проникновение извне к коммерческим данным этого предприятия. Возможно необходимо обеспечить доступ только к базе данных главного или территориального сервера АСКУЭ субъекта.

Сейчас не только железные дороги, но и другие крупные энергоемкие предприятия, работают над созданием АСКУЭ. Причем подходы к этому вопросу различные.

Мы считаем, что одним из основных мероприятий относительно упорядочивания всех процессов внедрения, начиная от технического задания до ввода в эксплуатацию и самой эксплуатации, а также модернизации и усовершенствования АСКОЕ всех субъектов и объектов электроэнергетики Украины независимо от форм собственности, есть создание на Украине единого комплекта нормативных документов по созданию АСКУЭ и доведение его до субъектов хозяйствования. Этот комплект норма-

тивных документов должен установить единые общие принципы и подходы построения, нормы и правила, требования к АСКУЭ в целом и ее составным частям, программному обеспечению, метрологической аттестации и порядка ее проведения, взаимодействию с АСКУЭ других субъектов и объектов, а также взаимодействие с АСКУЭ Главного оператора.

Необходимо четко и однозначно прописать порядок, формы и объемы предоставляемой коммерческой информации, требования к подтверждению ее качества и т. д. Без всего этого невозможно создание надежного и работоспособного механизма АСКУЭ субъектов электроэнергетики Украины, на который должен опираться Главный оператор ОРЭ для составления балансов производимой, передаваемой и потребляемой электроэнергии и Распорядитель системы расчетов ОРЭ для выполнения функций, связанных с определением цены и проведением расчетов за электроэнергию.

На сегодня нормативными документами ОРЭ, Правилами пользования электрической энергией на Украине выдвигаются жесткие требования к наличию обязательного почасового учета и АСКУЭ (при двух и более точках учета на площадку измерения с установленной мощностью 150 кВА и более и среднемесячном потреблении 50 тыс. кВт ч и более) при закупке электроэнергии на ОРЕ. Исходя из этого, внедрение АСКУЭ многими электроснабжающими компаниями и предприятиями проводится активно. И если единый комплект нормативных документов по АСКУЭ не будет создан в ближайшее время, мы будем иметь сложности с функционированием данных систем в едином информационном механизме АСКУЭ Главного оператора ОРЭ.

Второй, не менее важный вопрос, – железные дороги и другие предприятия, вкладывая большие средства в модернизацию коммерческого учета, внедрение АСКУЭ, не могут получить отдачу от реализации этих проектов.

Несовершенство нормативной базы электроэнергетики Украины привело к тому, что такой субъект рынка электроэнергии как железная дорога, в одном лице крупный потребитель, передающая организация и поставщик, реально имел возможность покупать электроэнергию только от областной электроснабжающей организации по розничному тарифу. НКРЕ, учитывая то, что в целом железная дорога занимается перевозками, а также передачей и поставкой электроэнергии, усматривает возможность перекрестного субсидирования и не утверждает вот уже в течение трех лет тарифы на передачу и поставку локальными сетями ж. д.

Тарифы, утвержденные ранее, в 1997–1999 гг., не отражают на сегодня реальных затрат и являются убыточными. Являясь членами ОРЕ и имея договоры с ГП «Энергорынок», железные дороги не могут полноценно работать по лицензиям по передаче электроэнергии и поставке ее по регулируемому тарифу.

С принятием постановления НКРЕ от 26.01.2004 г. № 63 «Об утверждении Временного порядка определения почасовых объемов потребления электрической энергии потребителям, которые получают электроэнергию от поставщиков электрической энергии по нерегулируемому тарифу» (далее Временный порядок), у железных дорог появилась возможность поставки электроэнергии по нерегулируемому тарифу по отдельным областям. Эти регионы оборудованы АСКУЭ. Формирование графика потребления производится на 85...95 % объемов при помощи АСКУЭ, а на остальной объем – в соответствии с Временным порядком.

В 2005 г. по нерегулируемому тарифу производилась закупка электроэнергии через независимых поставщиков на территории 15 областных энэгоснабжающих компаний. Всего закуплено 1 293,6 млн кВт·ч или 19,2 % от общих потребностей. В связи с этим эффективность закупки электроэнергии железными дорогами по отношению к 2004 г. поднялась.

Снижение затрат на электроэнергию составило по железным дорогам 0,2...2,4 %. Однако это не сравнимо с эффективностью прямой закупки электроэнергии с ОРЕ и поставки ее по регулируемому тарифу. Опыт Юго-Западной железной дороги, которая работает на оптовом рынке как поставщик электроэнергии по регулируемому тарифу с апреля 2002 г., доказывает преимущества лицензионной деятельности. Закупая электроэнергию на ОРЕ и поставляя ее железнодорожным и посторонним потребителям на территории своей лицензионной деятельности, дорога имеет снижение затрат на электроэнергию в 2005 г. в среднем 7,3 %.

Есть здесь и проблемный вопрос. При поставке электроэнергии независимым поставщиком (ПНТ), основными документами должны быть два договора: договор ПНТ с ГП «Энергорынок» и договор ПНТ с потребителем. При наличии этих договоров ПНТ не должен отказывать в подписании договора на транзит при выполнении требований нормативных документов по учету электроэнергии, в противном случае не будет никакой конкуренции на рынке. Ведь это не конкуренция, когда один поставщик находится в зависимости от другого.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ТАРЕЛЬЧАТЫХ ФАРФОРОВЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В КОНТАКТНОЙ СЕТИ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

Наведена методика оцінки надійності фарфорових ізоляторів.

Приведена методика оценки надежности фарфоровых изоляторов.

The method of estimation of reliability of porcelain insulators is described in the article.

В настоящее время, несмотря на все более широкое применение полимерных изолирующих конструкций, в контактной сети переменного (~27,5 кВ) и постоянного (-3,3 кВ) тока находится в эксплуатации большое количество (порядка нескольких миллионов штук) фарфоровых тарельчатых изоляторов. Причем следует отметить, что основная масса изоляторов (более 70 %) работают длительное время и к настоящему моменту либо уже выработали нормированный срок службы (25 лет), либо близки к окончанию этого срока. В этой связи проблема оценки фактического состояния изоляторов и прогнозирования их остаточного ресурса является актуальной.

Для тарельчатых фарфоровых изоляторов, как и для большинства невосстанавливаемых технических объектов, в качестве одного из основных оценочных показателей их эксплуатационной надежности целесообразно использовать среднегодовой уровень (интенсивность) отказов, отн. ед./год,

$$q = \frac{n}{N \cdot t},$$

где n – количество отказавших (электрически или механически поврежденных) изоляторов, шт.; N – общее количество проверенных изоляторов, шт.; t – период контроля, лет.

Поэтому оценка показателей эксплуатационной надежности изоляторов должна базироваться на результатах дефектировок изоляции, проведение которых регламентируется нормативными и руководящими документами, в частности, «Правилами технического обслуживания и ремонта контактной сети» («ПТОРКС»).

Анализ надежности изоляции контактной сети, проведенный государственным предприятием «Научно-исследовательский институт высоких

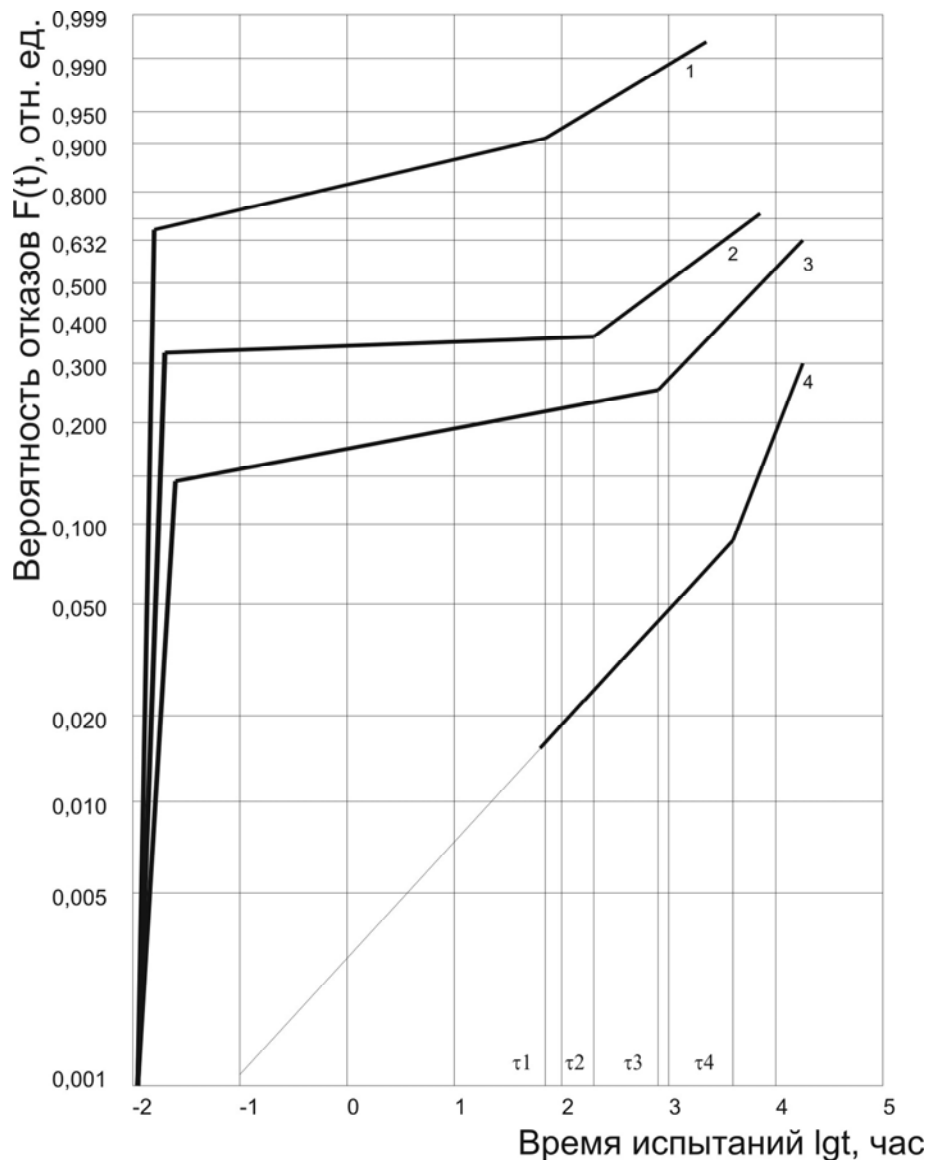
напряжений» (ГП НИИВН) по результатам обследования и сбора статистических данных практически на всех железных дорогах бывшего СССР показал, что среднее значение интенсивности отказов изоляторов значительно превышает нормированные показатели и составляет для сети постоянного тока $6,8 \cdot 10^{-3}$ отн. ед./год, переменного – $9,6 \cdot 10^{-3}$ отн. ед./год. Доля отключений контактных сетей по причине отказов изоляторов составляет 10...25 %, что значительно больше, чем на ВЛ 35 кВ.

Как показывает многолетний опыт эксплуатации стеклянных и фарфоровых изоляторов различных типов, работающих на воздушных линиях электропередачи и в контактных сетях железных дорог, поток их отказов является функцией времени и подчиняется определенным статистическим законам. Как правило, срок эксплуатации изоляторов можно разделить на три характерных периода, составляющих «кривую жизни» (рис. 1).

Вначале наблюдается период приработки, характеризующийся высокой интенсивностью потока отказов, обусловленной отбраковкой «слабых» изоляторов, изначально имеющих скрытые дефекты. Затем наступает период нормальной работы, когда уровень отказов низкий, либо повреждений изоляторов вообще не отмечается, за ним наступает период износных процессов, во время которого поток отказов постоянно увеличивается по причине «усталости» материала.

Длительность указанных периодов, а также интенсивность отказов изоляторов в каждом из них зависят как от прочностных характеристик изоляторов, так и от величин эксплуатационных нагрузок.

В эксплуатации особый интерес представляет прогнозирование наступления износных процессов.



1 - $P=0.9 P_{\text{факт.}}$; 2 - $P=0.8 P_{\text{факт.}}$;
3 - $P=0.7 P_{\text{факт.}}$; 4 - $P=0.6 P_{\text{факт.}}$.

Рис. 1. Зависимости вероятности отказов изоляторов от времени испытаний при различных нагрузках P

В ГП «НИИВН» разработана и опробована методика ускоренных испытаний изоляторов на надежность, основанная на функциональной зависимости интенсивности отказов от соотношения «нагрузка – прочность»

$$K = S_{\text{экспл}} / P_{\text{факт.}}$$

где $S_{\text{экспл}}$ – среднее значение эксплуатационной нагрузки на изоляторы, кН; $P_{\text{факт.}}$ – фактическое среднее значение механической прочности изоляторов, кН.

Суть методики заключается в следующем: демонтированные однотипные изоляторы разделяются на пять выборок (не менее 20 шт. в каждой). Изоляторы первой выборки испытываются механической разрушающей силой для

определения фактической механической прочности изоляторов $P_{\text{факт.}}$.

Изоляторы остальных выборок испытываются длительно приложенной механической силой на стенде длительных испытаний. Значение силы составляет для каждой гирлянды соответственно $0,9P_{\text{факт.}}$, $0,8P_{\text{факт.}}$, $0,7P_{\text{факт.}}$, $0,6P_{\text{факт.}}$.

В процессе испытаний для каждой гирлянды строится «кривая жизни» (см. рис. 1). По характерным изломам кривых определяется время до начала износных процессов, являющееся прогнозируемым сроком службы (остаточным ресурсом) изоляторов. Данные эксплуатационных и ускоренных испытаний хорошо аппроксимируются одной зависимостью (рис. 2).

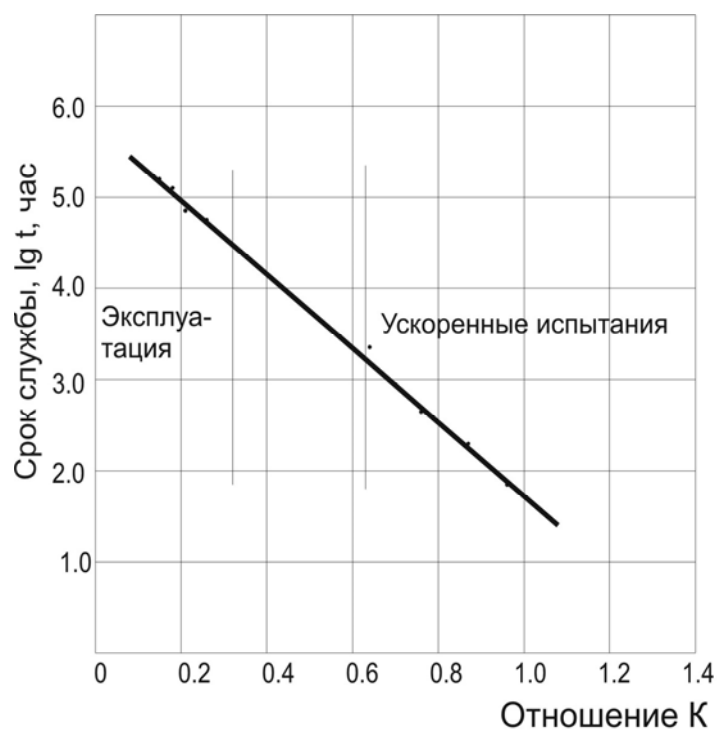


Рис. 2. Зависимости срока службы изоляторов от отношения K

Идентичность законов вероятности отказов изоляторов при форсированном и эксплуатационном режимах подтверждает обоснованность предложенной методики, которая окажется по-

лезной в эксплуатации при обосновании планов проведения ремонтных работ.

Поступила в редколлегию 26.04.2006.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ

Розглянуто основні напрямки енергозбереження на залізничному транспорті України.

Рассмотрены основные направления энергосбережения на железнодорожном транспорте Украины.

In the article there are the considered basic directions of energy economy on the railway transport of Ukraine.

Сучасний залізничний транспорт – це високотехнологічний механізм із значним споживанням енергоресурсів для забезпечення своєї господарської діяльності. Щорічно залізницями України споживається значна кількість дизпалива, електроенергії, газу, вугілля, мазуту топкового та інших видів ПЕР. В умовному обчисленні це складає 3 250...3 350 тис. туп.

Близько 60 % з усіх видів енергоресурсів припадає на електроенергію. У минулому році її спожито Укрзалізницею та підпорядкованими їй підприємствами на власні потреби 6,03 млрд кВт·год, що складає 4,4 % від загального відпуску електроенергії в мережі споживачів України.

Щорічна переробка електроенергії залізничними електромережами з урахуванням її транспортування для потреб обласних енергопостачальних компаній та постачання стороннім споживачам складає більше 10 млрд кВт·год або 7,4 % від спожитої по Україні. Звичайно, споживання електроенергії в основному обумовлюється щорічними обсягами перевезень. Потрібно відмітити, що в 1991 р. була виконана експлуатаційна робота в обсязі 754,5 млрд т·км брутто, при цьому було спожито 7,82 млрд кВт·год електроенергії. На жаль, протягом 1991–1999 рр. на Укрзалізниці було зниження обсягів перевезень, відповідно знижувалося і споживання електроенергії.

Починаючи з 2000 р., в зв'язку з загальним підйомом промислового виробництва, підвищенням рівня життя населення та удосконаленням маркетингової роботи та менеджменту на транспорті обсяги перевезень залізничним транспортом почали зростати. В 2004 р. вони склали 485 млрд т·км брутто або 64,3 % від рівня 1991 р., при цьому на власні потреби залізниць спожито 6,04 млрд кВт·год електроенергії (77 % від рівня 1991 р.). У 2005 р. обсяги перевезень були нижчі в порівнянні з 2004 р. на 2,8 %, електроенергії спожито 5,93 млрд кВт·год або на 1,6 % менше минулорічного.

Із всієї спожитої електроенергії 80...84 % використовується на електротягу поїздів, 15...19 % на експлуатаційно-виробничі потреби та близько 1 % на комунально-побутові потреби залізниць.

У зв'язку із значним щорічним зростанням тарифів на електроенергію збільшуються і витрати коштів на її оплату. Всі ми знаємо, що в липні 1994 р. Президентом України був підписаний Закон України «Про енергозбереження», який визначив основні напрямки державної політики в сфері енергозбереження в державі.

З метою зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів та реалізації державної політики з енергозбереження на залізничному транспорті в червні 1996 р. фахівцями Укрзалізниці спільно з Харківською державною академією і Дніпропетровським державним технічним університетом залізничного транспорту була розроблена та схвалена Техніко-економічною радою Укрзалізниці «Програма енергозбереження на залізничному транспорті України на період 1996–2010 рр.».

Починаючи з цього часу робота з енергозбереження та ефективного використання ПЕР на Укрзалізниці перейшла в якісно іншу фазу. Щорічно розробляється та реалізується Програма енергозбереження та організаційно-технічні заходи з економії ПЕР. Річні обсяги економії споживання енергоресурсів від реалізації цих програм складають 1,5...3,4 % від загального споживання.

Так, наприклад, у 2004 р. за рахунок виконання даних програм знижено споживання ПЕР Укрзалізницею в обсягах 112,4 тис. туп., в тому числі 28,6 тис. т дизпалива, 203,5 млн кВт·год електроенергії, 8 528 Гкал теплової енергії, 3,45 тис. т мазуту топкового. У тому числі за рахунок заходів, реалізованих по господарству електропостачання досягнута економія 33,2 млн кВт·год електроенергії при споживанні самими господарствами 118,8 млн кВт год.

У 2005 р. в цілому по Укрзалізниці виконання енергозберігаючих заходів дозволило знизити споживання ПЕР Укрзалізницею на 46,06 тис. туп., із яких господарствами електропостачання досягнута економія електроенергії – 41,7 млн кВт·год електроенергії на суму 9,81 млн грн.

В цілому за 1997–2005 рр. виконання Програмами енергозбереження та організаційно-технічних заходів з економії ПЕР сприяло зниженню споживання енергоресурсів залізницями України на 595,7 тис. туп., в тому числі електроенергії – 1 100,4 млн кВт·год. Доля підрозділів електропостачання залізниць України, що підпорядковані Головному управлінню електрифікації та електропостачання, – 326,2 млн кВт·год або 29,7 % від загальної економії.

Найбільш ефективними енергозберігаючими заходами по господарствах електропостачання за останні роки є такі: повернення електроенергії рекуперативного гальмування в первинну мережу на Львівській залізниці; відключення з роботи по одному тяговому агрегату або тяговому трансформатору залежно від поїзної ситуації на тягових підстанціях; впровадження економічних світильників, ламп та автоматів керування зовнішнім освітленням; впровадження перетворювальних агрегатів з 12-пульсними випрямлячами на тягових підстанціях постійного струму; впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії на залізницях України; впровадження пристроїв компенсації реактивної потужності в тяговій мережі.

Результати роботи з енергозбереження дозволили в порівнянні з 1997 р. знизити енергоємність залізничного транспорту на 15 % (13,84...11,76 туп./приведені млн т·км), а енергоємність перевізної роботи на 16,9 % (9,81...8,15 туп./приведені млн т·км).

На 2006 р. Програмою енергозбереження Укрзалізниці передбачено реалізація заходів з енергозбереження, що дадуть економію 67,7 тис. туп. на суму 76,2 млн грн, в тому числі 14,9 тис. т дизпалива, 131,2 млн кВт·год електроенергії, 2,9 тис. туп. котельно-пічного палива та 2,45 тис. Гкал тепла.

Звичайно, що для реалізації заходів з енергозбереження потрібні кошти. Аналіз показує, що впровадження організаційно-технічних заходів з енергозбереження, які не потребують матеріальних та фінансових витрат, себе майже вичерпали. Подальше зниження енергоємності залізничного транспорту та збільшення економії споживання ПЕР вимагає капітальних вкладень на впровадження енергозберігаючих технологій.

Враховуючи підвищену зацікавленість в енергозбереженні, на Україні в зв'язку з підвищенням ціни на природний газ у 2006 р. залізницями України була підтримана ініціатива Південної залізниці щодо розробки і впровадження найбільш ефективних енергозберігаючих заходів з короткими термінами окупності та їх пріоритетного фінансування. Дана ініціатива вилилась в окрему програму з обсягами річної економії ПЕР на суму 29,5 млн грн при інвестуванні 32,2 млн грн. Частина витрат на фінансування передбачається за рахунок короткотермінових кредитів.

Крім того на виконання постанови Кабінету Міністрів України від 06.05.2005 р. № 324 «Про заходи щодо виконання у 2005 р. програми діяльності Кабінету Міністрів України «Назустріч людям» (п.313): Міністерством транспорту та зв'язку України розроблена «Галузева програма енергозбереження та впровадження альтернативних видів палива на транспорті на 2006–2010 рр.». Розділ залізничного транспорту в Програмі розроблявся з урахуванням пропозицій Укрзалізниці і представлений по 8 напрямках з загальною економією ПЕР 92,4 тис. туп. По Головному управлінню електрифікації та електропостачання відповідно до цієї програми будуть реалізовуватися такі перспективні енергозберігаючі заходи:

- заміна застарілого електроосвітлювального обладнання на сучасне енергозберігаюче та запровадження автоматичного керування зовнішнім освітленням. Планова щорічна економія електроенергії закладена в програму 3,0 млн кВт·год. Потрібно відмітити, що на потреби зовнішнього освітлення на Укрзалізниці щорічно споживається 170...175 млн кВт·год електроенергії на суму 42...45 млн грн. Сучасне електроосвітлювальне обладнання дозволяє при збереженні основних заданих світлотехнічних характеристиках знизити споживання електроенергії в декілька разів. У 2005 р. на Укрзалізниці замінено тільки в господарстві електропостачання 6 086 зовнішніх світильників та 14 706 електроламп, при цьому отримана економія електроенергії на суму 2 500 тис. грн;

- впровадження автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) на залізницях України. Щорічна економія електроенергії при реалізації цього пункту складе 5,0 млн кВт·год. Реалізація цього напрямку, крім питань енергозбереження, дозволить: привести облік електроенергії на електрооб'єктах Укрзалізниці до вимог нормативних документів електроенергетики України та оптового ринку електроенергії (ОРЕ); підвищити точність

обліку електроенергії, отримати фізичні баланси електроенергії, знизити втрати електроенергії; забезпечити роботу залізниць по закупівлі електроенергії з оптового ринку електроенергії за дифтарифами і знизити витрати на електроенергію; уникнути залежності при закупівлі електроенергії від обласних енергопостачальних організацій, а значить і підвищити енергетичну безпеку Укрзалізниці; здійснювати погодинний прогноз споживання електроенергії та керування процесом електроспоживання з урахуванням графіка руху поїздів та в подальшому застосовувати регулювання графіка руху з метою зниження ціни закупівлі електроенергії;

– електрифікація та переведення на електротягу окремих дільниць залізниць. Основні оціночні розрахунки показують, що на даний час переведення на електрифікацію 1 км експлуатаційної дільниці залізниці коштує близько 1,11 млн грн (без врахування експлуатаційних витрат та витрат на закупівлю електрорухомого складу). Термін окупності залежить від вантажообороту і в середньому по Укрзалізниці при річному вантажообороту більше 2 000...2 500 млн т·км брутто на км дільниці становить менше 4 років. При діючих цінах на електроенергію та дизельне паливо перевезення електротягою в 6...6,5 рази дешевше від теплотяги. Крім того, переведення на електротягу дає економію умовного палива близько 15 кгуп на 1 млн т·км брутто. При переведенні на електричну тягу зменшуються викиди в атмосферу двоокису вуглецю, що поліпшує довкілля.

Перспективними є дільниці: Харків–Полтава, Полтава–Кременчук–Бурти–Користівка; Долинська–Миколаїв–Херсон–Вадим–далі на Сімферополь; Коростень–Шепетівка (пуск в 2006 р.); Комунарськ–Луганськ;

Реалізація енергозберігаючих заходів це лише один із шляхів зниження собівартості перевезень залізничним транспортом за рахунок зниження споживання ПЕР. Не менш важливим напрямком є і зниження закупівельної вартості електроенергії за рахунок організації її закупівлі за дифтарифами та безпосередньо з оптового ринку електроенергії. Цими питаннями господарства електропостачання залізниць займаються з 1997–1998 рр. Для цієї мети починаючи з 2001 р. активно впроваджуються АСКОВЕ.

Залізниці є членами оптового ринку України, мають ліцензії на передачу електроенергії локальними електромережами та на постачання її за регульованим тарифом. Південно-Західна залізниця працює як енергопостачальна компа-

нія, закуповуючи електроенергію на власні потреби і для сторонніх споживачів, що підключені до її електромереж, безпосередньо з ОРЕ. Інші залізниці для зменшення витрат коштів на електроенергію закуповують частину її за дифтарифами та за нерегульованим тарифом.

У 2005 р. Укрзалізницею було закуплено з ОРЕ 2675,1 млн кВт·год або 39,7 % електроенергії необхідної для власного споживання і для потреб сторонніх споживачів, в тому числі за регульованим тарифом – 1293,6 млн кВт·год або 48,3 % від всієї закупленої з ОРЕ та 1381,5 млн кВт·год або решту 51,7 % за нерегульованим тарифом.

Річна закупівля за нерегульованим тарифом по залізницях склала: Донецькою – 110,6 млн кВт·год (10,3 % від обсягів річної власної закупівлі); Львівською – 53,6 млн кВт·год (6,2 %); Одеською – 1 120,9 (88,3 %) Південною – 93,42 млн кВт·год (13,6 %).

На кінець року закупівля з ОРЕ за нерегульованим тарифом здійснювалася по території 15 облэнерго і її обсяги склали: по Одеській – 95 %, Південній – 75 %, Донецькій – 20 %, Львівській – 6,0 %.

Витрати коштів на електроенергію за рахунок закупівлі за регульованим тарифом знижені за рік на 25,26 млн грн, а за рахунок постачання за нерегульованим тарифом – на 6,38 млн грн, за рахунок закупівлі за дифтарифами – на 2,62 млн грн, за рахунок переведення закупівлі з II класу напруги на I клас частини електроенергії Донецькою, Львівською та Південною – 0,73 млн грн. У цілому зниження витрат на електроенергію за рахунок прогресивних методів закупівлі в 2005 р. склало майже 35 млн грн або 2,2 % від її закупівельної вартості.

Потрібно відмітити, що робота з енергозбереження та по зниженню витрат коштів на електроенергію, яка проводиться на Укрзалізниці, дозволила при значному рості тарифів на електроенергію протягом останніх років утримувати долю витрат на електроенергію в загальних витратах з перевезень на Укрзалізниці майже на одному рівні.

Доля витрат на електроенергію в експлуатаційних витратах Укрзалізниці на електроенергію за роками складає: 2000 р. – 8,5 %; 2001 р. – 8,4 %; 2002 р. – 8,6 %; 2003 р. – 8,5 %; 2004 р. – 8,0 %; 2005 р. – 7,3 %. При цьому ріст тарифів на електроенергію складає: 2002 р. – 3,2 %; 2003 р. – 9,7 %; 2004 р. – 9,9 %; 2005 р. – 13,4 %.

Надійшла до редколегії 20.04.2006.

А. Н. ПОПОВ (ООО «СИКАМ», Россия)

ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ «SICAME» ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Наведено інформація про продукцію компанії «SICAME» для потреб залізничного транспорту.

Приведены сведения о продукции компании «SICAME» для нужд железнодорожного транспорта.

Information about the products of the «SICAME company» for the needs of railway transport is resulted in the article.

ООО «СИКАМ» является российским филиалом группы компаний «SICAME» (Франция) – крупнейшего мирового производителя оборудования для сетей электроснабжения. В настоящее время группа «SICAME» включает в себя 29 компаний, размещенных в 19 странах мира, и производит практически все необходимое оборудование для строительства и эксплуатации электроэнергетических и телекоммуникационных объектов.

Группа «SICAME» ведет свое существование с момента образования в 1955 г. фирмы «SICAME S.A.» в г. Помпадур (Франция). Целью создания предприятия было удовлетворение потребностей в электротехническом оборудовании крупных французских организаций, таких как EDF (Государственное энергетическое управление Франции), SNCF (Государственное железнодорожное управление), Аэрокосмической и автомобильной промышленности, электромонтажных управлений.

Инновации, постоянное совершенствование производства при неизменно высоком качестве продукции, расширение направлений деятельности, открытие филиалов и представительств по всему миру позволили группе «SICAME» занять достойное место среди мировых лидеров на рынке электротехнической продукции.

Наша продукция разрабатывается и изготавливается с учетом потребностей рынка и пожеланий потребителей рынка и пожеланий потребителей для самых разнообразных условий монтажа и эксплуатации. Среди наших потребителей электроэнергетические, телекоммуникационные, транспортные, нефтяные, газовые и т. п. компании в разных странах мира.

На предприятиях группы производятся: соединительная и подвесная арматура, защитное оборудование и монтажный инструмент для строительства и эксплуатации воздушных

и подземных линий электропередачи низкого, среднего и высокого напряжения; молниезащитное оборудование, оборудование для сетей уличного освещения, арматура и измерительная аппаратура для телекоммуникаций, систем электроснабжения железной дороги, нефтяной и газовой отраслей.

Продукция «SICAME» сертифицирована в Российской Федерации органом по сертификации электротехнического и энергетического оборудования ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО» (Сертификат соответствия № РОСС FR.MX08.B00009 от 15.07.2005 г.). Результаты испытаний подтвердили полную совместимость арматуры как с российскими проводами типа СИП 2А, так и зарубежными типа Торсада (протокол испытаний № СЕЭ – 5.106.05.21 от 13.07.2005 г.)

Основные группы товаров, предлагаемые фирмой «SICAME» являются:

- арматура для ВЛИ 0,4 кВ;
- арматура для ВЛИ 3-35 кВ, включая ОПН.

Арматура для ВЛ 0,4кВ. Одним из элементов в наибольшей степени, влияющим на надежность электроснабжения, являются ответвительные зажимы, прокалывающие изоляцию провода.

При монтаже и эксплуатации воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами (СИП), важнейшей является задача обеспечения надежного и долговечного электрического соединения магистральной линии и ответвлений. Эта задача решается путем применения специальных зажимов, прокалывающих изоляцию и электрически соединяющих токоведущие части проводов.

Поскольку прокалывающие зажимы являются одним из основных элементов, обеспечивающих надежность электроснабжения, к ним предъявляются достаточно серьезные требования:

- создание надежного электрического контакта с герметизацией места соединения, обеспечивающей конструктивными элементами прокалывающего зажима;

- полное прокалывание изоляции провода, наряду с минимально возможным воздействием прокалывающих элементов зажима на токоведущую часть провода;

- высокая механическая прочность и стойкость к погоднo-климатическим воздействиям и ультрафиолетовому излучению;

- обеспечение возможности осуществления ответвлений без снятия напряжения за счет отсутствия открытых токоведущих частей зажима;

- проведение монтажа зажима без применения динамометрических ключей и другого специального инструмента;

- срок эксплуатации зажима не должен быть менее 40 лет либо не менее заявленного срока эксплуатации провода.

Для достижения наилучших результатов при монтаже зажима необходимо обеспечить оптимальное прокалывающее усилие. Недостаточная глубина прокалывания провода не обеспечивает надежного электрического соединения, что вызывает в месте контакта большую плотность тока. Это приводит к перегреву и термическому разрушению прокалывающего зажима, либо к исчезновению электрического контакта.

При чрезмерной глубине прокалывания провода происходит излишнее повреждение токоведущей жилы. Это приводит к ухудшению прочностных характеристик провода, возникновению концентратора напряжений и значительному сокращению срока службы провода.

В первых конструкциях прокалывающих зажимов контроль прокалывающего усилия обеспечивался с помощью динамометрического ключа. Помимо необходимости использования дополнительного инструмента, неудобство заключалось в том, что различные зажимы имели различные моменты затяжки, что могло привести к ошибкам монтажа.

Избежать вышеприведенных неудобств позволило применение срывных головок для нормированной затяжки прокалывающих зажимов. На первоначальном этапе для изготовления срывных головок использовался алюминиевый сплав «замак» (zamak). Срывная головка при достижении заданного момента силы разрушалась и обеспечивала таким образом требуемое усилие прокалывания провода.

Недостатком использования динамометрического ключа и металлических срывных головок для контроля усилия прокалывания провода является отсутствие достаточного изменения

прокалывающего усилия при различных температурах монтажа.

В диапазоне возможных температур монтажа твердость сшитого полиэтилена может изменяться на величину до 50 %. При температурах монтажа или ремонта линии ниже 0 °C усилие прокалывания изоляции провода должно быть соответственно увеличено. Эта задача успешно решена в последнем поколении прокалывающих зажимов за счет использования полимерной срывной головки.

Материал срывной головки зажимов типа TTD и NTD имеет температурно-механические характеристики аналогичные характеристикам сшитого полиэтилена. За счет этого при температурном увеличении твердости изоляции провода, аналогичным же образом изменяется и прокалывающее усилие зажима, что обеспечивает одновременно и установление надежного электрического соединения и максимально возможное сохранение прочности провода.

В сертифицированной лаборатории SICAME S.A., Франция, были произведены измерения прокалывающего усилия зажимов в температурном диапазоне –50...+40 °C. Целью этого исследования было определение температурной зависимости величин прокалывающего усилия, обеспечивающего надежное электрическое соединение. Сравнивались прокалывающие зажимы со смывными головками, выполненными из металлического сплава «замак 3» и из пластика «Ixef 1022/0008» производства SICAME S.A.

Результаты испытаний приведены на графике (рис. 1) в относительных единицах (в процентах), причем значения прокалывающего усилия при +20 °C было принято равным 100 %. Как видно из этого графика, при изменении температуры +20...–50 °C срывная головка из пластика обеспечивает увеличение прокалывающего усилия на 45 %, в то время как головка из металлического сплава изменяет свои показатели лишь на 15 %, что не соответствует увеличению твердости сшитого полиэтилена в этом же температурном диапазоне.

При температурах от –5...+20 °C характеристики материалов практически совпадают.

При температурах выше +20 °C твердость изоляции СИП сравнительно мала и не оказывает принципиального влияния на прокалывающую способность зажима. В этом случае глубина прокалывания СИП и соответственно надежность электрического соединения, ограничивается только свойствами металла проводника.

Зависимость относительного изменения прокалывающего усилия в зависимости от температуры для различных материалов срывных элементов

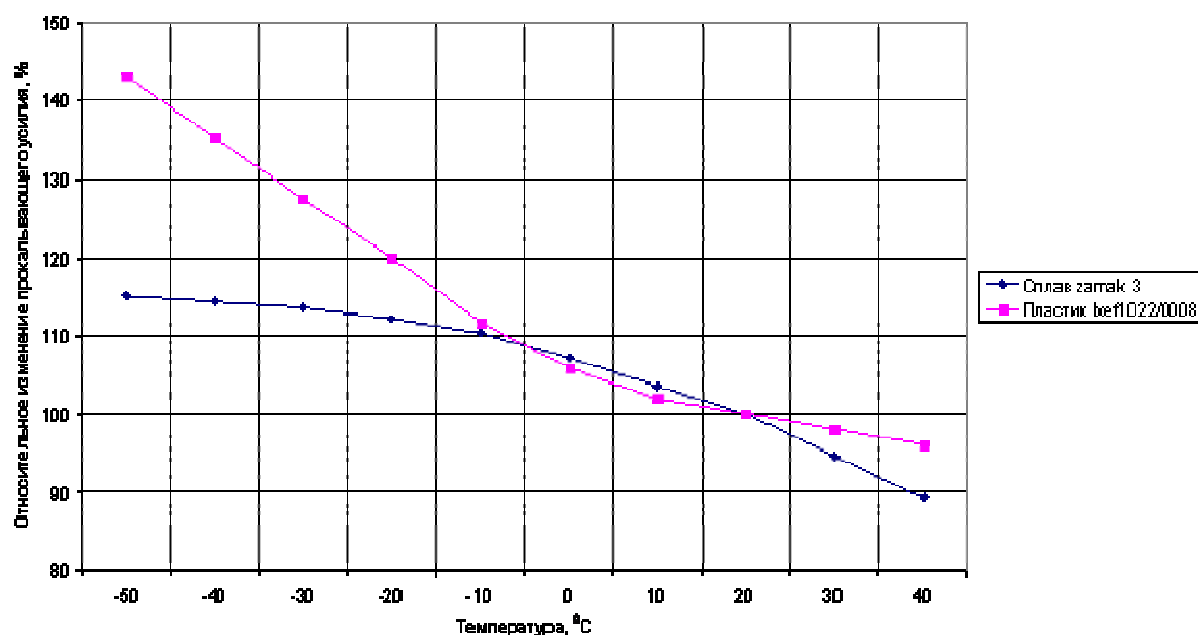


Рис. 1

При повышенных температурах необходимо стремиться к наименьшему изменению прокалывающего усилия, поскольку материал токопроводящей жилы изменяет свои характеристики незначительно. В температурном диапазоне +20...+40 °C использование сплава «замак 3» приводит к уменьшению прокалывающего усилия на величину до 10 %, в то время как пластик «Ixef 1022/0008» проявляет себя более стабильно (табл. 1).

Таблица 1

Температура, °C	Изменение прокалывающего усилия по отношению к +20 °C, %	
	Пластик Ixef 1022/0008	Сплав ZAMAK
-50	+45	+15
+40	-5	-10

Результаты эксперимента со всей очевидностью показывают, что использование прокалывающих зажимов со срывными головками из пластика «Ixef 1022/0008» позволяет обеспечить наиболее надежное электрическое соединение при монтаже или ремонтных работах на линиях электропередачи при любых, и особенно, при низких температурах. Это наиболее актуально для условий России.

Что касается механической арматуры (поддерживающие и анкерные зажимы), то здесь технология производства предусматривает воз-

можность изготовления корпусов из полиамида, армированного стекловолокном и исключения, по возможности, использования в конструкции металлических частей. Достоинства корпуса из полиамида, армированного стекловолокном, следующие:

- корпус из полиамида, армированного стекловолокном, позволяет обеспечить те же значения минимальной разрушающей нагрузки (МРН) при достижении более высоких диэлектрических свойств изделия, что при больших сроках эксплуатации линий (более 40 лет) и возможном воздействии грозových перенапряжений повышает надежность электроснабжения и безопасность;

- использование армированного полиамида вместо металла позволило создать анкерный зажим с калиброванным срывным элементом. Это защищает провод и опору при воздействии на них критических механических нагрузок.

Для обеспечения безопасности и надежности электроснабжения разрушающая нагрузка зажима не должна превышать МРН используемого провода. Металлический корпус анкерных зажимов по технологическим причинам не имеет калиброванного срывного элемента.

Ограничители перенапряжений. «SICAME» так же предлагает ограничители перенапряжений (ОПН) для сетей среднего класса напряжений, производства фирмы Dervasil (Франция), входящей в группу «SICAME» (рис. 2).

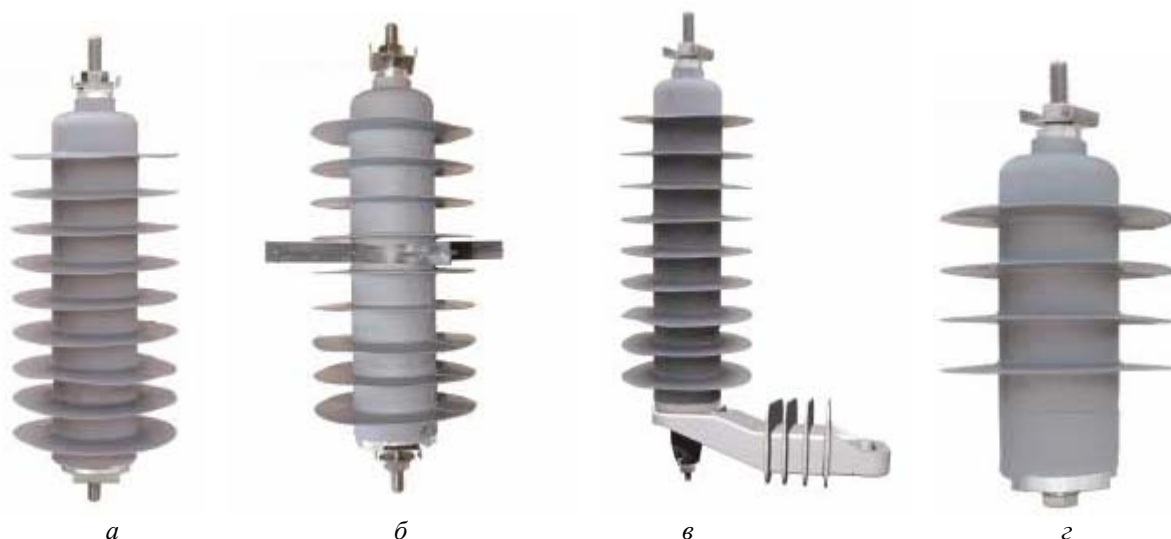


Рис. 2. Ограничители перенапряжений

Серия AZB...0 (рис. 2, а). Ограничитель напряжения нелинейный полимерный представляет собой оксидно-цинковый варистор, заключенный в высокопрочный герметизированный силиконовый корпус. Предназначен для защиты сетей и электрооборудования от коммутационных и грозовых перенапряжений.

Серия AZB...1 (рис. 2, б). На внешней оболочке ОПН устанавливается индикатор выхода из строя, представляющий собой черный силиконовый пояс, видимый издали. При коротком замыкании пояс падает. Отсутствие индикатора указывает обслуживающей линии бригаде на подлежащий замене ОПН. Время аварийного отключения линии существенно сокращается. Чувствительность индикатора – 150 А в течение 1 с.

Серия AZB...2 (рис. 2, в). ОПН устанавливается на опоре с помощью изолированного

кронштейна. ОПН связан с «землей» через устройство автоматического разъединителя. При коротком замыкании устройство отключает ОПН. Электроснабжение при этом сохраняется. Отключенный ОПН подлежит замене при плановом осмотре линии.

Серия AZE...Т (рис. 2, г). ОПН предназначен для защиты сетей и электрооборудования постоянного напряжения железнодорожной системы от коммутационных и грозовых перенапряжений. Из-за высокой стойкости к транспортным вибрациям и возможности как внутренней, так и внешней установки данный ОПН пригоден для установки на локомотив.

Электрические и механические характеристики а также установочные параметры и основные технические характеристики представлены в табл. 2–4.

Таблица 2

Электрические и механические характеристики

Номинальный разрядный ток	10 кА при волне 8/20 мс
Устойчивость к току большой амплитуды	2 импульса 100кА при волне 4/10 мс
Устойчивость к длительному току	18 импульсов 250 кА при волне 2 000 мс
Максимальная способность к поглощению энергии	1,8 кДж/кВ Uс на1 импульс 2 000 мс 4,6 кДж/кВ Uс на1 импульс 4/10 мс
Частота функционирования	48...62 Hz
Температура функционирования	–40 °С...+40 °С
Постоянный изгибающий момент	100 Нм
Максимальный изгибающий момент	200 Нм
Минимальный крутящий момент	30 Нм
Зона загрязненности согласно МЭК 60815	3 Нм
Устойчивость к току короткого замыкания после повреждения перенапряжением согласно Приложению МЭК 60099-4	20 000 А для 0,2 с/600 А для 1 с

Таблица 3

Установочные параметры

Тип ОПН	Длина пути утечки, мм	высота H , мм	Вес, кг	Установочные расстояния	
				A min, мм	B min, мм
AZB03	400	185	1,2	110	130
AZB06	400	185	1,4	110	130
AZB12	400	185	1,6	140	160
AZB24	685	254	2,4	240	260
AZB36	1000	345	3,2	340	360

Таблица 4

Основные технические характеристики

Тип ОПН	Класс напряжения сети, кВ	Постоянное рабочее напряжение, кВ	Остающееся напряжение при импульсе 1/4 мкс $I = 10$ кА	Остающееся напряжение при импульсе 8/20 мкс, кА					Остающееся напряжение 30/80 мкс $I = 500$ А
				2,5	5	10	20	40	
AZB03	3	2,55	12,0	9,4	10,0	10,5	12,0	14,2	8,1
AZB06	6	5,10	23,5	17,9	19,0	29,5	24,1	27,2	15,6
AZB12	12	10,20	46,5	33,9	35,9	39,5	45,7	51,6	30,7
AZB24	24	19,50	81,0	60,4	64,0	70,5	81,6	92,2	53,4
AZB36	36	29,00	127,0	94,4	100,0	119,5	127,6	144,2	83,7

МЭК 60099-4 соответствует стандарту. Результатом более чем 50-летней деятельности фирмы «SICAME», стали высокие эксплуатационные качества арматуры нового поколения, подтверждающиеся жесткими условиями их

эксплуатации в различных климатических зонах от Центральной Африки до Ямала.

Поступила в редколлегию 21.04.2006.

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ООО НПП «ЕС ПОЛИМЕР» ДЛЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Розглянуто нові розробки полімерних конструкцій для електрифікованих залізниць.

Рассмотрены новые разработки полимерных конструкций для электрифицированных железных дорог.

New developments of polymeric constructions for the electrified railways are considered in the article.

Основным направлением деятельности предприятия ООО НПП «ЕС Полимер» является разработка и промышленное производство электротехнической продукции с применением полимерной изоляции, в том числе для железнодорожного транспорта Украины.

В начале своей деятельности (с 2002 г.) работы предприятия были сосредоточены на разработке и освоении полимерных изолято-

ров с цельнолитой защитной оболочкой 3,3...27,5 кВ для контактной сети электрифицированного железнодорожного транспорта. Значительная часть этой номенклатуры разработана, освоена производством и широко применяется на железных дорогах Украины и России.

Технические параметры данной группы полимерных изоляторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение изоляторов	Параметры изоляторов				
	$U_{\text{ном}}$, кВ	$H_{\text{стр}}$, мм	L , мм	D , мм	$U_{\text{гроз}}$, кВ
Изоляторы для контактной сети					
ФСК 120-6-27,5-4-Ц	27,5	549	950	124	220
ФСК 120-6-27,5-4-Ц исполнение 01	27,5	554	950	124	220
Зарубежный аналог: Railway composite insulators 25 kV 950, cantilever					
ПСК 120-27,5-7-Ц	27,5	679	1500	135/100	240
ПСК 120-27,5-7-Ц исполнение 01	27,5	685	1500	135/100	240
ПСК 120-27,5-7-Ц исполнение 02	27,5	686	1500	135/100	240
НСК 120-27,5-7-Ц	27,5	692	1500	135/100	240
Зарубежные аналоги: Railway composite insulators 25 kV 1500, suspension; CS 120 XZ 250/835, IEC 61466-2					
ФСК 120-6-3,3-7-Ц	3,3	425	600	124	125
НСК 120-3,3-7-Ц	3,3	430	600	135/100	125
Опорно-стержневые изоляторы для электрооборудования железных дорог					
СК 4-27,5-195-IV заменяют изоляторы С 4-195-І УХЛ,Т; ИОС 35-500-01 УХЛ,Т; ИОС 35-500-02 УХЛ,Т	27,5	440	950	124	195
СК 4-35-200-IV заменяют изоляторы С 4-200-І УХЛ,Т	35	475	950	124	200

Примечание: Ф – фиксаторный; П – подвесной; Н – натяжной; О – опорный; С – стержневой; К – кремнийорганический; Ц – цельнолитая защитная оболочка; $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение; $H_{\text{стр}}$ – строительная высота; L – длина пути утечки; D – диаметр изоляционной части; $U_{\text{гроз}}$ – испытательное напряжение грозового импульса (требования стандарта).

В 2004–2005 гг. по согласованию с Главным управлением электрификации и электроснабжения «Укрзалізниці» были разработаны новые более сложные конструкции изоляторов. Это – консольные изоляторы напряжением 27,5 кВ на изгибающие нагрузки 8 кН; подвесные полимерные изоляторы 3,3 кВ постоянного тока; опорно-стержневые изоляторы 3,3 кВ для разъединителей РС-3000. Эти конструкции прошли приемочные и сертификационные испытания и на них получены сертификаты соответствия.

В 2005 г. разработаны опытные образцы ограничителей перенапряжений в полимерных корпусах на напряжение 6; 10; 27,5; 35; 110 кВ, с током пропускной способности 400 А при волне 2 мс и рабочим током 10 кА при волне 8/20 мкс. Ограничители находятся в стадии приемочных и сертификационных испытаний; в конце 2006 г. будет освоено их промышленное производство.

Рассмотрим более подробно технические характеристики новой продукции с указанием качественных отличий от существующих на рынке аналогов.

1. **Консольные изоляторы КСК 120-8-27,5-4-Ц; КСК 120-8-27,5-5-Ц; КСК 120-8-27,5-7-Ц (рис. 1).**



Рис. 1

Технические характеристики консольных изоляторов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики изоляторов консольных изоляторов

Наименование характеристик	Значения для изоляторов		
	КСК 120-8-27,5-4-Ц	КСК 120-8-27,5-5-Ц	КСК 120-8-27,5-7-Ц
Номинальное напряжение, кВ	27,5	27,5	27,5
Нормированная механическая разрушающая сила при растяжении, кН	120/150	120/150	120/150
Нормированная механическая разрушающая сила при изгибе, кН	8/15	8/13	8/11
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ:			
в сухом состоянии	130/160	130/165	130/180
под дождем	110/116	110/134	110/164
Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	220/306	220/307	220/342
50 %-ное разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии, кВ	42/46,5	42/53,0	42/63,0
Строительная высота, мм	600	600	700
Степень загрязненности атмосферы	4	5	7
Длина пути утечки, мм	950	1100	1500
Масса, кг	7,9	8,0	8,8
Срок службы, лет, не менее	30	30	30

Примечание. В числителе приведены нормированные значения, в знаменателе – фактические значения характеристик.

Фактические значения как механических, так и электрических характеристик консольных изоляторов превышают нормированные ДСТУ 3024-95 (ГОСТ 30284-97) значения более, чем на 25 %. Такие высокие механические характеристики достигнуты за счет применения метода радиального обжата оконцевателя и стеклопластикового стержня вместо применяемого в аналогах метода заливки эпоксидным компаундом.

В изоляторах применен высококачественный стеклопластиковый стержень, предел прочности при растяжении которого составляет 850...1 100 МПа, электрическая прочность – 5,6 кВ/мм, а вместо литых чугунных оконцевателей использованы стальные, полученные методом горячей штамповки и обработки резанием.

Кроме этого, отличие конструкций изоляторов «ES Полимер» состоит в том, что оконцеватели покрыты защитной оболочкой, что повышает их устойчивость к проникновению влаги, тем самым обеспечивая высокие влагоразрядные характеристики.

2. **Подвесные изоляторы 3,3 кВ** постоянного тока ПСК 120-3,3-7-Ц (рис. 2).



Рис. 2

Технические характеристики подвесных изоляторов ПСК 120-3,3-7-Ц приведены в табл. 3.

Таблица 3

Технические характеристики изоляторов ПСК 120-3,3-7-Ц

Наименование характеристик	Значения
Номинальное напряжение, кВ	3,3
Нормированная механическая разрушающая сила при растяжении, кН	120/150
Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	125/196
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ:	
в сухом состоянии	60/114
под дождем	60/72
50%-ное разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии, кВ	10/22
Строительная высота, мм	292
Длина пути утечки, мм	600
Масса, кг	2,0
Срок службы, лет, не менее	30

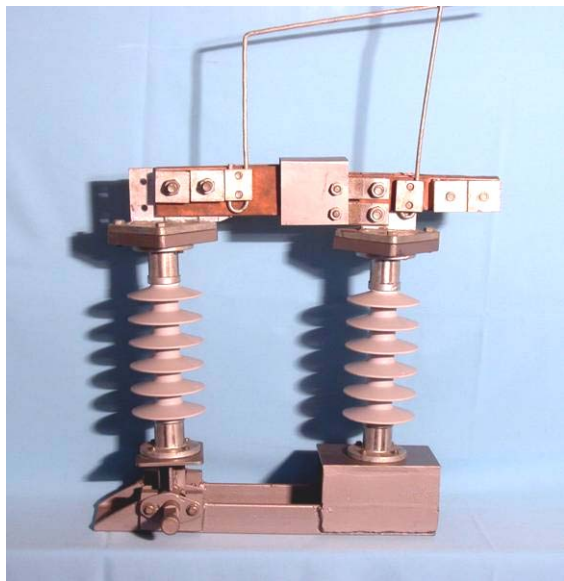
Примечание. В числителе приведены нормированные значения, в знаменателе – фактические значения характеристик.

Отличительной особенностью этих изоляторов является то, что их строительная высота полностью соответствует строительной высоте двух изоляторов ПФ 70, применяемых в подвесках контактной сети, что позволяет производить замену фарфоровых изоляторов без дополнительных работ и регулировки подвесок. Изоляторы могут быть изготовлены с сочета-

нием оконцевателей «гнездо-пестик», «проушина-пестик», «проушина-проушина».

Оконцеватели подвесных изоляторов также покрыты защитной оболочкой, что обеспечивает высокие влагоразрядные характеристики. Изоляторы показали успешные результаты при испытании на проникновение влаги; механическая сила после испытания на проникновение влаги составила 150...160 кН.

Первые партии изоляторов ПСК 120-3,3-7-Ц были изготовлены в августе 2005 г. и достаточно большие партии уже установлены в контактной сети Приднепровской и Донецкой железных дорог.



3. Опорно-стержневые изоляторы СК 10-3,3-125-V для разъединителей РС-3000 (рис. 3).

Технические характеристики опорно-стержневых изоляторов СК 10-3,3-125-V приведены в табл. 4.

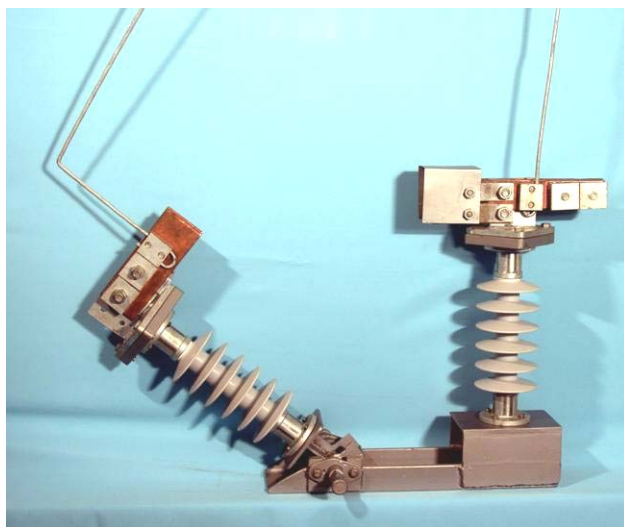


Рис. 3. Опорно-стержневые полимерные изоляторы СК 10-3,3-125-V в составе секционного разъединителя РС-3000/3,3

Таблица 4

Технические характеристики изоляторов СК 10-3,3-125-V

Наименование характеристик	Значения
Нормированная механическая разрушающая сила при изгибе, кН	10/18
Нормированный механический разрушающий момент при кручении, кН·м	0,3/0,45
Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	125/155
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ:	
в сухом состоянии	75/102
под дождем	55/80
50%-ное разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии, кВ	20/35,5
Строительная высота, мм (в зависимости от конструктивного исполнения)	400; 351
Длина пути утечки, мм	630
Масса, кг	9,75
Срок службы, лет	не менее 30

Примечание. В числителе приведены нормированные значения, в знаменателе – фактические значения характеристик.

Изоляторы СК 10-3,3-125-V предназначены для замены керамических изоляторов ОНВП 35-1000, работающих в составе разъединителей РС-3000. При замене в работающих разъединителях дополнительных работ не требуется.

В мае 2003 г. изоляторы были установлены в двух секционных разъединителях РС-3000 на Славянской дистанции электроснабжения Донецкой железной дороги; разъединители с нашими изоляторами работают устойчиво, замечаний персонала нет.

Изоляторы СК 10-3,3-125-V имеют сборные оконцеватели и могут применяться при меньших строительных высотах (до 350 мм).

Следует отметить, что маркировка всех изоляторов для железной дороги наносится ударным методом в одном месте, на одном из оконцевателей и сохраняется на протяжении всего срока эксплуатации, а не разнесена на защитную оболочку (обозначение изолятора) и оконцеватель (дата), как осуществляется в аналогах.

4. **Ограничители перенапряжений 6; 10; 27,5; 35; 110 кВ (рис. 4).**



Рис. 4. Ограничители перенапряжений 27,5; 6; 10 кВ

Ограничители перенапряжения состоят из колонки варисторов, стеклопластиковой трубы с перфорацией и защитной оболочки. Защитная оболочка ограничителей изготавливается из кремнийорганической силиконовой резины, стойкой к горению и устойчивой к воздействию агрессивных внешних факторов окружающей среды (влаги, пыли, растворы солей и т. д.). В то же время такая оболочка является менее взрывоопасной по сравнению с оболочками из твердых материалов.

Внутренняя полость ОПН заполнена самоотверждающимся жидким силиконовым компаундом, что значительно увеличивает электрическую прочность по границе раздела материалов (по сравнению с воздушной средой) и улучшает отвод тепловой энергии импульса.

Варисторы, собранные в колонки и сжатые с помощью пружины, помещены внутрь термоусаживаемой трубки, которая защищает поверхность варисторов от загрязнения при сборке (образования токопроводящего слоя), а место контакта варисторов – от попадания заливающего изоляционного материала.

Основные параметры ограничителей перенапряжения приведены в табл. 5.

Таблица 5

Основные параметры ограничителей перенапряжения

Класс напряжения сети, кВ	6	10	27,5	35
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение, кВ	6,6...7,2	10,5...12,0	30	40,5
Номинальный разрядный ток, кА	10	10	10	10
Пропускная способность ограничителя (2 мс), А	400	400	400	400
Остающееся напряжение при грозовом импульсе тока 8/20 мкс (10 кА), кВ	27,8	42,8	102	130
Остающееся напряжение при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс (500 А), кВ	21,6	31,2	78	100
Изоляционная высота, мм	127	158	426	495
Длина пути утечки, мм	250	350	1 000	1 200
Масса, кг	3,2	3,5	11,6	13,3

Опытные образцы ограничителей проходят эксплуатационные испытания и в ближайшее время поступят в серийное производство.

Дальнейшее расширение номенклатуры на ближайший период мы видим в разработке и освоении полимерных опорно-стержневых изо-

ляторов 110 кВ на изгибающие нагрузки 4; 6; 10 и 12,5 кН, а также ограничителей перенапряжений, проходных и опорно-стержневых изоляторов для электроподвижного состава.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

А. БЯЛОНЬ, А. ТОРУНЬ (Отделение управления железнодорожным движением и телеинформатики. Научно-технический центр железнодорожного транспорта, Польша)

ТРЕБОВАНИЯ ПКП ДЛЯ ЛИНИЙ 200 И 250 КМ/Ч

Наведено вимоги до швидкісних ділянок на польській залізниці.

Приведены требования к скоростным участкам на польских железных дорогах.

The requirements to the speed areas on the pol's'kykh ferrous road are resulted.

В 1996-99 гг. Научно-технический центр железнодорожного транспорта реализовал тему 6911/23 «Технические стандарты – подробные технические условия для модернизации линии ЦМК до скорости 200...250 км/ч». Тема охватывала ряд вопросов, необходимых для повышения скорости на линии ЦМК и в большинстве случаев решаемых независимо от европейских работ по директиве 96/48/ЕС о интероперабельности трансевропейской системы высокоскоростных железных дорог.

С августа 2001 г. по февраль 2002 г. Научно-технический центр железнодорожного транспорта реализовал тему 6924/23 под таким же названием, основной целью которой было пополнение и актуализация подробных технических условий на фоне законодательных изменений и технического прогресса. И особенно актуализация технических стандартов модернизации линии ЦМК, согласно тогда еще официально не изданным, но уже доступным техническим спецификациям для интероперабельности трансевропейской системы высокоскоростных железных дорог.

Приготовилась разработка, охватывающая требования касающиеся:

- земляного полотна и верхнего строения пути;
- пересечений и предохранения линий;
- искусственных сооружений;
- кубатурных объектов и малой архитектуры;
- электроснабжения;
- управления ж.-д. движением;
- локомотивов по 200 км/ч;
- пассажирских вагонов по 200 км/ч;
- пассажирских поездов по 250 км/ч;
- радио и дальней связи;
- перевозочных вопросов;
- вопросов защиты окружающей среды.

К разработке прилагались информация о стандартизации и нормализации в сфере ж.-д.

пути, управления ж.-д. движением, радиосвязи, дальней связи, электромагнитной совместимости, перевозочных вопросов, вопросов защиты окружающей среды и избранные материалы-источники. Конечная разработка подготовлена в форме CD, позволяющей не только распечатать избранные вопросы, но и поиск информации в полном объеме.

Принималось, что по линии ЦМК следовать будут поезда с различными максимальными скоростями и различными техническими параметрами. Модернизации будут подвергаться исключительно те устройства, технические и функциональные параметры которых не выполняют требований вытекающих из увеличения допустимой скорости движения к 250 км/ч. По линии ЦМК следовать будут как локомотивы снабженные устройствами контроля следования поезда, так локомотивы не снабженные ими.

В области ж.-д. пути, подвижного состава, электро- и энергоснабжения, организации движения и защиты окружающей среды, в требуемом объеме принималось различие технических и эксплуатационных параметров, выступающих при движении со скоростями 200 и 250 км/ч.

Опираясь на параметры, представленные в договорах AGC и AGTC (междупутье 4 200 мм, габарит груза – UIC C1) и параметры из записей технических спецификаций для интероперабельности (междупутье 4 200 мм, габарит сооружения вычислен согласно кинематическому габариту подвижного состава GC) были приняты следующие целевые параметры: существующее междупутье 4 500 мм – как выполняющее самые строгие требования, габарит сооружения, вычисленный для кинематического габарита GC на основе памяток UIC 505-1, 505-4 и 506.

На основе результатов теоретических проездов поезда из г. Гродзиск в г. Заверце (для $V_{\max}$ 200 км/ч – 69,7 мин, для $V_{\max}$ 250 км/ч – 56,7 мин) время пропуска поезда для высокоскоростных поездов определяется на 4,5 мин.

Принялись следующие требования для путевых систем:

- на станциях минимально по 1 главному пути добавочно для каждого направления, тупиковый путь остается для постоа состава DPUS;
- ограничение числа стрелочных переводов 1:18,5 из-за отказа от половины трапеции в одной станционной головке;
- застройка добавочных диспетчерских проходов по маршрутам Opoczno-Olszamowice и Olszamowice-Włoszczowa.

Технические стандарты – подробные технические условия для модернизации линии ЦМК до скорости $V\ 200...250$ км/ч составляют огромную разработку, касающуюся многих и различных вопросов. Подробное их рассмотрение в докладе невозможно. В связи с этим в данной работе представлены будут только объем разработки и основные требования, так чтобы каждый заинтересованный мог ответить себе на вопрос о поисках подробных информации в данной разработке.

Стандарты охватывают:

Земляное полотно:

- модуль деформации полотна 120 МПа;
- защитные слои с нетканого материала.

Верхнее строение пути:

- технический класс рельсов 0;
- рельсы UIC 60;
- железобетонные шпалы;
- упругое крепление рельсов;
- показатель качества пути $J \leq 1$).

Стрелочные переводы:

- UIC60-1200 – 1:18,5 с подвижным сердечником крестовины;
- UIC60-500 – 1:12.

Инженерные объекты:

- прочностные и конструкционные требования;
- проверка вибраций и деформации конструкций.

Кубатурные объекты:

- требования для зданий с учетом вибраций и шума;
- платформы высотой в 0,55 м с подходом под рельсами;
- принципы положения объектов малой архитектуры станций и остановок;
- звукопоглощающие экраны 5...7 dB;
- принципы определения нагрузки сооружения воздушной волной;

Пересечения и предохранение линий:

- пересечения с дорогами в одном уровне недопускаются;

- пересечения с трубопроводами в железобетонных каналах под рельсами;
- параллельные дороги с подъездами;
- диагностические устройства для обнаружение мест деформации в колесе и перегрева осей на въездах на ЦМК;

- заборы на станциях, застроенных зонах, в местах миграции животных, около виадуков;

Контактную сеть и токоприемники:

- геометрия контактной сети;
- основные параметры контактной сети;
- оценка качества приема тока в динамических условиях;
- основные требования касающиеся токоприемника;
- тип воздушной стрелки, основные требования к несущей конструкции контактной сети;
- основные требования к системе пожаробезопасности и защиты от короткого замыкания до земли для устройств контактной сети.

Устройства снабжения контактной сети:

- систему снабжения контактной сети;
- объекты снабжения контактной сети;
- снабжение и силовая цепь тяговых подстанций;
- снабжение и силовая цепь постов секционирования.

Устройства нетяговой электроэнергетики:

- способ снабжения нетяговых приемников;
- электрообогрев стрелочных переводов;
- освещение ж.-д. районов.

Сигнализацию:

- по 160 км/ч – существующая путевая сигнализация;
- свыше 160 км/ч – постовая сигнализация ERTMS/ETCS.

Стрелочные приводы и возвращающие системы:

- неразрушимые приводы, оборудованные трехфазовыми двигателями;
- контроль положения остряков.

Контроль занятости пути: существующие бесстыковые рельсовые цепи или счетчики осей.

Станционную централизацию: компьютерные или релейные устройства с компьютерными пультами централизации.

Путевые блокировки: двухзначная путевая автоблокировка по 160 км/ч.

Контроль следования поезда:

- все поезда оснащены активной рукояткой бдительности;
- оставление автотормоза;
- система ERTMS/ETCS уровня 2.

Радиосвязь: безопасная цифровая радиосвязь в системе ERTMS/GSM-R.

Интегрированная система управления и контроля движения:

- управление движением с одного дистанционного центра;
- несколько уровней отображения условий движения;
- вспомогание диспетчерских функций управления движением поездов;
- обеспечение возможности передачи вспомогательных специальных поручений;
- автоматизация процесса документации процесса следования;
- возможность свободного раздела районов управления движением к постам участковых дежурных по станции.

Передача информации в диспетчерский филиал: модульная система диагностики приспособлена к взаимодействию с диагностическими подсистемами отдельных систем СЦБ.

Коммутационные системы:

- цифровые централи с интеграцией услуг по стандартам ISDN;
- новые телекоммуникационные услуги (голос, данные);
- обслуживание аналоговых и цифровых абонентов;
- коммутация пакетов.

Телетрансмиссионные системы:

- телетрансмиссионные цифровые устройства SDH STM-4 или STM-16;
- телетрансмиссионные цифровые устройства PDH;
- оптические системы с делением длины волны DWDM).

Устройства связи: цифровые устройства, интегрирующие разные типы связи в выделенных сетях.

Оптотелекоммуникационные линии:

- оптоволоконные кабели одномодные;
- диэлектрические по предложениям ITU-T G.652 (без смещенной дисперсии) по предложениям ITU-T G.655 (со смещенной ненулевой дисперсией).

Требования по защите окружающей среды в рамках планирования инвестиции:

- анализ состояния окружающей среды – качества и чувствительности натуральных ресурсов в сфере линий и термодинамика процессов окружающей среды;
- анализ и оценка предлагаемых решений, в том числе материалов, техники и технологий с точки зрения влияния на окружающую среду.

Требования по защите окружающей среды в рамках реализации инвестиции:

- смягчение отрицательных влияний, возникающих во время строительных и модернизационных работ;

– возмещение ущербов, возникающих во время реализации инвестиции, особенно ведение компенсации природы.

Требования по защите окружающей среды в рамках эксплуатации линий:

- предохранение от возникновения загрязнений;
- защиты от проникновения возникших загрязнений в окружающую среду;
- мониторинг загрязнений и тягостей.

Требования для локомотивов 200 км/ч:

- ширина колеи 1435 мм;
- система осей Vo;
- эксплуатационная скорость 200 км/ч;
- конструкционная скорость 220 км/ч;
- напряжение электроснабжения 3 кВ постоянного тока;

– эффективный коэффициент полезного действия мин. 86 %;

- мощность на длине окружности ведущего колеса макс. 6 МВт;
- масса локомотива макс. 85 т;
- длина локомотива макс. 19 м.

Локомотив должен давать возможность ведения с его помощью:

- экспресс-поездов 600 т со скоростью 200 км/ч;
- скорых пассажирских поездов 800 т со скоростью 160 км/ч;
- скорых грузовых поездов 1 200 т со скоростью 140 км/ч;
- грузовых поездов 2 200 т со скоростью 100 км/ч.

Требования для вагонов 200 км/ч:

- тип Z1 согласно требованиям UIC, IEC, CEN, CENELEC;
- для скорости свыше 200 км/ч требуется тяговая единица или модульный поезд.

Требования для поездов $V_{\max}$ 250 км/ч:

- ширина колеи 1 435 мм;
- эксплуатационная скорость 250 км/ч;
- напряжение снабжения 3 кВ постоянно-го тока;

– эффективный коэффициент полезного действия мин. 86 %;

- мощность поезда при 3КВ постоянного тока для состава массой 450 т 6 МВт;
- мощность поезда при 3КВ постоянного тока для состава массой 300 т 4 МВт;
- максимальная нагрузка колесной пары 170 КН.

Проезды со скоростью по 250 км/ч могут реализовать:

- тяговые единицы (составлены из моторных вагонов, вагонов с кабиной управления

и прицепных вагонов с приводом, разделенным на многие оси поезда с кабинами машиниста по обоим концам и помещениями для пассажиров во всех вагонах);

– групповые поезда (составлены из двух одинаковых крайних двигательных модулей и нескольких вагонов);

– тяговые единицы и групповые поезда могут применять вагоны с наклонными или стандартными кузовами.

Выводы

Разработанные технические стандарты учитывают актуальный этап знаний, который в польских условиях по высокоскоростным линиям следует считать неполным. В связи с этим стандарты должны актуализироваться с появлением новых результатов испытаний и новых документов.

В рамках работ, в результате которых является возможной актуализация стандартов, ЦНТК будет разрабатывать актуализированные главы «Технических стандартов ... для ... линии ЦМК...».

Разработанные «Технические стандарты ... для ... линии ЦМК...» должны использоваться при разработке технических торговых требований и при оценке представленных предложений.

Должны они тоже составлять основу разработки подробных принципов приема устройств на модернизированной линии ЦМК и в будущем должны учитываться при разработке принципов содержания и эксплуатации устройств и сооружений для линии ЦМК.

При повышении скорости движения на линии следует провести функциональные и безопасные тесты для допуска в эксплуатацию подвижного состава и инфраструктуры со скоростями 200...250 км/ч.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Białoń A., Pawlik M., Toruń A. I inni «Standardy techniczne – szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji linii CMK dla prędkości 200/250 km/h». CNTK Warszawa 2002.
2. Dyrektywa 2001/16/EC z 19 marca 2001 «O interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych».
3. Dyrektywa 96/48/EC z 23 lipca 1996 r. «O interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości».
4. Decyzja 2001/260/EC z 21 marca 2001 r. «O podstawowych parametrach systemu sterowania» zawierająca specyfikacje ERTMS/ETCS i ERTMS/GSM-R.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЛЯРНОГО СПОСОБА СЪЕМКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРИВЫХ

Розглянуто питання точності нового полярного способу зйомки залізничних кривих.

Рассмотрены вопросы точности нового полярного способа съемки железнодорожных кривых.

Questions of accuracy new polar way of shooting of railway curves are considered.

С появлением электронных тахеометров появилась возможность выполнять координатную съемку железнодорожных кривых полярным методом. Целью данной работы является системный анализ точности съемки кривых полярным способом вообще и сравнительная оценка точности при разных комбинациях измеряемых величин.

Общий случай съемки состоит в совместном определении координат точек железнодорожной кривой и пунктов съемочного обоснования в виде полигонометрических знаков, располагаемых вблизи железнодорожного пути, по одновременно измеренным величинам — углам, горизонтальным проложениям и стрелам. Методика исследования толерантна к измерениям любых величин вплоть до того, что координаты точек трактуются как измеренные величины. Известно, что параметрический способ исчисления средних значений методом наименьших

квадратов, сопровождающийся одновременным расчетом точности и меры связи ошибок средних значений, при заданной точности измеряемых величин, позволяет наилучшим способом исследовать методику измерений, вплоть до элиминации любых комбинаций «избыточных» измеряемых величин. Тем самым, имеется возможность исследовать зависимость точности координат снимаемых точек от числа измеренных величин, их вида и взаимного положения снимаемых точек. Конечно, при универсальной методике исследование остается конкретным в смысле геометрической определенности пространственного положения снимаемых точек.

В качестве примера принята кривая длиной 800 и радиусом 1 000 м с точками деления пути через 100 м (пикеты), с системой координат с пикета 0 на пикет 8 и полигонометрический ход съемочного обоснования с четырьмя пунктами (рис. 1).

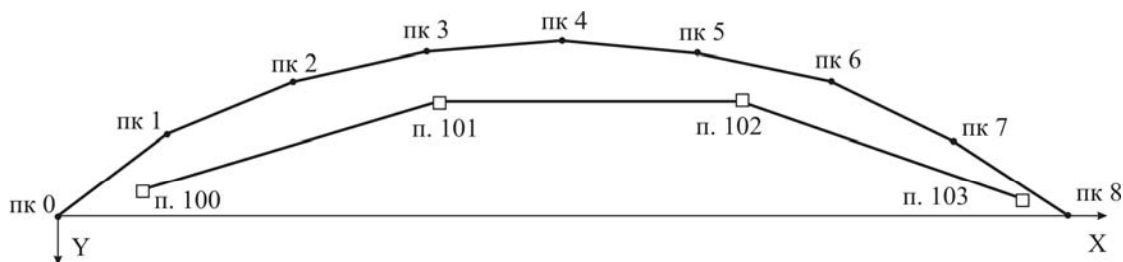


Рис. 1

При этом в полной модели для определения 23 координат 12 точек (15-ти координат точек деления пути и 8-ми координат 4-х пунктов полигонометрического хода 100...103) предполагаются измеренными 49 величин: 8 расстояний при разбивке точек деления пути; 15 линейных засечек на пикеты с пунктов полигонометрии, 3 расстояния между пунктами полигонометрического хода и 20 горизонтальных углов. Вся система симметрична относительно середины кривой, линии полигонометрического хода приняты длиной по 250 м.

Исходная матрица производных 49 измеренных величин по 23-м определяемым координатам $B (49 \times 23)$ была организована так, чтобы ее удобно было «урезать», исключая определенные виды измерений. Например, исключая первые 8 строк, рассматриваем вариант без строгой разбивки точек деления пути, а, исключая первые 27 строк, получаем вариант угловых засечек с пунктов полигонометрического хода без строгой разбивки точек деления пути. Тем самым, рассмотрено, помимо полного еще 6 вариантов возможных съемочных стратегий вплоть до полной трилатерации (без угловых измерений).

Сразу отметим, что ввиду специфики задачи, пункты съемочного обоснования должны располагаться вблизи железнодорожной кривой. Следовательно, углы при засекаемых точках могут быть не очень благоприятными. Не рассматривался вариант с измерением углов поворота хорд, хотя такой вариант съемки (как в способе Гоникберга) возможен.

В исследуемой модели дисперсии горизонтальных углов и горизонтальных проложений приняты равными $10^{\circ 2}$ и 10 мм^2 соответственно. Измерения с такой точностью обыкновенны при работе с электронными тахеометрами. Корреляции углов засечек, выполняемых с одной точки полигонометрического хода и равные $5^{\circ 2}$, не позволяли принять весовую матрицу измеренных величин единичной.

Как и следовало ожидать, стратегия полного набора измерений обеспечила не только наибольшую расчетную точность определения координат, но и наименьшие корреляции ошибок по осям координат.

Так как ошибки определения положения снимаемых точек характеризуются двумерной случайной величиной, для решения практических задач необходимо для каждой определяемой точки рассчитать эллипс ошибок по двумерным ковариационным матрицам

$$\sigma_{xy}^2 = \frac{1}{2} \left(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 \pm \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4K_{xy}^2} \right) \quad (1)$$

и угол поворота его большего диаметра относительно оси X

$$\alpha = \frac{1}{2} \arctg \left[\frac{2K_{xy}}{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)} \right]. \quad (2)$$

В таблице приведены величины диаметров эллипсов ошибок σ_x и σ_y , вычисленные по формуле (1) в миллиметрах, и углы поворотов α их осей (2) относительно исходной системы координат в градусах для четырех съемочных стратегий.

Таблица

ПК	Стратегии											
	1			2			3			4		
	σ_x	σ_y	α	σ_x	σ_y	α	σ_x	σ_y	α	σ_x	σ_y	α
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2,1	1,3	-22	3,0	1,7	-26	3,3	1,8	-20	21,3	2,8	-
												19
2	2,7	2,1	-13	4,0	1,9	-14	4,3	2,4	-18	40,6	10,2	-
												14
3	2,9	2,6	+32	3,4	2,5	-4	5,3	3,1	-16	42,5	8,1	-8
4	3,0	2,8	+131	3,4	2,6	+1	6,0	3,2	-12	31,9	7,1	-7
5	3,1	2,8	+38	3,6	2,5	+4	6,7	3,1	-9	42,5	8,7	+1
6	3,3	2,3	+12	3,9	1,9	+6	7,2	3,1	-5	34,6	9,6	0
7	3,4	1,5	+6	4,0	1,5	+7	7,6	1,8	+2	32,5	9,6	+4
8	3,6	0	0	4,0	0	0	8,0	0	0	32,8	0	0

Первая съемочная стратегия выполняется со строгой разбивкой точек деления пути, полигонометрическим ходом, угловыми и линейными засечками пикетов с пунктов полигонометрического хода. Во 2-й стратегии измеряются те же величины, но без строгой разбивки точек деления пути. В первом случае измерялось 49 величин, во втором – 41. Уменьшение точности (увеличение осей эллипсов ошибок в столбцах 5 и 6 по сравнению с числами в столбцах 2 и 3), разумеется заметное, но небольшое. Поэтому с практической точки зрения, выполнять точные

(и трудоемкие) измерения расстояний между точками деления пути нецелесообразно.

Применение 3-й стратегии угловых засечек, даже с трудоемкой строгой разбивкой точек деления пути оказалось менее точным (столбцы 8 и 9).

Приводить численные характеристики всех других возможных стратегий съемок нет необходимости. Примером неприемлемо малой точности служит стратегия 4 в таблице (угловые засечки без строгой разбивки точек деления пути) (столбцы 11 и 12).

Следует отметить, что линейные засечки при углах близких к 180° фактически означают повторные измерения расстояний и почти не уточняют определение координат по оси Y , а угловые засечки при этом уточняют координаты по оси Y и не участвуют в измерении положения снимаемых точек по оси X .

На рис. 2 приведена схема эллипса ошибок на ПК 4 для стратегии 1.

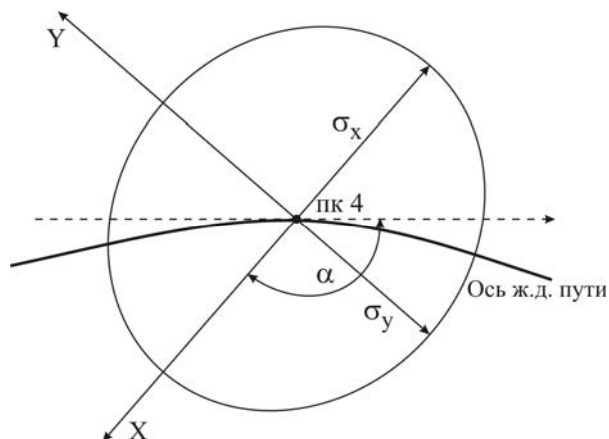


Рис. 2

Завершая анализ возможных стратегий съемки, считаем важным подчеркнуть, что именно применение комбинированных засечек позволяет ослабить неблагоприятные последствия недопустимых в обычной геодезической практике угловых засечек.

В рассмотренном примере из всей совокупности измерений на все точки деления пути одновременно обрабатываются лишь относящиеся к пикетам. Теоретически возможна обработка сразу всех измерений, но округление величин производных в матрице B , при большом ее размере, неизбежно приведет к проблеме обращения матриц, близких к вырожденным. В связи с этим, вычисления координат точек деления пути, расположенных между пикетами, целесообразно вести во вторую очередь, опираясь на координаты пунктов полигонометрии и их ковариационные матрицы.

Как уже было видно из сравнения двух первых стратегий, ввиду незначительного возможного уточнения координат пикетов при совместной обработке всех измерений, этим уточнением можно пренебречь. Принимая во внимание почти линейное изменение величин дисперсий координат от пикета к пикету, можно определить их для промежуточных точек путем интерполяции. Условие же комбинированной засечки остается необходимым, но решать ее можно и не строгим способом.

Помимо расчетной точности определения координат точек деления пути, однозначно соответствующей проектируемой точности измерений (задаваемой матрицей K_{ll}), необходима вероятностная оценка результатов полевых измерений на предмет соответствия их точности проектной. Это нужно и для исключения грубых ошибок, и для построения доверительных интервалов координат точек.

Например, при заданном доверительном интервале для координат наиболее слабой снимаемой точки (точнее доверительного эллипса ошибок) может быть рассчитана проектная матрица K_{ll} измеряемых величин. С другой стороны, отклонения измеренных величин от усредненных (вычисленных по координатам точек) характеризуют совокупную фактическую точность измерений и могут обнаруживать наличие грубых ошибок.

Надежность статистических оценок при соблюдении стационарных условий измерений определяется, в первую очередь, числом степеней свободы – так называемых «избыточных измерений». В нашем случае это разность числа измеренных величин и числа определяемых координат. В полной модели эта разность равна $49 - 23 = 26$. Грубо говоря, каждая из координат определяется как бы дважды.

В варианте без строгой разбивки точек деления пути число степеней свободы на 8 меньше, всего 18. И в первом и во втором варианте съемки можно вычислить вектор-столбец отклонений (V) измеренных величин (L) от средних ($\bar{L}$), соответствующих вектору средних координат точек $\bar{X}$:

$$V = L - \bar{L} \quad (3)$$

размером 49 в первом случае и 41-во втором.

Вероятная «взвешенная» сумма квадратов компонентов этих векторов при нормальном распределении описывается χ^2 -распределением [1]. Ее интервал строится по числу степеней свободы и принятой доверительной вероятности. Он может быть и двухсторонним, если есть основания предполагать возможность фактического выхода за расчетные пределы в обе стороны.

Итак, контроль качества измерений будет состоять в построении доверительного интервала:

$$\chi_{m,1-p}^2 \geq V^T \cdot K_{ll}^{-1} \cdot V \geq \chi_{m,p}^2, \quad (4)$$

где m – число степеней свободы; p – половинный уровень значимости (например, при доверительной вероятности 95 % уровень значимости равен 5 %).

Если же строится односторонний интервал, то критерий определяют на полный уровень значимости. При односторонней функции риска (существенна величина ошибки, а не ее знак) число в (4) не должно превышать теоретического, а p принимается равным уровню значимости. Например, если уровень значимости 5 %, а число степеней свободы 26 – табличное значение $\chi_{26;95}^2 = 38,9$.

Если число, вычисленное по (4) окажется больше, то с вероятностью 0,95 придется заключить, что фактическая точность полевых измерений ниже проектной. После проверки гипотезы о точности измерений для координат каждой точки может быть построен эллипс вероятных наибольших ошибок путем увеличения размера его полуосей в k раз.

При доверительной вероятности 95 % этот множитель равен 1,96. Кстати, характеризуя точность измерений, обычно подразумевают двойную стандартную ошибку. Так что точность съемки пикета 4 характеризуется эллипсом с полуосями 6,0 и 5,6 мм (столбцы 2 и 3) при самой точной из рассмотренных нами стратегий съемки.

В определенных случаях необходимо знать точность определения снимаемых точек по некоторым выделенным направлениям. Например, для расчета рихтовок кривых требуется знать вероятные радиальные ошибки.

Дирекционные углы из центра кривой на i -й пикет вычисляются по формуле

$$\alpha_i = 100i/R - 0,5(\varphi + \pi), \quad (5)$$

где R – радиус кривой; φ – угол поворота; i – номер пикета.

Угол, составленный большой полуосью эллипса ошибок, равен разности дирекционного угла полуоси α_{i3} и дирекционного угла радиуса

$$\gamma_i = \alpha_{i3} - 100i/R + 0,5(\varphi + \pi), \quad (6)$$

а стандартная радиальная ошибка на пикете вычисляется по формуле

$$\sigma_{R,i} = \frac{\sigma_{x,i} \cdot \sigma_{y,i}}{\sqrt{\sigma_{x,i}^2 \sin^2 \gamma_i + \sigma_{y,i}^2 \cos^2 \gamma_i}}. \quad (7)$$

Приведенные в таблице эллипсы ошибок и их ориентации как раз и нужны для этой цели. В принятой системе координат координаты пикета 0 безошибочны. Но радиальная ошибка на пикете 8 нулю не равна.

Чрезвычайно полезным может быть использование эллипсов ошибок для нахождения значений координат существующей кривой для расчетов выправки кривой. В этом случае находят математическое выражение для плавной кривой, которая проходит через все эллипсы ошибок. Для дальнейших расчетов выправки предполагают, что истинное положение существующей кривой совпадает с найденным математическим описанием.

Выводы

1. Данная методика исследования и расчета точности проектируемой съемки железнодорожного пути может с успехом применяться при обработке результатов съемки.
2. При съемке точек деления пути с пунктов полигонометрии, располагаемых вдоль пути, необходимо применять комбинированные засечки.
3. Достаточную точность съемки пути обеспечивает электронный тахеометр.
4. Точки деления пути должны быть маркированы, расстояния между ними можно не измерять.
5. Координаты точек деления пути между пикетами необходимо вычислять во вторую очередь, используя координаты точек хода и пикетов.
6. Эллипсы ошибок могут быть использованы для нахождения математического описания существующей кривой

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г. Г. Абезгауз и др. Справочник по вероятностным расчетам. – М.: Воениздат Минобороны СССР. 1970. – 536 с.

Поступила в редколлегию 26.04.2006.

К. В. КОРНОУХОВА (ОАО «Днепропетровский стрелочный завод»),
В. А. МИРОШКИН (ГП ДОСЖТ)

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Наведені технічні характеристики нових стрілочних переводів, а також коротка інформація про застосування в стрілочних переводах підтримуючих роликів для полегшення переміщення вістряків.

Приведены технические характеристики новых стрелочных переводов, а также краткая информация о применении в стрелочных переводах поддерживающих роликов для облегчения перемещения острых.

Technical descriptions of new pointer translations, and also short information, about application in pointer translations of supporting rollers for facilitation of moving of wits are resulted in the article

Стрелочные переводы являющиеся неотъемлемой частью железнодорожной инфраструктуры, представляют один из слабых компонентов пути. Они сложны, подвержены отклонениям геометрических параметров и повреждениям в эксплуатации, поскольку их конструкция включает движущиеся части и крестовину, на которые воздействуют высокие динамические нагрузки. Это удорожает их техническое обслуживание и ремонт, обуславливает высокие расходы на текущее содержание пути. С отказами стрелочных переводов, наиболее характерными из которых является неправильное положение острия и замыкание рельсовых цепей, связаны частые нарушения движения поездов.

Стремлением решить эти проблемы вызвано созданием Открытым акционерным обществом ОАО «Днепропетровский стрелочный завод» стрелочных переводов нового поколения с поддерживающими роликами для облегчения перемещения острых.

Стрелочный перевод проекта Дн 060.00.000

Прогрессивный стрелочный перевод типа Р65 марки 1/18 проект Дн 060.00.000 с поддерживающими роликами, предназначенный для скоростного движения, уложенный на ст. Вольнянск, ст. Никополь и ст. Новоукраинка, включает как новые компоненты, так и использование в стрелочных переводах ранних разработок. Наличие в конструкции крестовины с непрерывной поверхностью катания и внешних замыкателей обеспечивает безопасность движения по прямому пути до 200 км/ч.

Стрелочный перевод предусмотрен для укладки как на железобетонные, так и на деревянные брусья. Общий вид стрелочного перевода Дн060.00.000 показан на рис. 1. Основные технические характеристики стрелочного перевода приведены в табл. 1.



Рис. 1. Общий вид стрелочного перевода Дн 060.00.000, уложенного на ст. Вольнянск

Таблица 1

Основные технические характеристики

Характеристика	Показатель
Вид стрелочного перевода	Обыкновенный
Тип	Р65
Марка крестовины	1/18
Ширина колеи, мм	1 520
Вид крестовины	НПК, с гибким подвижным сердечником
Особенности гарнитуры	С внешним замыкателем
Полная длина, мм	61 660
Радиус бокового пути, мм	962 500
Максимальная скорость движения подвижного состава, км/ч:	
по прямому пути	200
по боковому пути	80
Вид острых	Гибкие с приварными рельсовыми окончаниями
Вид основания	Железобетонные или деревянные брусья
Вид скрепления	Раздельное, упругое

Стрелочные переводы проектов Дн 300.00.000, Дн 400.00.000

Аналогичные предыдущему прогрессивные стрелочные переводы типа Р65 марки 1/11 пр. Дн300.00.000 и Дн400.00.000 с поддерживающими роликами уложены на ст. Холимоново, ст. Белополе и др. Эффективно работают в тяжелых условиях.

Стрелочный перевод предусмотрен для укладки как на железобетонные (с шурупно-дюбельным креплением подкладок), так и на деревянные брусья. Общий вид стрелочного перевода Дн300.00.000 показан на рис. 2. Основные технические характеристики стрелочного перевода приведены в табл. 2.



Рис. 2. Общий вид стрелочного перевода Дн 300.00.000, уложенного на ст. Холимоново

Таблица 2

Основные технические характеристики

Характеристика	Показатель
Вид стрелочного перевода	Обыкновенный
Тип	Р65
Марка крестовины	1/11
Ширина колеи, мм:	
по прямому пути	1520
по боковому пути	1530
Вид крестовины	НПК, с гибким подвижным сердечником
Особенности гарнитуры	С внешним замыкателем
Полная длина, мм	45 863
Радиус бокового пути, мм	338 095
Максимальная скорость движения подвижного состава, км/ч:	
по прямому пути	160
по боковому пути	500
Вид остряков	Гибкие секущего типа
Вид основания	Железобетонные или деревянные брусья
Вид крепления	Раздельное, упругое

Стрелочный перевод проекта Дн 365.00.000

Новый стрелочный перевод типа Р65 марки 1/18 пр. Дн 365.00.000 цельнолитая крестовина с приварными рельсовыми окончаниями и поддерживающими роликами для облегчения перемещения остряков, был принят представителями Укрзалізниці в апреле 2006г.

Конструктивная скорость движения подвижного состава по прямому пути до 140 км/ч. Стрелочный перевод предусмотрен для укладки на деревянные брусья. Общий вид стрелочного перевода Дн365.00.000 показано на рис. 3. Основные технические характеристики стрелочного перевода приведены в табл. 3.



Рис. 3. Общий вид стрелочного перевода Дн 365.00.000, уложенного на испытательном полигоне завода ОАО «Днепропетровский стрелочный завод»

Таблица 3

Основные технические характеристики

Характеристика	Показатель
Тип	Р65
Марка крестовины	1/18
Вид крестовины	Цельнолитая с приварными рельсовыми окончаниями
Ширина колеи, мм:	
по прямому пути	1 520
по боковому пути	1 520
Практическая длина, мм	57 515
Полная длина, мм	70 015
Теоретическая длина, мм	49 258
Длина остряков	15 500
Максимальная скорость движения подвижного состава, км/ч:	
по прямому пути	140
по боковому пути	80
Вид остряков	Гибкие
Вид основания	Деревянные брусья
Вид крепления	Клеммы

Поддерживающие ролики

Поддерживающие ролики могут быть легко и быстро установлены на новые и уложенные в путь стрелочные переводы. В результате использования материалов высокого качества в конструкции поддерживающих роликов продолжительность их эксплуатации ограничивается только сроком службы стрелочных переводов. Место установки роликовых узлов показано на рис. 4.



Рис. 4. Место установки роликовых узлов на стрелочном переводе проекта Дн300.00.000, уложенного на ст. Халимоново

Узел поддерживающих роликов состоит из роликовой опоры с роликом, станины с одной стороны, изготовленной из уголкового профиля (75×75), к которой приварена соединительная планка с отверстиями для крепления узла, а другая сторона крепится непосредственно к рамному рельсу с помощью клемм. Ролик изготовлен из стали Ст.6 с последующей закалкой наружной поверхности, что обеспечивает долговечность его эксплуатации. Для уплотнения ролика с осью применяются два сальниковых кольца.

Регулировка расположения опоры ролика осуществляется его перемещением по гребенке, которая нарезана на уголках опоры станины. Общий вид поддерживающего ролика установленного на стрелочном переводе приведен на рис. 5.

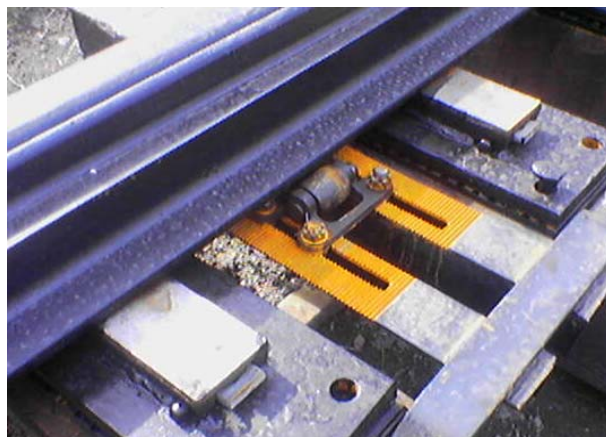


Рис. 5. Общий вид поддерживающего ролика

При изменении направления движения по стрелочному переводу остриек наезжает на ролик и приподнимается над подкладками с подушками, вследствие чего снижается сопротивление перемещения острия и устраняется потребность смазывания подушек. Расположение поддерживающего ролика гарантирует, что снег, лед, загрязнители и т. п. не воздействуют на его вращение. Роликовый узел стойкий к широким колебаниям температуры и ненастью, например, дождю, морозу и снегу.

Применение поддерживающих роликов благоприятно влияет на работу стрелочного перевода в комплексе с переводным механизмом в тяжелых эксплуатационных условиях.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

ПРИЧИНЫ И МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ РАЗВИТИЯ УСТАЛОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ РЕЛЬСОВ

Наведено заходи щодо попередження виникнення втомних дефектів на поверхні катання головки рейки.

Приведены мероприятия по предупреждению возникновения усталостных дефектов на поверхности катания головки рельсов.

Measures on warning of origin of tireless defects on the surface of rolling of head of rails are described in the article.

Причины усталостных дефектов

Контактно-усталостные дефекты рельсов делятся на две основные группы: возникающие на поверхности катания рельсов и зарождающиеся внутри головки. К поверхностным дефектам относятся трещины на рабочей грани головки рельса, дефекты поверхности катания головки в виде темных пятен и волосные поверхностные трещины. Усталостные дефекты возникают вследствие значительных напряжений в головке рельсов в условиях действия высоких нагрузок от колес подвижного состава. Это обусловлено тем, что в Украине поезда обращаются на линиях с большим недостатком возвышения в кривых, что и вызывает перегрузку наружной рельсовой нити, особенно от вагонов с высоким расположением центра тяжести.

Такие нагрузки вызывают особо высокие напряжения при рассогласовании профилей колеса и рельса. Поэтому профиль рельса играет важную роль, особенно для твердых рельсов, которые не могут быстро прирабатываться к профилю колес из-за повышенной износостойкости и сопротивляемости пластическим деформациям. Трещины на поверхности рельсов зарождаются в результате сочетания высоких вертикальных нагрузок и горизонтальных растягивающих усилий, которые вызывают сдвиг поверхностных слоев металла. Направление поверхностных трещин указывает на направление растягивающего усилия. Так, поверхностные дефекты в виде темных пятен, возникающие в прямых и пологих кривых, имеют направление трещин поперек оси рельса. Они возникают от действия значительных продольных сил тяги. Волосные трещины, которые появляются на наружной рельсовой нити в кривых, обычно ориентированы под углом к направлению движения и являются следствием сочетания значительных поперечных и продольных сил тяги (рис. 1).

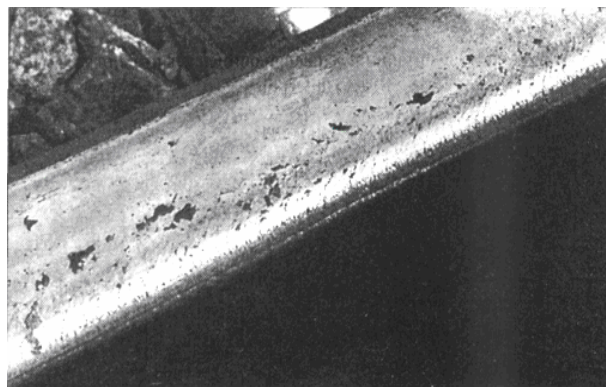


Рис. 1. Общий вид головки рельса с трещинами, направленными под углом к оси рельса

В нескольких случаях выявлено направление трещин вдоль оси рельса, что обусловлено значительными поперечными растягивающими усилиями (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид головки рельса с трещинами, направленными вдоль оси рельса

Трещины на рабочей грани головки рельса, имеющие место в железнодорожных линиях в кривых с большим недостатком возвышения, направлены поперек оси рельса и обусловлены значительными продольными растягивающими усилиями. Как только на поверхности рельса появляется трещина, механизм ее дальнейшего развития связан с заполнением водой или сма-

зочными материалами. Трещина углубляется в головку рельса по направлению движения, а поверхностные слои под воздействием тягового усилия подвижного состава смещаются в обратном направлении. При прохождении колес по трещине, заполненной жидкостью, вследствие гидравлического уплотнения у ее вершины возникают значительные напряжения. Это приводит к росту трещин в длину до 10 мм и в глубину до нескольких миллиметров. Когда трещина вырастает из относительно тонкого, сильно деформированного слоя у поверхности головки рельса, она стремится изменить направление дальнейшего развития, ориентируясь под прямым углом к оси рельса. Иногда она может выйти на поверхность головки рельса или встретиться с другими трещинами, вызывая отслоение металла.

Большое влияние на характер развития трещин оказывают значительные напряжения в рельсе: остаточные от прокатки, температурные и изгибные. Если трещину не удалось обнаружить и устранить, то она продолжает расти до тех пор, пока рельс не перестает выдерживать изгибающий момент от подвижной нагрузки или ударное воздействие колес с ползуном. В обоих случаях результатом становится излом рельса. Можно предположить, что поскольку большие напряжения в основном действуют в продольном направлении, то трещины, направленные поперек продольной оси рельса, оказываются более опасными, чем расположенные под углом к оси рельса.

Увеличение числа контактно-усталостных дефектов в рельсах связано не только с ростом осевых нагрузок, но и с существенным снижением интенсивности износа рельсов в результате более эффективного их смазывания.

Меры по предотвращению развития усталостных дефектов

Основным средством устранения усталостных дефектов в виде трещин на рабочей поверхности головки рельса является периодическое шлифование рельсов.

Идея выборочного шлифования для искусственного увеличения интенсивности бокового износа рельсов была предложена специалистами Национального исследовательского центра Канады. С помощью шлифования удаляются мелкие поверхностные трещины, глубина которых составляет доли миллиметра. Искусственное увеличение интенсивности бокового износа позволяет продлить срок службы рельсов до нескольких сотен или тысяч миллионов тонн брутто поездной нагрузки.

В Японии шлифование рельсов более 10 лет применяется на скоростных линиях для устранения усталостных дефектов в виде темных пятен на поверхности катания. Поскольку они аналогичны дефектам в виде трещин на рабочей поверхности головки рельсов, то можно полагать, что шлифование окажется эффективным средством для устранения этих трещин и на железных дорогах Украины.

Другим достоинством шлифования является возможность изменения профиля головки рельса с целью перераспределения нагрузок и приведения его в соответствие с профилем колеса. В испытаниях на полигоне FAST в Пуэбло после пропуска 28,5 млн. т брутто поездной нагрузки произошел излом рельса из чистой твердой стали. Причиной этого излома явилось несогласование профилей головки рельса и колес, которое вызвало чрезмерно высокие контактные напряжения.

Особенно важную роль играет профиль головки для рельсов из твердой стали, которые обладают высокой износостойкостью и повышенной сопротивляемостью пластическим деформациям. Это обстоятельство, является наиболее вероятной причиной интенсивного развития трещин на рабочей поверхности головки рельсов стрелочных переводов и глухих пересечений, где из-за разуклонки рельсов в течение длительного времени в зоне рабочей поверхности действовали высокие контактные напряжения. На некоторых железных дорогах для снижения этих напряжений с помощью шлифования создавали наклонный профиль головки рельса.

На ряде железных дорог Великобритании стремились снизить интенсивность зарождения контактно-усталостных дефектов путем удаления поверхностных трещин с помощью интенсивного шлифования. Однако в последних испытаниях стали применять слабое шлифование, не удаляющее полностью поверхностные трещины. Такой метод оказался настолько эффективным, что позволил в течение 3 лет сократить вдвое расходы на шлифование и замену рельсов, а также повысить плавность хода и уменьшить расходы на другие путевые работы, включая подбивку шпал. Однако если трещина достаточно глубокая, как показано на рис. 1, шлифование уже не дает положительного эффекта.

Снижению числа контактно-усталостных дефектов в рельсах способствует применение стали улучшенных сортов. Наиболее перспективной является бейнитная сталь, однако, еще требуется определенное время на ее доработку.

Кроме того, в быстро изнашиваемых рельсах снижается вероятность возникновения контактно-усталостных дефектов, но расходы на частую замену рельсов превышают затраты, связанные с использованием более износостойких рельсов и устранением зарождающихся усталостных дефектов. Тем не менее в ряде случаев быстро изнашиваемые рельсы могут оказаться более эффективным средством борьбы с контактно-усталостными дефектами.

Профилактическое шлифование пока не стало обычной практикой текущего содержания рельсов на железных дорогах Европы. В то же время на ряде европейских железных дорог уже более 10 лет применяют шлифование для устранения волнообразного износа рельсов, который также характерен для кривых.

Возможно, случайным совпадением стало то, что, ликвидируя путем шлифования волнообразный износ, эти железные дороги устраняли контактно-усталостные дефекты. Наряду с этим на европейских железных дорогах разработаны технологии профилактического содержания рельсов, а также средства обнаружения и устранения дефектов, не допускающие излом рельсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. S. L. Grassie. International Railway Journal, – 2001, – № 1;
2. Железные дороги мира – 2002, – № 11.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

СТВОРЕННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИНАМІКИ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЮ СЛУЖБОЮ

Описано нормативне забезпечення організаційної структури управління метрологічною службою.

Описано нормативное обеспечение организационной структуры управления метрологической службой.

The normative providing of organizational structure of management of metrology service is described in the article.

Практично кожна науково-технічна програма, розроблена Укрзалізницею, включає положення, які спрямовані на впровадження нових технологій ремонту та обслуговування транспортних засобів, підвищення ефективності роботи та забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту з урахуванням вимог регламентів та директив ЄС, принципів тотального управління якістю TQM (Total Quality Management), міжнародних стандартів ISO серії 9000 та 14000. Після 2000 р. відмічено підвищення активності розвитку та впровадження атестації виробництв з подальшою перспективою запровадження систем управління якістю в різних господарствах залізничного транспорту України.

Після отримання Україною незалежності, на залізничному транспорті виникла об'єктивна необхідність перегляду та створення національної бази нормативних документів, які повинні визначати та регламентувати всі сторони діяльності залізничного транспорту, оскільки нормативні документи Міністерства шляхів сполучення СРСР поступово втрачали актуальність з появою національного законодавства України.

Одним із перших нормативно-правових актів України, який необхідно було впроваджувати на залізничному транспорті був декрет, який встановлював порядок організації та проведення метрологічних робіт. Тому особливому напрямку діяльності – удосконаленню метрологічного забезпечення технологічних процесів, який значною мірою впливає на рівень безпеки експлуатації рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту, поліпшення якості послуг з перевезення пасажирів та вантажів, приділялася і приділяється постійна і вагом увага.

Метрологічною службою Укрзалізниці у 1998–2000 рр. було введено в дію нормативні документи, які закріпили започатковану організаційну структуру управління, права та

обов'язки метрологічної служби на залізничному транспорті з врахуванням вимог чинного законодавства, що поліпшило процеси управління метрологічним забезпеченням складних технічних систем залізничного транспорту (рухомий, пристрої СЦБ, енергопостачання, верхньої будови колії та ін.).

В наступні роки було здійснено інвентаризацію нормативної бази залізничного транспорту, по підсумках якої було видано збірник та поетапно проведено ряд організаційно-технічних заходів, що передбачали перегляд процесу планування робіт із метрологічного забезпечення, забезпечення координації діяльності метрологічної служби залізниць шляхом реструктуризації існуючої організаційної структури управління метрологічної служби, організації роботи з переробки, розробки та впровадження нових нормативних документів з врахуванням вимог чинного законодавства, міжнародних стандартів, новітніх теоретичних розробок та практичних досягнень в галузі стандартизації, сертифікації та метрології, з орієнтацією на систему керування якістю.

Однак слід зазначити, що чинні нормативні документи, які регламентують метрологічне забезпечення, самі по собі не дозволяють оптимізувати та стандартизувати процес управління і проектування метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту та їх складових частин. А проведена інвентаризація та наступним аналізом нормативних документів з метрологічного забезпечення встановив багато недоліків щодо методологічних рекомендацій стосовно побудови методів планування метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту і методик оптимізації та стандартизації організаційних структур управління метрологічним забезпеченням складних технічних систем залізничного транспорту.

Питання розробки та впровадження комплексу нормативних документів з організації метрологічного забезпечення залізничного транспорту з врахуванням сучасних вимог відносятся до актуальних проблем, вирішення яких забезпечить виконання вимог нормативно-правових актів Кабінету Міністрів України, наказів Міністерства транспорту та зв'язку України і Укрзалізниці, регламентів і директив ЄС, технічних нормативів, що встановлюють міжнародні залізничні організації.

З метою удосконалення теоретичних положень і методико-практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту, шляхом розробки та впровадження комплексу нормативних документів з організації метрологічного забезпечення було проведено відповідні теоретичні дослідження та ряд практичних дій, для реалізації яких використовувалися методологія системно-цільового підходу, фундаментальні положення тензорної методології, теорії масового обслуговування, теорії ймовірності і математичної статистики, теоретичної стандартизації, метрології, принципів TQM і систем керування якістю, методи математичного програмування і моделювання, а також положення діючої методології стандартизації нормативних документів.

Для оцінки ефективності метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту на основі принципів TQM і міжнародних стандартів ISO серії 9000, що ставлять дві основні моделі якості, було запропоновано нові підходи до проектування та побудови організаційних структур управління метрологічним забезпеченням. Згідно з підходом ISO продукт є підсумком організаційних процесів, тоді як TQM розглядає процеси у ракурсі задоволення споживачів.

Було враховано, що основну різницю між моделями ISO і TQM становить процес стандартизації. Модель ISO має більш лінійний, лідируючий характер стандартів, кожний із яких має свою галузь застосування, тоді як TQM більш спрямований на організаційний розвиток, на делегування задач і обов'язків. У комплексі ці моделі доповнюють одна одну. Використовуючи можливості і принципи ISO і TQM, було розроблено та впроваджено ряд підходів, що дозволили проаналізувати стан і структуру управління метрологічним забезпеченням на залізницях України з наукової точки зору. Суть цих підходів полягає у врахуванні впливу внут-

рішніх і зовнішніх факторів на дві базові складові метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту – персонал та засоби вимірювальної техніки, які взаємно пов'язані і знаходяться в залежності від управляючих впливів з боку організаційних структур управління.

Відповідальність за якість повинна бути визначена та документально оформлена. Як правило, відповідальність за якість покладається на відповідний підрозділ, кожний фахівець якого повинен відповідати за якість персонально. Подібний підхід склався на залізничному транспорті України вже у 1996 р., за пропозицією метрологічної служби він був закріплений в п. 1.5. розділу 1 Правил технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ): «Кожний працівник залізничного транспорту зобов'язаний дотримуватися вимог стандартів і метрологічних норм та правил...». Аналогічне положення відсутнє в ПТЕ країн СНД.

За підсумками аналізу структур управління метрологічної служби залізничного транспорту було запропоновано організаційну структуру управління метрологічним забезпеченням складних технічних систем залізничного транспорту подати у вигляді просторової структури, що складається з найпростіших елементів, які забезпечують працездатність системи керування метрологічним забезпеченням складних технічних систем залізничного транспорту.

Для вирішення задач, пов'язаних з розробкою математичної моделі та методики, які дозволили враховувати властивості впливу зовнішніх і внутрішніх факторів, при проектуванні організаційних структур управління метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту різних топологій, було вибрано модель організаційної структури управління на основі мереж масового обслуговування, що враховує індивідуальні особливості елементів організаційної структури управління та їх взаємозв'язок. За основу дослідження обрано ймовірносно – часові характеристики в мережі системи масового обслуговування, які являють собою інформаційний потік, а саме, середній час затримки проходження документів, приладів та заявок на перевірку виробів та ін.

Таким чином, схема запропонованої математичної моделі найпростішого елемента організаційної структури управління, – це одноканальна система масового обслуговування з пуассонівським вхідним інформаційним потоком і експонентним часом обслуговування складових потоку

за умов обмеженого розміру буфера. При цьому елемент організаційної структури управління має вхідний та вихідний потоки із своєю інтенсивністю обслуговування та чергу.

Здійснюючи комбінування найпростішими елементами організаційної структури управління, надавалася можливість побудувати організаційну структуру управління будь-якої кінцевої розмірності та складності у вигляді контурної мережі.

Математична модель схеми організаційної структури управління, була побудована на основі тензорної методології. Така модель дозволила встановити співвідношення між середньою кількістю заявок у системі масового обслуговування, інтенсивністю вхідного потоку заявок і часом затримки в системі масового обслуговування.

Використання математичної моделі організаційної структури управління дозволило отримати вирази для аналізу організаційних структур управління метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту різних топологій.

Для оцінки впливу внутрішніх та зовнішніх факторів, таких, як якість кваліфікації персоналу, якість підвищення кваліфікації персоналу, якість засобів вимірювальної техніки, наявність методик обслуговування складних технічних систем залізничного транспорту та інше на ефективність метрологічного забезпечення складних технічних систем, було запропоновано спеціальну систему показників, що характеризують ефективність метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту.

Оцінка проводилася за рядом показників: питомі витрати на метрологічне забезпечення по відношенню до загального обсягу виконаних робіт (обсягу перевезень); збитки на відновлення складних технічних систем залізничного транспорту за одиницю часу; коефіцієнт готовності складних технічних систем ЗТ; періодичність контролю складних технічних систем залізничного транспорту; ймовірність помилки І та ІІ типу та ін.

Доведено можливість проведення динамічного планування після циклу оперативних планувань. Чергове довгострокове планування, в загальному випадку, можливо здійснити лише після закінчення визначеного часу експлуатації складних технічних систем залізничного транспорту для кожного етапу. Отримані залежності дозволяють врахувати властивості впливу зовнішніх і внутрішніх факторів, що мають місце

на залізничному транспорті, в процесі проектування системи управління метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту різних топологій та при визначенні ефективності їх управління.

Проведений аналіз ефективності окремих аспектів метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту дозволив підтвердити, що математична модель метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту є сукупністю узагальнених структурно алгоритмічних і аналітичних окремих моделей, а сама математична модель метрологічного забезпечення дає змогу визначити показники ефективності складних технічних систем залізничного транспорту за допомогою алгоритму, в якому при здійсненні оперативного планування метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту визначаються показники метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту при встановлених технологічних процесах метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту та здійснюється динамічне планування метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту – змінюється стратегія метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту (впровадження нових ЗВТ, внесення змін в організаційну структуру управління метрологічної служби у зв'язку з запровадженням системи управління якістю та ін.).

Метод динамічного планування метрологічного забезпечення повинен включати довгострокове та оперативне планування, тому що побудова складних технічних систем залізничного транспорту, введення їх в експлуатацію передбачає необхідність оцінки процесу метрологічного забезпечення і тому планування метрологічного забезпечення, в цілому, а особливо складних технічних систем залізничного транспорту базується на встановленні деякого раціонального (оптимального) значення показника ефективності метрологічного забезпечення і способів його досягнення (стратегії управління), за яких ефект від застосування складних технічних систем залізничного транспорту буде максимальним та забезпечить відповідний рівень безпеки перевезень, а наявні витрати на метрологічне забезпечення будуть мінімізовані.

Нові підходи до створення організаційної структури управління та організації метрологічного забезпечення було реалізовано у комплексі нормативних документів, які введено Укрзалізницею в дію у 2004–2005 рр.

Апробація комплексу нормативних документів з організації метрологічного забезпечення в умовах експлуатації на залізничному транспорті України довела, що для ефективної організації метрологічного забезпечення складних технічних систем залізничного транспорту та спрощення процесу проектування організаційних структур управління метрологічною службою з системою управління якістю, потрібно застосувати стандартизовані об'єкти, з викорис-

танням методики блочно-модульного проектування, що було використано при проектуванні та впровадженні нових організаційних структур управління метрологічною службою всіх рівнів.

Як підсумок, можна сказати з впровадженням даних підходів започатковано перший етап впровадження систем управління якістю і попереду велика і цікава робота.

Надійшла до редколегії 25.04.2006.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ (НАУКОЕМКИХ) ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА СТАДИИ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Наведено результати дослідження методів метрологічної оцінки складних технічних випробувальних систем.

Представлены результаты исследования методов метрологической оценки сложных технических испытательных систем.

The results of research of methods of metrology estimation of the difficult technical tester systems are described in the article.

Под технически сложной (научоемкой) испытательной системой (СИС) в настоящей работе понимается устройство, воспроизводящее нормированные воздействующие факторы и (или) нагрузки, при использовании которого значение этого воздействия есть величина U , являющаяся функцией

$$U = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_n$ – аргументы, от которых зависит значение этого воздействия; n – число аргументов (точечных воздействий).

Измеряя каким-либо способом значения $x_1, x_2, \dots, x_n$ или задавая их значениями, мы всегда допускаем погрешности $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$.

Тогда значение U , вычисленное по неточным значениям аргументов, будет иметь погрешность

$$\Delta U = f[(x_1 + \Delta x_1), (x_2 + \Delta x_2), \dots, (x_n + \Delta x_n)] - f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2)$$

При достаточно малых значениях $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ можно приближенно заменить приращение полным дифференциалом

$$\Delta U \approx \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \Delta x_n. \quad (3)$$

Поскольку значения частных производных, как и значения $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$, могут быть как положительными, так и отрицательными, то абсолютно справедливым является выражение

$$|\Delta U| \approx \left| \frac{\partial f}{\partial x_1} \right| |\Delta x_1| + \left| \frac{\partial f}{\partial x_2} \right| |\Delta x_2| + \dots + \left| \frac{\partial f}{\partial x_n} \right| |\Delta x_n|. \quad (4)$$

Если в (4) модули $|\Delta x_1|, |\Delta x_2|, \dots, |\Delta x_n|$ заменить их максимальными (предельными) значениями $|\Delta^* x_1|, |\Delta^* x_2|, \dots, |\Delta^* x_n|$, которые являются границами для абсолютных величин значений погрешности, то модуль предела абсолютной погрешности определяется выражением

$$|\Delta^* U| \approx \left| \frac{\partial f}{\partial x_1} \right| |\Delta^* x_1| + \left| \frac{\partial f}{\partial x_2} \right| |\Delta^* x_2| + \dots + \left| \frac{\partial f}{\partial x_n} \right| |\Delta^* x_n|. \quad (5)$$

Задачей метрологической оценки метода испытаний с использованием СИС является не только установление значения $|\Delta^* U|$, но и установление предела относительной погрешности $\delta(U)$.

Из определения понятия «относительная погрешность» следует

$$\delta(U) = \frac{|\Delta^* U|}{|U|} = \frac{|\Delta^* U|}{f(x_1, x_2, \dots, x_n)}. \quad (6)$$

С учетом (5) запишем

$$\delta(U) = \left| \frac{\partial U / \partial x_1}{U} \right| |\Delta^* x_1| + \left| \frac{\partial U / \partial x_2}{U} \right| |\Delta^* x_2| + \dots + \left| \frac{\partial U / \partial x_n}{U} \right| |\Delta^* x_n|. \quad (7)$$

Поскольку отношение первой производной функции к этой же функции есть первая производная натурального логарифма этой функции, то выражение (7) примет вид:

$$\delta(U) = \left| \frac{\partial}{\partial x_1} \ln|U| \right| |\Delta^* x_1| + \left| \frac{\partial}{\partial x_2} \ln|U| \right| \times \\ \times |\Delta^* x_2| + \dots + \left| \frac{\partial}{\partial x_n} \ln|U| \right| |\Delta^* x_n| \quad (8)$$

или коротко

$$\delta(U) = |\Delta^* \ln|U||. \quad (9)$$

Отсюда следует, что для определения предела относительной погрешности СИС необходимо последовательно выполнить ряд действий:

- определить и проанализировать номенклатуру внешних воздействий факторов $x_1, x_2, \dots, x_n$;
- проанализировать диапазоны (размахи значений) внешних воздействующих факторов;
- установить (на стадии проектирования – задать) максимальные (предельные) значения абсолютных погрешностей $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$;
- разработать (если функция U аналитически не определена) аналитическое выражение U ;
- определить $\ln U$;
- найти частные производные функции $\ln U$ по аргументам внешних воздействующих факторов;
- по (8) составить выражение для $\delta(U)$;
- вычислить значение $\delta(U)$;
- провести анализ полученного значения $\delta(U)$.

Если в проекте технического задания на проектирование СИС приведен перечень нормированных значений внешних воздействий, их максимальные и минимальные значения, то это позволяет, используя приведенную выше методологию, определить значение $\delta(U)$ и сравнить с значением $\delta_n(U)$, предварительно согласованным с заказчиком.

Если $\delta(U) > \delta_n(U)$, то необходимо провести анализ диапазонов внешних воздействующих факторов, принятых в проекте ТЗ, с целью уменьшения их влияния на величину $\delta(U)$.

Если по техническим или экономическим причинам не удастся добиться уменьшения $\delta(U)$ до значения $\delta(U) \leq \delta_n(U)$, то необходимо согласовать с заказчиком увеличение $\delta_n(U)$ до величины, позволяющей воспроизвести в СИС принятый метод испытаний.

Если и это не удастся, то необходимо применить (разработать) другой метод, а от разработки конструкторской документации отказаться.

В случае $\delta(U) < \delta_n(U)$, то, формально говоря, можно согласовывать и утверждать ТЗ и приступать к разработке конструкторской документации.

Однако, если $\delta(U) \ll \delta_n(U)$, то возникает вопрос экономической целесообразности создания и использования такой СИС, т. к. заказчик полностью не реализует ее возможности, а разработчик и изготовитель будут иметь увеличенные расходы.

По мнению авторов, соотношение

$$\frac{\delta(U)}{\delta_n(U)} \geq 0,8 \quad (10)$$

может быть оптимальным и экономически целесообразным.

Если же

$$\frac{\delta(U)}{\delta_n(U)} < 0,8,$$

то возникает необходимость в пересмотре значений $|\Delta^* x_1|, |\Delta^* x_2|, \dots, |\Delta^* x_n|$ в сторону их «загрубления» до таких величин, чтобы соблюдалось соотношение (10).

Это позволит, при полном удовлетворении требований заказчика, снизить в общем случае:

- расходы на создание СИС (проектирование, испытания опытно-промышленного образца, закупка комплектующих);
- расходы на изготовление и приемку;
- стоимость готового изделия;
- эксплуатационные расходы у потребителя (монтаж, наладка, эксплуатация).

Приведенные выше рассуждения прокомментируем на примере исследования метода определения удельного электрического сопротивления контактного провода.

Удельное электрическое сопротивление контактного провода электрического (троллейного) транспорта является важным показателем, связанным с проблемами энергосбережения. Ввиду этого, каждая партия такого провода должна сопровождаться документом о качестве, содержащем данные об этом параметре. Так как на практике плавка может делиться на несколько партий, то в документе о качестве может указываться значение удельного сопротивления металла исходной плавки.

При технологии прямого (непрерывного) получения исходной катанки из рафинированного модифицированного жидкого металла испытаниям подвергается каждая партия. В настоящее

время действует ГОСТ 7229-76 «Кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления токопроводящих жил и проводников». В основу этого стандарта положен классический метод измерения мостами Уитстона и Томсона (одинарный, двойной или одинарно-двойной мост постоянного напряжения).

По этому методу крайне сложно обеспечить предел относительной инструментальной погрешности менее 0,2%, который и нормирован этим стандартом. Предел относительной погрешности метода ГОСТ 7229-76 не нормируется. Подсчитаем его значение для медного провода при температуре 20 °С.

Из курса физики известно, что сопротивление проводника R , удельное сопротивление ρ , сечение проводника S и его длина l связаны выражением:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (11)$$

или

$$\rho = \frac{RS}{l}. \quad (12)$$

Используя (8) и (12), имеем (промежуточные выкладки ординарны и в настоящей статье не приводятся)

$$\delta(\rho) = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{|\Delta^* R|}{|R|} + \frac{|\Delta^* S|}{|S|} + \frac{|\Delta^* l|}{|l|}, \quad (13)$$

где $\delta(U)$ – предел относительной погрешности метода

$$\delta(U) = \delta(\rho);$$

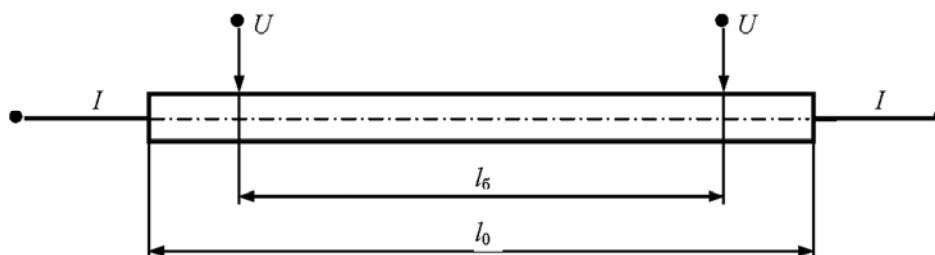


Рис. Принципиальная схема измерения:

l_b – базовое расстояние между контактами; l_0 – общая длина образца

Этот метод начали использовать на предприятиях цветной металлургии СНГ как альтернативу ГОСТ 7229-96 для определения удельного электрического сопротивления проводников сечением 30...300 мм².

Одна из установок для воспроизведения этого метода содержит:

$|\Delta^* x_1|$ – предел относительной инструментальной погрешности, приведенной к температуре 20 °С (по ГОСТ 7229-76 это значение составляет 0,2 %)

$$|\Delta^* x_1| = \frac{|\Delta^* R|}{|R|} = \frac{|\Delta^* R_{20}|}{|R_{20}|};$$

$|\Delta^* x_2|$ – подсчитанное значение по данным табл. 4 ГОСТ 2584-86 составляет порядка 0,8 %

$$|\Delta^* x_2| = \frac{|\Delta^* S|}{|S|};$$

$|\Delta^* x_3|$ – предел относительной погрешности при измерении длины испытуемого образца нормировано ГОСТ 7229-76 и составляет 0,2 % (для образца длиной 1 м)

$$|\Delta^* x_3| = \frac{|\Delta^* l|}{|l|}.$$

Подсчитанный по (13) предел относительной погрешности составляет 1,2 %, что, учитывая растущие цены на медные сплавы и электроэнергию, не может в должной мере удовлетворять потребителей-эксплуатационников.

Современные методы измерения электрических параметров (в Украине не стандартизованы) используют принцип ток-напряжение по 4-х проводной схеме (Кельвина), компенсирующей сопротивление токопроводящих проводников и переходное сопротивление контактов (рисунок).

- миллиомметр RESISTOMAT 2304-V001 (Германия) класса точности 0,01 %;
- зажимной механизм с ванной, заполненной дистиллированной деионизированной водой;
- температурный датчик типа 23992 (или 2391), погруженный в воду для измерения ее температуры;

- весы типа ARC-120, класс точности 3 (ГОСТ 24104-88);
- метр металлический № К-13 (по ГОСТ 8.222-76);

- слесарный инструмент (ножовка – для обрезания концов заготовки испытательного образца, напильник – для торцовки и снятия заусениц, резиновая киянка – для рихтовки образца).

При определении ρ выполняются три стадии работ:

- подготовка к измерению;
- проведение измерений;
- обработка результатов измерений.

Подготовка к измерению включает в себя:

- контроль формы (остроты) контактов, измерение базового расстояния между контактами ($l_6 = 1\,000$ мм, $|\Delta l_6| = 0,5$ мм);

- изготовление испытуемого образца ($l_0 = 1\,300$ мм, $|\Delta l_0| = 0,5$ мм);

- взвешивание образца длиной 1 300 мм с точностью до 0,01 г ($\Delta m = 0,01$ г);

- настройку миллиомметра;

- установку образца в измерительную схему.

При измерении сопротивления многократно (в автоматическом режиме) меняется полярность – до получения стабильного значения изменяемого параметра.

Определим $\delta(U)$, перепишем (12) в виде

$$U = \rho = \frac{R_{20}m}{l_6 l_0 q}, \quad (14)$$

где m – масса образца длиной l_0 ; l_0 – расстояние между контактами; l_6 – базовое расстояние между контактами; q – плотность материала образца.

Применительно к (14)

$$\delta(U) = \left| \frac{\Delta R_{20}}{R_{20}} \right| + \left| \frac{\Delta^* m}{m} \right| + \left| \frac{\Delta^* l_6}{l_6} \right| + \left| \frac{\Delta^* l_0}{l_0} \right| + \left| \frac{\Delta^* q}{q} \right|. \quad (15)$$

Исходные данные для расчета δ :

$$\max \left| \frac{\Delta^* R_{20}}{R_{20}} \right| = 0,01 \%$$

(паспортные данные миллиомметра Resistomat 2304-V001);

$$\max \left| \frac{\Delta^* l_6}{l_6} \right| = \frac{0,5}{1\,000} = 0,0005 = 0,05 \%;$$

$$\max \left| \frac{\Delta^* l_0}{l_0} \right| = \frac{0,5}{1\,300} = 0,0004 = 0,04 \%;$$

$$\max \left| \frac{\Delta^* q}{q} \right| = \frac{0,005}{8,89} = 0,0006 = 0,06 \%.$$

Подставив в (15) исходные данные, имеем

$$\delta(U) = \frac{0,01}{m} 100 + 0,16 = \frac{1}{m} + 0,16, \quad (16)$$

где m в граммах.

Установка позволяет испытывать образцы провода, катанки, прутковых материалов сечением 30...300 мм², поэтому для оценки точности метода, формально говоря, можно задать текущее значение m в граммах и построить кривую предела относительной погрешности $\delta(U)$, %.

Однако необходимости в этом нет, т.к. максимальное значение $\delta(U)$ имеет при минимальной массе образца (длиной 1 300 мм).

Образец диаметром 6,2 мм длиной 1 300 мм имеет минимальную массу 330 г, поэтому влияние m на общий результат ($\delta(U) = 0,163$ %) можно не учитывать и принять

$$\delta(U) = \delta(\rho) = 0,16 \%.$$

Сравнивая этот результат с результатом, вычисленным по (13), видим, что точность метода больше в 1,2 : 0,16 = 7,5 раз.

«Истинное» значение ρ находится в пределах

- по методу согласно ГОСТ 7229-76

$$\rho_{\max} = \rho + 1,2\rho : 100 = 1,012\rho,$$

$$\rho_{\min} = \rho - 1,2\rho : 100 = 0,988\rho;$$

- по описанному нами нестандартизованному методу

$$\rho_{\max} = \rho + 0,16\rho : 100 = 1,0016\rho,$$

$$\rho_{\min} = \rho - 0,16\rho : 100 = 0,9984\rho.$$

Доля инструментальной погрешности в общей (предельной) погрешности метода составляет:

- по методу согласно ГОСТ 7229-76

$$0,2 : 1,2 \cdot 100 \approx 17 \%;$$

- по описанному нами нестандартизованному методу

$$0,01 : 0,163 \cdot 100 \approx 0,16 \%.$$

Если принять $\delta_n(\rho) = 1,2$ %, то согласно (10) $\delta(U)$ должно быть порядка 1,02.

Здесь мы имеем случай $\delta(U) \ll \delta_n(U)$.

Налицо возникла необходимость в пересмотре $|\Delta^* l_6|$, $|\Delta^* l_0|$, $|\Delta^* q|$ и, конечно же, $|\Delta^* R|$.

Что касается $|\Delta^* R|$, то эта величина определена паспортным значением предела относительной погрешности миллиметра $\left| \frac{\Delta^* R}{R} \right|$ для любого текущего значения R и тоже может быть пересмотрена.

Если вместо прибора Resistomat 2304 класса 0,01 %, стоимостью более 13,5 тыс. EUR, закупить прибор Resistomat 2319 класса 0,2 %, стоимостью немногим более 1500 EUR, то расходы уменьшатся в девять раз.

Определенная экономия будет и если «загрубить» точность: $|\Delta^* l_6|$ и $|\Delta^* l_0| - 0,5 \dots 1,0$ мм; $|\Delta^* q| - 0,005 \dots 0,05$ г/см³.

Значение $\delta(\rho)$, посчитанное по «загрубленным» данным будет составлять:

$$\delta(\rho) = \frac{1}{m} + 0,98.$$

Поскольку $\frac{1}{m} = 0,0(03)$, т. е. меньше 0,005, то с полным основанием можно принять $\delta(\rho) = 0,98$ %, что более, чем в $1,2 : 0,98 = 1,2$ раза точнее метода по ГОСТ 7229-76.

Выводы

1. Грамотно проведенная экспертиза проекта СИС на стадии ТЗ позволяет в несколько раз снизить расходы на создание СИС при полном удовлетворении заказчика, что особенно важно при закупках импортных приборов.

2. Если нас удовлетворяет метод (и имеется достаточный запас по его точности), то работы по первичной аттестации изготовленной СИС сведутся к скрупулезной проверке соответствия конструкторской документации требованиям ТЗ, а изготовленного и смонтированного испытательного оборудования – требованиям конструкторской документации.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

В. И. БАСОВ (Укрзализныця)

ЕВРОПЕЙСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА – РЕАЛЬНЫЕ ШАГИ

Описані кроки впровадження систем управління якістю.

Описаны шаги внедрения систем управления качеством.

The steps of introduction of the control systems by quality are described in the article.

На современном этапе большое значение приобрел вопрос интеграции Украины в Европейский союз (ЕС). Между ЕС и Украиной в июне 1994 г. подписано Соглашение о партнерстве и сотрудничестве, которое вступило в силу в марте 1998 г. после его ратификации парламентами Украины, ЕС и стран-членов ЕС. В 1998 г. Указом Президента Украины утверждена стратегия интеграции Украины в ЕС. Она определяет основные приоритеты деятельности органов исполнительной власти на период до 2007 г., на протяжении которого должны быть созданы необходимые предпосылки для обретения Украиной полноправного членства в ЕС. Определены главные направления интеграционного процесса:

- адаптация законодательства Украины к законодательству ЕС, обеспечение прав человека;
- экономическая интеграция и развитие торговых отношений между Украиной и ЕС;
- интеграция Украины в ЕС в контексте общеевропейской безопасности;
- отраслевое сотрудничество;
- сотрудничество в области охраны окружающей среды.

Эти главные направления были положены в основу создания национальной Программы интеграции Украины в Европейский союз, которую Президент Украины утвердил Указом в сентябре 2000 г. Структура программы составлена согласно рекомендациям ЕС, представленным в так называемой Белой книге «О подготовке ассоциированных стран Центральной и Восточной Европы ко вступлению во внутренний рынок Европейского союза»; они касаются практически всех сфер общественной жизни, в том числе состояния окружающей среды и ее защиты, охраны труда и здоровья, обеспечение защиты прав потребителей, повышение состояния и конкурентоспособности продукции (товаров, работ, услуг), содействие вхождению Украины в Европейское и мировое экономическое пространство.

Особое внимание в этот период уделяется государственной поддержке внедрения на предприятиях систем управления качеством, соответствующих стандартам Международной организации по стандартизации (ISO) серии 9000, охватывающим системы обеспечения качества, и серии 14000, охватывающим сферу управления окружающей природной средой, которая утверждена указом Президента Украины и выполняется на правительственном уровне.

С целью исполнения указа Президента Украины и распоряжений Кабинета Министров Украины приказом Министерства транспорта Украины создан Институт управления качеством и окружающей средой (ДовЯкість) при Украинской государственной академии железнодорожного транспорта.

Создание ИУ «ДовЯкість» стало важным взносом Министерства транспорта Украины в дело вступления Украины во Всемирную организацию торговли и интеграции в ЕС.

Упомянутый институт является базовым учреждением Министерства транспорта Украины по обучению и научно-методическому управлению разработкой, внедрением и обеспечением использования современных методов и систем управления качеством, окружающей средой и безопасностью (ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000, НАССР и других).

Укажем основные задачи Института управления качеством и окружающей средой.

Услуги обучения:

- предоставление услуг по получению второго высшего образования по двум специальностям: 7.000001 и 8.000001 – «Качество, стандартизация и сертификация»;
- повышение квалификации кадров транспортного комплекса по вопросам управления качеством, безопасностью и окружающей средой;
- обучение специалистов и персонала непосредственно на предприятиях по системам ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000, НАССР и др.

Методическо-консультационные услуги:

- создание сети методических и консультационных центров по вопросам информационного обеспечения предприятий транспортно-дорожного комплекса в сфере управления качеством, безопасностью и охраны окружающей среды;
- разработка учебных и методических пособий по системным методам управления;
- внедрение новых методов управления качеством, безопасностью и окружающей средой и статистических методов контроля с использованием информационных технологий.

Разработка и внедрение:

- разработка систем управления качеством в соответствии со стандартами ISO серии 9000, систем управления окружающей средой в соответствии со стандартами ISO серии 14000, систем управления промышленной безопасностью в соответствии со стандартами OHSAS серии 18000 и других;
- научно-методическое сопровождение при внедрении систем управления по стандартам HACCP, ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000 и другими на предприятиях транспортно-дорожного комплекса и предприятиях – поставщиках продукции для нужд транспорта;
- разработка и осуществление научно-методического сопровождения внедрения технических регламентов подтверждения соответствия;
- мониторинг внедрения систем управления качеством;
- диагностический, внутренний и передсертификационный аудит;

– постоянное усовершенствование систем управления качеством на предприятиях.

Издательская работа и участие в работе международных организаций:

- участие в работе международных организаций в области управления качеством, безопасностью и окружающей средой;
- издание тематического сборника по вопросам управления качеством, безопасностью и окружающей средой.

На Институт управления качеством и окружающей средой при Украинской государственной академии железнодорожного транспорта приказом Министерства транспорта Украины возложены довольно ответственные задачи. Выполнение этих задач существенным образом будет активизировать работу, направленную на внедрение систем управления качеством, безопасностью и окружающей средой в сфере транспортно-дорожного комплекса на международном уровне, и это станет весомым вкладом Министерства транспорта Украины в ускорение интеграции Украины в Европейский союз.

Структура системы сертификации в Министерстве транспорта и связи Украины такова.

МТЗУ учредило пять органов сертификации: четыре органа сертификации в области железнодорожного транспорта и один в области автомобильного транспорта. Кроме того МТЗУ учредило Центр сертификационных испытаний «Транстелеком» и Институт управления качеством и окружающей средой (ИУ «ДовЯкість») (таблица).

Таблица

Структура системы сертификации в Министерстве транспорта и связи Украины

Наименование органа	Аккредитация				Назначение	Уполномочивание	Директор
	по продукции	по системам управления качеством	по экспертизе	по функциональной безопасности			
ОС Автотранснийпроект	+	+	–	–	+	+	А. М. Редзюк
Днепропетровский ОСЖТ	+	–	–	–	+	+	В. Г. Сыченко
Харьковский ОСЖТ	–	–	–	–	+	+	Л. А. Тимофеева
ОС АСУ ТП УПП	–	–	–	–	+	–	В. М. Соколов
ОС «Дортранстелеком»	+	+	–	+	+	+	В. П. Поляков
ЦСИ «Транстелеком»	+	–	+	+	–	–	Л. М. Мартыненко
ИУ «ДовЯкість»	–	–	+	+	–	–	П. Ф. Поляков

Для выполнения работ по сертификации продукции и систем управления качеством органы должны быть аккредитованы и (или) назначены в Системе сертификации УкрСЕПРО.

В настоящее время по продукции аккредитованы только три органа (два из них по продукции железнодорожного транспорта – Днепропетровский орган сертификации железнодорожной

техники и орган сертификации «Дортранстелеком»), а по системам управления качеством только два органа – один в области автомобильного транспорта (ОС Автотранспроект), второй в области железнодорожного транспорта (ОС «Дортранстелеком»).

Созданный центр сертификационных испытаний ЦСИ «Транстелеком» – единственный в отрасли железнодорожного транспорта. Он аккредитован в достаточно широкой области, в том числе и на проведение работ по сертификационным испытаниям на функциональную безопасность технических средств и систем управления движением поездов.

В 2005 г. в составе Института управления качеством и окружающей средой по инициативе руководства Укрзализныци создан Экспертный центр, главная задача которого проведение экспертизы технической документации на сис-

темы управления движением поездов, экспертиза самих систем. В настоящее время Национальное агентство аккредитации Украины заканчивает работы по аккредитации ИУ «ДовЯкість» на соответствие стандарту ДСТУ ISO 17020, т. е. как инспекционного органа в области функциональной безопасности систем управления движением поездов.

Для выполнения работ по экспертизе привлекаются ведущие ученые и специалисты Украинской государственной академии железнодорожного транспорта, Донецкого института инженеров железнодорожного транспорта, Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта, специалисты проектных институтов, конструкторских бюро.

Поступила в редколлегию 26.04.2006.

ВТС – ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ

Наводяться відомості про Балтійський випробувальний центр і пропозиції щодо співробітництва.

Приводятся сведения о Балтийском испытательном центре и предложения о сотрудничестве.

It is brought information over about the Baltic tester center and suggestions about collaboration.

Краткая информация о Балтийском испытательном центре

ООО «Baltijas Testēšanas Centrs» (BTC) – ранее Рижский филиал научно-исследовательского института вагоностроения (с 25.09.1991 г. Латвийский государственный научно-исследовательский институт вагоностроения) был создан в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 13 июля 1961 г. № 623 и начал функционировать с апреля 1962 г.

В 2001 г. на базе ЛатГосНИИВ было создано ООО (SIA) «Baltijas Testēšanas Centrs», регистрационное удостоверение № 40003555452 (рис. 1). Решением МПС России от 18 ноября 2002 г. № А/85/29 BTC был аккредитован в качестве тех-

нически компетентного и независимого испытательного центра в ССФЖТ. Решением совета по железнодорожному транспорту стран СНГ, Латвии, Литвы и Эстонии BTC от 22 апреля 2001 г. выдано Свидетельство на право выполнения работ по экспертному обследованию и техническому диагностированию грузовых вагонов с целью определения остаточного ресурса и выдачи решения о возможности продления срока службы.

Решением Латвийского национального бюро аккредитации от 15 октября 2003 г. BTC аккредитован в качестве компетентного органа сертификации по стандарту LVS EN 45011, а в 2005 году Еврокомиссией BTC признан нотифицированным органом под № 1696.



а

б

в

г

Рис. 1. Вид аттестатов и удостоверений аккредитации

В состав ООО BTC входят самостоятельные структурные подразделения:

- орган сертификации железнодорожных технических средств (Si), включающий нотифицированный орган (NB № 1696);
 - испытательный центр (BTC);
- Для проведения испытаний BTC имеет:
- стенд для испытаний кузовов на грузками, действующими в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
 - два стенда для усталостных испытаний вагонных конструкций;

- стенд усталостных испытаний вагонных осей;
- устройство для поколесного взвешивания вагонов;
- вибратор для определения собственных частот колебаний вагонов;
- стенды для усталостных испытаний пружин.

На рис. 2 показаны некоторые из стендов. Типы продукции и их характеристики приведены в таблице.



Рис. 2. Стенды цеха стендовых испытаний

Таблица

Тип продукции	Характеристики
Электropоезда	Общесистемные, прочностные, динамические, тормозные, тяговые, энергетические, тепловые, вентиляция, освещение, безопасности, прочностные
Дизель поезда	
Локомотивы	
Трамвайные вагоны	
Пассажирские вагоны	
Грузовые вагоны	
Детали подвижного состава	
Металлопродукция для подвижного состава	Переоценка соответствия требованиям RID
Цистерны бывшие в эксплуатации	

Предложения

ВТС имеет небольшой опыт проведения сертификационных испытаний и сертификации, хотя не менее ответственными испытаниями и оценкой соответствия как организация, имевшая право проведения государственных испытаний подвижного состава, ВТС (РФВННИВ) занимался десятилетиями.

На основании имеющегося опыта проведения сертификации и испытаний для целей сертификации хотелось бы, пользуясь таким представительным собранием заинтересованных специалистов, высказать некоторые предложения, направленные на совершенствование качества и воспроизводимости испытаний для целей интеграции, углубления сотрудничества в области сертификации:

О типовых методиках. Хотя ситуация улучшилась, но до сих пор не все методики доступны для испытательных центров. Вы знаете, если в НБ делается ссылка на ТМ, то это значит, что используется методика испытательного центра проводящего испытания и она практически недоступна другим испытательным центрам, что, на наш взгляд, противоречит самой идее сертификации и не обеспечивает объективную воспроизводимую оценку.

На наш взгляд, типовые методики, также как и «нормы...», должны разрабатываться с широким привлечением участников системы сертификации к разработке типовых методик, «норм...» или разделов «норм...», привлечением профильных испытательных центров, имеющих базу и опыт работы в данном направлении.

К примеру, попробуйте понять порядок и повторить или проследить работы по определению коэффициентов запаса усталостной прочности несущих элементов конструкций кузова и тележки, например, электропоезда или грузового вагона, или руководствоваться «нормами...» для пассажирских вагонов 1998 г., на которые есть ссылка в НБ.

При всем старании нам не удалось их даже увидеть, а ими надо руководствоваться. Руководящие документы, на которые делаются ссылки и которыми нужно руководствоваться в процессе сертификации, должны быть доступны для всех участников системы сертификации.

О признании сертификатов. На наш взгляд, если выполняются десять принципов, провозглашенных на 22 заседании Совета по железнодорожному транспорту в Ташкенте, то сертификаты должны признаваться. Процедура признания должна быть четко прописана.

Для того, чтобы решить соблюдаются ли провозглашенные принципы, претендующим органом сертификации, необходимо создать комиссию экспертов от органов сертификации всех стран- участников, которая рассматривала бы представленные материалы, относящиеся к правилам и порядку сертификации, используемым нормативным документам, опыту и квалификации кадров, составляла заключение Дирекции Совета по железнодорожному транспорту государств-участников содружества для принятия решения о признании сертификатов и условиях признания, может быть требование, чтобы сертификация проходила с участием представителя органа сертификации страны, в которую поставляется сертифицируемая продукция.

Вопрос о взаимоотношениях со странами ЕС. В настоящее время планомерно разрабатываются спецификации, в которых излагаются единые, для стран ЕС, требования к подвижному составу. Страны Балтии находятся в особом положении – с одной стороны они входят в ЕС и должны выполнять соответствующие директивы, с другой – колеей, используемым под-

вижным составом, подготовкой и опытом специалистов, связаны со странами бывшими республиками СССР. Это положение меняется и будет меняться в сторону дальнейшего удаления от стран бывших республик СССР, замены устройств железнодорожной техники и подвижного состава на западные, выполнения требований директив ЕС, перехода на использование государственного или английского языков. Уже сейчас наблюдаются эти процессы.

Нам представляется, что в области сертификации необходимо сохранить имеющийся порядок, но при этом максимально учитывать требования и тенденции ЕС. В этом отношении ВТС занимает особое положение – как орган сертификации он аккредитован по европейским стандартам, максимально учитывая требования и нормативы, используемые в странах-участниках Соглашения, как испытательный центр он аккредитован и является участником системы сертификации ЖТС России, строго руководствуется нормативной базой СС ФЖТ. Нам представляется, что ВТС мог бы быть связующим звеном в области сертификации между странами Содружества и ЕС как в использовании нормативной базы, так и выполнении испытаний для целей сертификации и сертификации железнодорожных технических средств, поставляемых в страны ЕС и получаемых из стран ЕС.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В УСЛОВИЯХ РАСШИРЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Розглянуто питання технічного регулювання на залізничному транспорті в умовах розширення міжнародного співробітництва.

Рассмотрены вопросы технического регулирования на железнодорожном транспорте в условиях расширения международного сотрудничества.

The questions of the technical adjusting on a railway transport in the conditions of expansion of international cooperation are described in the article.

В условиях, когда Украина стремится стать членом Всемирной торговой организации (WTO), необходимо ускоренными темпами решать проблемные вопросы технического регулирования железнодорожной области для ее интеграции в единое экономическое пространство.

Среди основных преимуществ, которые получит Украина от членства в WTO, выделяются следующие: обеспечение условий для увеличения иностранных инвестиций в экономику; участие в региональных организациях; либерализация доступа украинских товаров на рынки мира. В конкурентной борьбе среди равноправных партнеров мирового сообщества имеют преимущество лишь те, кто внедрил международные и европейские стандарты, системы управления качеством в соответствии с ISO 9000, системы управления окружающей средой в соответствии с ISO 14000, системы управления техникой безопасности и гигиеной труда в соответствии с OHSAS 18000, стандарты социальной ответственности SA 8000 и прочие.

В условиях либерализации внешнеэкономической деятельности возрастает роль органов по сертификации продукции. Сертификация продукции осуществляется с целью:

- предотвращения реализации продукции опасной для жизни и здоровья граждан, их имущества и окружающей естественной среды;
- содействия потребителю в компетентном выборе продукции;
- создания условий для участия субъектов предпринимательской деятельности в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле.

Сертификационная деятельность на железнодорожном транспорте Украины – это действия органов по сертификации железнодорожно-

го транспорта, направленные на подтверждение того, что продукция, услуги и процессы отвечают надлежащему уровню безопасности и качества перевозок пассажиров и грузов железнодорожным транспортом [1].

Сертификационная деятельность на железнодорожном транспорте Украины содержит в себе такие взаимосвязанные виды деятельности:

- сертификация продукции для железнодорожного транспорта, процессов и услуг на железнодорожном транспорте Украины;
- аттестация производств на предприятиях, которые выпускают продукцию для железнодорожного транспорта, предприятий предоставляющих услуги или осуществляющих технологические процессы на железнодорожном транспорте Украины;
- сертификация систем качества и систем управления качеством.

Основными задачами сертификационной деятельности на железнодорожном транспорте Украины являются:

- обеспечение безопасности жизни и здоровья граждан во время осуществления перевозок железнодорожным транспортом;
- повышение потенциальной безопасности продукции, услуг и процессов на железнодорожном транспорте;
- обеспечение охраны окружающей естественной среды от вредных влияний, вследствие использования продукции, которая поставляется железнодорожному транспорту, предоставления услуг при осуществлении процессов на железнодорожном транспорте Украины;
- подтверждение гарантированного уровня качества и конкурентоспособности продукции, услуг и процессов, как на внутреннем, так и на внешнем рынках;

– удовлетворение потребностей клиентов железнодорожного транспорта, защита их прав и интересов во время получения услуг;

– подтверждение возможности проведения предпринимательской деятельности субъектами предпринимательской деятельности, выпускающими продукцию и предоставляющими услуги или осуществляющими процессы, связанные с перевозкой пассажиров и грузов железнодорожным транспортом, обслуживающими и ремонтирующими транспортные средства на железнодорожном транспорте.

Для решения поставленных задач необходимо обеспечить реализацию принципа «четыре свободы» и, в первую очередь, решить вопрос относительно существующих технических барьеров [5]. С целью устранения технических барьеров в торговле, упрощения процедур размещения на рынке продукции, которая подпадает под законодательно регулируемую сферу, изготавливается сторонами и есть предметом экспорта-импорта, на сегодняшний день Украиной заключены 37 соглашений о сотрудничестве в сфере технического регулирования с 27 странами. Основой проведения согласованных работ в области взаимного признания результатов испытаний и оценки соответствия продукции, услуг и процессов есть гармонизация национальных систем оценки соответствия с учетом международных (европейских) стандартов, применение признанных процедур испытаний и сертификатов соответствия, взаимный обмен информацией о законодательной и нормативной базе.

Общие требования относительно системы стандартов, технических регламентов и оценки соответствия для стран-членов WTO и кандидатов на вступление установлены в Соглашении о технических барьерах в торговле. Оно регламентирует основные принципы разработки, принятия и применения стандартов и технических регламентов, процедур оценки соответствия. Оптимальным способом достижения выставленных требований является гармонизация национальных стандартов с международными, принцип добровольности и равнозначности их применения на внутреннем рынке для продукции национального производства и импортированной из других стран [2].

Именно стандарты, технические нормы (регламенты) и процедуры оценки соответствия, которые не совпадают с международными аналогами и неоправданно имеют большее ограничительное действие, создают, так называемые, технические барьеры в торговле, сдержи-

вая ее развитие, провоцируя дополнительные потери со стороны производителей, международных трейдеров и т. п.

Вместе с необходимостью актуализации действующей нормативной базы и упорядочения ее применения на экономическом пространстве СНГ, весомой составляющей качества функционирования железнодорожного транспорта является разработка национальных стандартов на продукцию, гармонизированных с международными и европейскими нормами. Решение этой проблемы требует привлечения значительных финансовых ресурсов и высококвалифицированных специалистов, которые смогут в сжатые сроки создать новую нормативную базу технического регулирования.

Для обеспечения процесса мировой интеграции необходимо обеспечить принятие не менее чем 500 гармонизированных стандартов в год [3]. Первоочередного внимания должны заслуживать стандарты в конкурентоспособных областях экономики, к которым, бесспорно, относится и железнодорожный транспорт. В то же время, на сегодняшний день в отрасли фактически отсутствуют гармонизированные стандарты. Это проблема, которая требует безотлагательного решения, в первую очередь со стороны Государственного комитета по вопросам технического регулирования и потребительской политики Украины (Госпотребстандарт).

Чрезвычайно важная роль стандартов и технических регламентов на железнодорожном транспорте связана непосредственно с ключевой ролью железнодорожной отрасли в экономике государства. Железнодорожному транспорту принадлежат ведущие позиции в перевозочных процессах, которые осуществляются транспортной системой Украины.

С другой стороны, производственно-технологический комплекс Украинских железных дорог служит исполинским транзитным сухопутным мостом между Востоком и Западом. Техническое состояние железных дорог и технологии, которые применяются в зоне тяготения международных транспортных коридоров и которые пролегают территорией Украины, должны отвечать современным мировым нормам и требованиям. Возможность сохранять конкурентоспособность на мировом рынке транспортных услуг и транспортной индустрии, непосредственно связана с соблюдением стандартов, которые являются, по сути, международным языком взаимодействующих национальных транспортных структур и первоосновой обеспечения доступа операторов транспортного рынка к национальным транспортным инфраструктурам [4].

Европейская ассоциация железнодорожной индустрии снабжения (UNIFE) определила основные преимущества реализации «Железнодорожного пакета» и «Директивы по интероперационности обычных железных дорог» – документов, которые являются краеугольным камнем образования и функционирования единой европейской железнодорожной системы.

Среди них важнейшие – координация и согласованность эксплуатационных правил и инструкций, систем сигнализации и коммуникаций; усовершенствование процедур, связанных с управлением движением; унификация подвижного состава; общая эксплуатация рабочего парка локомотивов и вагонов, магистральных линий сетей наземных национальных коммуникаций; обеспечение безопасности движения путем гармонизации контрольно-управляющих систем; унификация стандартов и внедрение модульности железнодорожного оборудования.

Интероперационность позволяет создать континентальную единую железнодорожную систему без технических и эксплуатационных барьеров и становится определяющим фактором конкурентоспособности железных дорог на мировом транспортном рынке. Гармонизация стандартов и создание соответствующих технических регламентов, а также широкое внедрение систем управления качеством есть насущной необходимостью для обеспечения успешного интегрирования железнодорожного транспорта Украины в мировую транспортную систему.

Все технические регламенты, которые разрабатываются в Украине, базируются на соответствующих европейских директивах. Директивы, в свою очередь, построены на принципах «глобального» и «нового» подхода. Органами сертификации железнодорожного транспорта в 2002 году разработаны проекты технических регламентов подтверждения соответствия, которые фактически охватывают весь подвижной состав и инфраструктуру железнодорожного транспорта Украины [5]. Их разработка также базировалась на директивах ЕС. Кроме того, при разработке учитывались положения памятос ОЖД и МСЖД. К сожалению, после передачи их Госпотребстандарту Украины, они и сегодня остаются лишь проектами, невзирая на все обращения Министерства транспорта и связи Украины и Укрзалізнични.

По состоянию на 1 марта 2005 года в Украине утверждены лишь 16 технических регламентов подтверждения соответствия, которые вводят европейские директивы нового подхода [2], но не относятся к железнодорожному транспорту.

С внедрением технических регламентов перечень продукции, которая подлежит обязательной сертификации, поэтапно будет сокращаться, а практика декларирования соответствия производителем или импортером будет расширяться. В то же время, не считаясь с многолетними усилиями, Перечень продукции, которая подлежит обязательной сертификации, не содержит продукции для железнодорожного транспорта.

Все попытки Укрзалізнични и органов сертификации железнодорожного транспорта относительно приведения перечня продукции, которая подлежит обязательной сертификации, в соответствие с действующим законодательством Украины, блокируются в первую очередь Госпотребстандартом Украины.

Неопределенность относительно сроков введения технических регламентов подтверждения соответствия в железнодорожной отрасли может привести к отрицательным последствиям в условиях расширения международного сотрудничества, учитывая то, что требования к безопасности продукции являются определяющими. Это касается и реализации положений Концепции об интеграции транспортных систем Российской Федерации и Украины от 3 сентября 2004 г. и Соглашения о сотрудничестве между ОАО «РЖД» и Укрзалізничней от 10 октября 2005 г. Так, например, на сегодняшний день, в соответствии с Концепцией интеграции транспортных систем Российской Федерации и Украины должны быть выполнены следующие работы:

- разработка предложений по проведению согласованной технической политики на железнодорожном транспорте;
- сертификация продукции в соответствии с перечнями обязательной сертификации, принятыми на 24-м и 41-м заседаниях Совета по железнодорожному транспорту государств-участников СНГ;
- признание процедур сертификации и стандартизации на железнодорожном транспорте и процедур сертификации промышленной продукции для транспорта;
- исключение дублирования сертификации транспортных средств, которые изготавливаются и эксплуатируются на предприятиях Украины и Российской Федерации.

В странах СНГ (кроме Украины) введена в действие обязательная сертификация продукции для железнодорожного транспорта. При этом в Российской Федерации и Республике Беларусь введен целый ряд нормативных документов (например, ПМГ 38, ПМГ 39, ПМГ 40)

и норм безопасности (НБ ЖТ), что уже сейчас приводит к проблемам общего использования подвижного состава [6].

Следует отметить, что указанные ПМГ созданы на базе европейских стандартов серии EN, как и действующие в Украине нормативные документы по сертификации. Это послужило хорошей предпосылкой относительно взаимного признания результатов сертификации.

Для подготовки предложений по вопросам оценки соответствия решением 41-го заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества создана экспертная группа по вопросам сертификации продукции и услуг железнодорожного транспорта, в состав которой вошли специалисты железнодорожных администраций Республики Беларусь, Республики Казахстан, Российской Федерации, Украины и Дирекции Совета по железнодорожному транспорту.

Экспертной группой разработано и согласовано «Положение об экспертной группе Совета по железнодорожному транспорту государств-участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики в области сертификации» и утверждено Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации в области безопасности, ремонта и эксплуатации технических средств железнодорожного транспорта (МТК 519).

МТК 519 разработан и согласован «Порядок внесения аккредитованных органов и испытательных лабораторий (центров) в реестр признанных Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества организаций, аккредитованных на право проведения работ по оценке соответствия железнодорожной продукции», который утвержден на 42-м заседании Совета.

На заседаниях экспертной группы рассматриваются материалы представленные железнодорожными администрациями об организациях аккредитованных на право проведения работ по оценке соответствия железнодорожной продукции и на основании составленного акта экспертизы даются рекомендации дирекции Совета об их внесении в реестр.

Таким образом, начата непосредственная работа по признанию процедур сертификации на железнодорожном транспорте и процедур сертификации промышленной продукции для железнодорожного транспорта и, как следствие, исключение дублирования сертификации, расширение рынков сбыта и повышение конкурентоспособности продукции и услуг. По вопросам разработки и внедрения систем управления качеством.

Общепризнанным условием современного ведения бизнеса является качество продукции, услуг, технологий. Для повышения уровня качества и конкурентоспособности продукции (товаров, работ, услуг) отечественных предприятий, их выхода на международный рынок, удержания позиций на внутреннем и международном рынках необходимо, в первую очередь, обратить внимание на внедрение и сертификацию систем управления качеством.

Базисной основой систем управления качеством есть внедрение менеджмента производственных процессов. Эффективность моделей, предложенных международными стандартами, подтверждена опытом сотен тысяч предприятий во всем мире, которые на протяжении десятилетий их используют. За данными ISO сегодня в мире сертифицировано около 700 000 систем. Вместе с тем, ISO предостерегает, что получение таких сертификатов есть добровольной прерогативой производителя или поставщика, так как они являются фактором доверия к производителю или поставщику продукции и услуг, а не сферой государственного регулирования. Кроме того, наличие лишь сертификата соответствия систем управления качеством международному стандарту не дает основания относительно признания сертификации продукции за показателями безопасности.

В Украине также введены как национальные международные стандарты серии ISO 9000. По данным мониторинга состоянием на 1 января 2005 г. в реестре Системы сертификации УКРСЕПРО зарегистрированы 989 сертификатов, выданных отечественным предприятиям на системы управления качеством в соответствии с требованиями ДСТУ ISO 9000 – 2001 (для сравнения: количество сертифицированных систем в Италии – 64120, Великобритании – 45 465, Германии – 23 598, Франции – 15 073). Такое состояние дел объясняется двумя основными факторами: разработка, внедрение и сертификация систем управления качеством есть исключительно добровольным решением руководства предприятия; довольно высокий объем финансовых расходов предприятия на эти работы.

На повышение качества отечественной продукции, ее конкурентоспособности нацеливает Указ Президента Украины от 23.02.2001 г. № 113/2001 «О мероприятиях по повышению качества отечественной продукции» и ряд распоряжений Кабинета Министров Украины, которыми предусмотрено содействие созданию и сертификации на предприятиях систем управления качеством продукции и окружающей

средой согласно требованиям стандартов ISO 9000 и ISO 14000, концепции общего управления качеством (TQM), разработка законодательных актов, направленных на повышение заинтересованности отечественных предприятий в создании систем управления качеством.

Не остается в стороне от внедрения систем управления качеством и окружающей средой и железнодорожный транспорт – как базовая область экономики, один из главных институтов и инструментов интеграции Украины в Европейское экономическое сообщество, для которого важнейшей задачей есть постоянное улучшение качества услуг, которые предоставляются потребителю. Внедрение систем управления качеством на железнодорожном транспорте предусмотрено приказом Министерства транспорта Украины от 27.12.2002 г. № 936 «Об утверждении первоочередных мероприятий по внедрению систем управления качеством на предприятиях и в организациях транспортного комплекса на 2002–2005 гг.». Разработан и утвержден план разработки и внедрения систем управления качеством на предприятиях железнодорожного транспорта на 2004–2005 гг.

Как показывают первые шаги работы в этом направлении, разработка и внедрения систем управления качеством предприятий железнодорожного транспорта имеет свои нюансы относительно предприятий других областей экономики. Это вызвано особенностью организационной структуры управления железнодорожным транспортом, которая является многоуровневой: структура Укрзалізнички – структура Управлений железных дорог – структура подразделений железнодорожного транспорта (локомотивные, вагонные депо, дистанции пути, сигнализации и связи, электроснабжения и прочие). Эти особенности касаются методик внутреннего и внешнего аудита, корректирующих и предупредительных действий, процедуры выбора квалифицированных поставщиков и анализа качества комплектующих, которые являются обязательными согласно требованиям стандартов серии ISO 9000.

С самого начала разработки систем управления качеством предприятий железнодорожного транспорта возникает проблема координации работ по разработке основополагающих документов: политики и целей в области качества; вопрос распределения полномочий и ответственности руководящего, исполнительного и контролирующего персонала, поскольку предприятия железнодорожного транспорта не являются самостоятельными структурными

подразделами и подчинены соответствующим службам, которые, в свою очередь, подчинены соответствующим Главным управлениям, а руководители указанных структурных подразделов ограничены в принятии решений.

Следует также отметить, что реализация потенциальных возможностей систем управления качеством зависит не только от выполнения всех предусмотренных стандартами серии ISO 9000 требований, но и от наличия кадров, которые способны анализировать ситуацию и принимать обоснованные решения для постоянного усовершенствования систем.

Кроме того, необходимо осознать, что система должна быть полезной и удобной для работы. А это возможно только в том случае, когда при ее разработке будут устранены все «узкие места», нестыковки, противоречия и т. д. Успешная разработка и внедрение системы управления качеством зависит от профессиональной подготовленности и компетентности специалистов, на которых возложено выполнение указанных функций.

Для координации работ по разработке, внедрению и сертификации систем управления качеством приказом Министерства транспорта и связи Украины от 20.01.2004 № 18 «Об организации сертификации систем управления качеством на предприятиях и организациях железнодорожного транспорта Украины и связанных с ним видов деятельности» утверждено Положение о главном органе сертификации систем качества, систем управления качеством. Главным органом определено государственное предприятие «Дортранстелеком» (г. Харьков). Подготовлены аудиторы и в других органах сертификации железнодорожного транспорта. Но количество введенных и сертифицированных систем управления качеством на железнодорожном транспорте, на сегодня, крайне низкое.

Для дальнейшего преобразования экономики Украины в современную и интегрированную в мировую экономическую систему, нужно выполнить значительный объем подготовительных работ. В первую очередь, это связано с гармонизацией нормативно-правового обеспечения экономики государства с системой мирового технического регулирования, внедрением новых правил технической регуляторной политики, направленных на защиту, как производителей, так и потребителей продукции, товаров, услуг.

Положительные сдвиги в экономике Украины на протяжении последних лет определяют в сфере технического регулирования в области железнодорожного транспорта важные задачи, в частности:

- дальнейшее усовершенствование нормативно-правовой базы с целью повышения эффективности функционирования и развития железнодорожного транспорта;
- обеспечение конкурентоспособности железнодорожной отрасли путем реализации инновационного и инвестиционного развития;
- формирование эффективной структуры железнодорожного транспорта с повышением доли наукоемких областей и внедрением новейших достижений науки и техники;
- повышение роли сертификации продукции как важного технического инструмента обеспечения качества функционирования железнодорожного транспорта, а именно – обеспечение безопасности движения поездов, безопасности жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды и сохранности имущества и грузов;
- проведение работ по гармонизации нормативной документации и внедрение процедур взаимного признания результатов сертификации;
- широкое внедрение систем управления качеством, систем управления окружающей средой и переход к интегрированным системам управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГСТУ 32.0.10.020-97. Стандартизация и сертификация на железнодорожном транспорте. Положение о сертификационной деятельности на железнодорожном транспорте Украины. – К., 1998. – 11 с.
2. Захарюгіна Т. На шляху до СОТ: заходи у сфері технічного регулювання / Т. Захарюгіна, Т. Закальська // Сертифікація. Стандартизація. Якість. – 2005. – № 1. – С. 3–8.
3. Юзьків Я. Гармонізація стандартів у 2002 році: здобутки та нереалізовані можливості / Я. Юзьків, В. Тетера, Л. Осинська // Сертифікація. Стандартизація. Якість. – 2003. – № 2. – С. 8–11.
4. Мукмінова Т. А. Стандарти як основа конкурентоспроможності / Т. А. Мукмінова, О. П. Ткаченко // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 6. – С. 25–28.
5. Сиченко В. Г. Сертифікація продукції на залізничному транспорті України. – К.: Транспорт України. – 2005. – 304 с.
6. Багров Н. А. Опыт, проблемы и перспективы сертификации продукции для железнодорожного транспорта // Залізничний транспорт України. – 2005. – № 3/2. – С. 23–27.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

И. Е. ЛЕВИЦКИЙ (Одесская ж. д.)

КАЧЕСТВО УСЛУГ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Наведено інформацію стосовно підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту за рахунок сертифікації продукції та послуг.

Приведена информация о повышении конкурентоспособности железнодорожного транспорта за счет сертификации продукции и услуг.

In article the information about improving of competitorability of railway transport for count of certification of produce and services is given.

Переход экономики Украины к рыночным условиям вызвал существенные изменения в организации работы железнодорожного транспорта. В этих условиях значительно возросла конкуренция с другими видами транспорта, и поэтому Укрзализныця вынуждена искать пути повышения эффективности производственной деятельности.

Для того чтобы железные дороги сохранили свои позиции на рынке транспортных услуг, должны быть пересмотрены условия работы с грузовладельцами. При этом одной из главных целей Укрзализныци является повышение качества услуг. Эти задачи были поставлены еще в советское время. Однако в условиях плановой экономики при распределении грузопотоков по видам транспорта основной целью железных дорог являлось обеспечение спроса на перевозки со стороны народного хозяйства и повышение качества услуг.

Не была востребована эта задача и после перехода Украины к рыночным условиям хозяйствования. Железнодорожный транспорт остался стратегически значимой отраслью ее экономики. Что повлекло за собой сохранение государственного контроля за тарифной политикой железнодорожной отрасли с переводом конкуренции преимущественно в неценовую плоскость.

Вместе с тем преимущественное развитие в этот период сырьевых отраслей экономики, традиционно относящихся к железнодорожному сегменту транспортного рынка, давало железным дорогам стабильный доход, позволяло достаточно успешно действовать на рынке грузовых перевозок и, таким образом, снижало стимулы к привлечению дополнительных объемов перевозок за счет повышения качества транспортного обслуживания. Иначе говоря, сохранение за железнодорожным транспортом

статуса естественной монополии снижало интерес к вопросу повышения качества, хотя определенные шаги в этом направлении были предприняты: стали внедряться маркетинговые принципы работы, создана при Главном коммерческом управлении Укрзализныци система фирменного транспортного обслуживания и на ряде железных дорог (Южная, Львовская).

Началом нового этапа развития теории качества транспортного обслуживания и, судя по всему, периода интеграции теории и практики можно считать создание корпорации «Укрзализныци», и вторым этапом структурную реформу железнодорожного транспорта. Одна из основных целей реформы на этом этапе – образование и развитие конкурентного рынка железнодорожных перевозок, что приведет к сокращению числа и объема монопольных сегментов Укрзализныци. В этих условиях качество перевозок станет основным фактором конкурентоспособности.

Одна из задач в области качества на транспорте – переход от простого мониторинга к целевому управлению, которое предусматривает предвидение возможных результатов и планирование путей их достижения. Существует множество подходов к управлению качеством, в т. ч. стандартизация, обеспечивающая:

- безопасность продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- техническую и информационную совместимость, а также взаимозаменяемость продукции;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единство измерений;
- экономию всех видов ресурсов;

– безопасность хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;

– обороноспособность и мобилизационную готовность страны.

Все вышеперечисленное в полной мере относится к железнодорожному транспорту и приобретает особую актуальность в период структурных преобразований. Сохранение и повышение уровня безопасности движения, обеспечение единой технологии перевозочного процесса на всей сети железных дорог Украины, повышение качества транспортного обслуживания, внедрение и совершенствование ресурсосберегающих технологий, поддержание социальной и оборонной функции железнодорожного транспорта – приоритетные направления проводимых преобразований.

Однако реальные успехи стандартизации на железнодорожном транспорте следует признать недостаточными. В качестве основных в этом стандарте приняты показатели «срок доставки» и «сохранность перевозок».

В указанных стандартах такой термин, как «управление качеством транспортных услуг» раскрыт далеко не полностью, а ряд показателей охарактеризован исключительно по внешним признакам. Следует рассмотреть такие показатели «качество транспортных услуг»:

- своевременность перевозки;
- сохранность доставки грузов;
- показатель безопасности как для пассажирских, так и для грузового движения;
- ритмичность перевозок;
- комплексность обслуживания; полнота удовлетворения спроса.

Однако методологический подход к определению ряда вышеперечисленных терминов должен быть скорректирован: необходимо отказаться от выделения только формальных признаков и перейти к отражению внутренней сущности рассматриваемых явлений и процессов.

Кроме того, стандартизация на транспорте должна пойти дальше, чем определение терминов. Стандартизации и сертификации должны подвергаться все транспортные услуги по всем показателям качества. На фоне слабого развития системы государственных стандартов, регламентирующих качество на транспорте, представляется необходимым разработать для Укрзализныци систему отраслевых стандартов, обязательных для соблюдения при работе с грузовладельцами. При этом следует четко различать процессы стандартизации и унифика-

ции. Сейчас, когда Укрзализныця располагает значительными возможностями в области автоматизированного сбора и обработки информации есть возможность широкого внедрения отраслевых стандартов, дифференцированных по рыночным сегментам, видам деятельности и другим критериям. Так, вероятно, будут различаться стандарты по международным и внутренним перевозкам, по перевозкам массовых и ценных грузов и т. д.

Рассматривая вопросы стандартизации транспортной продукции, нельзя не коснуться такой проблемы, как транспортная услуга. Невещественная по своей сути, она производится и потребляется одновременно (в процессе перемещения груза) и, если в товарном производстве после завершения производственного процесса можно проконтролировать качество и отбраковать некачественный товар, то на транспорте это сделать невозможно.

Транспортная продукция потребляется грузополучателем в таком виде и с таким качеством, с каким была создана, что предъявляет особые требования к условиям подготовки перевозочного процесса. Высокое качество транспортного обслуживания обеспечивается, в свою очередь, за счет качества технических средств транспорта и эксплуатационной работы, позволяющей четко и оперативно регулировать транспортные процессы [1].

В настоящее время стандартизация качества технических средств находится на достаточно высоком уровне, и главная задача – не снижать его в процессе вывода из состава Укрзализныци или Минтранса Украины заводов по строительству и ремонту транспортной техники. В этих условиях необходимо сохранить систему контроля качества со стороны Укрзализныци и разработать дополнительные стандарты качества технических средств с целью повышения надежности закупаемой техники.

Качество эксплуатационной работы достаточно жестко регламентируется в настоящее время, однако, здесь могут потребоваться некоторая коррекция ее приоритетов для ориентации на интересы клиентов, а также оформление соответствующих требований в форме многочисленных стандартов.

Построение системы стандартов качества транспортного обслуживания следует осуществлять на основании следующих принципов:

- сочетание наиболее прогрессивных техники, технологии и организации труда работников железных дорог с новейшими достижениями отечественной и зарубежной науки в области качества и стандартизации транспортных услуг;

– широкая дифференциация стандартов по отдельным дорогам, линейным предприятиям и участкам, основанная на внедрении автоматизированного сбора и обработки информации с применением систем управления базами данных и т. д.;

– периодический пересмотр и совершенствование стандартов параллельно развитию и внедрению новых технологий;

– ориентация на экономическое положение предприятий грузовладельцев и технологию их производства.

В соответствии с приведенными принципами можно выделить следующие уровни качества транспортного обслуживания грузовладельцев.

Минимально-необходимый – нижняя граница определяется требованиями соблюдения безопасности и технологии в проведении работ на железных дорогах. Плата за перевозку в соответствии с этим стандартом будет минимальной, что дает предприятиям возможность снизить транспортные издержки и направить средства на первоочередные нужды.

Нормальный – охватывает основную часть перевозок и предполагает улучшение некоторых составляющих качества по сравнению с предыдущим за счет введения дополнительных услуг. Соответственно плата за соблюдение этого стандарта будет несколько выше, чем в первом случае.

Фирменный – предполагает перевозку, при которой будут удовлетворены все возможные пожелания и потребности клиента по всем заказанным им услугам. Перевозка по такому стандарту приведет к значительным затратам железных дорог. Поэтому тариф за такую услугу будет значительно выше, чем в предыдущих случаях. Так как для некоторых категорий клиентов обслуживание по такому стандарту не является прихотью, а вызвано производственной необходимостью, то при наличии с их стороны соответствующей платежеспособности значительный и стабильный спрос на фирменные транспортные услуги будет обеспечен.

Уровень качества по любому из видов деятельности может быть определен отношением одного или нескольких оцениваемых показателей к соответствующим нормативам (стандартам) принятым за базу для сравнения [2]:

$$Y_k = \sum K_i / K_i^H,$$

где Y_k – уровень качества продукции; $\sum K_i$ – совокупность фактических значений i -х показателей качества продукции; $\sum K_i^H$ – совокупность нормативных (стандартных) значений аналогичных показателей качества.

Для подтверждения соответствия определенной продукции требованиям технической или нормативной документации существует Система сертификации УкрСЕПРО [3; 4]. В соответствии с этой Системой основную работу по сертификации продукции выполняют аккредитованные органы и испытательные лаборатории. Кроме этого, с целью подтверждения соответствия качества продукции или услуг существующим стандартам, на предприятиях разрабатывается система качества продукции или услуги.

Важным вопросом является оценка экономических результатов стандартизации. И хотя высокая эффективность стандартизации в целом давно доказала и не подвергается сомнению, необходим ее анализ в каждом конкретном случае. Для этого может быть определено соотношение качества услуг и стоимостных показателей их производства и реализации (расходы, доходы, прибыль) с последующим определением уровня качества, соответствующего оптимальному значению выбранного стоимостного критерия.

Применение на практике после определенной доработки приведенных предложений по развитию системы стандартов позволит более четко организовывать процесс управления качеством, полно и объективно оценивать его уровень на железнодорожном транспорте, подбирать эффективные пути его повышения.

В конечном счете, это позволит Укрзалізнице в условиях развития конкуренции на транспортном рынке добиться преимущества в качестве обслуживания грузовладельцев, а следовательно, повысить доходность и прибыльность производственной деятельности, укрепить свое положение на транспортном рынке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левицкий И. Е. Экономические аспекты развития регионального транспортного комплекса // Проблеми економіки транспорту: Тези доп. V Міжнар. наук. конф. – Д.: Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трнсп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2006. – С. 54.
2. Смехов А. А. Основы транспортной логистики: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1995. – 197 с.
3. Сиченко В. Г. Сертифікація продукції на залізничному транспорті України: Монографія. – К.: Транспорт України, 2005. – 304 с.
4. Мукмінова Т. А. Стандарти як основа конкурентоспроможності / Т. А. Мукмінова, О. П. Ткаченко // Залізн. трансп. України. – 2004. – № 6. – С. 25–28.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

О. П. ТКАЧЕНКО, В. Я. МОСКАЛЕЦ

(Главное управление развития и инвестиций Укрзализныци),

Н. П. ЯНГУЛОВ, Р. Ю. ПАЦОВСКИЙ (ГП НИЦ технологий транспортных систем)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Розглянуто деякі питання технології розробки систем управління якістю на підприємствах залізничного транспорту для удосконалення організаційної структури управління підприємствами залізничного транспорту, визначення процесів на підприємствах і процедур їх виконання, а також створенню стандартів підприємства, регулюючих його діяльність.

Рассмотрены некоторые вопросы технологии разработки систем управления качеством на предприятиях железнодорожного транспорта, связанные с совершенствованием организационной структуры управления предприятиями железнодорожного транспорта, определением процессов на предприятиях и процедур по их выполнению, а также созданием стандартов предприятия, регулирующих его деятельность.

The article is devoted to some questions of technology of development of the control systems by the quality on the enterprises of railway transport, related to perfection of organizational structure of management by the enterprises of railway transport, determination of processes on enterprises and procedures on their implementation, and also creation of standards of enterprise, regulative his activity.

Вопросы улучшения результативности и повышения эффективной деятельности предприятий железнодорожного транспорта непосредственно связаны с проблемами повышения качества перевозок пассажиров и грузов, обслуживания и ремонта транспортных средств. В основном они решаются путем разработки, внедрения и постоянного улучшения систем управления качеством в соответствии с требованиями, установленными в Указе Президента Украины № 113/2001 от 23.02.2001 г. «Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції», Законе Украины № 273/96-ВР «Про залізничний транспорт», Приказе Укрзализныци №28-ЦЗ от 30.01.2003 г. «Про першочергові заходи щодо впровадження систем управління якістю на залізничному транспорті» и стандартах серии ДСТУ ISO 9000.

Соблюдение требований этих стандартов является сложной и многоаспектной задачей. Оно затрагивает все сферы деятельности предприятия и касается каждого работника, направлено на решение проблем выпуска продукции и оказания услуг стабильно высокого качества с наименьшими издержками, для чего необходимо оптимальное распределение всех ресурсов предприятия. Это возможно, если предприятие располагает организационной системой, способной соблюдать требования управления качеством.

Однако на сегодняшний день системы управления предприятиями железнодорожного транспорта не удовлетворяют требованиям управления качеством, а в ряде случаев являются основной причиной, тормозящей внедрение управления качеством. Поэтому вопрос необходимости приспособления, а в некоторых случаях и преобразования организационных систем управления предприятиями железнодорожного транспорта с целью соблюдения ими требований стандарта ДСТУ ISO 9001-2001 «Системы управления качеством. Требования» является актуальным.

Концепция приспособления (преобразования) организационной системы предприятия железнодорожного транспорта определяется принципами, изложенными в стандарте ДСТУ ISO 9000-2001 «Системы управления качеством. Основные положения и Словарь»: ориентация на потребителя; лидерство руководителей; вовлечение работников; процессный подход; системный подход к управлению; постоянное улучшение; принятие решений, основанное на фактах; отношения с поставщиками. Решение этого вопроса должно основываться на «процессном подходе». Суть состоит в том, что любая деятельность, в которой используются ресурсы предприятия для преобразования входов в выходы, должна рассматриваться как процесс, что в полной мере касается и управленческой деятельности предприятия.

Координация и результативность управленческой деятельности возможны, если на предприятии разработана и внедрена единая система управления процессами производства продукции, оказания услуг и управленческой деятельностью. Для предприятий железнодорожного транспорта необходимо выработать единые принципы по определению структуры требований к введению процессного подхода, подготовить управленческий персонал к разработке и внедрению системы управления качеством и провести организационную работу.

Прежде всего, на предприятии должен быть издан приказ о начале и сроках разработки и поэтапного внедрения системы управления качеством. В этом приказе должна быть определена организационная группа, возглавляемая ответственным лицом (уполномоченным по качеству). В данную группу должны войти квалифицированные специалисты, полностью владеющие вопросами технологии и специфики работы предприятия, схемой управленческой структуры. Группа должна быть наделена соответствующими правовыми полномочиями и ответственностью, работать во взаимодействии со всеми структурными подразделениями и руководством предприятия.

Действия самой группы должны осуществляться по разработанному и принятому руководством предприятия плану, согласованному с Укрзалізницею и дорогами. Основная задача группы – систематизировать структуру управления предприятием, задокументировать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии систему управления качеством, постоянно улучшать ее действие в соответствии с требованиями стандарта ДСТУ ISO 9001-2001.

На первом этапе группа должна изучить требования стандартов серии ДСТУ ISO 9000 и возможности предприятия, после чего, непосредственно приступить к разработке целевой программы по подготовке организационной системы предприятия к внедрению системы управления качеством. При составлении целевой программы особое внимание должно быть уделено соблюдению требований к документации системы управления качеством.

Внедрение в практику работы предприятия процессного подхода требует детального изучения организационной структуры предприятия с позиций системы управления качеством. Уточнение и/или изменение функций управления производством в соответствии с требованиями системы управления качеством продукции одновременно ставят задачу и уточнения

организационной структуры предприятия. Описание организационной структуры достаточно сложная задача, поэтому необходимо применить блочную схему построения организационной структуры предприятия. Базой такой блочной схемы должна стать существующая схема организационной структуры предприятия, действующая технология основного производства продукции, нормативные документы. При этом в первую очередь уточняется распределение полномочий и ответственности во взаимоотношениях между штатными работниками того или иного структурного подразделения предприятия. Параллельно уточняется (определяется) место каждого структурного подразделения в процессах производства продукции или предоставления услуг исходя из функций, которые оно выполняет, с учетом стратегии развития предприятия. Уточняются (определяются) какие ресурсы и инфраструктура есть в наличии у данного подразделения, и есть ли необходимость в их дополнении или замене. Затем проводится работа по установлению связей и условиям взаимодействия между подразделениями.

Для того чтобы предприятие могло успешно и результативно функционировать, оно должно управлять многочисленными и взаимосвязанными процессами. Поэтому необходимо установить обоснованный состав таких процессов при разработке и внедрении системы управления качеством на предприятии, и определить ответственных работников предприятия за организацию и ведение конкретного объекта управления, т. е. руководителя процесса.

Кроме того, необходимо уточнить состав как внешних, так и внутренних потребителей, установить между ними на стыках процессов соответствующие входные и выходные технико-экономические показатели; установить критерии оценки уровня эффективности и результативности того или иного процесса и выбрать обоснованные методы его измерения; ввести единую технологию управления процессами и единые информационные потоки получения необходимых сведений, в режиме действия принудительной обратной связи, о состоянии объектов управления; ввести в действие систематическую оценку уровня результативности действия процессов, путем установления единого сопоставимого и комплексного оценочного показателя качества работы объекта управления; ввести систему корректирующих и предупреждающих действий для улучшения качества продукции или услуг; создать систему внесения изменений в действующие нормативные и технические документы с целью их идентификации, актуализации и поддержания в рабочем состоянии.

Уточнение связей между структурными подразделениями предприятия, процессами производства продукции согласовывается с руководителями процессов и документируется.

Кроме того, в блочную структурную схему вводится классификация функций подразделений по предметам управления. Разграничение функций подразделения по предметам управления позволяет четко определить форму воздействия на предмет управления, увязывая это со спецификой деятельности при ведении того или иного процесса производства.

Конкретизация сферы разграничения функций по предмету управления должна доводиться до процедур. Под процедурой понимается установленный способ осуществления деятельности или конкретного процесса производства. Применение процедур и их документированное закрепление позволяет точнее определить круг прав, обязанностей и ответственности каждого работника конкретного подразделения предприятия.

Процедуры должны охватывать все сферы деятельности предприятия, быть систематичными, объективными, обоснованными, совместимыми в своем изложении. Единообразие изложения процедур является первостепенным требованием к ним, поэтому необходимо разработать стандарт предприятия по написанию процедур. Все процедуры должны иметь единый типовой бланк быть составлены в едином стиле. Разработку и применение процедур выполняет только персонал, виды деятельности и функции которого можно контролировать. Необходимость в той или иной процедуре определяется потребностями производства и согласовывается с заинтересованными подразделениями.

По уровню применения процедуры могут быть системными документами, собственно процедурами и действиями. Системные документы – процедуры, выступающие в виде стандарта предприятия, в которых излагаются общие вопросы деятельности предприятия. Собственно процедуры – одна или несколько процедур, являющихся составной частью стандарта предприятия и описывающие конкретные процессы деятельности предприятия. Действие – описание контроля исполнения процедуры.

При разработке уточненной, с точки зрения системы управления качеством, организационной структуры предприятия следует иметь в виду, что все виды деятельности, прямо или косвенно влияющие на качество продукции, должны быть документированы, процедурно контролируемы и идентифицируемы. Все процедуры и стандарты предприятия должны

иметь идентификационные номера, быть перечислены и включены в перечень, который должен поддерживаться в рабочем состоянии.

Процедуры, составленные по единой методике, должны состоять из шести частей - цели, назначения, ссылок, определений, выполняемых действий, документации. Цель – описывает намерение документа. Назначение – описывает область деятельности, где применяется процедура. Ссылки – указывает другие документы, которые имеют отношение к виду деятельности предприятия по данной процедуре. Определения – дают термины и их толкование. Выполняемые действия – детализируют действия персонала по выполнению процедуры (кто делает, что и как, где и когда, и, возможно, зачем выполняется деятельность). Документация – перечисляют документацию, на которую ссылаются. Копия или образец таких документов входят в процедуру и прилагают в виде приложений.

Обычно разработка процедур включает десять этапов:

1. Изучение существующих документов, процедур, инструкций.
2. Анализ – имеется ли качественное исполнение процесса или требуется внесение изменений.
3. Разработка проекта – документируется исполнение процедуры, указывается кто, что, как, когда, где и почему выполняет процедуру.
4. Издание проекта процедуры – издается для замечаний и предложений, рассылается заинтересованным должностным лицам.
5. Изучение замечаний и предложений и их анализ.
6. Доработка и издание процедуры для принятия, рассылка для согласований.
7. Утверждение – контролируется ответственным лицом и утверждается приказом руководства предприятия.
8. Издание для применения – издаются и рассылают по назначению при установленных - количестве пользователей и доступе к процедуре.
9. Выполнение, ознакомление заинтересованного персонала, обучение.
10. Наблюдение и проверка – через некоторое время проводят аудит выполнения процедуры для проверки эффективности. Данные проверок должны быть документированы, независимо от результатов.

Процедуры действуют эффективно, если: они находятся в рабочем состоянии, по ним проводят внутренние аудиты и существует план проверок.

Для любого звена управления возникает необходимость в регулировании его деятельности

по заранее установленным правилам. Такие правила выступают в форме различных документов (инструкции, положения, структурные схемы и т. д.). В рамках требований стандарта ДСТУ ISO 9001-2001 основной формой документов является стандарт предприятия (СТП).

При установлении прав, обязанностей и ответственности за ведение того или иного процесса производства, важнейшее значение имеет: характеристика процесса управления с точки зрения его функционального назначе-

ния, место в организационной структуре предприятия, его организационное выражение (дирекция, служба, структурное подразделение, должностное лицо).

Установление форм воздействия в рамках организационной структуры предприятия должно определяться СТП по уровням функций управления: основополагающим, общецелевым, специальным, предметным. В таблице показана применяемость групп СТП по уровням функций управления.

Таблица

Уровень функций	Уровень организационной структуры предприятия	Группа СТП
Основополагающий	Предприятие в целом	Основополагающие
Общецелевой	Службы предприятия по общецелевым направлениям деятельности	Общецелевые
Специальный	Структурные подразделения	Структурно-функциональные
Предметный	Структурные звенья и должностные лица, ориентированные на ведение процесса производства	Функционально-технологические, должностные обязанности

СТП классифицируются:

Основополагающие – определяют общие принципы, а также закономерности построения и функционирования организационной системы предприятия в целом и входящих в него организационных структур (устав, положение о предприятии, руководство по качеству и т. п.).

Общецелевые – определяют принципы построения и функционирования организационных структур, отвечающих за эффективность и результативность деятельности предприятия по соответствующим общецелевым направлениям деятельности (положения о ведущих подразделениях и т. п.).

Структурно-функциональные – определяют место организационных структур предприятия в производственном процессе. Закрепляют функции, статус организационной структуры, а также полномочия, права, ответственность должностных лиц этих структур и выполнение закрепленных за ними обязанностей (положения о подразделениях и т. п.).

Функционально-технологические – определяют технологию выполнения должностными лицами предметов управления, которые закреплены за данной организационной структурой.

Должностные обязанности – определяют обязанности, полномочия, права, ответственность и взаимодействие должностных лиц предприятия по выполнению возложенных на них функций, а также критерии основных оценочных требований, которые должны исходить из

того, что ответственность каждого должностного лица должна быть однозначно определена в меру возложенных на него прав и обязанностей.

Следует отметить, что функционально-технологические СТП являются ключевыми. Они применяются на всех уровнях организационной структуры предприятия.

Разработка и применение стандартов предприятия в первую очередь должны стать заботой:

- высшего руководства предприятия в части проведения политики в сфере качества,
- руководителей ведущих организационных структур предприятия в части организации и ведения работы по общецелевым направлениям деятельности предприятия;
- руководителей структурных подразделений и каждого работника по постоянному повышению качества выполняемых ими работ.

Необходимо обратить особое внимание на то, что разработка функционально-технологических СТП, организация их последующего применения и поддержания в рабочем состоянии должны выполняться теми должностными лицами, которые непосредственно отвечают за конечный результат работы по конкретному предмету управления.

Методическое руководство и аудит разработки и применения СТП должны осуществляться из единого органа управления, основой которого и является созданная организационная группа.

Создание системы организационного управления предприятием и системы управления качеством требует оснащения предприятия соот-

ветствующими нормативными материалами методического характера. К ним относятся: руководящие материалы, методические рекомендации, макеты и образцы организационных и нормативно-правовых документов, разработанные на основе единого подхода к принятой методологии построения и функционирования системы организационного управления предприятием и обеспечения соблюдения принципов управления качеством в соответствии с требованиями стандарта ДСТУ ISO 9001-2001.

К руководящим материалам относятся законодательные документы и нормативно-правовые акты государства, имеющие отношение к предприятию, руководящие документы Укрзализныци, стандарты серии ДСТУ ISO 9000.

К методическим материалам относятся методические рекомендации по разработке и применению групп СТП, разработанные специалистами соответствующих служб дорог, главных управлений Укрзализныци и предприятия.

К макетам и образцам организационных и нормативно-правовых документов относятся:

- типовые макеты и образцы составления СТП (единые для предприятий Укрзализныци);

- типовые макеты и образцы взаимных документов (протоколов, записей и т. п.) по установлению, согласованию и соблюдению входов и выходов процессов с целью обеспечения стабильности действия основных производственных связей между взаимодействующими структурными подразделениями предприятия (единые для однотипных предприятий);

- типовые макеты и образцы различных процедур, устанавливающих способы осуществления определенных видов деятельности.

С позиций соблюдения принципов управления качеством для успешного руководства деятельностью предприятия необходимо, в процессе освоения и совершенствования методических рекомендаций, максимально вовлечь в эту работу персонал предприятия. Для этого разработка рекомендаций проводится на трех уровнях:

1. Разработка и внедрение в практику производства основополагающих и общецелевых СТП. Эта работа осуществляется организационной группой, при согласовании с соответствующими службами дорог и главными управлениями Укрзализныци, при этом обеспечивая оптимальное сочетание применения принципов управления качеством с общепринятыми закономерностями и принципами функционирования организационных систем, включая и соблюдение всех законодательных и

нормативно-правовых требований, относящихся к деятельности предприятия. Организационная группа и в дальнейшем отвечает за поддержание в рабочем состоянии и за дальнейшее совершенствование основополагающих и общецелевых СТП.

2. Разработка и внедрение в практику производства структурно-функциональных СТП. Ответственность за их разработку и применение должна возлагаться на руководителей организационных структур предприятия, при согласовании с соответствующими службами дорог и главными управлениями Укрзализныци. При этом должны быть обеспечены требования основополагающих и общецелевых СТП. Документация должна давать возможность однозначно установить действия должностных лиц, их права, полномочия, обязанности и ответственность за своевременное и качественное выполнение функций, создавать и совершенствовать механизм контроля и оценки качества работы персонала по выполнению закрепленных за ним обязанностей, обеспечивать поддержание в рабочем состоянии организационных документов по всем видам деятельности конкретной организационной структуры предприятия.

3. Разработка и применение функционально-технологических СТП и должностных обязанностей. Эта работа методически возлагается на организационную группу, а составление и применение – на руководителей структур всех уровней управления. Функционально-технологические СТП и должностные обязанности должны соответствовать требованиям основополагающих, общецелевых и структурно-функциональных СТП и быть типовыми. Кроме того, разработку и применение их необходимо осуществлять с позиции обеспечения условий взаимодействия между организационными структурами в выполнении процессов производства на стыках их действия.

Таким образом, технология приспособления (преобразования) организационной системы предприятия в соответствии с процессным подходом на блочном принципе с учетом взаимодействующих процессов, специфики предприятия, требований стандартов серии ДСТУ ISO 9000 позволяет создать успешно функционирующую систему управления качеством продукции и услуг и делает управление предприятием системным и прозрачным.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

Е. А. ЧАЙКОВСКАЯ (Белорусская ж. д.)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ МС ИСО СЕРИИ 9000

Наведено досвід удосконалення системи керування ремонтним підприємством впровадженням стандартів ISO 9000.

Приведен опыт совершенствования системы управления ремонтным предприятием на основе внедрения стандартов ISO 9000.

Experience of perfection of the control system by a repair enterprise on the basis of introduction of the ISO 9000. standards is described in the article.

Революция в области качества, охватившая в настоящее время почти все страны мира, перешагнула границы и нашего государства, стала своеобразным приоритетом в развитии белорусской экономики. Высокое качество выпускаемой продукции является не только хорошим показателем изготовителя, оно становится национальной гордостью.

Сегодня многие предприятия РБ, в том числе и Белорусская железная дорога, осознали, что без высокого качества выпускаемой продукции или оказываемых услуг выжить в рыночных условиях хозяйствования практически невозможно.

Указ Президента Республики Беларусь № 268 от 20 мая 1998 г. «О повышении конкурентоспособности отечественного производства...» – определил создание на предприятиях РБ систем качества в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 9000 приоритетным направлением. Данное требование нашло отражение в Государственной программе «Качество», а также – в отраслевой программе «Качество», принятой на Белорусской железной дороге.

Среди основных заданий отраслевой программы «Качество» на 2001–2003 гг. имело место требование – разработать и создать фонд нормативных и методических документов на базе стандартов ИСО серии 9000 и внедрить систему менеджмента качества в локомотивном депо Барановичи и Лида с целью повышения безопасности движения.

Идеальным вариантом для предприятий РБ, осуществляющих ремонт подвижного состава, выходящего на пути общей сети железных дорог с МПС РФ, являлась бы подготовка к сертификации систем качества как в Национальной системе сертификации РБ, так и в соответ-

ствии с требованиями по сертификации систем качества и производств на федеральном железнодорожном транспорте МПС России. Но учитывая различия в подходах по практической реализации на предприятиях требований МС ИСО серии 9000, в 2002 г. руководством депо по согласованию с Управлением БЖД было принято решение о приведении системы управления нашим предприятием в соответствие с требованиями СТБ ИСО 9001–2001 гг. и подготовке к сертификации СМК цеха по ремонту электропоездов только в Национальной системе сертификации РБ.

Основным сходством в наших подходах являлось то, что в основе сертификационных требований к системам качества в РБ и РФ лежали требования МС ИСО серии 9000. Однако в документах, разрабатываемых в МПС РФ за основу принималась версия МС ИСО серии 9000:1994, при этом предполагалась поэтапная сертификация (сертификация производства, затем сертификация всей системы).

На территории РБ, версия ИСО 9000:1994, действующая у нас в виде трех моделей обеспечения качества (СТБ ИСО 9001; СТБ ИСО 9002; СТБ ИСО 9003), была актуальной до 01.07.2004 (ИУС №5-2001). Таким образом, создание системы качества в депо в соответствии с требованиями МС ИСО версии 1994 г., не являлось для нас целесообразным в связи с ограничением срока действия стандартов. Поэтому мы разработали систему качества с учетом требований МС ИСО серии 9000 версии 2000 г.

Сложность реализации указанной цели заключалась в том, что на тот момент в отрасли не было организации, имеющей опыт внедрения системы в соответствии с требованиями МС ИСО серии 9000. Мы остро нуждались

в централизованной и квалифицированной помощи компетентных организаций, часть вопросов (обучения персонала, определение процессов) удалось решить с помощью специалистов научно-исследовательской части Белорусского национального технического университета (НИЧ БНТУ). Для заимствования интересных идей в области внедрения МС ИСО:9000 были организованы встречи со специалистами в области менеджмента качества ведущих предприятий республики: МАЗ «Купава», Минский завод колесных тягачей, Барановичский авиаремонтный завод.

Тяжело рождались документированные процедуры, много было споров и разногласий. Однако все 54 стандарта предприятия, включенные в план-график, были разработаны и внедрены на основании приказов начальника депо до 15 октября 2003 г. Кроме этого были разработаны положения о структурных подразделениях согласно утвержденной начальником Барановичского отделения схемы организационной структуры и пересмотрены все должностные инструкции с учетом требований СТБ ИСО 9001-2001 г.

Что касается отработки структуры службы качества депо. Был создан центр управления качеством предприятия, в состав которого входят подразделения технического контроля, стандартизации, метрологии и деповская лаборатория с подчинением этих структурных подразделений непосредственно помощнику начальника депо (начальнику центра по управлению качеством).

Основными функциями центра являются: планирование качества, внутренний аудит системы качества, оценка ее эффективности. Это ни в коем случае не дублирование функций отдела технического контроля (основными функциями которого являются организация технического контроля и испытаний, управление несоответствующей продукцией, регистрация данных о качестве). Хорошо организованный процесс технического контроля обеспечивает не качество, а только достоверную информацию о качестве выпускаемой продукции. Стабильность качества выпускаемой продукции обеспечивается только эффективным функционированием системы качества.

В ноябре 2003 г. комиссией, утвержденной Председателем Госстандарта Республики Беларусь был проведен аудит соответствия требованиям СТБ ИСО 9001-2001 системы менеджмента качества цеха по ремонту электропоездов.

По итогам аудита было выдано заключение: «Система менеджмента качества ремонта электропоездов организации «Транспортное Республиканское УП Барановичское отделение Белорусской железной дороги» Локомотивное депо Барановичи, в целом, СООТВЕТСТВУЕТ требованиям СТБ ИСО 9001-2001». В подтверждение чего, впервые на территории РБ и стран СНГ, был выдан сертификат соответствия № ВУ/11205.0.0.0236 от 06.11.2003 на систему качества производства по ремонту электропоездов.

Разработка документов СМК депо была проведена с учетом требований, касающихся процессов предоставления услуги, охраны окружающей среды, охраны труда, техники безопасности.

Основное положение, реализуемое в СМК – обеспечение уверенности руководства депо и коллектива в том, что все требования и пожелания Заказчиков документированы, рассмотрены и по ним приняты согласованные с ними решения, а возможные проблемы заранее предупреждаются и решаются, а не устраняются после возникновения. Система разработана с учетом предоставления всего объема услуг по ремонту электропоездов.

Функциональная модель бизнес – процесса «Ремонт электропоезда» предприятия представлена на диаграммах, разработанных с использованием методологии IDEFO моделирования. Диаграммы раскрывают входы – выходы процессов, их взаимосвязь.

В системе менеджмента качества депо предусмотрены следующие категории процессов:

- процессы управления СМК;
- процессы управления ресурсами;
- процессы предоставления услуг по ремонту электропоездов;
- процессы измерения, анализа, улучшения.

Бизнес-процессом «Ремонт электропоезда» владеет начальник депо. Начальник депо устанавливает последовательность и взаимодействие всех процессов, критерии оценки процессов и обеспечивает необходимые ресурсы для их выполнения, контролирует и анализирует процессы с целью достижения поставленных целей.

Процессами нижележащего уровня владеют, как правило, руководители структурных подразделений (ответственные исполнители). Они отвечают за качество процесса и его контроль. Все сотрудники (если процесс выполняет не только руководитель), выполняющие процесс, подчинены непосредственно руководителю подразделения.

Ответственный исполнитель (руководитель подразделения) показывает, как выполнять поставленные задачи, что должно быть сделано, устанавливает приоритеты и отвечает за качество выполняемой работы.

Всем сотрудникам депо, участвующим в работах, оказывающих влияние на качество ремонта, установлена ответственность за выполняемые ими процедуры и предоставлены полномочия, позволяющие им полностью выполнить возложенные на них обязанности. Полномочия и ответственность закреплены в должностных инструкциях.

Руководство депо осуществляет мониторинг процессов путем непосредственного надзора за их выполнением, а также путем анализа услуг по ремонту Заказчиками.

Результативность процессов непрерывно оценивается, сопоставляется с требованиями Заказчиков и нормативно-технической документацией в области ремонта подвижного состава, а также с Политикой в области качества. На основании оценки руководством депо вносятся необходимые изменения в процессы, обеспечивающие соответствие установленным требованиям и их непрерывное улучшение. Целью постоянного улучшения системы менеджмента качества является увеличение удовлетворенности Заказчиков, в плане повышения надежности и комфортабельности подвижного состава после ремонта.

Ежегодно в декабре формируются Планы развития предприятия (бизнес-план депо, предложения в приказ 1Н, 2Н), которые утверждаются начальником БЖД и доводятся через отделение БЖД до руководства депо. В них устанавливаются направления совершенствования предоставляемых услуг по ремонту, а также параметры и объемы необходимых материальных ресурсов (персонал, помещения, оборудование, транспортные средства и т. д.). При планировании и осуществлении действий по улучшению учитывается результативность процессов.

На основании результатов обсуждения и анализа данных по качеству начальник депо, по согласованию со службой локомотивного хозяйства и отделением разрабатывает мероприятия по улучшению, определяет исполнителей и сроки выполнения.

Конечные результаты производственной деятельности, выраженные степенью соответствия количественных и качественных показателей предоставляемых услуг по ремонту подвижного состава отраслевым и международным требованиям в этой области, являются комплексной оценкой деятельности организации. Такую оценку подготавливает по итогам года инженер по качеству и предоставляет начальнику центра по управлению качеством, который докладывает полученную

информацию руководству депо на годовом совещании по качеству.

Для успешного выполнения бизнес-процесса проводятся работы по поддержанию в надлежащем состоянии зданий и сооружений, оборудования, вычислительной и оргтехники, создание работникам комфортных и безопасных условий работы, производится необходимая поддержка программного обеспечения оформления документов, формирования, анализа и коррекции баз данных.

Рассматривая целесообразность внедрения СМК и оценивая результаты ее функционирования за 2003–2005 гг., мы попытались ответить на вопрос: «Что позволила улучшить система менеджмента качества? Какова ее результативность и эффективность?». Анализ результатов позволил установить следующее:

1. Расширены рынки сбыта услуг по ремонту отдельных узлов моторвагонного подвижного состава. Заключены контракты на ремонт колесных пар:

- ООО «Азот-Транс» г. Москва;
- ОАО «Ремжелтранс» г. Смоленск.

2. Система менеджмента качества позволила повысить удовлетворенность потребителей за счет:

- сокращения количества рекламаций (отказов) в 2,3 раза по сравнению с 2003 г. и, как следствие, экономии финансовых средств в размере – 143 761 у. е. Динамика изменения количества поступающих рекламаций по основным узлам электропоезда ЭР-9 со стороны эксплуатирующих организаций представлена на рисунке.
- усиления контроля качества поступающего сырья, материалов и комплектующих в результате проведения входного контроля;
- модернизации моторвагонного подвижного состава (таблица).

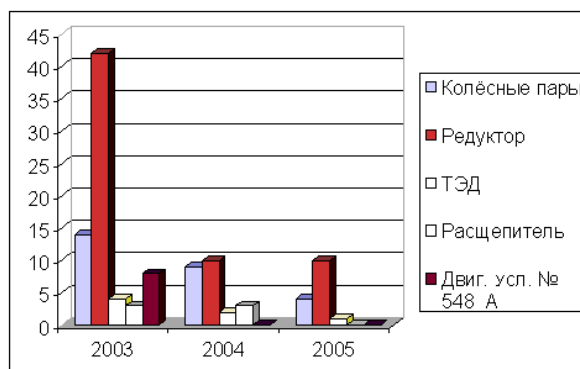


Рис. Динамика изменения количества поступающих рекламаций по основным узлам электропоезда ЭР-9 со стороны эксплуатирующих организаций

Таблица

Вид неисправности	2003 г.		2004 г.		2005 г.	
	Количество	Затраты у. е.	Количество	Затраты у. е.	Количество	Затраты у. е.
Колесные пары	14	48 440	9	31 140	4	13 840
Редуктор	42	126 061	10	30 015	10	30 015
ТЭД	4	7 400	2	3 700	1	1 850
Расщепитель	3	2 715	3	2 715	0	0
Двиг. усл. № 548А	8	6 040	0	0	0	0
Прочие	24	24 110	22	21 800	26	25 300
ВСЕГО:	95	21 4766	43	89 370	41	71 005

В целях повышения надежности и комфортабельности подвижного состава после ремонта локомотивное депо Барановичи производит модернизацию электропоездов серии ЭР-9 с созданием в них повышенного уровня комфорта и улучшением дизайна.

Повышенный комфорт в электропоезде достигается за счет предоставления дополнительных удобств пассажирам в пути следования, а улучшенный дизайн – за счет применения оригинальной цветовой отделки интерьеров салонов с применением современных материалов. При этом в составе электропоезда предусмотрены вагоны повышенной комфортности, по типу вагонов 2-го класса, и вагоны в обычном исполнении, но с улучшенным дизайном. В салонах вагонов установлены блоки сидений повышенной комфортности, предусмотрены купе для проводников, мусоросборники в салонах.

В середине состава электропоезда установлена стационарная торговая точка (мини-буфет) с кондиционером, которая предназначена для отпуска пассажирам в пути следования продуктов питания, холодных и горячих напитков, мороженого.

Для удобства пассажиров в вагонах электропоезда устанавливаются стеклопакеты с тонированными стеклами и шторами, система отопления поезда оборудована электронными регуляторами температуры, пол вагонов покрыт современным износостойким материалом миполам. Для удобства пассажиров в головных вагонах электропоезда устанавливаются маршрутные указатели.

С целью повышения безопасности движения электропоезд оборудован унифицированной системой автоматизированного ведения поез-

дов. Производится оборудование электропоездов серии ЭР-9Е системой торможения УСРТ, позволяющей уменьшить тормозной путь.

3. Система качества позволила улучшить финансово-экономические показатели деятельности депо:

- рост заработной платы за 2005 г. – 128,8 % и составила 674,02 руб. (в 2004 г. – 515,2 тыс. руб.);
- балансовая прибыль за 2005 г. – 7 281 млн руб. (за 2004 г. – 5 519 млн руб.).

4. После внедрения СМК отмечается улучшение деятельности по ряду направлений, в том числе:

- удовлетворение требований Заказчиков;
- создание положительного имиджа депо;
- снижение непроизводительных расходов на исправление браков;
- повышение конкурентоспособности ремонтной продукции;
- повышение исполнительской дисциплины на рабочих местах;
- улучшение и стабилизация технологических процессов;
- совершенствование системы административного управления;
- систематизация документооборота;
- повышение квалификации и ответственности персонала;
- улучшение социально-психологического климата в коллективе;
- сокращение текучести кадров, в результате проводимых мероприятий (в 2005 г. текучесть кадров составила – 5 %;
- повышение культуры производства.

Поступила в редколлегию 25.04.06 г.

Ю. М. ЧЕРКАШИН, А. А. ХАЦКИЛЕВИЧ,
Д. В. ФЕДОРОВА, Е. В. ЯКОВЛЕВА (ВНИИЖТ, Россия)

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Розглянуто правові основи створення системи технічного регулювання на залізничному транспорті.

Рассмотрены правовые основы создания системы технического регулирования на железнодорожном транспорте.

Legal frameworks of creation of the system of the technical adjusting on a railway transport are considered in the article.

Расширение торговых отношений, при повышении безопасности продукции, и ее технологических процессов, в том числе связанных с производством, эксплуатацией, хранением, реализацией и утилизацией, является одним из главных достижений нашего времени.

Свободное экономическое пространство, в пределах которого могут свободно перемещаться товары, услуги, капитал и труд человека, служит основой процветания стран, объединяющихся в экономические союзы.

Деятельность любого государства по формированию общественных отношений, в том числе в области технического регулирования, должна быть основана на определенной, согласованной системе взглядов, определяющей содержание реформируемых отношений и основные направления их реализации. Названная система взглядов может быть закреплена в форме концепции, утверждаемой в установленном порядке.

С учетом изложенного учеными ВНИИЖТ были разработаны основы концепции технического регулирования, которые могут быть использованы, при соответствующей доработке, как при разработке нормативных правовых актов Российской Федерации, так и быть положены в основу международного соглашения, регламентирующего пути дальнейшей гармонизации основных положений Соглашения по техническим барьерам в торговле (ВТО, Уругвайский раунд многосторонних торговых переговоров, 15 апреля 1994 г.) с законодательством союзных государств о техническом регулировании.

Концепция разработана в развитие проекта Государственной концепции обеспечения транспортной безопасности Министерства транспорта Российской Федерации.

Сферой применения Концепции является железнодорожный транспорт Российской Федерации, который в соответствии с Федеральным законом «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» состоит из железнодорожного транспорта общего пользования, железнодорожного транспорта необщего пользования, а также технологического железнодорожного транспорта организаций, предназначенного для перемещения товаров на территориях указанных организаций и выполнения начально-конечных операций с железнодорожным подвижным составом для собственных нужд указанных организаций.

Целью Концепции является определение содержания государственной политики в области технического регулирования на железнодорожном транспорте.

Реформе в области технического регулирования, так и структурной реформе на железнодорожном транспорте, необходима единая идеология при создании единого комплекса нормативных правовых актов в области железнодорожного транспорта.

В связи с этим, определение путей согласования вышеназванных положений возможно в Концепции, объединяющей и определяющей пути создания системы технического регулирования в сфере железнодорожного транспорта и пути дальнейшего реформирования железнодорожного транспорта.

Закрепление в законодательстве основных направлений по дальнейшей гармонизации положений международных соглашений в сфере технического регулирования обеспечит:

— применение требований к упаковке, маркировке, этикетированию и процедурам оценки соответствия – техническим регламентам и стандартам, введенным в странах-участниках ВТО, не создавая излишних препятствий для международной торговли;

- избежать препятствий к принятию мер, необходимых для обеспечения качества ее экспорта, или защиты жизни и здоровья людей, животных или растений, охраны окружающей среды, или предотвращения обманной практики;

- закрепить перечень основных мер, необходимых для защиты важнейших интересов безопасности страны.

Перечень задач, связанных с разработкой системы технического регулирования железнодорожного транспорта в Российской Федерации и объектов его инфраструктуры, включает обеспечение:

- реализации национальных интересов в экономике, связанных с эксплуатацией данного вида транспорта;

- снижения риска нанесения железнодорожным транспортом ущерба жизни или здоровья граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений;

- сохранения единого транспортного пространства государств-участников Содружества Независимых Государств и стран Балтии («пространства колеи 1520 мм»);

- интеграции российских железных дорог в европейскую и азиатские транспортные системы;

- использования существующей нормативной технической базы в области технического регулирования с соответствием с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

Основными принципами государственной политики Российской Федерации в области технического регулирования на железнодорожном транспорте являются:

- обеспечение высокого уровня процессов, связанных с жизненным циклом объектов железнодорожного транспорта, в том числе процессами производства, эксплуатации, хранения, транспортировки, реализации и утилизации;

- приоритет безопасности жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;

- приоритет положений Федерального закона «О техническом регулировании» как базового федерального закона при разработке иных положений законодательства Российской Федерации о техническом регулировании, в том числе положений специальных технических регламентов в области железнодорожного транспорта, утверждаемых, как правило, в форме федеральных законов.

Формирование законодательства Российской Федерации о техническом регулировании должно производиться системно, с учетом специфики железнодорожного транспорта.

Предполагается законодательство Российской Федерации о техническом регулировании в области железнодорожного транспорта (т.е. специальные технические регламенты) формировать в «несколько уровней», в зависимости от характера включаемых в названные акты вопросов.

«Первый уровень» специальных технических регламентов, предположительно, должен включать вопросы общего характера для всех объектов технического регулирования в области железнодорожного транспорта.

Специальные технические регламенты «второго уровня» должны включать более специальные требования к объектам технического регулирования, с учетом специфики объектов технического регулирования.

Среди принципов технического регулирования, в том числе и в сфере железнодорожного транспорта, определенных Федеральным законом «О техническом регулировании» (статья 3), необходимо выделить следующие:

- применение единых правил установления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;

- соответствие технического регулирования уровню развития национальной экономики, развития материально-технической базы, а также уровню научно-технического развития;

- соблюдение единой системы и правил аккредитации;

- единство правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия;

- недопустимость ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации и сертификации.

Построение системы технического регулирования на железнодорожном транспорте осуществляется с учетом проводимой в Российской Федерации реформы технического регулирования, правовые основы которой заложены в Федеральном законе «О техническом регулировании».

Реформа технического регулирования подразумевает разработку и принятие нормативных правовых актов, устанавливающих минимально необходимые требования к объектам технического регулирования на железнодорожном транспорте.

С вступлением в силу Федерального закона «О техническом регулировании» (с 1 июля 2003 г.) и Федерального закона «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» (с 13 мая 2003 г.) изменен порядок предъявления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами федеральных органов исполнительной власти.

Формирование действенной системы законодательства в области железнодорожного транспорта, наряду с разработкой технических регламентов, соответствующих принципам технического регулирования, предусматривает проведение работ по совершенствованию законодательства в сфере железнодорожного транспорта.

В связи с принятием Федерального закона «О техническом регулировании» возникла необходимость в пересмотре, разработке и создании нормативных правовых актов в сфере железнодорожного транспорта, соответствующих основополагающим началам реформы технического регулирования отраженных в законе и обеспечивающих необходимый уровень безопасного функционирования железнодорожного транспорта в Российской Федерации.

В настоящий момент существует и в отдельных случаях применяется значительная по объему документов технического регулирования на железнодорожном транспорте нормативная база, формировавшаяся десятилетиями.

С вступлением в силу технических регламентов в области железнодорожного транспорта указанные нормативные технические акты применяться не будут.

Основной целью разработанной Концепции является создание системы технических регламентов в сфере железнодорожного транспорта, построенной с учетом принципов и целей технического регулирования, отвечающей интересам национальной экономики, а также современному уровню научно-технического развития на железнодорожном транспорте.

Разработанная Концепция учитывает требования Федерального закона «О техническом регулировании» и особенности проводимой структурной реформы на железнодорожном транспорте.

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», технические регламенты должны быть приняты до 2010 г.

Кроме того, в связи с изменением правовых механизмов установления обязательных требований к объектам технического регулирования, в настоящее время осуществляется переход от ведомственного регулирования к законодательному техническому регулированию.

Федеральные органы исполнительной власти вправе издавать в области технического регулирования акты исключительно рекомендательного характера.

Основной массив законодательства в области технического регулирования, будет сформирован из технических регламентов, принимаемых в форме федеральных законов.

Полагаем возможным при формировании системы технического регулирования на железнодорожном транспорте учитывать следующие недостатки старой системы технического регулирования:

- громоздкость, в связи с тем, что обязательные требования к продукции, процессам производства и т. п. установлены многочисленными нормативными актами;

- избыточный охват, т. к. основным способом подтверждения соответствия товаров (работ, услуг) обязательным требованиям является обязательная сертификация.

Несмотря на постепенное сокращение номенклатуры товаров, подлежащих обязательной сертификации, этот список до принятия Федерального закона «О техническом регулировании» оставался чрезмерно велик и охватывал более 60 % товарной номенклатуры;

- неэффективность системы контроля. Широкий охват системой обязательной сертификации объектов технического регулирования приводил к тому, что система явно не справлялась с возложенными на нее задачами.

Федеральный закон «О техническом регулировании» заложил базу для решения многих из этих проблем. Кроме того, был уточнен перечень объектов технического регулирования, подлежащих обязательной оценке соответствия.

К названным объектам технического регулирования отнесены как продукция (под которой в целях технического регулирования железнодорожного транспорта понимаются объекты железнодорожного транспорта, и его инфраструктуры), так и технологические процессы, в том числе процессы производства или строительства, эксплуатации, транспортировки, реализации и утилизации объектов железнодорожного транспорта.

Таким образом, при формировании системы технического регулирования на железнодорожном транспорте в целях отражения в общих технических регламентах, а также в специальных технических регламентах, устанавливающих требования к железнодорожному транспорту и объектам его инфраструктуры, и процессам, связанным с их технологическими процессами (жизненным циклом), необходимо определение приоритетов реформы технического регулирования.

При осуществлении реформы технического регулирования на железнодорожном транспорте возможно применение следующих методов:

- 1) анализ итогов реформы, включая анализ нормативной базы и правоприменительной практики;
- 2) анализ подходов к исследованию эффективности реформы технического регулирования в целом и отдельных технических регламентов, включая:
 - анализ возможностей использования методов мониторинга,
 - количественных методов для оценки результатов реформы;
- 3) описание, анализ, и выявление случаев причинения вреда вследствие нарушения требований технического регламента на базе статистических данных и данных мониторинга;
- 4) усиление координации нормотворческой деятельности федеральных органов исполнительной власти в целях предотвращения противоречий в актах законодательства Рос-

сийской Федерации Федеральному закону «О техническом регулировании».

Определение приоритетов реформы технического регулирования возможно как в соответствующих концепциях, утвержденных актами законодательства Российской Федерации, так и в международных соглашениях.

Предполагается, что реализация концепции технического регулирования железнодорожного транспорта как основы создания системы технического регулирования в области железнодорожного транспорта будет иметь значительный эффект для экономического роста России в целом.

Для достижения этого положительного эффекта необходимо сохранять единую идеологию реформы при принятии всего комплекса нормативных актов в развитие указанного Федерального закона.

Принятие Концепции в качестве базового документа будет определять четкий порядок действий заинтересованных лиц для создания эффективной системы технического регулирования в области железнодорожного транспорта.

Для создания благоприятных условий международного сотрудничества целесообразно рассмотреть вопрос о разработке основных положений Концепции технического регулирования в области железнодорожного транспорта, с определением положений межгосударственной программы и государственных заказчиков.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

А. Ю. ШПАКОВСКИЙ (ГП «Приднепровская ж. д.»)

ОТ КОНТРОЛЯ ЗА СЕРТИФИЦИРОВАННЫМИ УСЛУГАМИ ДО ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Розглянуто проблемні питання впровадження систем управління якістю послуг.

Рассмотрены проблемные вопросы внедрения систем управления качеством услуг.

The problem questions of introduction of the control systems by quality of services are described in the article.

*«Качество – это проблема, объединяющая всех.
Она одинаково важна для всех стран,
независимо от размеров их территории,
социального строя и состояния экономики.
В совершенствовании качества заинтересованы все,
хотя никто не может указать
наилучший путь достижения этой цели...»
Джеймс Харрингтон.*

Повышение качества продукции всегда было одной из важнейших задач, как в нашей стране, так и за рубежом.

Еще в 70-е годы XX века в период возникновения и становления квалитметрии различными авторами понятие «качества», «качества продукции» и «управления качеством продукции» трактовалось по-разному.

В соответствии с ГОСТ 15467-70 было дано определение термину «управление качеством продукции»: управление качеством продукции – установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации или потреблении, осуществляемое путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции. А одной из важнейших форм управления качеством продукции была ее аттестация.

В настоящее время в связи с тенденцией вступления Украины во Всемирную торговую организацию и интеграции в Европейский союз повышение качества продукции (услуг) стало одной из главных задач, а значимость этой задачи в ближайшем будущем, без сомнения, возрастет еще больше, так как является одним из основных условий конкурентоспособности и выживания предприятий.

В 1998 г. в связи с выходом Указа Президента Украины от 17.11.98 № 1257/98 «Про впровадження ліцензування діяльності господарчих суб'єктів у сфері природних монополій» железные дороги Украины должны были полу-

чить лицензию на такую деятельность как представление услуг для внутренних и международных перевозок пассажиров и грузов железнодорожным транспортом.

Одним из необходимых условий выдачи лицензии было наличие у предприятий сертификата соответствия на право предоставления услуг по перевозке грузов и пассажиров. Поэтому ГП «Приднепровская железная дорога» в этом направлении была выполнена большая работа: разработаны технические условия, стандарты предприятия, проведена аттестация предприятия, в результате чего дорога получила сертификаты соответствия и лицензию на право предоставления услуг по перевозке пассажиров и грузов железнодорожным транспортом.

Естественно, чтобы достичь определенного или, если можно так сказать, нормированного гарантированного уровня качества услуг, необходимо постоянно выполнять задекларированные в нормативно-правовых документах нормы и требования, а также осуществлять систематический контроль за их выполнением. В связи с чем на предприятии был разработан ряд распорядительно-нормативных документов, направленных на выполнение эффективного контроля качества предоставляемых услуг, а функции контролирующего органа, которые изложены в ГСТУ 32.0.10.010-97 «Стандартизація та сертифікація на залізничному транспорті. Правила проведення атестації підприємств сфери послуг на виконання робіт з сертифікації для потреб залізничного транспорту України», были возложены на дорожный центр стандартизации и метрологии.

В связи с тем, что улучшения перевозочных процессов невозможно достичь только путем приказов и принуждения работать качественно, а также учитывая то, что Украина является транзитным государством, возникла необходимость внедрения международных стандартов менеджмента качества. Поэтому приказом Министра транспорта Украины от 27.12.2002 № 936 были определены мероприятия по внедрению систем управления качеством (далее – систем) на предприятиях транспортного комплекса в период с 2002 по 2005 гг.

С 2002 г. на предприятии проводится активная работа:

- изучение стандартов серии ISO 9000 и подготовка специалистов: проведены семинары, занятия, подготовлены внутренние аудиторы, организован консультационно-методологический центр;
- определены базовые подразделения для внедрения систем.

Однако изучение передового опыта предприятий, в которых внедрены стандарты серии ISO 9000, в большинстве случаев имеют существенные и значительные отличия от управленческо-организационной структуры железной дороги:

- отсутствие многоструктурного и многоуровневого менеджмента предприятия;
- отсутствие ограничений мобильности в решении задач (так как полномочия государственного предприятия жестко регламентированы нормативно-правовой базой);
- отсутствие ограниченности в принятии оперативных решений.

Остановимся на некоторых положительных и отрицательных аспектах и особенностях внедрения систем.

Внедрение и сертификация современных систем качества способствует повышению доверия со стороны потребителей. Это становится особо важным в условиях, когда не хватает систем контроля и обеспечения качества, отсутствуют или несовершенны процедуры аттестации и сертификации, употребляются некачественные знаки и ярлыки соответствия, действуют устаревшие стандарты и т. д. К слову, подобные недостатки в мире рассматриваются как основные потенциально-технические преграды для развития коммерческих отношений.

К сожалению, сегодня в Украине к разработке, внедрению и совершенствованию систем, во многих случаях, продолжают относиться слишком упрощенно и формально. У нас и сейчас универсальным ключом ко всем проблемам качества, в том числе и проблем усо-

вершенствования систем, считают стандартизацию и сертификацию. Но создание современных систем принципиально отличается от стандартизации и сертификации этих систем.

Стандарты ISO 9000 указывают, что должно быть отражено в системах, но не регламентируют ее содержание. Это сделано специально во избежание систем «близнецов». Если пользователи стремятся побеждать на рынках, их системы должны быть индивидуальными. В ISO 9000 не говорится и про то, каким образом строить систему, потому, что это личное дело производителей, а одновременно и фактор их конкурентоспособности. Стандарты ISO 9000 не обязывают использовать в системе современные методы управления качеством, но без последних, вряд ли удастся достичь конкурентоспособности.

При разработке системы необходимо учитывать следующие предостережения:

Первое – непонимание того, что может и чего не может дать система качества, разрабатываемая на основе стандартов ISO 9000:2000. Они устанавливают процедуру, требования к составу входной и выходной информации, необходимость анализа и т. д. Вместе с тем рациональность, обоснованность решений, связанных с улучшением процессов и качества продукции, стандартами не устанавливаются, да и не могут быть установлены. Эти решения – результат творческого процесса. Поэтому степень достижения целей, эффективность принятых мер, зависят от знаний, опыта и интуиции тех, кто принимает решения, от их аналитических способностей. По оценкам ряда специалистов, успех внедрения стандартов ISO серии 9000 на 90 % зависит именно от этих факторов.

Результативность системы качества зависит от целесообразности и прогрессивности конкретных творческих решений. Успех зависит и от того, насколько четко работники понимают суть процессов, от их профессионализма и применения современных методов менеджмента. Что же касается предусмотренной стандартами возможности путем корректирующих действий исправлять последствия решений, приведших к неверным результатам, то следует учитывать, что скорректировать можно далеко не все. К тому же исправления допущенных ошибок – это дополнительные и иногда очень большие затраты средств, потеря времени и снижение оперативности выполнения работ.

Таким образом, если предприятие не учитывает вышесказанное, то должного эффекта от системы качества ждать не следует. Документальное подтверждение того, что все ее элемен-

ты функционируют так, как записано в стандартах, может создать лишь иллюзию хорошей работы по качеству, а на самом деле эффект будет незначительным.

Ситуация с формально внедряемой системой качества аналогична той, которая возникает, когда автослесарь вроде бы выполнил все необходимые действия (диагностику), но полумку определил неверно и этим не только не отремонтировал автомобиль, но и возможно его испортил. Исходя из сказанного, крайне важной является подготовка специалистов предприятий, обучение их умению анализировать ситуации, организовывать производственные процессы и т. д.

Второе, которое может возникнуть при внедрении стандартов ISO 9000:2000 состоит в том, что механизм системы предусматривает регламентацию в документах деятельности по качеству. Наряду с позитивными эффектами (упорядочение работ), это может также способствовать формальному подходу к внедрению системы. В частности, возможен определенный консерватизм в работе системы, ее организация по принципу «делай как записано». Внутри и вне системы качества общение специалистов может быть не непосредственным, а на основе записей, что может привести к элементам бюрократизма. Анализ результатов деятельности при этом смещается в сторону проверки документов, а не оценки существа дела. К тому же еще нет четких критериев достаточности документации системы качества.

Есть и третье, которое при определенных условиях толкает разработчиков системы качества на формальный путь внедрения стандартов ISO 9000:2000. Она возникает в тех случаях, когда из-за навязывания предприятию сертификации системы качества, добровольное внедрение этих стандартов становится фактически обязательным. Этому способствует и то, что оценка системы качества при ее сертификации идет по формальным признакам, даже если она проводится квалифицированными аудиторами.

Некоторые ученые и специалисты в области качества заявляют, что при проведении сертификации по стандартам ISO серии 9001:2000

будет проверяться не только соответствие системы качества установленным требованиям, но и улучшение качества, эффективность системы. Но с этим согласиться нельзя. В стандартах нет необходимых для этого критериев, как нет критериев и для оценки обоснованности принимаемых в рамках системы решений.

Надежная оценка результативности и эффективности системы качества при ее сертификации невозможна, так как для этого необходимо анализировать динамику показателей качества. Сертифицируется же система качества чаще всего сразу после подготовки необходимых документов. Поэтому ни о какой динамике улучшений показателей тут речи быть не может.

Таким образом, работники предприятия, не имеющие внутренней потребности использовать систему качества для повышения эффективности своей деятельности, при подготовке этой системы к сертификации делают то, что нужно для проверяющих — документируют процедуры, а улучшение качества своей работы и ее результатов отводится на задний план.

Для того, чтобы сделать работу по освоению стандартов ISO серии 9000:2000 плодотворной, прежде всего, следует уточнить: зачем предприятие внедряет стандарты и какой может быть при этом стратегия их руководителей?

Можно выделить две основные цели внедрения систем:

- первая — стандарты используют как средство повышения эффективности деятельности предприятия, а затем, по мере необходимости, проводится сертификация системы качества на соответствие их требованиям;
- вторая — стандарты внедряются только с целью сертификации системы качества.

Идея о повышении качества всегда приходит сверху, со стороны руководителей компании. Как утверждал великий сподвижник качества доктор Джозеф Мозес Джуран: «ни одна известная ему компания не сумела бы добиться качества мирового уровня без участия высшего руководства, взявшего на себя ответственность за решение этой задачи».

Поступила в редколлегию 26.04.2006.

В. І. ДВОРЕЦЬКИЙ (Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України)

НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ РОБІТ З ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Розглянуто питання нормативно-технічного регулювання робіт з підвищення ресурсу транспортних машин.

Рассмотрены вопросы нормативно-технической регуляции работ по повышению ресурса транспортных машин.

In the article there are the considered questions of the normatively-technical adjusting of works for the increases of resource of transporting machines.

В матеріалах I Міжнародної науково-практичної конференції «Підтвердження відповідності на залізничному транспорті: передовий досвід і напрямки розвитку» показана актуальність продовження призначеного строку служби несучих конструкцій рухомого складу і важливе значення нормативно-технічного забезпечення таких робіт [1].

Наведено прийняті в Інституті електрозварки ім. Є. О. Патона підходи к вирішенню наукових і технічних проблем обґрунтування і забезпечення можливості подальшої експлуатації конструкцій за призначенням, а також методика продовження нормативного строку служби несучих конструкцій, порядок виконання і оформлення робіт.

Визначені першочергові задачі подальшого розвитку цього науково-прикладного напрямку. Вимоги викладеного на прикладі тягового рухомого складу (ТРС) підходу необхідно виконувати при подовженні призначеного строку служби несучих конструкцій практично усіх серійних транспортних машин. Разом з тим їх слід адаптувати і використовувати з врахуванням тенденцій розвитку систем керування якістю, нормативно-технічного і правового регулювання, підтвердження якості стосовно до конкретних машин.

Методики продовження призначеного строку служби [1–3], мають таку особливість: вони не розповсюджуються на конструкції з передчасними пошкодженнями, котрі за чинною нормативно-технічною документацією на виготовлення і ремонт потребують вилучення їх з експлуатації. Тому ефективність результатів використання згаданих методологій в порівнянні з проектними можливо отримати лише за рахунок більш детального врахування умов експлуатації, напрацювання і технічного стану несучої конструкції на момент обстеження. Іншими словами продовження призначеного строку служби дося-

гається за рахунок більш повного використання резервів несучої здатності конструкції, котрі заклалися при проектуванні для забезпечення її безпечної експлуатації.

Конструкції, котрі по діючим вимоги підлягають вилучено з експлуатації, не володіють резервом несучої здатності. Для продовження їх призначеного строку служби такій резерв доводиться створювати, наприклад за рахунок модернізації вузлів, що пошкоджуються. Потрібен більш високий рівень науково-технічного обґрунтування і забезпечення можливості їх подальшої експлуатації за призначенням. При цьому значно зростає роль нормативно-технічного регулювання процесу виконання відповідних робіт.

Після продовження строку служби транспортні машини з безпеки експлуатації повинні відповідати міждержавним стандартам. Тому при виконанні робіт доцільно керуватися стандартом ISO17025, якій досить досконалий, давно працює в Європі і все ширше впроваджується в Україні.

Особливу увагу слід приділяти четвертому «Вимоги до керування» та п'ятому «Технічні вимоги» розділам цього стандарту. При розробці планів заходів і виконанні робіт з продовження строків служби важливо дотримуватися відповідності застосованих методик і процедур ідеології стандарту та вимогам цих розділів.

За вимогами четвертого розділу необхідно чітко уявляти роль усіх трьох складових системи керування процесом виконання науково-технічних, дослідних і практичних робіт – тобто системи якості, адміністративних і технічних систем. У цьому плані можна стверджувати, що однією з складових успішного продовження призначеного строку служби несучих конструкцій є вимога керівництва Укрзалізниці до організацій-виконавців робіт захищати проекти кожної серії ТРС на спеціалізованій Міжвідомчий технічній комісії.

Потрібно суттєве удосконалення технічних вимог до виконання робіт з продовження строків служби. Заважає цьому відсутність єдиного переліку характеристик і показників безпеки експлуатації машин з вказівкою значень, що нормуються. Вони повинні бути технічними вимогами до результатів, які повинна забезпечити організація-виконавець.

Необхідно розробити єдині вимоги до таких організацій. Треба щоб організація-виконавець відповідала Європейським нормам по професійності, досвідченості, кваліфікованості персоналу, а також за наявності необхідного атестованого обладнання та приміщень. Галузь акредитації організації-виконавця робіт по продукції та методам випробувань повинна повністю покривати такі, які необхідні для вирішення проблем продовження строку служби кожної конкретної конструкції.

Накопичений позитивний досвід застосування результатів наукових розробок ІЕЗ ім. Є. О. Патона свідчить про необхідність подальшого розвитку цього напрямку з акцентом на удосконалення несучих конструкцій, які мають передчасні втомні пошкодження або вже вичерпали призначений строк служби, у відповідності до сучасних технічних вимог.

За тоннажем згадані конструкції в теперішній час в Україні більш як на порядок перевищують такі, що заново впроваджуються в експлуатацію. При цьому приблизно 20 % будівельних та 70 % машинобудівельних конструкцій мають втомні пошкодження і вимагають значних матеріальних і технічних вкладень на підтримку в працездатному стані. Але відмовитися від їх використання практичних можливостей немає.

Найбільш доцільно проводити продовження строку служби таких конструкцій після відновлення та удосконалення на базі науково обгрунтованого підходу до забезпечення необхідного та достатнього ресурсу з врахуванням сучасних технічних вимог безпеки експлуатації і підтвердження відповідності на транспорті.

Перед усім удосконалюється розрахункова модель з визначення впливу технічних вимог до відновлення передчасно пошкодженої конструкції на втомну довговічність [4–6]. Розробляються наукові положення розрахункової оцінки залежності втомної довговічності від можливих варіантів технічних рішень по вдосконаленню конструкції при модернізації у відповідності до висунутих технічних вимог [6; 7]. Такі розробки включають визначення впливу розрахункових характеристик опору втоми і навантаженості на граничний стан зварних з'єднань по критерію накопичення відносних втомних пошкоджень.

Вирішення цієї задачі дозволяє найбільш об'єктивно обгрунтувати доцільність прийнятого технічного рішення по глибині, обсягам і терміну модернізації конструкції у взаємозв'язку з запропонованими конструктивним оформленням та технологічним виконанням кожного окремого вузла.

Як приклад на рис. 1 подано криві втоми зварних таврових зразків зі сплаву АМг6 для ймовірностей руйнування 0,5 (1) і 0,05 (2) – (рис. 1, а), крива відносної пошкодженості таврових зварних з'єднань залежно від навантаженості вагонів метро пасажирями – (рис. 1, б), а також накопичення пошкоджень втоми в таврових з'єднаннях алюмінієвого кузова при різних розрахункових сполученнях характеристик опору втоми і діючих напружень залежно від основного розрахункового напруження σ_H – (рис. 1, в). Це дало змогу на етапі проектування знизити масу алюмінієвого кузова вагона метро по відношенню до оптимально запроєктованого сталюого на 20 % [5].

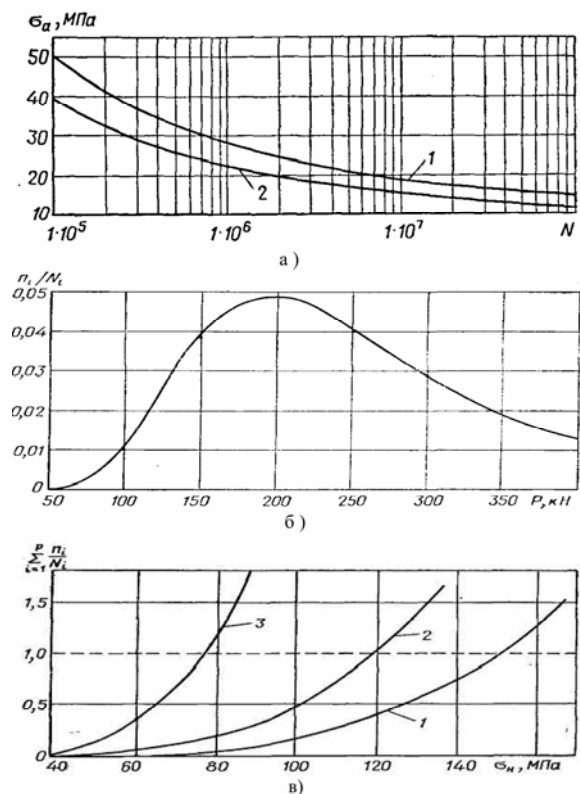


Рис. 1. Залежність накопичення пошкоджень від опору втоми зварного з'єднання:
а – крива втоми зварних таврових зразків зі сплаву АМг6 для ймовірностей руйнування 0,5 (1) і 0,05 (2);
б – відносна пошкодженість таврових зварних з'єднань залежно від навантаженості вагонів метро пасажирями;
в – накопичення пошкоджень втоми в таврових з'єднаннях алюмінієвого кузова (1–3) при різних розрахункових сполученнях характеристик опору втоми і діючих напружень залежно від основного розрахункового напруження σ_H

Для переходу з якісної оцінки степеня проробки та ефективності прийнятих технічних рішень, які приймають по відновленню конструкції на кількісну застосовується підхід до визначення ресурсу конструкції після відновлення по критерію опору втомі залежно від конструктивно-технологічних особливостей оформлення зварних з'єднань, елементів та вузлів.

Головна ідея досліджень полягає в тому, що в технічних рішеннях на відновлення несучої конструкції конструктивно-технологічне оформлення вузлів впливає на накопичення в них втомних пошкоджень. У порівнянні з вихідним проектом на конструкцію змінюються розрахункові характеристики опору втомі і змінні напруження. За принципом врахування досвіду експлуатації, висунутих технічних вимог і дійсної роботи конструкції повинно бути розрахунком знайдено найбільш прийнятне технічне рішення на відновлення. Однією з основ кількісного аналізу є визначення напрацювання транспортної машини [4; 8; 9].

Дані рис. 2 та табл. 1 і 2 ілюструють приклад визначення напрацювання зварних вузлів внутрішнього сосуду при продовженні призначеного строку служби автоцистерн типу ЦЖУ для транспортування двоокисі вуглецю.

На рис. 2 наведено статистичні розподіли амплітуд змінних напружень в цистернах ЦЖУ – 3,0 – 2,0 і ЦЖУ – 9,0 – 1,8 під час руху по різних типах шляхів. У табл. 1 наведено статистичні параметри завантаженості автоцистерн по

таким шляхам, а в табл. 2 – запропонований для розрахунків склад типового шляху.

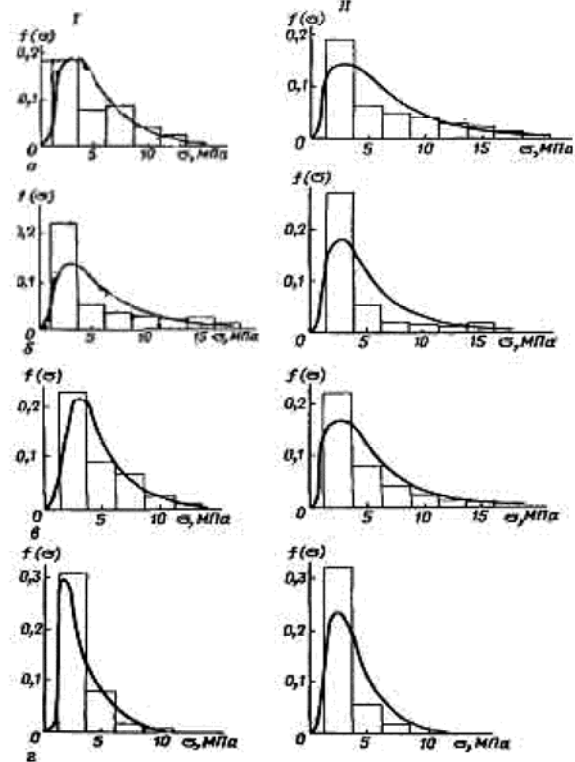


Рис. 2. Статистичні розподіли амплітуд змінних напружень:

I – цистерна ЦЖУ-3,0-2,0; II – 9,0-1,8;
а – «бельгійська мостова»; б – вибитий буліжник;
в – профільований буліжник; г – асфальт

Таблиця 1

Статистичні параметри завантаженості автоцистерн ЦЖУ-3,0-2,0 (чисельник)
і ЦЖУ-9,0-1,8 (знаменник)

Тип дороги	Завантаження цистерни, %	Число циклів на 1 км пробігу, ξ_j	Параметри			
			$\overline{\ln \sigma_a}$	$S \ln \sigma_a$	$\ln \sigma$	$\hat{S} \ln \sigma_a$
«Бельгійська мостова»	100	696	1,54	0,56	1,58	0,59
		1 481	1,59	0,70	1,62	0,73
	0	831	1,45	0,52	1,49	0,55
		1 481	1,59	0,70	1,62	0,73
Вибитий буліжник	100	710	1,52	0,70	1,62	0,78
		774	1,33	0,70	1,39	0,75
Профільований буліжник	100	471	1,36	0,54	1,38	0,55
		1 681	1,43	0,65	1,44	0,66
Рівний буліжник		301	1,20	0,57	1,23	0,59
		—	—	—	—	—
Асфальт		60	1,09	0,45	1,15	0,50
		490	1,1	0,62	1,13	0,64

Склад типової дороги

Тип покриття	Завантаження цистерни, %	Відносний пробіг Ψ_j , %	
		ЦЖУ–3,0–2,0	ЦЖУ–6,0–1,8, ЦЖУ–9,0–1,8
Асфальт	0	25,0	32,5
	100	25,0	32,5
Булижник	0	12,5	10,0
	100	12,5	10,0
Грунт	0	12,5	7,5
	100	12,5	7,5

Узагальнення викладених вище наукових положень у вигляді єдиного системного підходу до розрахункового забезпечення необхідної працездатності відновленої конструкції дозволяє його застосування для дослідного впровадження.

Після його доопрацювання на етапі впровадження та узагальнення одержаних при цьому результатів такий підхід має трансформуватися в нормативно-технічний документ по забезпеченню необхідної втомної довговічності конструкції у відповідності до висунутих технічних вимог на експлуатацію.

Обсяги попиту на результати такої розробки складаються з необхідності відновлення з використанням зварювання або наплавлення несучих конструкцій транспортних споруд (зокрема, залізничних мостів), промислових будівель, важкого машинобудування, рухомого складу залізниць, метрополітенів, прокатного обладнання, багатовантажних самоскидів.

Як приклади ефективності застосування результатів можна навести те, що загальні витрати на відновлення однієї рами візка електровоза серії ВЛ60 на Укрзалізниці не перевищують 20 % її вартості. Витрати на відновлення рам візків вагонів Київського метрополітену, які підлягають вилученню з експлуатації, на етапі дослідного впровадження менш 30 % її вартості. У подальшому вони знижуються майже вдвічі. Потребує відновлення чисельна кількість рам візків вагонів метро та тягового рухомого складу. Більш конкретні цифри ЗАМОВНИКОМ робіт на відновлення звичайно не розголошуються.

Вагомим доказом суттєвої переваги запропонованого підходу є накопичений досвід впровадження. За їх результатами з першої спроби відновленням з модернізацією окремих вузлів забезпечено продовження строку

служби рам візків електровозів ВЛ60 не менш як на два роки, хоча відновлення по чинним 10 проектам продовжувало термін служби тільки на 2–3 місяця після чого зароджувалися тріщини втомі в дуже небезпечному перерізі поздовжніх балок.

В запропонованому варіанті тріщини виникали лише в спеціальних «динамометричних» косицях і не вражали поздовжні балки. За чинною НТД відновлення повідкових рам візків вагонів метро не дало вагомих результатів, а відновлення з використанням наукових результатів згаданих вище досліджень зняло проблему пошкодження.

Експертного висновку провідних фахівців махове колесо головного привода трубопрокатного пільгерстану підлягало вилученню з експлуатації як небезпечне, але відновлення його з використанням згаданих вище розробок за рахунок модернізації вузлів кріплення спиць до обода комбінованим зварно-болтовим засобом дозволяє продовжувати експлуатацію вже п'ять років.

Наведені приклади підвищення ресурсу конструкцій транспортних машин на основі системного підходу свідчать, що проведення робіт з нормативно-технічним регулюванням у відповідності до вимог міжнародних стандартів є досить ефективним і забезпечує цілком задовільні результати. У такому разі слід визначити процедуру проведення робіт, технічні вимоги до машини, вимоги до організації-виконання науково-технічних робіт, а також до обґрунтованості результатів, які вона одержує і впроваджує. Згадана визначеність і вирішення організаційних задач повинні розглядатися з точки зору підтвердження відповідності на транспорті.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дворецкий В. И. Нормативно-техническое обеспечение работ по продлению назначенного срока службы подвижного состава // *Залізничний транспорт України*, – 2005, – № 3/2. – С. 28–32.
2. Оценка остаточного ресурса несущих конструкций тягового подвижного состава: Методические указания. – Д.: Изд-во Днепропетр. нац. у-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 1998. – 41 с.
3. Продление срока службы резервуаров для жидкой двуокиси углерода: Методические указания. РД-26-3-86. – Волгоград: МХНМ, 1987. – 40 с.
4. Дворецкий В. И. Оценка остаточного ресурса сварных конструкций на примере автоцистерн / В. И. Дворецкий, В. Э. Филатов, Р. В. Козминский // *Автоматическая сварка*, – 1991, – № 4. – С. 15–19.
5. Дворецкий В. И. Расчетная оценка сопротивления усталости сварных узлов алюминиевого кузова вагона метро / В. И. Дворецкий, В. А. Шонин, О. Н. Гаврилов // *Автоматическая сварка*, – 1983, – № 2. – С. 17–21.
6. Труфяков В. И. Прочность сварных соединений при переменных нагрузках / В. И. Труфяков, В. И. Дворецкий, П. П. Михеев и др., – К.: Наук. думка, 1990. – 256 с.
7. Дворецкий В. И. Оценка остаточного ресурса сварных несущих конструкций и продление срока их службы // *Автоматическая сварка*, – 2000, – № 9, 10. – С. 37–42.
8. Лашко А. Д. Об оптимальных сроках эксплуатации тягового подвижного состава / А. Д. Лашко, В. П. Кулешов, В. И. Дворецкий // *Залізничний транспорт України*. – 2001. – № 1. – С. 2–5.
9. Бондарев А. М. Влияние эксплуатационных нагрузок на напряжения в элементах несущих конструкций электровоза ВЛ60 / А. М. Бондарев, В. Л. Горобец, И. М. Грушак, В. И. Дворецкий // *Залізничний транспорт України*, – 2002. – № 4. – С. 21–22.

Надійшла до редколегії 20.04.2006.

С. В. МЯМЛИН, Е. П. БЛОХИН, В. В. ЖИЖКО, Е. А. ПИСЬМЕННЫЙ (ДИИТ)

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ Ж.-Д. ТРАНСПОРТА

Проаналізовано різноманітні тренажери з підготовки спеціалістів залізничного транспорту.

Проанализированы разнообразные тренажеры для подготовки специалистов железнодорожного транспорта.

In article varies types of simulators for training of specialists of railway transport analyzed.

Опыт подготовки специалистов различных специальностей на железнодорожном транспорте свидетельствует о том, что обучение состоит, как правило, из нескольких основных этапов: теоретическая подготовка, практические занятия и экзамены или тестирование. Особенностью проведения практических занятий для работников железнодорожного транспорта является использование технических средств, которые максимально приближают условия обучения к условиям дальнейшей профессиональной деятельности.

Для создания новых технических средств обучения представляет интерес анализ конструкций тренажеров для обучения специалистов железнодорожного транспорта различных профессий. Далее рассмотрим наиболее характерные конструкции, которые применяются как на железных дорогах, метрополитене, так и в учебных заведениях.

Так, в высшем военном техническом училище «Т. Каблешков» (Болгария, София) разработан и изготовлен тренажер для обучения локомотивных машинистов [1]. Он выполнен на модульном принципе. В качестве пространственной модели используется опыт управления локомотивом, на котором установлены все аппараты и приборы, необходимые для целей обучения. Динамическая система тренажера создает вертикальные и горизонтальные колебания кресла машиниста (максимальное перемещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях 0,015 м, вертикальные ускорения до 1 м/с^2 и поперечные ускорения до $1,5 \text{ м/с}^2$).

Тренажер оборудован акустической системой для воспроизводства шумов при движении поезда, персональным компьютером и принтером, необходимыми для моделирования функционирования основных систем локомотива, движения поезда, сигналов и т. п. Во время

обучения непрерывно контролируются изменения скорости движения, тока и напряжения тяговых двигателей, давление в главном воздушном резервуаре, пройденный путь и расход энергии. Разработаны шесть тем для выработки навыков по регулированию силы тяги и торможения при трогании с места, для поддержания заданной скорости движения в тяговом и тормозном режимах и др. Приведено описание критериев и методика оценки действий обучаемого. После окончания занятий действия обучаемого оцениваются одним суммарным критерием.

В статье [2] приводятся сведения о подготовке кадров для железных дорог Германии. Так, система профессиональной подготовки предусматривает, что срок обучения профессии машиниста поездного локомотива должен длиться 11 месяцев, причем сначала учащиеся получают квалификацию машиниста локомотива-составителя поездов. Принята новая концепция подготовки персонала с широким использованием электронных тренажеров и методов имитационного моделирования режимов вождения поездов. Принимаются меры к тому, чтобы книжки расписаний движения поездов заменить соответствующими базами данных в бортовых ЭВМ.

В статье [3] рассматривается краткая история создания и дается анализ основных конструкций тренажеров для подготовки машинистов. Делается вывод, что пассивный полномасштабный тренажер вождения способен обеспечить действительно полномасштабное, в том числе по длительности, физическим и психологическим нагрузкам, взаимодействию с персоналом дороги и пассажирами обучение машинистов, эффективность которого будет выше, чем на любом из известных полномасштабных «активных» ж.-д. тренажеров, и при меньших затратах.

Для машинистов высокоскоростных электропоездов Париж–Берлин и Париж–Лондон разработан электронный тренажер [4], на котором имитируются все условия движения на соответствующей линии. Стоимость такого тренажера составляет 1,7 млн ф. ст.; первый образец тренажера установлен в депо Лондон–Ватерлоо в Англии, второй – в депо Хеллемс-Лилль во Франции.

Программа обучения машинистов включает занятия на тренажере общей продолжительностью не менее 20 часов, имеются аудиторные занятия и поездки с инструктором на электропоезде в заключительной стадии обучения. Особенность работы машинистов поездов международного сообщения состоит в том, что они должны вести служебные переговоры с поездными диспетчерами на языке той страны, на территории которой они находятся. Поэтому на тренажере отрабатываются регламенты переговоров с диспетчерами ж. д. Франции, Великобритании, Германии, Бельгии и Нидерландов. В процессе обучения машиниста на тренажере вся учебная группа в составе 10 человек может наблюдать его работу по индивидуальным мониторам.

В [5] описывается типовой тренажер, предназначенный для обучения локомотивных бригад в депо и выполненный на базе типовой персональной ЭВМ класса PC, пульта управления локомотива и блока видеозаписи для создания эффекта движения поезда на линии. В память ЭВМ заложена система математического обеспечения, включающая программы для выполнения тягового расчета, считывания информации с пульта управления локомотива и регулирования процесса воспроизведения видеозаписи синхронно с движением поезда.

Тренажер может быть использован также для групповых занятий; при этом используют отдельный пульт инструктора и дополнительные рабочие места, на которых имеются индивидуальные дисплеи с экраном 40×60 см для наблюдения процесса управления. Тренажер используется, в основном, для повышения квалификации локомотивных бригад и освоения экономических методов управления локомотивами.

Тренажеры для подготовки машинистов широко используются в локомотивных депо железных дорог Германии [6]. Современные тренажерные комплексы выполняются на базе универсальных ЭВМ, что позволяет реализовать существенные дидактические возможности по обучению путем соответствующего развития программного обеспечения. Обычно реа-

лизуется принцип программированного обучения с постепенным наращиванием сложности заданий и поэтапным контролем. Этот процесс в чистом виде применяется на начальном этапе обучения или при предварительном контроле. Последующие стадии обычно связаны с участием инструктора; при этом реализуется сложный интерактивный режим с одновременным участием обучаемого, обучающего и ЭВМ, которая регистрирует процесс обучения и в последующем может повторить его без участия инструктора. Подробно рассмотрен тренажерный комплекс на 16 мест.

Фирма CORYS (Франция) изготовила для Лондонского метрополитена тренажер типа LUCAS с компьютерной генерацией визуальной информации [7]. В память тренажера заложены параметры Юбилейной линии протяженностью 38 км. Инструктор может при помощи тренажера обучать машиниста не только ведению поезда в нормальных условиях, но также и при появлении технической неисправности в оборудовании поезда, причем всего можно имитировать 130 технических дефектов и 15 нестандартных ситуаций, например, задержку посадки пассажиров на станции, пожар в поезде и в тоннеле, отключение тяговой подстанции и т. д.

В [8] сообщается о разработке нового тренажера для обучения водителей с имитацией транспортного движения и использования DBAG для обучения водителей локомотивов и даже для принятия экзаменов. Фирмой Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) введен в эксплуатацию тренажер, электронную часть которого составляет Bremer STN ATLAS Elektronik GmbH. Тренажер состоит из отдельных модулей, например, кабины водителя GT6.

Цифровая видеосистема проецирует на экран 30-градусный сегмент кругового обзора транспортной обстановки в реальном времени. В компьютер заложено 64 км рельсовых путей Берлина. Система может управлять одновременно 40 участниками транспортного движения. Имеются дополнительные обучающие программы. Приведено краткое описание тренажера «Computer Based Training» фирмы Ustra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG.

В статье [9] рассмотрены предпосылки использования тренажеров на ж.-д. транспорте, в частности, для обучения и аттестации машинистов, предъявляемые к ним требования, принятые в настоящее время конструктивные концепции. Приведены описания функциональных модулей тренажеров.

Моделирующие устройства начинают играть все более важную роль в методологии подготовки операторов, планирующих и контролирующих движение ж.-д. составов. Новая многофункциональная моделирующая система Messina [10] разработана компанией Vossloh technical systems (Германия) в сотрудничестве с венгерской фирмой TSTS и гамбургским консультативным обществом НС. Первый тренажер поступил в ж.-д. центр Гамбурга в конце 1998 г.

Проектно-информационная компания Sydac (Австралия) разработала мобильный тренажер [11], предназначенный для подготовки машинистов ж.-д. компании Queensland rail (QR), парк которой пополнился 38 новыми дизельными электровозами класса 4000. При необходимости тренажер может быть переоборудован в полутрейлер автомашины и легко доставлен в любое депо или учебный центр QR. В банке данных тренажера содержится информация о 30 различных типах вагонов и 5 типах тормозного оборудования.

В современных российских центрах подготовки специалистов по управлению транспортными средствами, например, Исследовательский центр «СПЕКТР» (Екатеринбург) под руководством профессора В. Е. Поповаг широкое применение находят специализированные тренажеры [12], позволяющие отрабатывать различные методы управления движением транспортных объектов, экономить средства на обучение, переподготовку кадров и повышение профессионального мастерства.

Изменение условий эксплуатации подвижного состава российских железных дорог (увеличение в кабине локомотива количества приборов безопасности, переход на вождение поездов в одно лицо) при использовании морально и физически устаревшего локомотивного парка определяет возросший уровень требований к профессиональной подготовке машинистов. Но при подготовке локомотивных бригад недостаточное внимание уделяется применению вычислительных комплексов и систем для обучения рациональным и безопасным режимам управления поезда.

В учебных классах локомотивных депо, дорожно-технических школах подготовка машинистов проводится на физических тренажерах (стендах), в лучшем случае, полностью имитирующих кабину локомотива и установленное в ней оборудование, что не позволяет отрабатывать навыки и умения управления при ведении поезда по реальному профилю. Оснащение учебного процесса компьютерными тренажер-

ными комплексами позволит выполнять целевые учебные «поездки» с видеовоспроизведением реального участка пути, соответствующим звуковым сопровождением, управлением реальными органами при наблюдении за показаниями приборов контроля и сигнализации, расположенных на пульте тренажера. Наибольший интерес в подобных комплексах и системах представляет программное обеспечение, которое определяет функциональные возможности и степень приближения персонала к реальным условиям работы.

Для железнодорожных транспортных объектов определяющими являются вопросы разработки математических моделей процессов в тормозной системе (ТС) и моделей динамики движения поезда. В основу разработанного компьютерного тренажерного комплекса положено программное обеспечение (ПО), построенное по модульному принципу.

Акционерное общество «Германские железные дороги» (DB AG) заказало фирме Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG (Мюнхен, Германия) дополнительно шесть тренажеров для обучения машинистов пригородных и местных поездов [13]. Заказ предусматривает два тренажера для локомотива 143/112, два – для 423-426 и по одному – для дизель-поездов 628 и 612. Тренажеры воспроизводят реальную ситуацию, включая звуковое сопровождение.

В 1996 г. в г. Фулда (Германия) был принят в эксплуатацию новый учебный центр железных дорог Германии (DB AG), в котором учебная подготовка машинистов локомотивов организована на основе компьютеризованной системы обучения (CBT) [14]. Основой этой системы являются тренажеры, на которых средствами моделирования имитируются условия движения локомотива и поезда. В настоящее время подготовку машинистов локомотивов осуществляют 10 учебных центров, специализированных по типам локомотивов. Такие центры имеются в Гамбурге, Мюнхене, Берлине и других городах.

В учебных центрах Германии, внедряются новые методы обучения, основанные на использовании специальных тренажеров-модуляторов [15]. Работая на тренажере, обучающийся как бы находится в виртуальном пространстве, в максимальной степени приближенном к реальности. На тренажере предусмотрен полный комплекс устройств управления локомотивом, имитируется маршрут движения с возможной обстановкой в процессе управления движением, предусмотрена возможность обзора.

Для приближения к реальности работа на тренажере сопровождается шумом, аналогичным реальному шуму во время движения поезда. Использование тренажеров модуляторов значительно повышает качество обучения. Основательное обучение водителей, работающих на трамвайных и городских ж. д., является залогом безопасности при эксплуатации транспорта уличного и ближнего загородного сообщения.

В Моринге строится новый центр для обучения водителей с имитатором вождения и движения [16], который позволит повысить эффективность и снизить стоимость обучения соответственно на 25 и 10 %. Разработанный имитатор представляет собой тренажер, расположенный в звукоизолированном помещении, нижний этаж которого занят вычислительным комплексом, а верхний оборудован как зрительный зал.

В состав имитатора входят: видеосистема для имитации внешней обстановки в направлении движения; система для имитации продольного и поперечного ускорения, а также вибраций; процессор, имитирующий динамическое состояние, влияние окружающей среды, функциональную логику приводных, управляющих и защитных устройств, индицирующих и указательных приборов, модели кабины водителя и части салона; устройства воспроизведения аварийного торможения. С помощью имитатора обеспечиваются: первичное обучение водителей, повышение их квалификации, усвоение методики поведения в стандартных и стрессовых ситуациях, отработка реакции на изменение рабочих условий, восстановление навыков после болезни.

Массовое внедрение тренажеров, выполненных на базе компьютерных технологий, началось в 2000 г., когда в Мюнхене были введены в постоянную эксплуатацию 6 установок для обучения машинистов типа 423 и 426. На этих тренажерах использовались программы обучения двух уровней – для начального обучения и для последующего контроля и повышения квалификации (класса) [17]. Типовой тренажер предполагает наличие двух рабочих мест – для обучаемого машиниста и инструктора, который контролирует процесс обучения в реальном режиме времени.

На втором этапе созданы тренажеры для обучения и периодического контроля машинистов высокоскоростных электропоездов ICE. Особое внимание уделено взаимодействию с системой автоведения, а также оценке скорости реакции машиниста на изменение обстановки на ж.-д. линии. Всего на тренажеры на базе типовых персональных компьютеров на ж. д.

Германии израсходовано 36 млн дол. США, причем значительная часть этих средств ушла на создание системы изображения пути, как он виден из кабины машиниста (система CGI-Technik). Это изображение адаптируется к конкретным условиям (время года и суток, метеорологические условия и т. д.), которые задает машинист-инструктор со своего пульта.

В [18] рассмотрены особенности новых информационных технологий, используемых при создании компьютерных тренажеров и обучающих систем. Излагаются примеры реализации новых информационных технологий при проектировании тренажерных комплексов.

В [19] отмечается, что поездной тренажер, выпущенный фирмой Microsoft, представляет сценарий поездки протяженностью 1 000 км с различными климатическими условиями (включая моделирование буксовки колес) и аутентичным шумом, отвечающий требованиям инструкции. Использование тренажеров отвечает концепции подготовки кадров на компьютерной основе, включающей снижение непроизводительных затрат, повышение эффективности использования учебного времени и согласованности действий персонала. Такие крупнейшие операторы как Amtrak, BNSF в США и JR Kyushu Odakyu Electric Railway в Японии расширяют использование тренажеров для подготовки кадров.

В апреле 2002 г. в Лилле (Франция) состоялась ежегодная международная конференция по вопросам обучения и подготовки специалистов ж.-д. транспорта (RTIC) [20]. Одной из основных обсуждавшихся на ней проблем стала проблема интеграции учебных тренажеров в существующую систему подготовки кадров.

Традиционно обучение машинистов поездов является весьма затратным по стоимости и времени. Сейчас на обеспечение базисной подготовки одного машиниста расходуется 40 тыс. ф. ст. в течение 11 месяцев. В современных условиях постоянного роста затрат и требований к эффективности вождения составов совершенствование учебного процесса становится все более необходимым.

Теоретическую подготовку обычно осуществляет один инструктор в группе из 12 учащихся. Но каждому из них требуется значительная профессиональная практика, которая проводится на индивидуальной основе в реальных или критических положениях. В подобных ситуациях наиболее эффективно использование различных тренажеров. Рассматриваются требования, предъявляемые к тренажерам, и критерии их функционирования.

В [21] описана возможность решения задачи для повышения качества подготовки машинистов, при использовании опыта создания тренажно-моделирующих комплексов, разработанных для подготовки космонавтов и летчиков. Подобный комплекс для подготовки машинистов электропоездов 3-го поколения включает в себя комплексные и специализированные тренажеры и функционально-моделирующие стенды для предтренажерной подготовки. Такой состав средств комплекса исключает разрыв между этапами теоретического и практического обучения.

Важным элементом тренажерно-моделирующего комплекса для подготовки машинистов электропоездов является система имитации обстановки, которая позволяет создавать для машиниста адекватную реальной картину закабинного пространства. Эта задача успешно решается уже созданными синтезирующими системами имитации визуальной обстановки для тренажеров пилотируемых космических аппаратов. Использование такой системы позволяет моделировать закабинное пространство таким образом, чтобы машинисту предъявлялись любые ситуации, возникающие на участке пути (в т. ч. изменяющиеся погодные условия, время суток и т.п.). Процесс создания визуальных моделей закабинного пространства в такой системе, благодаря возможности использования программных средств 3D Studio Max, Corel Draw, может быть полностью автоматизирован.

Для иллюстрации основных направлений создания средств визуализации железнодорожных тренажеров [22] рассмотрены тренажер машинистов метрополитена фирмы «Технокомплект», применяемый в депо «Владыкино» (Москва), тренажер машинистов магистральных поездов, разработанный при сотрудничестве с Отраслевой научно-исследовательской лабораторией динамики и прочности подвижного состава (ДИИТ) и тренажер Научно-исследовательского и учебного центра проблем транспортной медицины (ХарГАЗТ) для Учебного центра подготовки железнодорожников (Тегеран).

Оба тренажера выполнены на базе персональных компьютеров, имеют макеты реальных кабин, полный набор натуральных органов управления, сопряженных с ПЭВМ, перед кабинами располагаются проекционные экраны визуальной имитации. Основным отличием представленных тренажеров является применяемый способ визуализации восприятия движения.

В тренажере метрополитена используется оцифрованная видеосъемка реальной линии московского метрополитена, в другом же слу-

чае используется интерактивная графическая модель, созданная на основании видеосъемки реального участка железной дороги Андимешк–Горун (Иран) протяженностью 200 км.

Фирма CORYS T.E.S.S (г. Гренобль, Франция) является ведущим производителем тренажеров [23], которые выполняются под конкретный тип локомотива и позволяют путем смены программы имитировать профиль и план пути, а также обеспечивают видеоизображение линии, предварительно заснятое видеокамерой.

Особенности движения наблюдателя в модели трехмерного пространства в имитаторах визуальной обстановки тренажеров обучения водителей локомотивов (перемещение строго в заданном направлении, обусловленном наличием железнодорожных путей) позволяют упростить задачу создания компьютерного генератора изображения (КГИ) [24] по сравнению с решением аналогичной задачи в авиационных тренажерах при сохранении всех требований к обучающим системам.

В рассматриваемом случае достаточно снять при движении видеофильм камерой, закрепленной на штативе, с места расположения основного водителя локомотива, оцифровать кадры и затем разработать КГИ, который синтезирует картину, исходя из точки расположения наблюдателя в пространстве.

Компания Vossloh System-Technik разработала систему, которая имитирует все функции центра управления электронной сигнализацией, необходимые для обучения оператора. Основным принципом состоял в том, чтобы как можно точнее воспроизвести реальную оперативную обстановку, включая правила сигнализации для данной железной дороги и детальную схему путей каждой станции.

Аппаратное обеспечение системы состоит из стандартных промышленных персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть с использованием протокола связи TCP/IP. Аппаратное обеспечение недорогое, т. к. используются стандартные изделия и протоколы передачи данных; система мобильна, и ее можно без труда переместить туда, где требуется обучение операторов. Типичная конфигурация – это персональный компьютер инструктора с одним монитором и два рабочих места стажеров с восемью мониторами каждое, стандартная конфигурация автоматизированных рабочих мест в оперативных центрах управления DB Netz на сети железных дорог Германии.

Во время обучения оператор пользуется дисплеем, идентичным тому, что находится в реальном центре управления. На тренажере можно воспроизвести до 300 вероятных аварийных ситуаций. Диапазон весьма широк – от перегорания сигнальных ламп и выхода из строя рельсовой цепи до более сложных ситуаций, таких как отказ перевода стрелки или потеря мощности двигателем привода стрелки.

Можно моделировать отказы системы, запустив в действие специальную оперативную методику вместо путевой блокировки, имитировать различные степени нарушения энергоснабжения, моделировать неполадки в самом центре управления – от нарушения полного светового спектра на мониторах до сбоя в компьютерной системе и включения резервных систем. Персонал может практиковаться при различных степенях нарушения энергоснабжения в соответствии с характеристиками реальной системы сигнализации, для работы с которой их готовят. Аварийные ситуации задаются инструктором с использованием диалогового блока внутри обучающей программы. Обучаемый должен проанализировать ситуацию на экране дисплея и предпринять соответствующие действия, исходя из правил сигнализации и доступного выбора вариантов.

В статье [26] обсуждается опыт Национального общества железных дорог Франции (SNCF) по профессиональному обучению персонала при помощи компьютерного тренажера, позволяющего в деталях воспроизводить ситуации, в которых может оказаться машинист поезда. Тренажер предлагает широкий выбор материальной части, пути, погоды и времени суток.

В докладе [27] предложен принцип построения диспетчерского тренажера на базе вычислительной сети с локально-распределенными ресурсами решающих элементов.

Обработка информации на распределенной вычислительной системе основана на декомпозиции технологического процесса обслуживания поездов на участке и выделении локальных задач – технологических зон обработки – с последующим закреплением за каждой зоной своего решающего элемента. Распределенная вычислительная система представляет собой многомашинную сеть и предполагает программно-аппаратную реализацию решающих элементов микропроцессорными средствами.

Тренажер позволяет решать задачи контроля, ведения динамической модели поездного положения и моделирования хода развития поездных ситуаций на объекте управления с целью выбора оптимального варианта принятия управленческого решения.

Использование предложенного принципа построения позволяет снизить трудоемкость процесса разработки математического обеспечения, повысить быстродействие функционирования системы при сравнительно недорогом микропроцессорном оборудовании. Появляется возможность тиражирования подобных систем при их вводе.

Оснащение путевого хозяйства высокопроизводительной техникой, оборудованной автоматизированными системами управления с применением компьютерных устройств требует нового подхода к подготовке квалифицированных кадров [28]. Недопустимо обучать людей, как это нередко делается, непосредственно на производстве в весенне-летний период. При этом дополнительно расходуются горюче-смазочные материалы, тормозится ход ремонта пути, неизбежны ошибки в управлении машинами, что приводит к поломке систем и механизмов, неправильной выправке пути.

Чтобы снизить затраты специалисты службы пути и технической политики Приволжской дороги, Ершовского завода путевых машин и научно-технический центр «Инженер» предложили комплекс аппаратно-программных средств, позволяющих в короткий срок (3–4 мес.) создавать тренажеры для повышения квалификации машинистов любой техники.

Создавая комплекс и подбирая инструментальные средства, авторы идеи добивались возможности быстро перенастраивать систему для конкретной машины. Тогда же они сформулировали и основные требования к тренажеру. Он должен быть компактным и приспособленным для эксплуатации в учебных классах дорожно-технических школ; содержать пульты и органы управления, повторяющие реальные или максимально приближенные к ним; все воздействия обучаемого на органы управления должны фиксироваться, а реакция машины на эти контакты отображаться на контрольно-измерительных приборах (стрелочных индикаторах, сигнальных лампах, звуковых сигнализаторах и т. д.) пультов; показывать перемещение рабочих органов машины в ходе выполнения технологического процесса; имитировать его динамику и отражать события в реальном масштабе времени; оценивать и анализировать действия обучаемого; рассчитан на ввод различных сценариев тренировок в соответствии с утвержденной учебной программой; и, конечно, быть доступным по цене.

Энергодиспетчерские центры в настоящее время оснащены управляющими ЭВМ, которые работают в реальном масштабе времени по программе SCADA и самостоятельно без участия человека отрабатывают все стандартные ситуации [29]. Однако в нестандартных ситуациях ЭВМ обращается за решением к энергодиспетчеру. Поэтому от последнего требуется способность быстро принимать решения в нестандартных ситуациях, которые обычно могут быть отнесены к аварийным или предаварийным состояниям тяговой энергосистемы 110 кВ 16 2/3 Гц. Эти ситуации отрабатываются на тренажере, установленном в энергодиспетчерском центре в г. Инсбрук. Предусмотрены режим обучения с последующим разбором действий обучаемого энергодиспетчера и режим контроля знаний с автоматической оценкой действий энергодиспетчера в имитируемой нестандартной ситуации.

В статье [30] авторами рассматривается актуальность использования тренажеров для обучения работников железнодорожного транспорта. Проанализированы общие принципы построения тренажеров и даны подходы для разработки тренажеров машинистов локомотивов и тренажеров для обучения поездных диспетчеров метрополитена.

В статье [31] проводится общее описание модульных тренажеров для железнодорожных диспетчеров, которые разработаны и поставляются фирмой Vossloch System-Technic (VST) для обучения и тренировки диспетчеров железных дорог в Германии, Австрии и работников местных компаний общественного транспорта. Поставляемый модульный тренажер способен воспроизводить особенности всех имеющих важное значение новых электронных установок для электронной централизации и взаимоблокировки при соблюдении условия воспроизведения всех реалий практической работы железнодорожных диспетчеров.

В харьковском метрополитене ведутся работы по созданию новых и совершенствованию уже существующих систем профотбора и тренажерных комплексов [32]. Тренажер машиниста метрополитена – это программно-аппаратный комплекс, предназначенный для обучения машинистов безопасным и энергосберегающим технологиям вождения, повышения профессионального мастерства машинистов путем обучения действиям в нестандартных и аварийных ситуациях, всесторонней и объективной оценки квалификации машинистов электродепо. Описаны структура, состав и функции тренажерных комплексов, а также сценарии обучения и модели объектов метрополитена.

Повышение требований к технологии оперативного управления приводит к необходимости улучшения качества подготовки специалистов [33]. Одним из основных звеньев программно-технических комплексов в учебно-тренировочных центрах является АРМ-ДНЦ с системами автоматического ведения графика исполненного движения.

В работе [34], разработана математическая модель газодинамических процессов, происходящих в тормозной сети поезда, с целью технологического обеспечения измерений параметров, в т. ч. процессов, происходящих в тормозной сети поезда при ускоренной проверке на эффективность по анализу начального периода торможения и предложено уравнение для расчета изменения повышения давления воздуха в тормозной магистрали любого из вагонов, приведено его решение методом последовательного приближения.

Разработаны программы для тренажера предназначенного для специалистов, связанных с управлением, ремонтом и обслуживанием автотормозов (машинистов, помощников, слесарей по техническому обслуживанию и ремонту автотормозов локомотивов и вагонов на ПТО, в ТЧ и ВЧД).

Разработаны база данных и технология управления надежностью подвижного состава и безопасностью движения. Проведены эксплуатационные испытания БАС КВЛ-Т, КВЛ-ДТ (бортовой информационно-измерительной системы) с измерением параметров автотормозов ($P_{ТМГ}$, $P_{ТМХ}$, $P_{ТУХ}$, $P_{КМ}$) и поезда (V , S , S_D , V_{II} , $V_{КГ}$) в 1996–1999 гг. на участках Куйбышевской железной дороги. Разработано бортовое микропроцессорное устройство и алгоритм оценки эффективности тормозных средств поезда с использованием БАС КВЛ-Т.

Учеными Петербургского государственного университета путей сообщения ПГУПС под руководством Н. А. Сапунова, А. И. Кожевникова и А. Н. Титаренко разработана и впервые в отрасли внедрена на станциях Новороссийск и Краснодар-Сортировочный сетевая модель компьютерного тренажера-имитатора [35], позволяющая отрабатывать устойчивые навыки работы в нестандартных ситуациях на нескольких рабочих местах во взаимодействии друг с другом. Разработанный в Лаборатории систем тренажа операторского персонала ПГУПСа программно-информационный комплекс тренажера-имитатора включает широкий арсенал средств для отработки навыков оперативного мышления при работе в разных ситуациях.

Важнейшими из них являются основная рабочая программа, позволяющая в рабочем режиме тренажера-имитатора создавать любые ситуации с неисправностями и отрабатывать первичные навыки оперативного мышления ДСП, ряд демонстрационно-тренировочных программ, воспроизводящих тот порядок действий, который выполнен в рабочем режиме, а также проводить первичные тренировки с получением подсказок.

Кроме того, программно-информационный комплекс включает ряд вспомогательных файлов, предназначенных для записи выполняемых действий, их демонстрации, последующего воспроизведения и тренировки, а также справочные файлы, содержащие перечень кодов, формат записи подсказок и пояснений и сведения о создаваемых ситуациях. Наличие компьютерных систем обучения и тренажа позволяет существенно улучшить подготовку оперативных работников станции.

Использование компьютерных тренажеров-имитаторов на технических занятиях обеспечивает систематическое приобретение навыков одновременно с теоретическим обучением. Теоретическое обучение органически увязывается с приобретением практических навыков работы в экстремальных условиях путем участия обучаемых в выполнении программ одновременно на трех компьютерах (согласно числу рабочих мест), где имитируется деятельность работы станции в целом.

Работы по созданию тренажера поездного диспетчера линии метрополитена были начаты кафедрой «Управление и информатика в технических системах» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) по инициативе Московского метрополитена и при непосредственном участии его сотрудников совместно с Московским комитетом по науке и технологиям в 1998 г. Модульное построение тренажера позволяет изменять модели подсистем в соответствии с особенностями каждой линии.

С 2000 г. эксплуатируется тренажер поездного диспетчера Замоскворецкой линии. В настоящее время ведутся работы по вводу в опытную эксплуатацию тренажера для Серпуховско-Тимирязевской линии. Тренажер является эргономической лабораторией, которую можно использовать для апробации новых технических средств, используемых при управлении объектами, и новых способов визуализации информации.

В статьях [37–39] представляется игра Train Simulator, позволяющая ощутить себя на месте машиниста одного из нескольких локомотивов на одной из ж.-д. трасс. Отмечается, что при всех высоких характеристиках видеоигра не может служить тренажером для профессиональных машинистов. Стоимость игры 399 франков.

В Отраслевой научно-исследовательской лаборатории динамики и прочности подвижного состава (ОНИЛ ДППС) Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДИИТа) также разработан специализированный тренажер. Этот тренажер представляет собой программно-аппаратный комплекс с натурными органами управления локомотива для различных серий электровозов, тепловозов, дизель- и электропоездов [40–51].

В состав тренажера входят также модель тормозной системы локомотива и вагонов, система имитации вибрации и перемещений кабины локомотива в зависимости от режима ведения, плана, профиля пути и стыковых неровностей рельсов.

Отличительной особенностью разработанных в ДИИТе тренажеров является наличие программы моделирования продольной динамики поезда с учетом тягово-энергетических характеристик локомотивов. Уточнение паспортных характеристик локомотивов, производится путем проведения поездных и тягово-энергетических испытаний с использованием оригинальных методик и специальных измерительных комплексов.

Программная часть тренажера машиниста может быть также дополнена программой моделирования пространственных колебаний локомотива, вагона, сцепа вагонов, всего поезда в целом [52; 53]. Это дает возможность кроме обучения профессиональным навыкам вождения поездов производить моделирование переходных режимов движения и нештатных (аварийных) ситуаций для оценки показателей безопасности движения исходя из конкретных условий. Также к характерной особенности этих тренажеров относится то, что визуализация набегающего ландшафта не оцифровывается по имеющемуся видеоизображению, а прорисовывается в деталях, и формируется из имеющейся библиотеки объектов, что позволяет создавать интерактивное изображение, которое дает возможность машинисту-инструктору вносить оперативные изменения в поездную ситуацию и максимально приближает условия обучения к реальным.

Таким образом, проведенный обзор конструкций технических средств обучения специалистов железнодорожного транспорта, позволяет сделать следующие выводы:

1. Использование тренажеров целесообразно включать в программу подготовки и сертификации специалистов.

2. Применение тренажеров сокращает время и стоимость подготовки специалистов и способствует отработке профессиональных навыков, как в стандартных, так и в нештатных ситуациях.

3. Кроме профессионального отбора при подготовке специалистов имеется возможность отработки прогрессивных методов эксплуатации (для машинистов – освоение безопасных и ресурсно-сберегающих технологий вождения поездов, для диспетчеров – рациональное поведение в различных эксплуатационных ситуациях).

Практически все рассмотренные тренажеры разрабатывались с использованием ЭВМ, а для варианта группового обучения используются информационные локальные сети.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Нантев Ф. Тренажер за обучение на локомотивни машинисти // Железопът. трансп. – 1995. – № 9. – С. 32–35. – Болг.
- Geschäftsbereich Traktion als Dienstleister // Deine Bahn 1995г. – 23. – № 9. – С. 551–554.
- Карасов И. С. Каким быть тренажеру для подготовки машинистов // Ж.-д. трансп. – 1996. – № 1. – С. 20–23.
- Eurostar simulator train drivers // Railway Gaz. Int. – 1993. – 149. – № 3. – С. 140.
- Kögl B. Fahrsimulatoren für die Ausbildung von Triebfahrzeugführern / B. Kögl, O. Bungers // Elek. Bahnen. – 1996. – 94. – № 8, 9. – С. 261–266.
- Hertmann M. Simulations destützte Ausbildung // Deine Bahn [DB: Deine Bahn]. – 1996. – 24. – № 11. – С. 652–656.
- JLE simulator // Mod. Railways. – 1997. – 54. – № 583. – С. 230.
- Neue technologiegestützte Ausbildungssysteme // Nahverkehrs-Prax. – 1999. – 47. – № 3. – С. 18–19.
- Делооз Ф. Применение тренажеров на железнодорожном транспорте // Ж. д. мира. – 1999. – № 9. – С. 47–51, 79.
- Schwentke R. Multifunction simulator developed for Hamburg / R. Schwentke, I. Hrivnak, A. Dobrosi // Int. Railway J. – 1999 – 39. – № 4. – С. 25–27.
- Sydac develops mobile locomotive simulator // Int. Railway J. – 1999. – 39. – № 4. – С. 28.
- Попов В. Е. Компьютерные тренажерные комплексы и системы на железнодорожном транспорте / В. Е. Попов, В. С. Наговицын, Е. В. Ткаченко, А. В. Безверхий // Вестн. акад. трансп. Рос. Федерации. – 1999. – № 2. – С. 209–212.
- Sechs Fahrsimulatoren für DB Regio AG bestellt // Deine Bahn. – 1999. – 27. – № 7. – С. 446.
- Hartmann Manfred. Drei Jahre simulationsgestützte Ausbildung des Triebfahrzeugpersonals // Deine Bahn. – 2000. – 28. – № 8. – С. 482–485.
- Simulationsgestütztes Training für Triebfahrzeugführer in der Aus – und Fortbildung. Klingsporn Jürgen. Deine Bahn. 2001. – 29. – № 4. – С. 244–246.
- Fahrer Ausbildung mit Hilfe eines Fahr – und Verkehrssimulators (FVS). Riechers von Daniel Stadtverkehr. 2000. – 45 – № 10. – С. 23–25.
- Einsatz von Fahrsimulatoren bei DB Regio. Rockenfelt Bernd R. Elek. Bahnen. 2001. – 99. – № 4. – С. 168–172.
- Бушуев В. В. Пути совершенствования информационных технологий проектирования тренажерных комплексов / В. В. Бушуев, А. Ю. Смирнов, И. Р. Францев // Управление и информационные технологии на транспорте: Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Транском – 99». – 1999. – СПб.: СПбГУВК. – С. 58–59.
- Railway simulators become more diversified. Int. Raihway J. 2001. – 41. – № 4. – С. 29–31.
- Walker Alan, Bailey Steve. Integrating simulation into driver training. Int. Raihway J., 2002. – 42. – № 4. С. 32–33.
- Головченко В. А. Проблемы повышения качества подготовки машинистов электропоездов нового поколения на ж.-д. транспорте / В. А. Головченко, Ю. Г. Жуковский, Г. И. Мандрусенко // Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажеров: Международная научно-техническая конференция; Сборник материалов. – Пенза: Приволж. дома знаний. – 1999 – С. 30–31.
- Мережко В. А. О способах создания визуальных имитаторов железнодорожных тренажеров // Инф.-керуючі системи на залізнич. трансп, – 2000. – № 3. – С. 119.
- Trainingssimulator für OBB-Lokomotive Rh 101/1116. Elek. Bahen 2001. – 99. – № 11. – С. 468.
- Белобородова М. Л. Борьба с помехами при моделировании видеоизображений в имитаторах визуальной обстановки тренажеров локомотивов / М. Л. Белобородова, В. В. Репин // Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажеров: Международная научно-техническая конференция; Сборник материалов. – Пенза: Приволж. дома знаний. – 2000. – С. 57–58.
- Тренажеры для подготовки персонала центров управления движением поездов (Германия). Машезерский А. М. ж.-д. трансп.: Экспресс-инф. Сер. 3. ВНИИАС МПС. 2002. – № 3. – С. 12–15.
- La réalité virtuelle ai service des conducteurs. Hérissé Ph. Vie rail et transp. 2001. – № 2811. – С. 48–49.
- Кузнецова Н. М. Тренажер поездного диспетчера на основе распределенной вычислительной системы // Тез. докл. по итогам «Недели науки – 94», Москва, 25–27 апр., 1994. – Ч. – М., 1995. – С. 35.
- Павлов В. Т. Тренажеры путевых машин / В. Т. Павлов, В. Б. Корея, С. Л. Кожанов // Путь и путев. х-во. – 2000. – № 1. – С. 27–28.

29. Höhere Entscheidungsfunktionen und Trainings-simulator / Kadecka E., Kaiser W., Schwendenwein M. // *Elektrotechn. und Informationstechn.* – 1999. – 116. – № 1. – С. 57–64.
30. Баранов Л. А. Принципы построения тренажеров для железнодорожного транспорта / Л. А. Баранов, Е. В. Ерофеев // *Вестн. МИИТа.* – 2000. – № 4. – С. 7–10.
31. VST develops modular signalling simulator. *Int. Railway J.* 2001. – 41. – № 4. – С. 32–33, 2.
32. Сидельник Г. К. Тренажерный комплекс для машинистов электродепо Харьковского метрополитена. *інф.-керуючі системи на залізнич. трансп.* 2000. – № 5. – С. 72–76.
33. Безгин Д. В. Формирование графика движения поездов в тренажере ДНЦ / Д. В. Безгин, А. В. Меркулов // 60 Региональная научно-практическая конференция творческой молодежи; Труды конференции. Т. 1. – Хабаровск: ДВГУПС. – 2002. – С. 98–100.
34. Карягин С. И. Повышение безопасности движения при эксплуатации автотормозов подвижного состава с использованием компьютерной технологии: Автореф. дис. на соис. уч. степ. канд. техн. наук Ростов. гос. ун-т путей сообщ., – Ростов-на-Дону. 2000. – С. 24.
35. Яцкевич М. В. Совершенствование подготовки работников железнодорожных станций Новороссийск и Краснодар–Сортировочный с помощью сетевой модели тренажера-имитатора / М. В. Яцкевич, А. Т. Шишацкий // Теория и практика имитационного моделирования и создания тренажеров: Всероссийская научно-техническая конференция. Пенза, 14–15 нояб., 2002: Сборник материалов. – Пенза: Изд-во Приволж. дома знаний. 2002. – С. 74–75.
36. Баранов Л. А. Тренажер поездного диспетчера метрополитена / Л. А. Баранов, В. Г. Сидоренко. Автомат., связь, информат. 2003. – № 2. – С. 17–20.
37. A la découverte de Train Simulator. Laval P. *Vie rail et transp.* 2001. – № 2811. – С. 46–47.
38. La conduite: une siperbe mise en scène. Hérissé Ph. *Vie rail et transp.* 2001. – № 2811. – С. 46–47.
39. Interface: spectaculaire avec guelgues défauts. *Vie rail et transp.* 2001. – № 2811. – С. 48.
40. Евдомах Г. В. Тренажеры для обучения машинистов энергосберегающим технологиям движения поездов / Г. В. Евдомах, К. И. Железнов, В. В. Глухов, Л. В. Урсуляк, И. Ю. Бурлай, В. В. Жижко // Пробл. мех. ж.-д. трансп: Тез. докл. 9 Междунар. конф.: Динам., надеж. и безопас. подвиж. состава. 29–31 мая. – Д. – 1996. – С. 19–20.
41. Блохин Е. П. Тренажерный комплекс для обучения машинистов локомотивов / Е. П. Блохин, К. И. Железнов, В. В. Глухов и др. // *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.* – 1999. – № 6. – С. 15–16.
42. Блохин Е. П. Тренажерный комплекс для обучения машинистов локомотивов / Е. П. Блохин, К. И. Железнов, В. В. Глухов и др. // Влияние человеческого фактора на безопасность движения на железнодорожном транспорте: 3-я Международ. конф. (ЧФТ'99, 1–3 июня 1999 г., Луганск) Сб. тезисов. – Харьков: Центр ТрансМед, 1999. – С. 21.
43. Блохин Е. П. Тренажер для обучения машинистов безопасным и экономическим способам вождения поездов. / Е. П. Блохин, Г. В. Евдомах, К. И. Железнов // *Залізничний транспорт України,* – 1997. – № 2, 3 – С. 48–50.
44. Железнов К. И. Моделирование тормозных процессов в поезде для программно-аппаратного комплекса «Тренажер машиниста» / К. И. Железнов, Л. В. Урсуляк // Сб. науч. тр. – Д.: Наука и образование, 1998. – С. 114–117.
45. Блохин Е. П. Программно-аппаратный комплекс для выбора и отработки рациональных режимов ведения поезда / Е. П. Блохин, В. В. Глухов, К. И. Железнов, В. В. Жижко, Л. В. Урсуляк // Проблемы механики железнодорожного транспорта: X Международная конференция. – Д., 2000 – С. 26–27.
46. Блохин Е. П. Модель оптимального регулятора для управления движением пассажирских поездов / Е. П. Блохин, Г. В. Евдомах, В. В. Скалозуб, В. И. Дробаха // Сб. науч. тр. – Д.: Арт-Пресс, – 2000 – Вып. 6, – С. 58–65.
47. Урсуляк Л. В. Алгоритм оптимізації режиму руху поїзда. / Л. В. Урсуляк, К. І. Железнов / Сб. научн. тр. – Д.: Транспорт, Вып. 6, Арт-Пресс, 2000. – С. 81–85.
48. Железнов К. В. Моделирование работы локомотива GT26CW и тормозной системы Кнопп в тренажере машиниста / К. В. Железнов, Л. В. Урсуляк / Сб. науч. пр. – Д.: Арт-Прес, – 2000. – Вып. 6, – С. 69–70.
49. Пшинько А. Н. Безопасность и энергосбережение при вождении поездов / А. Н. Пшинько, Г. В. Евдомах, К. И. Железнов // *Збірник наукових праць.* – Д.: Наука і освіта, 2001. – Вип. 7. – С. 90–94.
50. Железнов К. И. Определение энергооптимальных режимов ведения поезда в условиях Иранских железных дорог / К. И. Железнов, Л. В. Урсуляк // Проблемы механики залізничного транспорту: XI Міжнародна конференція. – Д., 2004. – С. 84.
51. Mymlin S. V. Simulator for locomotive drivers / S. V. Mymlin, O. V. Babakova, V. V. Glukhov, L. V. Ursulyak, K. I. Zheleznov, V. V. Zhizhko / 14th International Conference «Current Problems in Rail Vehicles» (PRORAIL '99, 6–8 October 1999, Zhilina, Slovakia) // *Proc.* – v. I. – Zhilina: VTS pri ZhU, 1999. – P. 15–19
52. Мямлин С. В. Моделирование динамики рельсовых экипажей: Монография. – Д.: Наука и образование, 2004. – 238 с.
53. Жижко В. В. Моделирование движения поезда в аварийных ситуациях // *Залізничний транспорт України,* – 2005. – № 3, 2. – С. 115

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

С. В. МЯМЛИН, П. А. ЯГОДА, Т. А. ДЕДАЕВА (ДИИТ), О. А. ШКАБРОВ (ОАО «КВБЗ»)

СНИЖЕНИЕ ВЕСА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ДЛЯ СКОРОСТНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Розроблено методику зниження ваги кузова пасажирського вагона. Створено математичну модель, виконано розрахунки, наведено деякі результати.

Разработана методика снижения веса кузова пассажирского вагона. Создана математическая модель, выполнены расчеты, приведены некоторые результаты.

The method of decline of weight of basket of passenger carriage is developed. A mathematical model is created, calculations are executed, some results are resulted.

Повышение скоростей движения на железных дорогах Украины является первоочередной задачей, решение которой позволит осуществить интеграцию железнодорожного транспорта в международную транспортную систему [1]. Особенно остро этот вопрос касается пассажирских перевозок. Железная дорога может предоставить пассажиру в пути следования более комфортные условия, чем автомобильный транспорт, но при этом длительность поездки должна быть соизмеримой, а по возможности и меньшей. Как показывает мировой опыт, это позволит не только успешно конкурировать железнодорожному транспорту с автомобильным, но и обеспечит ему доминирующее положение на рынке перевозок пассажиров.

Требование повышения скорости движения накладывает ограничение на величину осевой нагрузки. Следовательно, необходимо решить задачу снижения веса подвижного состава. Одним из путей решения этой задачи является уменьшение веса металлоконструкции кузова рельсового экипажа.

Для проработки был взят вагон модели 61-779 «Украина» (рис. 1) производства Крюковского вагоностроительного завода (г. Кременчуг), который является базовой моделью семейства пассажирских вагонов для скоростных перевозок. Вагон имеет два тамбура с дверями и ступенями которые, обеспечивают посадку-высадку пассажиров на высокие и низкие платформы. Планировка включает два туалета, служебное отделение, отделение для отопительных приборов и пассажирское отделение. Делая перепланировку пассажирского отделения, можно изготавливать разные модификации вагонов. Как и большинство европейских скоростных вагонов, этот вагон имеет увеличенную базу (19 м), что позволяет увеличить пассажировместимость. Параметры вагона согласно [2] приведены в табл. 1.



Рис. 1. Вагон модели 61-779 «Украина» в составе поезда «Столичный экспресс»

Таблица 1

Основные технические характеристики вагона модели 61-779

Техническая характеристика	Значение (тип)
Длина вагона по осям автосцепок, мм	26 696
Ширина кузова, мм	3 021
База вагона, мм	19 000
Высота оси автосцепки над уровнем головки рельса, мм	1 060 ± 20
Габарит согласно ГОСТ 9283-83:	
для кузова	01-ВМ
для тележки	02-ВМ
Масса тары вагона не более чем, т	59
Конструкционная скорость, км/ч	160
Количество пассажирских купе, шт.	10
Срок службы вагона, год	30

Расчеты кузова на прочность выполнялись при помощи метода конечных элементов с использованием программного комплекса SCAD [3] в соответствии с нормами [4]. Кузов рассматривался как система стержневых и пластинчатых конечных элементов. Расчетная схема приведена на рис. 2.

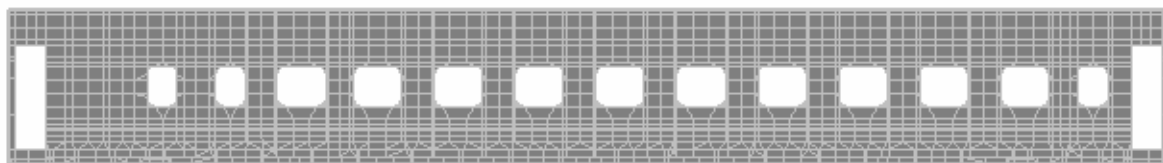


Рис. 2. Расчетная схема кузова пассажирского вагона модели 61-779

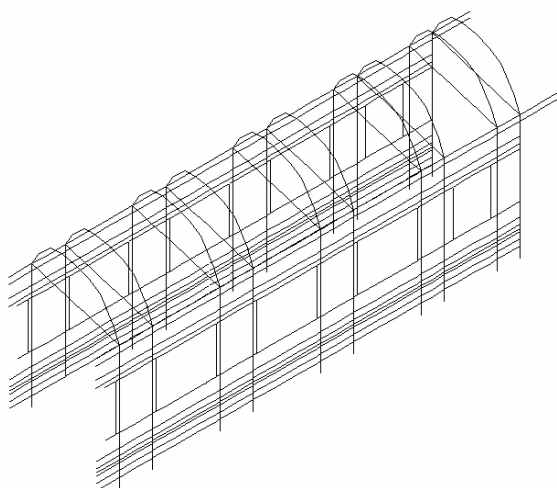


Рис. 3. Фрагмент стержневой конструкции кузова

Стержневые конечные элементы работают на растяжение (сжатие), изгиб, кручение и сдвиг. Плоские конечные элементы работают на изгиб (как пластины) и на растяжение (сжатие) под действием сил, линии действия которых лежат в срединной плоскости.

Всего расчетная схема содержит 7 220 узлов и 11 458 конечных элемента.

Нормы [4] предусматривают необходимость расчетов по трем расчетным режимам:

- I расчетный режим соответствует троганию с места, экстренному торможению при малых скоростях движения, столкновению при маневровой работе и т. п.;
- II расчетный режим – движению поезда на расчетном подъеме (для пассажирских вагонов при включении их в состав грузовых поездов);
- III расчетный режим – движению с конструкционной скоростью и регулировочным торможением.

Каждому из этих расчетных режимов отвечает комбинация нагрузок, которые прикладываются к кузову вагона. Можно выделить три группы: продольные, вертикальные и боковые нагрузки. Ниже приведено описание каждой из групп.

Как стержни рассматривались стойки и верхняя обвязка боковых стен, дуги крыши и др. (фрагмент схемы показан на рис. 3). Рама кузова, нижняя обвязка, обшива боковых стен, торцевые стены, обшива крыши и настил пола моделировались с помощью пластинчатых конечных элементов.

Продольные нагрузки – это продольная растягивающая или сжимающая сила, прикладываемая к передним или задним упорным угольникам соответственно. При расчете по I режиму прикладывается сжимающая сила 2,5 МН, II режим авторами не рассматривается, при расчете по III режиму отдельно оценивается прочность кузова как при действии растягивающей силы 1 МН, так и при действии сжимающей силы такой же величины (рассматривается случай действия растягивающей силы).

Группу вертикальных нагрузок образует сила тяжести кузова вагона, сила тяжести внутреннего оборудования, экипировки и пассажиров с багажом. В эту группу, кроме перечисленных выше статических нагрузок, входят также динамические добавки, вызванные ускорением кузова в вертикальном направлении при движении вагона.

Сила тяжести Q , действующая на кузов вагона, равна разнице веса брутто вагона и веса тележек и составляет для данного вагона 510 кН. Эта нагрузка прикладывалась следующим образом. Кузов сначала был нагружен силой тяжести, действующей на металлоконструкцию кузова, и силами тяжести крупных единиц оборудования. Сила, равная разнице между Q и весом металлоконструкции и оборудования, была приложена как действующая на пол вагона равномерно распределенная нагрузка.

При расчете по I режиму учитывается только вертикальная статическая нагрузка. При расчете по III режиму учитывается также динамическая добавка путем умножения статической нагрузки на множитель $1 + k_{дв}$ ($k_{дв}$ – расчетное значение коэффициента вертикальной динамики).

Величина $k_{дв}$ рассчитывается по формуле

$$k_{дв} = \bar{k}_{дв} \sqrt{\frac{4}{\pi} \ln \frac{1}{1 - P(k_{дв})}},$$

Нагрузки при разных расчетных режимах

Расчетный режим	Продольная нагрузка, кН	Вертикальная нагрузка, кН	Боковая нагрузка, кН
I	-2500	510	—
III (V=160 км/ч)	+1000	641	95,3
III (V=200 км/ч)	+1000	669	95,3

где $k_{дв}$ – среднее значение коэффициента вертикальной динамики (математическое ожидание процесса $k_{дв}(t)$); $P(k_{дв})=0,97$ – доверительная вероятность.

Среднее значение $\bar{k}_{дв}$ определяется таким образом:

$$\bar{k}_{дв} = a + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot b \frac{V-15}{f_{ст}},$$

где $a=0,05$ для элементов кузова; b – коэффициент, который зависит от числа осей в тележке (для двухосных тележек $b=1$); $f_{ст}=0,15$ м – статический прогиб рессорного подвешивания; V – скорость движения, м/с.

Для III расчетного режима $V=160$ км/ч (44,4 м/с):

$$\bar{k}_{дв} = 0,05 + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot \frac{44,4-15}{0,15} = 0,121;$$

$$k_{дв} = 0,121 \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \ln \frac{1}{1-0,97}} = 0,256.$$

Для III расчетного режима $V=200$ км/ч (55,5 м/с):

$$\bar{k}_{дв} = 0,05 + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot \frac{55,5-15}{0,15} = 0,147;$$

$$k_{дв} = 0,147 \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \ln \frac{1}{1-0,97}} = 0,311.$$

Боковая нагрузка учитывается только при расчете по III режиму. Сила, равная разности центробежной силы и горизонтальной составляющей силы тяжести, возникающей вследствие возвышения наружного рельса, для пассажирских вагонов составляет 10 % от силы тяжести брутто, т. е. 51 кН. Также учитывается сила давления ветра, равная произведению боковой проекции кузова на удельное давление ветра 500 Н/м^2 , которая для данного вагона равна 44,3 кН. Таким образом, суммарная боковая нагрузка составляет 95,3 кН и прикладывается к верхним и нижним обвязкам боковых стен.

При проведении расчетов рассматривалось три варианта приложения нагрузок. Первый вариант отвечает I расчетному режиму, второй вариант – III режиму при скорости движения 160 км/ч, третий вариант – III режиму при скорости движения 200 км/ч. Нагрузки, которые прикладываются в каждом из вариантов, приведены в табл. 2.

Вначале производился расчет кузова при стандартных толщинах обшивы. Полученные результаты сравнивались с экспериментальными данными. Сходимость результатов подтвердила правильность созданной модели. Далее производился расчет кузова с толщиной обшивы боковых стен 2 мм и толщиной обшивы крыши 1,5 мм. Также рассматривался вариант модернизации кузова, при котором удалялись гофры без замены их на подкрепляющие изнутри элементы (стрингеры).

Анализ напряженно-деформированного состояния при разных вариантах модернизации показал, что кузов пассажирского вагона обладает достаточным запасом прочности. Напряжения, которые возникают в наиболее нагруженных местах, не превышают допустимых значений для применяемых конструкционных сталей. При этом масса тары вагона уменьшилась на 1,05 т, что составляет 1,78 %.

Таким образом, за счет рационального применения элементов металлоконструкций вагона можно достичь снижения массы тары, что само по себе дает экономический эффект. Это способствует также уменьшению энергозатрат на тягу пассажирского поезда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кірка Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: Монографія. – Д.: Арт-Прес, 2003. – 268 с.
2. Федюшин Ю. М. Розробка, створення, освоєння виробництва та впровадження сімейства моделей вітчизняних сучасних пасажирських вагонів для швидкісних перевезень / Ю. М. Федюшин, Л. М. Лобойко, О. М. Пішінько и др. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2005. – Вип. 7 – С. 5–24.
3. Карпиловский и др. В. С. SCAD для пользователя – К.: ВВП «Компас», 2000. – 358 с.
4. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М: ВНИИВ–ВНИИЖТ, 1983. – 258 с.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

С. В. МЯМЛИН (ДИИТ), А. И. ЯЛОВОЙ (ОАО «Завод точного литья»),
А. Е. ЛОЗОВАЯ (ОАО «Днепровагонмаш»)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВАГОНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА

Наведено основні результати випробувань вагона-платформи для перевезення широкого листового прокату. За своїми динамічними та міцнісними якостями вагон-платформа може експлуатуватися на магістральних залізницях із швидкістю до 120 км/год.

Приведены основные результаты испытаний вагона-платформы для перевозки широкого листового проката. По своим динамическим и прочностным качествам вагон-платформа может эксплуатироваться на магистральных железных дорогах со скоростью до 120 км/ч.

In article the main results of previous tests of platform-car for wider steel are presented. The platform-car has dynamics and strengths qualities for operation on railways with velocity up to 120 km/h.

Для обеспечения потребности грузоперевозчиков, которые занимаются транспортировкой специальных видов грузов, например, металлопродукции, очень важным условием является адаптация конструкции вагонов к особенностям перевозимого груза. Ярким примером успешного решения такой конструкторской задачи может служить вагон-платформа для перевозки листового проката.

Вагон-платформа для перевозки листового проката (рис. 1) был разработан на ОАО «Днепровагонмаш» и предназначен для перевозки металлопродукции (листа) шириной 3 080...4 450 мм, длиной 10 000...12 300 мм и толщиной 7...50 мм, по путям общего пользова-

ния и промышленных предприятий. Особенностью перевозки такого листового проката является то, что в горизонтальном положении листы не вписываются в габарит подвижного состава и перевозить его следует в наклонном состоянии.

Вагон представляет собой сварную конструкцию, опирающуюся на две двухосные тележки модели 18-100, на нижней раме которой шарнирно закреплена верхняя рама, имеющая два положения: транспортное и погрузочное. Транспортное положение верхней рамы с углом наклона к горизонту 52°. Погрузка и разгрузка листов осуществляется в погрузочном горизонтальном положении при помощи магнитных захватов.

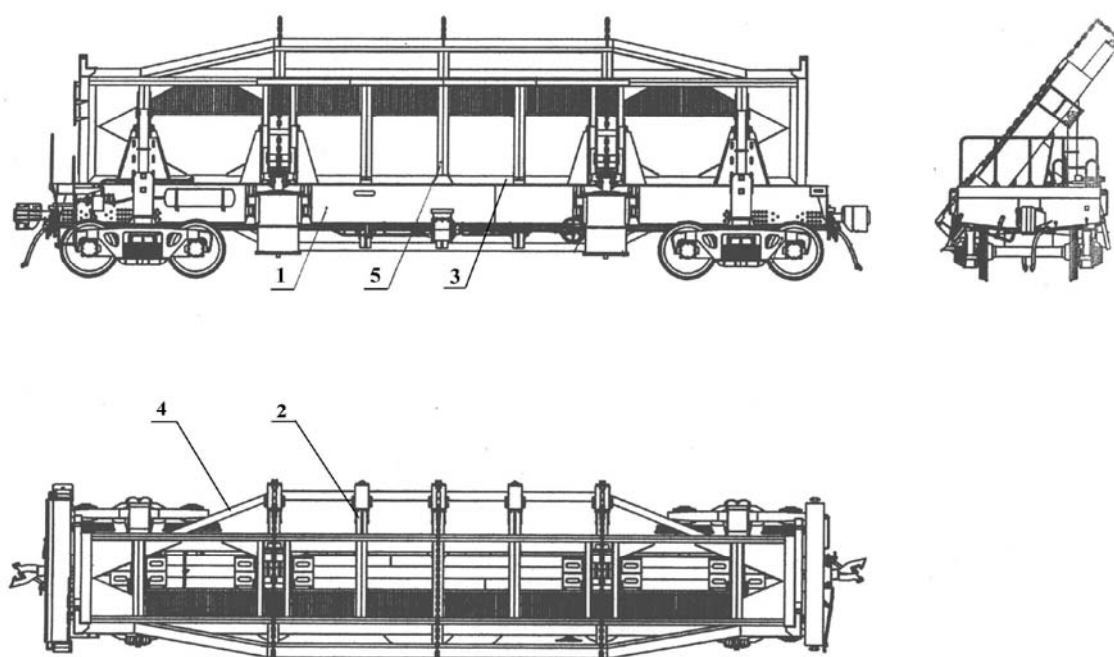


Рис. 1. Вагон-платформа для листового проката

С. В. МЯМЛИН (ДИИТ), А. И. ЯЛОВОЙ (ОАО «Завод точного литья»),
А. Е. ЛОЗОВАЯ (ОАО «Днепровагонмаш»)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВАГОНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА

Наведено основні результати випробувань вагона-платформи для перевезення широкого листового прокату. За своїми динамічними та міцнісними якостями вагон-платформа може експлуатуватися на магістральних залізницях із швидкістю до 120 км/год.

Приведены основные результаты испытаний вагона-платформы для перевозки широкого листового проката. По своим динамическим и прочностным качествам вагон-платформа может эксплуатироваться на магистральных железных дорогах со скоростью до 120 км/ч.

In article the main results of previous tests of platform-car for wider steel are presented. The platform-car has dynamics and strengths qualities for operation on railways with velocity up to 120 km/h.

Для обеспечения потребности грузоперевозчиков, которые занимаются транспортировкой специальных видов грузов, например, металлопродукции, очень важным условием является адаптация конструкции вагонов к особенностям перевозимого груза. Ярким примером успешного решения такой конструкторской задачи может служить вагон-платформа для перевозки листового проката.

Вагон-платформа для перевозки листового проката (рис. 1) был разработан на ОАО «Днепровагонмаш» и предназначен для перевозки металлопродукции (листа) шириной 3 080...4 450 мм, длиной 10 000...12 300 мм и толщиной 7...50 мм, по путям общего пользова-

ния и промышленных предприятий. Особенностью перевозки такого листового проката является то, что в горизонтальном положении листы не вписываются в габарит подвижного состава и перевозить его следует в наклонном состоянии.

Вагон представляет собой сварную конструкцию, опирающуюся на две двухосные тележки модели 18-100, на нижней раме которой шарнирно закреплена верхняя рама, имеющая два положения: транспортное и погрузочное. Транспортное положение верхней рамы с углом наклона к горизонту 52°. Погрузка и разгрузка листов осуществляется в погрузочном горизонтальном положении при помощи магнитных захватов.

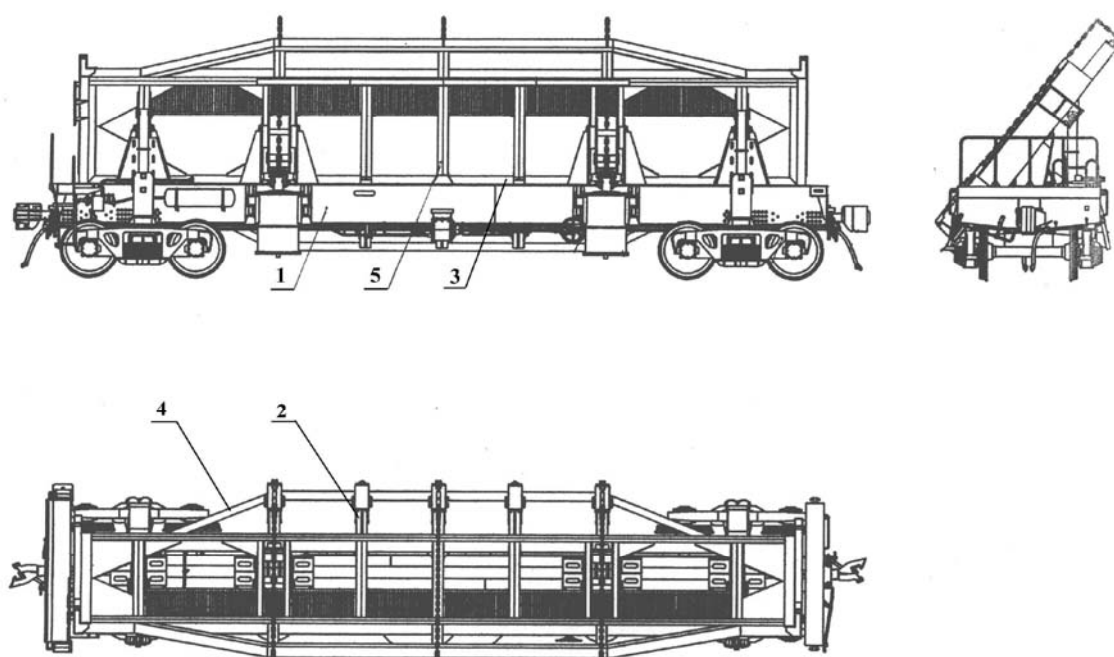


Рис. 1. Вагон-платформа для листового проката

Перевод верхней рамы из одного положения в другое выполняется механизмом поворота, путем подачи сжатого воздуха в нижнюю или верхнюю полость цилиндров пневмосистемы.

Конструкция вагона обеспечивает размещение листового проката на погрузочной плоскости верхней рамы, его крепление от продольных и поперечных смещений.

Укладка листов производится на верхнюю плоскость рамы, в разбежку по длине, поочередно к одному и другому торцевому упору.

Увязочные цепи вместе с натяжными устройствами удерживают груз от поперечных смещений при прохождении кривых и препятствуют смещению груза в случае приложения ветровой нагрузки. Торцевой упор верхней рамы удерживает груз от продольных смещений.

Конструкция вагона-платформы исключает самопроизвольный поворот верхней рамы из транспортного положения в погрузочное и обратно, а также обеспечивает надежное закрепление верхней рамы в наклонном транспортном и горизонтальном погрузочном положениях.

В целом конструкция вагона соответствует требованиям норм [1], что подтверждается динамическими и прочностными расчетами вагона-платформы модели 13-4107 для перевозки листового проката, которые выполнены в ДИИТе.

Для расчетов вагона на прочность использовался метод конечных элементов реализованный в программе ANSYS. Верхняя и нижняя рамы рассчитывались отдельно. В расчетах рассматривалась геометрическая модель рам, представляющая собой совокупность плоских и объемных фигур, которые автоматически разбивались на конечные элементы.

При моделировании использовались преимущественно плоские элементы, которые сопротивляются как деформациям в собственной плоскости, так и деформациям изгиба. Незначительную долю от общего числа элементов составляют объемные элементы.

Расчеты платформы на прочность были выполнены для основных вариантов нагружения, в соответствии с нормами [1]:

- I расчетный режим соответствует троганию с места, экстренному торможению при малых скоростях движения, соударениям при маневровой работе и т. п. На вагон при этом действует вес груза, собственный вес конструкции и продольные усилия в упорах автосцепного устройства.

- III расчетный режим, соответствует движению вагона с конструкционной скоростью сопровождающемуся регулировочным торможением.

В группу вертикальных нагрузок входят силы тяжести груза и конструкции, а также силы инерции, возникающие при колебаниях в вертикальном направлении. К упорам автосцепки приложены продольные силы. На кузов действует также поперечная нагрузка. Погрузка на кузов, при которой действуют лишь вертикальные силы (силы тяжести груза и конструкции).

Соударение, при котором прикладывается продольная ударная нагрузка к концевой балке верхней рамы, а вертикальные нагрузки соответствуют нагрузкам I расчетного режима.

Результаты расчетов показали, что напряжения, возникающие в элементах конструкции платформы при действии нормированных нагрузок, не превышают допускаемых напряжений для стали 09Г2С, из которой изготовлены эти элементы, и прочность платформы удовлетворяет требованиям норм. Кроме расчетов на прочность, были выполнены расчеты динамических показателей вагона. Для расчетов использовалась математическая модель пространственных колебаний системы «вагон-путь».

Расчет производился с учетом особенности конструкции вагона-платформы, выраженной в ее несимметричности относительно продольной оси пути в поперечном направлении как в порожнем, так и в груженом состоянии. Отдельно рассматривалось движение вагона по правой и левой кривым, при этом было принято, что правая кривая поворачивает в ту сторону, в которую смещен центр тяжести кузова.

В результате расчетов было установлено, что ходовые качества груженого вагона удовлетворяют требованиям норм при скоростях движения до 120 км/ч, а порожнего вагона – до 100 км/ч. В кривых ходовые качества вагона удовлетворяют требованиям норм при движении со скоростями, при которых непогашенное ускорение не превосходит $0,3 \text{ м/с}^2$.

Результаты расчетов подтверждаются предварительными испытаниями, которые проводились согласно требованиями [2]. Предварительные испытания проводились в два этапа.

На первом этапе предварительных испытаний опытный образец вагона-платформы испытывался под действием статических и ударных нагрузок, нахождение кривых малого радиуса по территории предприятия-изготовителя отделом испытаний продукции вагоностроения ОАО «Днепровагонмаш».

Целью испытаний являлась проверка прочностных, ходовых, тормозных и эксплуатационных качеств опытного образца платформы, оценка степени соответствия платформы требованиям, предъявляемых технической документацией.

При проведении предварительных статических испытаний вагон-платформа загружался листовым прокатом, продольные нагрузки прикладывались ступенями 1,0 и 2,5 МН на уровне осей автосцепок к задним упорам. Ремонтные нагрузки создавались с помощью домкратов при подъеме одной стороны груженого до полной грузоподъемности вагона-платформы одновременно под оба конца лобовой балки. Подъемка осуществлялась до момента отрыва пятника от подпятника.

Результаты предварительных статических испытаний вагона-платформы по I и III расчетным режимам показали, что наиболее нагруженным элементом в нижней раме является хребтовая балка (см. рис. 1, поз.1) в нижней части ее поперечного сечения по всей длине вагона, а в верхней раме продольная балка (см. рис. 1, поз.4). При испытании ремонтными нагрузками наиболее нагруженным элементом стал лобовой брус.

Максимальные суммарные напряжения, полученные в результате предварительных испытаний статическими и ремонтными нагрузками, во всех элементах конструкции нижней и верхней рамы не превышают напряжений допускаемых по нормам [2].

Предварительные испытания ударными нагрузками проводились как на свободностоящем опытном вагоне, так и на вагоне, стоящем в подпоре. Наибольшие суммарные напряжения, но не более допускаемых по нормам, для свободностоящего опытного вагона от силы удара и веса брутто возникли в балке поперечной (см. рис. 1, поз. 2), балке продольной (см. рис. 1, поз. 3), упоре шкворневом. Наибольшие суммарные напряжения, но не более допускаемых по нормам, для опытного вагона, стоящего в подпоре от силы удара и веса брутто, возникли в упоре шкворневом, балке продольной, балке поперечной средней (см. рис. 1, поз. 5). В остальных элементах конструкции вагона, при испытаниях на соударение суммарные напряжения существенно ниже допускаемых по нормам.

Предварительные испытания на прохождение кривых малого радиуса и проверке автоматической сцепляемости вагона-платформы для листового проката проводились на кривых участках железнодорожного пути. Для проведения испытаний формировался сцеп, состоящий из вагона-эталона, опытного вагона-платформы и локомотива, а также из двух опытных вагонов-платформ и локомотива.

Проверка обеспечения прохода сцепленных вагонов по криволинейным участкам пути проводилась для следующих случаев взаимодействия автосцепных устройств:

- сцепление автоматическое, на участке сопряжения прямой и кривой радиусом 135 м без переходного радиуса, со скоростями движения 0,2...4 м/с;

- проход в сцепе участка сопряжения прямой и кривой радиусом 80 м без переходного радиуса;

- проход в сцепе участка сопряжения S-образной кривой радиусом 120 м без прямой вставки;

- проход одиночной платформы круговой кривой радиусом 60 м.

Результаты испытаний на прохождение кривых малого радиуса и проверке автоматической сцепляемости вагона-платформы показали, что автоматическое сцепление на участке сопряжения прямой и кривой радиусом 135 м без переходного радиуса наблюдается:

- при прохождении участка сопряжения прямой и кривой радиусом 80 м без переходного радиуса, и S-образной кривой радиусом 120 м без прямой вставки, касания хвостовика автосцепки и стенок розетки не наблюдалось;

- при проходе одиночного вагона-платформы по круговой кривой радиусом 60 м касание гребней колес и элементов рамы вагона не отмечено, проход обеспечивается.

Вагон-платформа для листового проката по условиям прохождения как в одиночном состоянии, так и в сцепе с вагоном-эталонном, а также с вагоном аналогом обеспечивает прохождение кривых малого радиуса, сохраняет сцепленное состояние подвижного состава и удовлетворяет требованиям конструкторской документации и норм во всех случаях.

На втором этапе предварительных испытаний опытного образца вагона-платформы испытательным центром продукции вагоностроения и литейного производства для вагоностроения УкрНИИВ (ИЦ ПВ), проводилось поколесное взвешивание, ходовые прочностные и ходовые динамические испытания.

Основными задачами предварительных динамических испытаний являлись:

- определение уровня действия вертикальных сил каждого колеса порожнего и груженого вагона на рельс, смещение центра тяжести вагона;

- определение уровня и частотного состава динамических напряжений в основных элементах и узлах металлоконструкции платформы во время движения с разными скоростями до конструкционной, в груженом режи-

ме, на статически представленных по конструкции, плану, профилю и текущему состоянию участках железнодорожного пути, а также определение коэффициентов запаса сопротивления усталости металлоконструкции;

– определение и оценка показателей ходовых качеств опытной платформы во время движения с разными режимами загрузки и скоростями, в том числе с конструкционной, на статистически представительных по конструкции, плану, профилю и текущему состоянию участках железнодорожного пути.

Испытания опытного образца вагона-платформы для перевозки листового проката проводились на полигоне ст. Новомосковск-Днепровский–ст. Днепродзержинск-Левобережный Приднепровской ж. д., во всем диапазоне эксплуатационных скоростей 40...120 км/ч, с интервалом 10 км/ч.

Ходовые испытания проводились на участке, отвечающем требованиям предъявляемым к пути для данных испытаний, протяженностью 50 км, имеющем прямые и кривые участки для получения динамических показателей вагона при реализации непогашенного ускорения в кривых $0,7 \text{ м/с}^2$.

Во время проведения ходовых динамических и ходовых прочностных испытаний измерялись и регистрировались такие показатели:

- горизонтальные рамные силы;
- динамические напряжения в рамах тележек;
- ускорение кузова в районе шкворневого узла вагона;
- динамические напряжения в элементах верхней рамы;
- прогибы рессорных комплектов.

По данным зарегистрированных процессов вычислялись такие показатели:

- коэффициент вертикальной динамики;
- коэффициент горизонтальной динамики;
- коэффициент запаса устойчивости колес от схода с рельсов;
- коэффициент запаса поперечной устойчивости от опрокидывания в кривых;
- гистограммы распределения динамических напряжений и коэффициентов запаса сопротивления усталости выбранных элементов конструкции кузова.

Оценка динамических качеств вагона проводилась по соотношениям экспериментально полученных показателей и нормативных величин.

Значения динамических показателей качества движения вагона-платформы для листового проката, полученные в результате испытаний в груженом и порожнем режимах, показаны на рис. 2–6.

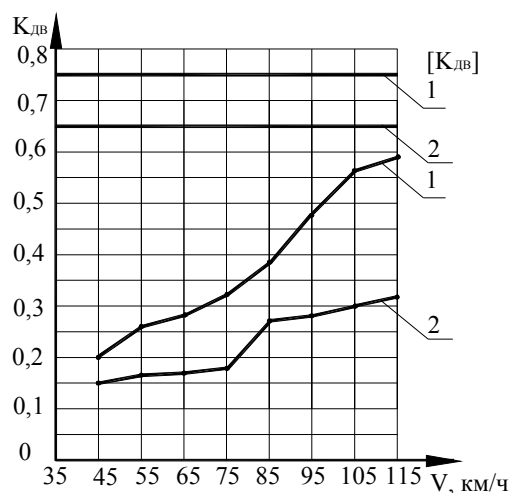


Рис. 2. Коэффициент вертикальной динамики кузова вагона: 1 – порожний режим; 2 – груженный режим

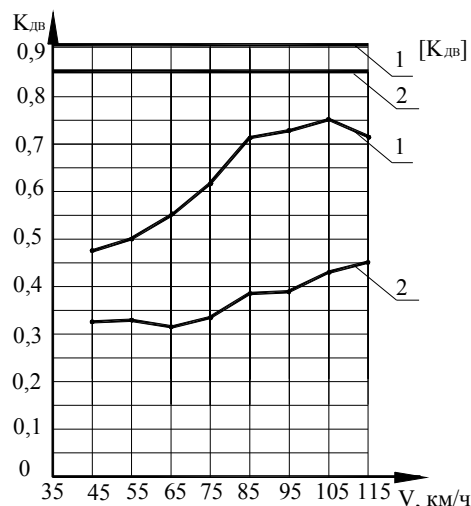


Рис. 3. Коэффициент вертикальной динамики рамы тележки: 1 – порожний режим; 2 – груженный режим

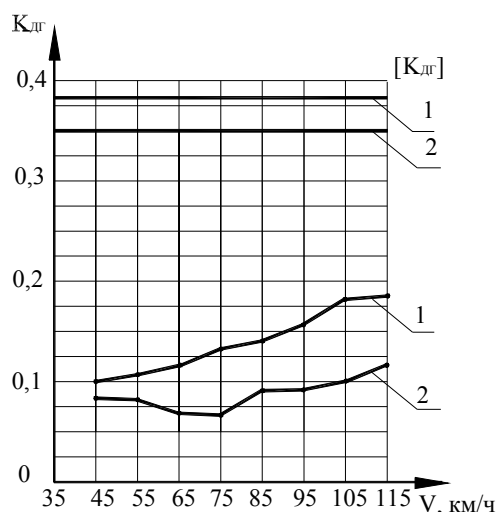


Рис. 4. Коэффициент горизонтальной динамики: 1 – порожний режим; 2 – груженный режим

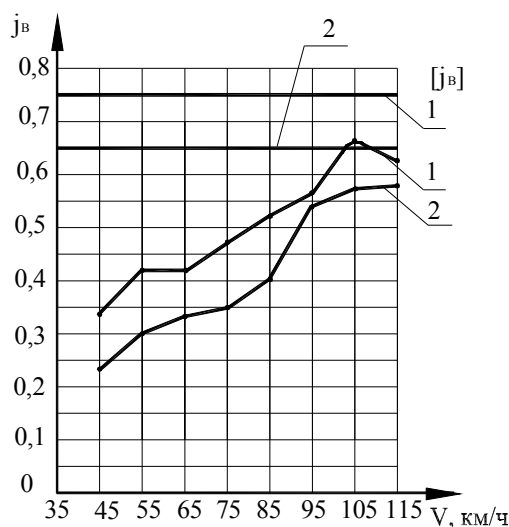


Рис. 5. Ускорение вертикальное:
1 – порожний режим; 2 – груженный режим

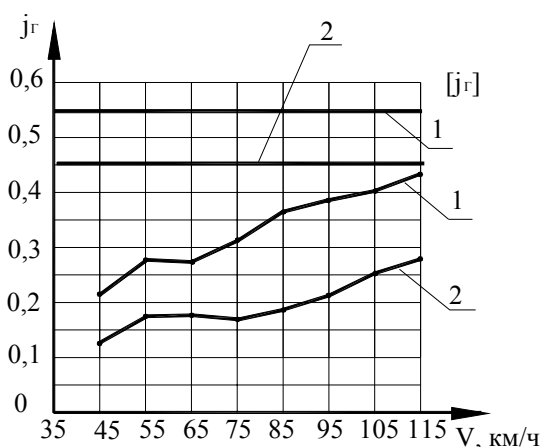


Рис. 6. Ускорение горизонтальное:
1 – порожний режим; 2 – груженный режим

Коэффициент устойчивости от схода колеса с рельсов вагона-платформы для листового проката в порожнем и груженом режиме приведены в табл. 1.

Таблица 1

Порожний режим	Груженный режим	Допустимое значение
1,6	2,1	$\geq [1,3]$

Показатель устойчивости от опрокидывания вагона-платформы определялся во время прохождения кривых разного радиуса с учетом уровня непогашенного ускорения $0,7 \text{ м/с}^2$, и составил 3,1 в груженом и 4,9 в порожнем режимах при нормативном значении не менее 1,2.

Анализ приведенных динамических показателей опытного вагона показал, что качество хода вагона удовлетворяет нормативным показателям для грузовых вагонов во всем диапазоне эксплуатационных скоростей до 120 км/ч на железнодорожных путях, по состоянию текущего содержания соответствующих требованиям движения с указанными скоростями.

При проведении ходовых прочностных испытаний вычислялись коэффициенты запаса сопротивления усталости элементов конструкции нижней и верхней рам вагона-платформы из расчета ее эксплуатации на протяжении 32 лет после изготовления, и динамические напряжения в данных элементах конструкции.

Результаты ходовых прочностных испытаний показали, что напряжения в элементах конструкции вагона-платформы не превышают напряжения в 26,2 МПа, возникающего в сечении шкворневой балки.

Расчетный коэффициент запаса сопротивления усталости во всех выбранных элементах несущей конструкции вагона-платформы для листового проката не ниже минимальной нормативной величины, равной 1,5.

Результаты поколесного взвешивания порожнего и груженого вагона показали, что в связи с особенностью конструкции вагона-платформы, имеет место несимметричное распределение масс конструкции кузова относительно его продольной оси симметрии, но смещение центра тяжести не превышает допустимой нормативной величины.

Таким образом, испытанная конструкция вагона-платформы для перевозки листового проката обладает достаточной прочностью, что подтверждается прочностными расчетами и предварительными испытаниями, соответствует требованиям норм. Вагон может эксплуатироваться по всей сети железных дорог Украины и стран СНГ колеи 1 520 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1 520 мм (несамоходных). – М., 1996.
2. РД 24.050.37-95. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества. – М.: ГосНИИВ РФ, 1996. – 102 с.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ, СВЯЗАННЫХ С ТОРМОЖЕНИЕМ ВАГОНОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Запропоновано методику розрахунку енергетичних витрат, пов'язаних з гальмуванням вагонів на сортувальних гірках. Встановлено існування режимів гальмування з мінімальною витратою енергії, що забезпечують виконання вимог інтервального і прицільного регулювання швидкості відцепів.

Предложена методика расчета энергетических расходов, связанных с торможением вагонов на сортировочных горках. Установлено существование режимов торможения с минимальным расходом энергии, обеспечивающих выполнение требований интервального и прицельного регулирования скорости отцепов.

The technique of calculation the consumptions of energy for the braking of cars on the sorting humps is offered. The existence of the braking modes with a minimum consumption of energy ensuring a executing the requirements of interval and aiming speed control of a cuts is established.

Механизированные сортировочные горки железнодорожных станций являются крупными потребителями электрической энергии, которая используется для управления маршрутами скатывания отцепов, для производства сжатого воздуха, включения и выключения замедлителей. На одной из сортировочных горок на расформирование 790 тыс. вагонов за год израсходовано 909 тыс. кВт·ч электрической энергии, в том числе: 158 тыс. – на функционирование горочного микропроцессорного комплекса, 51 тыс. – на нужды ГАЦ, 700 тыс. – на торможение вагонов.

Таким образом, подавляющая часть расхода электроэнергии связана с торможением вагонов. Решение задач нормирования и экономии расхода энергоресурсов требует наличия соответствующих методик расчета, учитывающих влияющие факторы.

Расход воздуха на торможение отдельного отцепа зависит от множества факторов:

- параметров горки (высота, продольный профиль, количество и тип замедлителей);
- параметров отцепа (количество и масса вагонов, удельное сопротивление движению);
- условий скатывания (скорость отпуска, температура воздуха, скорость и направление ветра, дальность скатывания, стрелки разделения со смежными отцепами);
- режима торможения (распределение погашаемой энергетической высоты между тормозными позициями, количество включений замедлителей).

Множество влияющих факторов и сложные взаимодействия между ними затрудняют адек-

ватное описание зависимости расхода воздуха на торможение отцепа. В связи с этим существующие методы нормирования расхода энергоресурсов [1–3] основаны на статистических данных, полученных на действующих горках, теоретически не обоснованы. В качестве основного норматива расходования электроэнергии на горке применяется ее удельный расход на единицу погашаемой энергетической высоты вагона ϵ_h , кВт·ч/м эн. в.

При многопозиционном торможении и нескольких замедлителях на каждой тормозной позиции погашение определенной энергетической высоты скатывающегося отцепа может быть реализовано различными вариантами, отличающимися количеством включений замедлителей и расходом воздуха. Более того, само значение погашаемой энергетической высоты существенно изменяется при перераспределении участия отдельных позиций в торможении отцепа.

Между тем, указанный норматив ϵ_h не учитывает перечисленные выше влияющие факторы, носит усредненный для отцепов и условий скатывания характер, и поэтому не может объективно отражать расходы на торможение конкретного отцепа в определенных условиях. Кроме того, нормативы, основанные на статистических данных, включают утечки воздуха, непроизводительную работу компрессоров и не отражают фактический расход воздуха непосредственно на торможение. Учитывая перечисленные обстоятельства, в данной статье предлагается методика определения расходов, связанных с торможением скатывающихся с горки отцепов, а также исследованы возможности их минимизации.

Расход воздуха при включении замедлителя связан с заполнением емкости тормозных цилиндров и разводящей пневмосети между воздухохраником и цилиндрами $V_{цс}$. Включение замедлителя на определенной ступени

торможения z при давлении $p_{тс,z}$ соответствует расходу свободного воздуха в объеме $P_{св} = V_{цс} \cdot p_{тс,z}$. Данные о емкости подводящей пневмосети и тормозных цилиндров замедлителей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Емкость пневмосети замедлителей

Тип замедлителя	КВ-3	КНП-5	Т-50	ВЗПГ-5	РНЗ-2
Объем питающей сети $V_{цс}$, м ³	0,243	0,214	0,143	0,029	0,029

Расход электроэнергии на одно срабатывание (включение) замедлителя можно определить как

$$E_{вкл} = P_{св} \cdot \varepsilon_{св},$$

где $\varepsilon_{св}$ – удельный расход электроэнергии на 1 м³ свободного воздуха, кВт·ч/м³.

В чистом виде (без расходов на вспомогательные нужды, непроизводительную работу компрессоров и утечки воздуха) величину $\varepsilon_{св}$ можно определить с использованием тех-

нических характеристик компрессоров следующим образом:

$$\varepsilon_{св} = \frac{N_{дк}}{60\P},$$

где $N_{дк}$ – мощность двигателя компрессора, кВт; Π – производительность компрессора, м³/мин.

Технико-эксплуатационные характеристики компрессоров и удельный расход электроэнергии приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технико-эксплуатационные характеристики компрессоров

Показатель	Значение показателя для компрессоров				
	305ВП	2ВМ5	ВПЗ	2ВМ2,5	ВП2
Мощность двигателя $N_{дк}$, кВт	160	160	125	85	75
Производительность Π , м ³ /мин	30	27	22	14	11
Удельный расход электроэнергии $\varepsilon_{св}$, кВт·ч/м ³	0,089	0,099	0,095	0,101	0,114

Данные табл. 2 показывают, что удельный расход электроэнергии колеблется в зависимости от типа компрессора в пределах 0,09...0,11 кВт·ч/м³. Таким образом, расходы электроэнергии, связанные с торможением отдельного отцепа при скатывании его с горки, могут быть определены как

$$E_{отц} = \varepsilon_{св} \sum_{i=1}^{K_{вкл}} V_{цсi} p_{тцzi},$$

где $K_{вкл}$ – количество включений замедлителей для торможения отцепа при скатывании его по маршруту.

Расходы на электроэнергию для торможения отцепов отдельного состава можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_{эт} = c_{эл} \sum_{j=1}^{k_c} E_{отцj}, \quad (1)$$

где $c_{эл}$ – стоимость 1 кВт·ч электрической энергии, грн/кВт·ч; k_c – количество отцепов в составе.

Выражение (1) можно рассматривать как целевую функцию при решении задач оптимизации регулирования скорости скатывания отцепов. Оптимизируемыми факторами при этом являются режимы торможения отцепов состава, выраженные числом включений замедлителей, а ограничения – требования интервального и прицельного регулирования скорости скатывания отцепов. Аналитическое описание зависимости количества включений замедлителей от указанных выше влияющих факторов весьма затруднительно, и поэтому для оценки расходов на торможение целесообразно использовать моделирование процесса расформирования составов на горке с помощью ЭВМ.

Для примера рассмотрим влияние режимов торможения на величину энергетических расходов при регулировании скорости скатывания очень хорошего бегуна (ОХ) в расчетной группе ОП-ОХ-ОП на сортировочной горке типовой конструкции, приведенной в [1]. Характеристики тормозных позиций горки приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Техническое оснащение
тормозных позиций горки**

Тормозные позиции	Тип замедлителей	Количество замедлителей	Расчетная мощность, м эн.в.
1	КНП-5	2	2,4
2	КНП-5	2	2,4
3	РНЗ-2	3	1,2

Режимы скатывания отцепа ОХ можно характеризовать скоростями его выхода из тормозных позиций ВТП и СТП (v_1 , v_2) и представить на координатной плоскости (рис. 1). На этой плоскости линиями изображены следующие предельные значения скоростей:

– скорости выхода ОХ из ВТП при отсутствии торможения ($h_1 = 0$), при торможении одним замедлителем ($h_1 = 1,2$ м эн.в.) и двумя замедлителями ($h_1 = 2,4$ м эн.в.);

– зависимости $v_2 = f(v_1)$ при отсутствии торможения на СТП ($h_2 = 0$), при торможении одним ($h_2 = 1,2$ м эн.в.) и двумя замедлителями ($h_2 = 2,4$ м эн.в.);

– скорости выхода из СТП, обеспечивающие допустимую скорость в точке прицеливания, при различной мощности ПТП ($h_3 = 0,4$;

$h_3 = 0,8$; $h_3 = 1,2$ м эн.в.), соответствующей включению одного, двух и трех замедлителей.

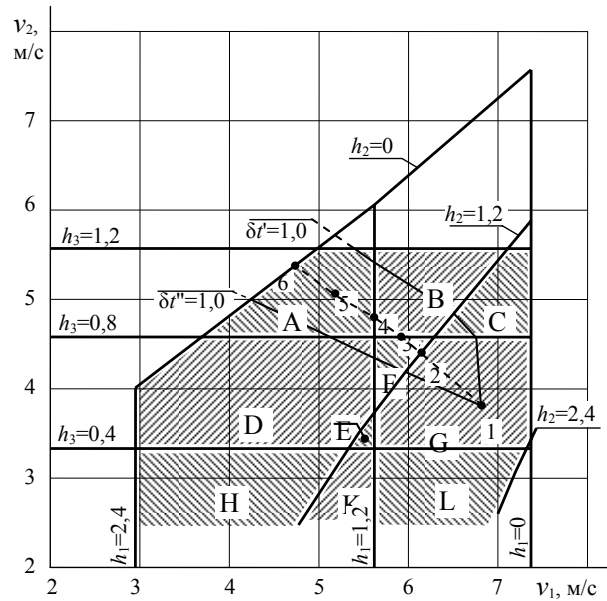


Рис. 1. Области режимов торможения отцепа ОХ

Линии указанных ограничений разбивают всю плоскость $v_1 v_2$ на отдельные области, соответствующие включению определенного количества замедлителей на каждой тормозной позиции. Числовые характеристики этих областей при $\epsilon_{св} = 0,1$ кВт·ч/м³, $c_{эл} = 0,23$ грн/кВт·ч приведены в табл. 4.

Таблица 4

Расходные характеристики областей режимов торможения расчетного отцепа

Область	Количество включений замедлителей			Суммарный расход свободного воздуха, м ³	Расход электроэнергии, кВт·ч	Расходы на электроэнергию, грн
	ТП1	ТП2	ТП3			
A	2	1	3	4,74	0,474	0,109
B	1	1	3	3,35	0,335	0,077
C	1	2	3	4,74	0,474	0,109
D	2	1	2	4,55	0,455	0,105
E	2	2	2	5,94	0,594	0,137
F	1	1	2	3,16	0,316	0,073
G	1	2	2	4,55	0,455	0,105
H	2	1	1	4,36	0,436	0,100
K	2	2	1	5,75	0,575	0,132
L	1	2	1	4,36	0,436	0,100

Приведенные результаты показывают, что режимы торможения существенно влияют на расходы, связанные с торможением. Так, режи-

мы торможения в области Е требуют максимальных расходов, которые почти в два раза выше, чем в области F, где они минимальны.

Для учета требований интервального регулирования на рис. 1 приведены линии ограничения скоростей выхода (v_1 , v_2) отцепов ОХ по условию образования необходимого интервала ($\delta t' = 1,0$ с) с впереди идущим отцепом ОП и с отцепом ОП, идущим сзади ($\delta t'' = 1,0$ с), на лимитирующих разделительных элементах. Результаты расчетов показывают, что режимы торможения с минимальными расходами (область F) обеспечивают разделение отцепов.

Для надежного разделения отцепов в условиях действия случайных факторов расчетный режим торможения следует определять по условию образования наибольших возможных интервалов на разделительных элементах в обеих парах рассматриваемой группы отцепов. С этой целью путем имитационного моделирования получены зависимости $v_2 = f(v_1)$ при условии $\delta t' = \delta t''$, представленные на рис. 1 линией 1-2-3-4-5-6. Значения интервалов δt в отдельных точках этой линии приведены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели процесса регулирования в отдельных точках области торможения

№ точек	1	2	3	4	5	6
$\delta t' = \delta t''$, с	1,0	2,4	2,8	3,2	3,3	3,2
$D_{\text{тп}}$, осе-м	114,9	113,8	112,6	111,9	111,1	109,2

Как видно из рис. 1, рациональный режим торможения отцепов ОХ находится в окрестности точки 3 в области F с минимальными расходами энергии; при этом данный режим обеспечивает близкие к максимально возможным интервалы на разделительных элементах.

Анализ полученных результатов показывает, что изменение режимов торможения вдоль линии 3-4-5 приводит к увеличению интервалов на разделительных элементах, но одновременно увеличивает расходы на торможение (см. рис. 1, переход из области F в область B и далее в область A). Очевидно, что при увеличении расчетных интервалов уменьшается вероятность неразделений отцепов и, следовательно, расходы на ликвидацию их последствий. Таким образом, определение режимов торможения, оптимальных по расходам, представляет собой сложную многофакторную задачу, требующую глубоких исследований связи расчетных величин интервалов с вероятностью неразделений и расходами на их ликвидацию.

Выполненные исследования позволяют отметить еще один фактор, который влияет на расходы, связанные с торможением вагонов. Так, установлено, что изменение режимов торможения приводит к изменению длины участка взаимодействия колес вагонов с тормозными шинами замедлителей (величину $D_{\text{тп}}$ см. в табл. 5), от которой зависит их износ и расходы на ремонт и восстановление. Эти расходы можно считать пропорциональными количеству включений замедлителей

$K_{\text{вкл}}$ и развернутой длине торможения $D_{\text{тп}}$, выраженной в осе-метрах.

С использованием расходных ставок на одно включение $e_{\text{вкл}}$ и один осе-метр $e_{\text{ом}}$ расходы на ремонт и восстановление замедлителей в расчете на один расформированный состав можно определить как

$$\mathcal{E}_{\text{рв}} = \sum_{j=1}^{k_c} \left(e_{\text{вкл}} K_{\text{вкл},j} + e_{\text{ом}} \sum_{i=1}^{K_{\text{вкл},j}} D_{\text{тп},ji} \right)$$

Учет этой составляющей в целевой функции (1) позволит повысить качество и объективность результатов оптимизации.

Выводы

1. Расходы на торможение вагонов существенно зависят от количества включений замедлителей и могут быть определены по предлагаемой методике.

2. Существуют режимы торможения отцепов, требующие минимального расхода энергии и обеспечивающие в тоже время выполнение условий интервального и прицельного регулирования.

3. Выбор рациональных режимов торможения отцепов может осуществляться на основе моделирования процесса расформирования составов с использованием специальной методики.

4. Для более полного учета расходов на торможение вагонов необходимо определение расходных ставок, связанных с износом и восстановлением замедлителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муха Ю. А. Пособие по применению Правил и норм проектирования сортировочных устройств / Ю. А. Муха, Л. Б. Тишков, В. П. Шейкин и др. – М.: Транспорт, 1994. – 220 с.
2. Шейкин В. П. Снижение расхода энергоресурсов для торможения вагонов на сортировочных горках // Вестник ВНИИЖТ, – 1996. – № 3. – С. 24–27.
3. В. П. Шейкин. О нормировании и снижении расхода энергоресурсов на сортировочных горках / В. П. Шейкин, В. Н. Соколов, А. Б. Демидович // Автоматика, телемеханика и связь, – 1995. – № 7 – С. 30–32.

Поступила в редколлегию 24.06.2006.

АЛГОРИТМ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОНТАКТУ КОЛЕСА І РЕЙКИ

Наведений алгоритм вирішення контактної задачі силової взаємодії пари «колесо–рейка» у сучасній постановці з використанням детального математичного моделювання колеса і рейки методом скінченних елементів.

Приведен алгоритм решения контактной задачи силового взаимодействия пары «колесо–рельс» в современной постановке с использованием детального математического моделирования колеса и рельса методом конечных элементов.

The algorithm of decision of contact task of power co-operation of the pair «wheel–rail» is resulted in the modern raising for the detailed mathematical design of wheel and rail by the method of finite elements.

Взаємодія колеса і рейки є фізичною основою руху рухомого складу залізниць. Від параметрів цієї взаємодії суттєво залежать безпека руху і основні техніко-економічні показники господарств колії та рухомого складу.

З 80-х рр. минулого сторіччя на залізницях колії 1520 мм спостерігається значне зростання інтенсивності зношення коліс та рейок. Очевидно, що це явище пов'язане з істотними змінами навантаженості зони контакту колеса та рейки.

Розробка ефективних методів зниження зносу пари «колесо–рейка» залежить від наявності достовірних методик дослідження, контактної взаємодії пари «колесо–рейка» за допомогою чисельних методів.

Теоретичні дослідження деформацій та напружень в зонах силового контакту коліс та рейок раніше виконувались на основі використання диференціальних варіаційних принципів класичної механіки та теорії матеріалу Герца, запропонованих ще у кінці XVIII сторіччя.

Принциповим положенням теорії Герца є те, що незалежно від форми контактної ділянки (плями) загрозовий напружений стан виникає не на поверхні контакту, а на деякій глибині під нею.

Практичне застосування принципів Герца досить складне через використання малознайомих в інженерній практиці і складних рівнянь теорії потенціалу. Для рішення вказаних рівнянь необхідно вводити ряд припущень та ідеалізацій. Це не дозволяє достовірно враховувати особливості геометрії профілю кочення колеса та рейки. Введення різноманітних експериментальних поправочних коефіцієнтів наближає розрахункові дані до фактичних, але вносить додаткові похибки.

У зв'язку з цим вирішено застосувати інші методи розрахунків. Алгоритм вирішення контактної задачі полягає в наступному.

Задача. Визначити деформації і напруження, які виникають на площинах контакту колеса та рейки під час руху вагона на криволінійних ділянках колії.

На колесо діє вертикальна сила P та значна за величиною горизонтальна поперечна сила Q . Колесо контактує з рейкою у двох точках, одна з яких лежить на поверхні кочення, а друга – на гребені. Така взаємодія колеса з рейкою спостерігається у незношених коліс та рейок Р65. Якщо колеса або рейки зношені, виникає можливість одноточкового контакту, але такий варіант тут не розглядається.

Колесо та рейка розбиваються на скінченні елементи таким чином, щоб кожному вузлу на поверхні кочення колеса відповідав вузол на поверхні рейки, при цьому проекції обох вузлів на площину контакту повинні співпадати. Кожній парі таких вузлів слід присвоїти однакові номери j . Вузли, в яких контакт колеса та рейки явно неможливий, слід залишити без уваги, щоб не збільшувати обсяг майбутніх розрахунків.

Рейка нерухома, а колесо може переміщуватись в вертикальному та поперечному напрямках. Відповідні координати переміщення колеса позначені через z , y (рисунок).

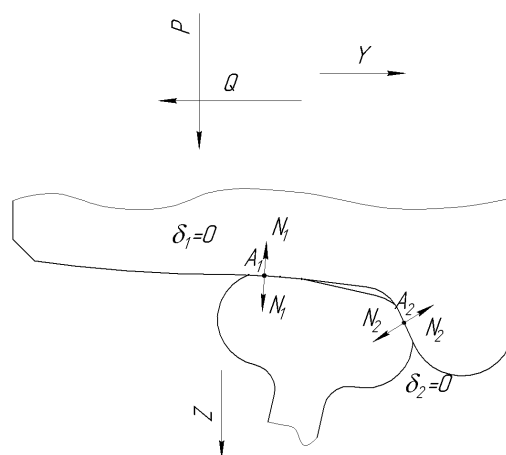


Рис. Розрахункова схема

Під зазором δ_j у парі j -х вузлів приймається довжина проекції відрізка, який з'єднує j -ті вузли моделей колеса та рейки, на вісь, перпендикулярну площині контакту. При геометричному контакті колеса з рейкою без дії навантажень ($P=Q=0$) не менш ніж дві пари вузлів скінченно-елементних моделей будуть контактувати між собою. Позначимо їх: A_1 – базисний вузол на поверхні кочення колеса (та йому відображений на рейці); A_2 – базисний вузол на гребені (та у нижній частині викружки рейки). Цим вузлам відповідають пари контактних зусиль N_1 , N_2 , що нахилені до вертикалі під кутами β_1 , β_2 .

Після навантаження скінченно-елементної моделі колеса силами P і Q (див. рисунок) виникнуть контактні плями, до яких увійдуть m пар вузлів. Зазори у кожній з цих пар будуть дорівнювати нулю

$$\delta_j \geq 0, \quad j=1,2,3,\dots,m. \quad (1)$$

Між кожною парою вказаних вузлів діють нормальні сили N_j . Одна з цих сил напрямлена до ободу колеса, друга – до головки рейки. Сили вважаються додатними, якщо вони викликають стискаючі напруження у контактуючих деталях. У скінченно-елементних моделях ці сили не можуть бути від'ємними, тобто

$$N_j \geq 0, \quad j=1,2,3,\dots,n. \quad (2)$$

Як припущення приймаємо, що тангенціальні компоненти сил контактної взаємодії не враховуються, тобто

$$F_j = 0, \quad j=1,2,\dots,n. \quad (3)$$

Іншими словами, ми нехтуємо силами тертя.

Невизначеність задачі полягає в тому, що сукупність вузлів $j=1,2,3,\dots,m$ скінченно-елементних моделей, що належать до контактної плями, заздалегідь невідома. До того ж, вона залежить від величини навантажень P і Q , а також від модулів пружності матеріалів колеса та рейки. Тому спочатку включаємо до параметрів задачі завищену кількість пар вузлів n , щоб вони певно виявили обриси контактних плям. У ході рішення необхідно визначити номери тих вузлів (їх кількість позначена $m < n$), які будуть належати саме контактним плямам і передавати контактні сили, тобто для $j \in (1,\dots,m)$ виконується рівняння (1), а (2) виконується як нерівності $N_j > 0$.

Наведений нижче алгоритм працює так, що усі інші вузли у кількості $(n-m)$, які знаходяться зовні контактних плям будуть передавати нульові сили, тобто $N_j = 0$ для $j \notin (1,\dots,m)$.

Кут нахилу до вертикалі площадки контакту колеса та рейки позначений на поверхні кочення через β_i , на гребені – β_r . Величини β_j (введені для зручності) приймають одне з двох значень β_K або β_r залежно від того, чи лежить j -та точка на поверхні кочення або на гребені.

Умови рівноваги колеса:

$$\sum_j N_j \cos \beta_j - P = 0, \quad (4)$$

$$\sum_j N_j \sin \beta_j - Q = 0. \quad (5)$$

Нехай $\delta_{jk}^{(K)}$, $\delta_{jk}^{(r)}$ – переміщення j -го вузла колеса або рейки вздовж внутрішньої (відносно до відповідного тіла) нормалі до площадки контакту під дією одиничної сили в k -му вузлі, $\delta_j^{(0)}$ – початковий зазор в j -й точці.

Тоді величина зазору визначається так

$$\delta_j = \sum \left[\delta_{ji}^{(K)} + \delta_{ji}^{(r)} \right] N_i + \delta_j^{(0)} - z \cos \beta_j + y \sin \beta_j. \quad (6)$$

Сили P , Q задані, початкові зазори $\delta_j^{(0)}$ визначаються геометрією колеса і рейки та також визначені заздалегідь, як і елементи $\delta_{ji}^{(K)}$, $\delta_{ji}^{(r)}$, які визначають шляхом розрахунку напружено-деформованого стану колеса та рейки за допомогою метода скінченних елементів. Задача, таким чином, зводиться до визначення $n+2$ (n – число вузлів на площадках контакту) величин $y, z, N_1, \dots, N_n$, які задовольняють співвідношення (1)–(6).

Для розв'язання задачі пропонується такий ітераційний алгоритм, ідея якого нав'язана методом Гаусса-Зайделя розв'язання системи лінійних рівнянь. Значення невідомих визначаються на кожному кроці, оцінки s -го кроку позначаються через $y^{(s)}, z^{(s)}, N_1^{(s)}, \dots, N_n^{(s)}$. Щоб їх розрахувати потрібно скористатися співвідношеннями

$$N_1^{(s)} = \max \left\{ 0, \frac{1}{\cos \beta_1} \left(P - \sum_{j=3}^m N_j^{(s-1)} \cos \beta_j \right) \right\}; \quad (7)$$

$$N_2^{(s)} = \max \left\{ 0, \frac{1}{\cos \beta_2} \left(Q - N_1^{(s)} \sin \beta_1 - \sum_{j=3}^n N_j^{(s-1)} \cos \beta_j \right) \right\}; \quad (8)$$

$$z^{(s)} = \frac{1}{\cos \beta_1} \left(\sum_{i=1}^2 [\delta_{1i}^{(k)} + \delta_{1i}^{(p)}] N_i^{(s)} + \sum_{i=3}^n [\delta_{1i}^{(k)} + \delta_{1i}^{(p)}] N_i^{(s-1)} + \delta_1^{(0)} + y^{(s-1)} \sin \beta_1 \right); \quad (9)$$

$$y^{(s)} = -\frac{1}{\cos \beta_2} \left(\sum_{i=1}^2 [\delta_{2i}^{(k)} + \delta_{2i}^{(p)}] N_i^{(s)} + \sum_{i=3}^n [\delta_{2i}^{(k)} + \delta_{2i}^{(p)}] N_i^{(s-1)} + \delta_2^{(0)} + z^{(s)} \sin \beta_2 \right); \quad (10)$$

$$N_j^{(s)} = \max \left\{ 0, -\frac{1}{\delta_{jj}^{(k)} + \delta_{jj}^{(p)}} \left(\sum_{i=1}^{n-2} [\delta_{ji}^{(k)} + \delta_{ji}^{(p)}] N_i^{(s)} + \sum_{i=3}^n [\delta_{ji}^{(k)} + \delta_{ji}^{(p)}] N_i^{(s-1)} - z^{(s)} \cos \beta_j + y^{(s)} \sin \beta_j \right) \right\}, \quad j > 2. \quad (11)$$

Рівняння (7), (8) впливають з умов (4), (5), а вирази (9)–(11) – з умов (1), (2) та виразу (6). Очевидно, що

$$N_j^{(s)} \geq 0, \quad \delta_1^{(s)} = 0, \quad \delta_2^{(s)} = 0.$$

Виконання умов

$$\delta^{(s)} \geq 0, \quad \delta_j^{(s)} N_j^{(s)} = 0 \quad \text{при } j > 2$$

забезпечується виразом (11) та тим чинником, що

$$\delta_{jj}^{(s)} \geq 0, \quad \delta_{jj}^{(s)} \geq 0.$$

Алгоритм вимагає виконання рівняння $\delta_1^{(s)} = 0, \delta_2^{(s)} = 0$, тому базові точки A_1, A_2 повинні лежати у тих областях, де колесо та рейка, напевно торкаються одне одного.

Початкове наближення можливо обрати довільно. Наприклад, так:

$$y^{(0)} = 0, \quad z^{(0)} = 0, \quad N_j^{(0)} = 0, \quad j = \overline{1, n}.$$

Як тільки значення невідомих, що отримані при виконанні двох послідовних кроків, перестають помітно відрізнятися, робота алгоритму закінчується. Одна з можливих умов завершення виглядає так:

$$\max_j \left| N_j^{(s)} - N_j^{(s-1)} \right| \leq \frac{\sqrt{P^2 - Q^2}}{1000n}.$$

Сили $N_j^{(s)}$ (s – номер останнього кроку) потрібно прикласти до вузлів скінченно-елементних моделей колеса та рейки, виконати розрахунок напружено-деформованого стану цих тіл та отримати в результаті значення контактних напружень.

У малому околі рішення системи рівнянь (1)–(6) немає іншого рішення. Для того, щоб довести це, потрібно виписати однорідну систему лінійних рівнянь, якій задовольняють малі поправки до рішення, та впевнитись, що матриця коефіцієнтів цієї системи не вироджена. Останнє походить з такого твердження: якщо D – (суворо) додатно визначена матриця, а матриця N має повний рядковий ранг, то матриця (12) обратима

$$\begin{pmatrix} D & N^T \\ N & 0 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Нехтування силами тертя зменшує достовірність оцінки навантаженості точок контакту, якщо їх дві, а якщо одна – ніяких похибок не виникає. Виправдано воно може бути тим, що зовнішні навантаження, від яких навантаженість точок контакту залежить ще більше, задані узагальнено.

2-точковий контакт можливий лише при одному значенні бокового відносу колеса. Встановити положення точок контакту можливо, не вдаючись до моделювання руху колісної пари. Якщо контакт 1-точковий, без нього, взагалі кажучи, не обійтися, оскільки в цьому випадку величина бокового відносу (а разом з нею і положення точки контакту) залежить від радіуса кривої, навантажень на колісну пару, швидкості руху та т. п. Проте, припущення про рівність нулю сил тертя вимагає рівняння

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Q}{P}, \quad (13)$$

в протилежному випадку не вдається забезпечити вимоги рівноваги колеса – немає чим компенсувати тангенціальну (по відношенню до площадки контакту) складову зовнішнього навантаження. Умову (13) можливо використати для визначення положення точки контакту, потрібно лише не забути, що отриманий результат занадто точним не буде, бо сили тертя ні в якому разі не рівні нулю.

Величини y, z при цьому не можуть розглядатися як незалежні – заборонено переміщення колеса вздовж дотичної до площадки контакту, тобто $y = -z \operatorname{tg} \beta$.

Надійшла до редколегії 25.04.2006.

ДІАГРАМА ІСІКАВИ – ШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Розглянуто застосування діаграми Ісікави під час дослідження нерівномірності діаметра колеса.

Рассмотрено применение диаграммы Исикавы при исследовании неравномерности диаметра колеса.

Application of the Ysykavy diagram at research of unevenness of diameter of wheel is considered.

Згідно з положенням стандартів ISO 9000 статистичні методи розглядаються як один з високоефективних засобів забезпечення якості продукції та послуг та успішно застосовуються на провідних підприємствах Заходу. Стандарти зорієнтовані на розробку механізму застосування статистичних методів на всіх етапах життєвого циклу, починаючи з дослідження вимог ринку до якості продукції чи послуг, та закінчуючи утилізацією продукції після використання. Але нажаль, незважаючи на наукову обґрунтованість статистичних методів та їх про-

гресивний характер, вони практично не застосовуються на підприємствах нашої країни.

Згідно з теорією японського вченого К. Ісікави, головним джерелом дефектів є такі елементи виробництва:

- матеріали;
- обладнання та інструменти;
- методи виробничої діяльності;
- персонал.

Проаналізуємо виникнення нерівномірності діаметра колеса по колу кочення за допомогою причинно – наслідної діаграми Ісікави (рисунок).

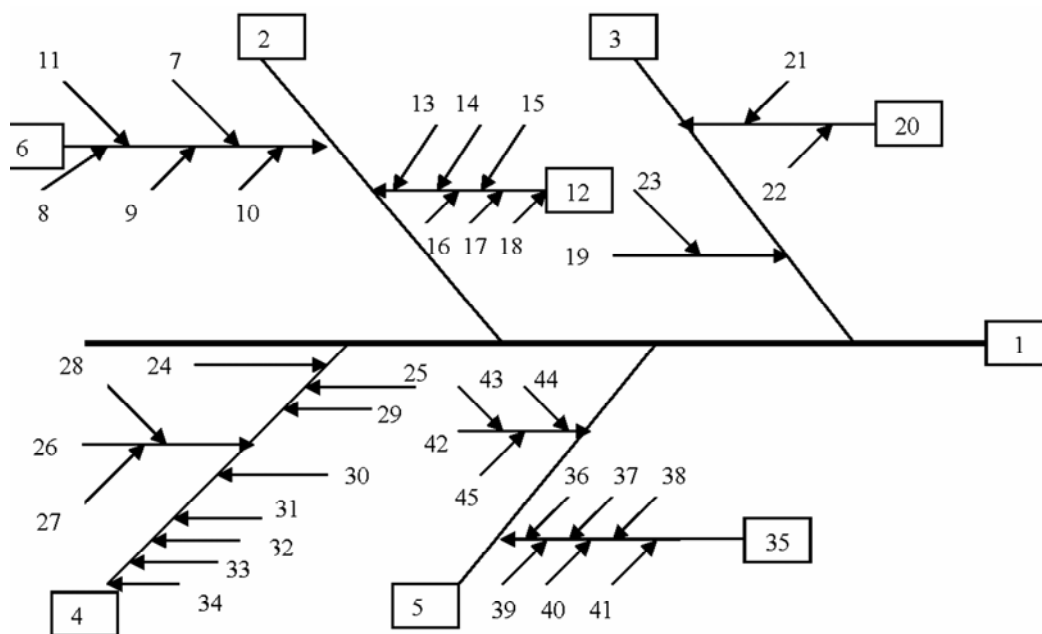


Рис. 1. Причинно-наслідна діаграма для аналізу нерівномірності діаметра колеса по колу кочення:

- 1 – нерівномірність діаметра по колу кочення; 2 – матеріал (сталь марки 2); 3 – станок; 4 – операції виготовлення колеса; 5 – оператор; 6 – дефекти сталі марки 2; 7 – раковини; 8 – тріщини; 9 – флокени; 10 – розшарування; 11 – шлакові включення; 12 – якість матеріалу; 13 – твердість поверхні кочення колеса; 14 – тріщиностійкість; 15 – шорсткість; 16 – хімічний склад сталі марки 2; 17 – ударна в'язкість сталі; 18 – геометричні розміри колеса; 19 – регулювання; 20 – технічне обслуговування та контроль; 21 – поточне обслуговування; 22 – періодичне обслуговування; 23 – центрування; 24 – приймання заготовки; 25 – нагрівання заготовки; 26 – операція штампування; 27 – обтискання заготовки; 28 – формовка за розмірами; 29 – перевірка розмірів; 30 – термічне витримання; 31 – огляд, обмір; 32 – обробка різанням; 33 – термічна обробка; 34 – загартування; 35 – підготування робочого місця; 36 – індикація безпеки; 37 – вентиляція; 38 – шум; 39 – бруд; 40 – освітлення; 41 – температура; 42 – рівень майстерності; 43 – стаж роботи; 44 – одяг; 45 – особисті досягнення

Дослідження причинно-наслідної діаграми показало, що серед усіх занесених у схему причин особливо впливають на виникнення нерівномірності діаметра колеса по колу кочення, тобто на погіршення його встановленої якості, такі фактори:

- дефекти сталі марки 2;
- якість сталі, з якої виготовляється колесо;
- технічне обслуговування та контроль обладнання;
- підготування робочого місця.

Надійшла до редколегії 24.04.2006.

В. А. ЯРОВОЙ (ОАО «НТЗ»)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС В УСЛОВИЯХ ОАО «НИЖНЕДНЕПРОВСКИЙ ТРУБОПРОКАТНЫЙ ЗАВОД»

Наведено обґрунтування зміни схеми деформації при освоєнні виробництва нового типу залізничних коліс ВА 318 для сертифікації DB AG. Великий інтерес викликає технічно обґрунтована схема прокатки коліс на кільцепрокатному стані. Наведені дані про освоєння виробництва коліс кранів з двома ребордами на кільцебандажній лінії.

Представлено обоснование изменения схемы деформации при освоении производства нового типа железнодорожных колес ВА 318 для сертификации DB AG. Большой интерес представляет технически обоснованная схема прокатки колес на кольцепрокатном стане. Приведены данные об освоении производства крановых колес с двумя ребордами на кольцебандажной линии.

In this paper the grounds of the forging procedure modification while mastering the new type of the railway wheels BA 318 for DB AG certification are reported. The technically based rolling procedure of the wheels rolling with application of the ring-items rolling mill is in the scope of great interest as well. The data of the mastering of the double-flanged crane wheels on the tyre-manufacturing line are cited.

В настоящее время колесопрокатный цех ОАО «НТЗ» имеет две производственные линии: колесопрокатную и кольцебандажную. Конъюнктура рынка железнодорожных колес сложилась в 2005–2006 гг. таким образом, что значительную долю (до 30 %) в общем объеме производства составляет экспорт в дальнее зарубежье. За последние два года освоено производство более 30 новых видов железнодорожных колес. Завод имеет довольно прочные позиции на мировом рынке по производству механически обработанных колес по всем элементам, из года в год открывая для своих поставок новые регионы мира (Бельгия, Австралия, Малайзия и др.).

Поставки механически обработанных колес требуют подтверждения их качества соответствующими органами сертификации той или иной железной дороги либо по специальному разрешению после проведения аудита или инспекторской приемки.

В настоящее время ОАО «НТЗ» имеет квалификационный сертификат на производство механически обработанных колес диаметром 920 мм для Австрийских железных дорог (тип колес ВА004 и ВА005 с «колокольным» диском).

Поставки в другие страны осуществлялись по специальным разрешениям. Федеральная железная дорога Германии (DB AG) приобретает колеса производства ОАО «НТЗ» по квали-

фикационному сертификату только на предварительно обработанные колеса.

В 2005 г. представители DB AG проявили заинтересованность в поставках для Германии полностью механически обработанных колес по всем элементам и предложили к сертификации новую конструкцию колеса диаметром 920 мм, тип ВА 318 (рис. 1). Технические требования при производстве этих колес должны соответствовать стандартам и спецификациям UIC 812-3, BN 918277, BN 918301, UIC 812-2, EN 13262.

Особенностью конструкции колеса типа ВА 318 является сложная конфигурация диска, отличающаяся от традиционной для Европы (Германии) «колокольной» формы наличием протяженного прямолинейного участка на так называемом «гофре» в сочетании со значительной его глубиной, уменьшенными радиусами перехода от диска к ступице и ободу и несколько утолщенным диском.

Учитывая накопленный опыт при производстве колес с «колокольной» формой диска, для прокатки новых черновых (под чистовые) колес внесены существенные изменения как в калибровки инструмента деформации, так и в схему пластической деформации по отдельным агрегатам линии. При этом особое внимание уделялось повышенной точности центровки заготовок колес на прессе 35 МН в процессе деформации диска.

Ранее применяемая традиционная выгибка «колокольного» диска в положении колеса «гребнем вниз» не позволяла качественно обеспечить симметричность расположения «гофра» диска относительно оси по отверстию ступицы колеса, т. к. в момент укладки заготовки на нижний выгибной штамп не существовало надежной базовой поверхности штампа для осуществления самоцентрировки. Поэтому из-за асимметричности «гофра» при механической обработке на станках с ЧПУ часто оставалась чернота по диску как с наружной, так и с внутренней стороны. Это являлось причиной повышенной отбраковки колес и избежать ее можно было только заложив в черновую заготовку увеличенные припуски на механическую обработку по диску, тем самым, повысив коэффициент расхода металла.

Для устранения этого недостатка первоначально была опробована схема выгибки диска в традиционном положении колеса «гребнем вниз», но с осуществлением прижима заготовки колеса к верхнему выгибному штампу путем поднятия «ходом вверх» нижнего выталкивателя. Это требовалось для того, чтобы осуществить самоцентрировку наружной поверхности заготовки с верхним выгибным штампом по поверхности радиуса перехода от ступицы к диску. При опускании верхней подвижной траверсы верхний штамп соприкасается с заготовкой, которая центрируется незначительно смещаясь в горизонтальной плоскости, а рабочий ход выполняется вместе с опусканием выталкивателя.

Основным недостатком такого решения явилась значительная зависимость качества выгибки диска от субъективных факторов, т. е. квалификации, реакции и навыков в работе машиниста прессы, а также необходимости изменения режима пооперационной работы прессы.

Поэтому был предложен другой вариант с изменением схемы выгибки, т. е. вместо укладки заготовки колеса после раскатки на колесопрокатном стане на прессе 35 МН «гребнем вниз», применили кантовку на 180° перед прессом с укладкой заготовки «гребнем вверх». Естественно, была изменена калибровка верхнего и нижнего выгибных штампов и установлено два кантователя перед и за прессом 35 МН. После операции выгибки диска, прошивки отверстия и маркировки колесо после прессы еще раз кантуется на 180° и в положении «гребнем вниз» по рольгангу транспортируется к конвейерным изотермическим печам.

Применение такой схемы деформации диска позволяет осуществить самоцентрировку заготовки в момент ее укладки в нижнем выгибном штампе по штампованной части диска у ступицы, подготовленной формовкой на прессе 100 МН верхним формовочным штампом (рис. 2).

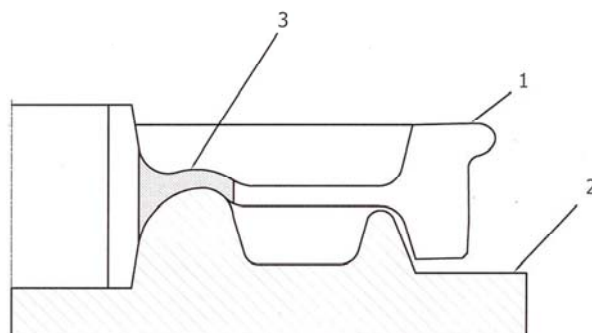


Рис. 2. Схема самоцентрировки колеса на прессе 35 МН:

1 – заготовка колеса; 2 – нижний выгибной штамп прессы 35 МН; 3 – участок самоцентрировки диска колеса

Выгибка диска по приведенной схеме позволила исключить черноту при механической обработке по всем элементам колес, диск которых имеет форму глубокого «гофра».

Другим существенным достижением в последнее время стало освоение производства колес и колесных центров непроектного сортамента на кольцебандажной линии (КБЛ). До настоящего времени на кольцебандажной линии отдельные колесные изделия возможно было производить только в виде штампованного полуфабриката со значительными припусками на механическую обработку и без оформления гребня и поверхности катания. Разработка новых калибровок и реализация смелых технических решений позволили впервые на кольцебандажной линии производить колеса с оформленным профилем гребня и поверхности катания с оптимальными припусками на механическую обработку.

Есть все предпосылки считать, что можно без снижения темпов и объемов производства на колесопрокатной линии колес основного сортамента диаметром 957 мм по ГОСТ, параллельно выпускать колеса других типоразмеров на кольцебандажной линии. По такому принципу на КБЛ в 2005 г. и 2006 г. были произведены колеса диаметром 724 мм для Малайзии в соответствии с требованиями Британского стандарта BS 5892 ч.3.

При производстве этих колес была впервые применена усовершенствованная технология прокатки черновых заготовок (под чистовые)

на кольцепрокатном стане в положении колеса «гребнем вверх». Необходимость реализации такого технического решения была вызвана в первую очередь наличием проектных неадаптированных средств транспортировки (рольгангов) для изделий с высокой ступицей. «Вылет» ступицы с внутренней стороны колеса не позволял произвести передачу заготовок с агрегата на агрегат. Принципиально изменив калибровку на прессе 40/20 МН и производя штамповку «вылетом ступицы вверх» и подготовленной гребневой частью в полузакрытом штампе, заготовка подавалась в таком положении как на прошивку отверстия ступицы на прессе 8 МН, так и на кольцепрокатный стан. Следует отметить, что центровку заготовки на прессе 40/20 МН осуществляли с применением центрователя усовершенствованной конструкции (3-рычажный вместо 4-рычажного).

С точки зрения прокатки колес, кольцепрокатный 4-валковый стан имеет существенные отличия от 6-валкового колесопрокатного стана. На колесопрокатном стане заготовка практически от начала процесса раскатки фиксируется с незначительными технологическими зазорами между двумя нажимными роликами и эджерными (приводными) валками с одной стороны и двумя главными валками – с другой, а основной процесс деформации части диска и обода осуществляется в одностороннем комбинированном очаге деформации (рис. 3).

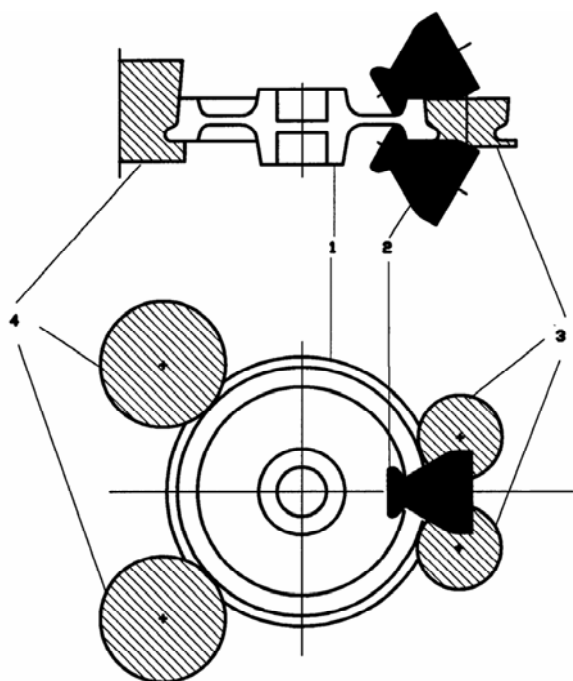


Рис. 3. Схема прокатки колеса на колесопрокатном стане:
1 – колесо; 2 – эджерные валки (приводные);
3 – нажимные валки; 4 – коренные валки

Кольцебандажный стан имеет два очага деформации, расположенных напротив друг друга во взаимно перпендикулярных плоскостях: между внутренним и наружным (приводным) валками с деформированием в радиальном направлении с одной стороны и конусными наклонными (приводными) валками с деформированием в осевом направлении – с другой (рис. 4).

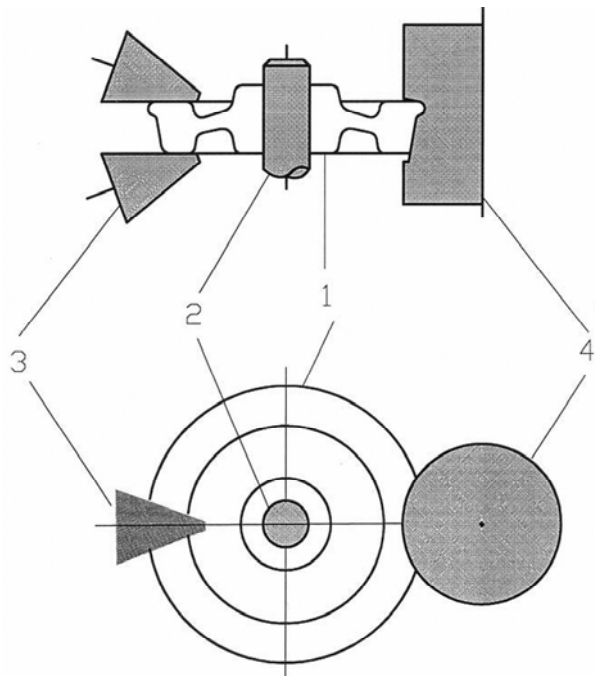


Рис. 4. Схема прокатки колеса на кольцебандажном стане:

1 – колесо; 2 – внутренний валок; 3 – наклонные валки (приводные); 4 – наружный валок (приводной)

Процесс прокатки колеса в положении «гребнем вверх» на кольцепрокатном стане происходит следующим образом. Заготовка укладывается отверстием ступицы на внутренний валок и опускается на бронеплиту. Включается привод наружного валка и одновременно внутренний валок подводит заготовку в соприкосновение с поверхностью калибра наружного валка. Давлением не более 70...80 Н/мм² производится обжатие поверхности катания (обжатие за оборот не более 1,5...2 мм) с формированием гребня в соответствии с профилем калибра наружного валка. Увеличение давления и соответственно обжатия для интенсификации формирования гребня не рекомендуется из-за высокой вероятности как поломки внутреннего валка, так и деформации диска колеса.

Примерно на первом обороте заготовки происходит опускание на нее верхнего наклонного валка и осуществляется обжатие по высоте (ширине обода) на определенный размер. Наклонные валки до окончания процесса про-

катки находятся в положении «на упор» и обеспечивают размер высоты обода, одновременно убирая уширение, возникающее при деформации наружным валком. В процессе формоизменения поверхности катания, происходит некоторое увеличение диаметра отверстия ступицы (в пределах допуска) от деформации внутренним валком. Процесс прокатки заканчивается при достижении заданного размера наружного диаметра колеса и при полностью сформированной поверхности катания и гребня. Окончательная операция выгибки диска, калибровки обода и окончательной формовки ступицы с отверстием производится в штампах прессы 60 МН.

Аналитическое исследование и практическая проверка взаимодействия сил, приложенных к заготовке в начальный момент прокатки показали следующее. Момент, возникающий в начале прокатки в положении «гребнем вверх» от равнодействующих сил реакции наружного и внутреннего валков, направлен в сторону «прижатия» противоположной стороны заготовки к приемному раскатному столу (бронеплите) и способствует максимально устойчивому положению заготовки и стабильному обжатию гребневой части в соответствующей части ручья калибра. При положении заготовки «гребнем вниз» тот же момент сил стремится дестабилизировать устойчивость заготовки, путем подъема ее противоположной стороны вверх, что нередко приводит к преждевременной деформации гребневой части не в ручье калибра и в итоге к невыполнению формы гребня.

Таким образом, при прокатке колес на кольцебандажной линии «гребнем вверх» обеспечивается не только беспрепятственная передача заготовки по линии, но и более устойчивый и качественный процесс деформации на кольцепрокатном стане.

Аналогичная схема прокатки была применена также при производстве крановых двухгребневых колес на кольцебандажной линии. Если ранее крановые колеса производились объемной штамповкой последовательно на прессах усилием 40/20 МН и 60 МН со значительными припусками по наружному диаметру в виде технологического уклона до 10 %, то применяя деформацию по наружному диаметру на кольцепрокатном стане стало возможным впервые получить профиль с двумя ребрами (гребнями).

Была рассчитана и разработана калибровка наружного вала кольцепрокатного стана в виде полужакрытого калибра. Двухгребневой профиль колеса позволил значительно снизить припуски на механическую обработку по диаметру, соответственно уменьшив массу изделия на 102 кг (774...672 кг). Крановые колеса диаметром 990 мм с двухребордным профилем были отгружены потребителю.

Таким образом, внедряя новые технологические решения и меняя традиционные схемы деформирования колесных изделий, ОАО «НТЗ» неуклонно расширяет сортамент выпускаемой продукции с целью укрепления своих позиций на европейских и мировых рынках.

Поступила в редколлегия 25.04.2006.

Д. Ю. КОЛЕСНИК, В. Г. СИЧЕНКО (ДП ДОСЗТ), П. М. КОВАЛЬ (ДерждорНДІ)

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ КОРОЗІЇ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ В АТМОСФЕРНИХ УМОВАХ І РОЛЬ ВОДИ У ЦЬОМУ ПРОЦЕСІ

Запропоновано узагальнення опублікованих в останній час робіт присвячених хімічній корозії бетону. Зроблена спроба виявлення основних закономірностей деградації цементного каменю та участі в цьому процесі вуглекислого газу, хлоридів, сульфатів та води. Запропоновано шляхи підвищення атмосферостійкості бетону методом його вторинного захисту.

Предложено обобщение опубликованных в последнее время работ посвященных химической коррозии бетона. Сделана попытка выявления основных закономерностей деградации цементного камня и участия в этом процессе углекислого газа хлоридов, сульфатов и воды. Предложены пути повышения атмосферостойчивости бетона методом его вторичной защиты.

The surveying article is devoted to generalization of the published lately works devoted to chemical corrosion of concrete. The attempt of exposure of basic conformities to the law of degradation of cement stone and participation in this process of carbon dioxide, chlorides, sulfates and water is done. Offered ways of increase of atmospheric stability of concrete by the method of his second defence.

Вступ

Бетонні і залізобетонні вироби, конструкції та штучні споруди під час експлуатації піддаються активному впливу атмосферних факторів і агресивних компонентів середовища: кислих газів, у першу чергу CO_2 і SO_3 ; розчинів електролітів – хлоридів і сульфатів; промислових продуктів неповного згоряння палива та інших сполук [1–4]. У результаті цих процесів руйнується захисний шар залізобетону, кородує металева арматура, що в кінцевому рахунку призводить до виходу із ладу конструкції. Ліквідація цих наслідків вимагає суттєвих матеріальних і людських ресурсів. Тому актуальність проблеми вторинного захисту від атмосферної корозії бетонних і залізобетонних конструкцій, яка передбачає нанесення на їх поверхню спеціальних сумішей і створення бар'єрного прошарку, не викликає сумніву.

Досвід експлуатації бетонних і залізобетонних споруд на залізничному транспорті, хімічній і нафтохімічній промисловості, сільському господарстві показав, що в деяких випадках агресивний вплив навколишнього середовища на бетон і залізобетон настільки великий, що конструкції вимагали капітального ремонту через 2–3 роки після зведення [5]. У зв'язку із цим, тема вторинного захисту залізобетону активно розроблялася багатьма вченими [6–9]. Слід зазначити фундаментальний внесок учених України в цю проблему і серед них: академіків М. Г. Воронкова та О. О. Пашенко, професорів В. П. Корольова, О. І. Балицького, Й. Й. Лучко, Л. О. Шейнича і багатьох інших.

Разом з тим моніторинг стану бетонних і залізобетонних споруд в Україні свідчить, що проблема їхнього хімічного захисту як і раніше актуальна. Це пов'язане з недостатньою ефективністю існуючих захисних сумішей або необхідністю закупівлі імпортованих матеріалів з високою ціною.

Цементний камінь є джерелом утворення капілярно-пористої структури у бетоні та визначає, в основному, його стійкість до впливу різноманітних агресивних середовищ. Відомо [10], що проникнення агресивного середовища у бетон відбувається по капілярах, число яких визначається кількістю води затворіння бетонної суміші, у зв'язку з цим, природно, чим нижче водоцементне співвідношення, тим щільніший бетон і вища його хімічна стійкість.

Для водонепроникності бетону шкідливі наскрізні макропори (капіляри, що фільтрують), які утворюються у результаті нерівномірного температурного розширення компонентів бетону при термообробці, у результаті пластичної усадки та седиментації при ущільненні [11].

Корозія цементного каменю під впливом води

Проникаючи в пори, вода здійснює руйнівний вплив на силікатні, керамічні і природні кам'яні будівельні матеріали. Вода не тільки вимиває компоненти будівельного каменю, викликаючи корозію I типу, але й знижує його міцність за рахунок адсорбційного полегшення деформаційних процесів. До зниження монолітності його структури призводить і розклинювальна дія водних плівок [6].

Найбільш легкорозчинним компонентом портландцементного каменю є гідроксид кальцію, його розчинність залежить від температури та має залежність аномального характеру [1]. Гідросилікати й гідроалюмінати кальцію, які складають основний об'єм гідратованого клінкерного матеріалу і які забезпечують міцність цементному каменю, також піддаються розчиненню у воді. Присутність у воді різних електролітів впливає і на розчинність цементного каменю. Так, при введенні в розчин хлориду натрію розчинення гідроксиду кальцію підсилюється [1]. Особливу небезпеку становить процес вилугування при фільтрації води через тіло бетону.

Легкі бетони мають значне водопоглинання, яке досягає у окремих видів більше 30 %. Проникаюча усередину конструкції волога може викликати появу висолів на поверхні. Крім того, змінюються деякі фізичні властивості матеріалу і, насамперед – теплопровідність, яка при збільшенні вологовмісту в огороджуючих конструкціях на 10 % підвищується в 1,5...2,0 рази [6].

При позмінному заморожуванні й відтаванні зменшується міцність бетону. Перетворюючись у лід, вода збільшується в об'ємі на 9,7 %, при цьому створюється сильний розклинювальний тиск, що руйнує стінки пор і капілярів [12]. Отже, чим менше загальна пористість бетону, тим вище його морозостійкість [13]. Основними деструктивними факторами, які визначають пошкодження бетону при низьких температурах, є: гідростатичний тиск води в замкнутих порах, гідравлічний тиск води при її віджимі від фронту промерзання, кристалізаційний тиск льоду при його агрегації. Прояв кожного з перерахованих факторів залежить від умов заморожування бетону, його структури, стану поверхні твердої фази й інших параметрів [14].

Першим видом морозного руйнування приймають його однократне заморожування в ранньому віці, тобто до сформування необоротної структури, коли в порах замерзає вільна вода, присутня у них. Ступінь руйнування характеризується зниженням міцності, деформативності та зміною зовнішнього вигляду. Другим видом руйнування вважають порушення структурної стійкості затверділого бетону при багаторазовому, циклічному заморожуванні-відтаванні у водонасиченому стані. Третім видом є тріщиноутворення в конструкціях аж до повного порушення цілості через деформації при лінійному скороченні або об'ємному стиску під впливом низьких температур нижче – 30 °C [12].

Процес ускладнюється за наявності у воді електролітів [15]. Відомо [16], що заморожування й відтавання при контакті бетону з розчинами солей діє на звичайні бетони більш руйнуюче, ніж аналогічний процес у воді. Особливо гостро пошкодження бетону від такого впливу проявляється в цементобетонних дорожніх покриттях, у процесі експлуатації яких застосовують хлористі солі для боротьби з ожеледдю. Морозосолеву корозію відрізняє її чітко виражена шаруватість [17].

У разі дрібношарового руйнування структури бетону відбувається відділення зерен заповнювача великої і середньої фракції. Руйнування бетону з утворенням деструктивної тріщини на глибині 0,5...1,0 см призводить до відшарування бетону разом з великим заповнювачем. Можуть спостерігатися випадки руйнування бетону по контактних площинах великого заповнювача із цементно-піщаної складової бетону. Руйнування бетону в результаті морозосолевої корозії відрізняється тим, що раптовому прояву інтенсивної деструкції з повною втратою механічної міцності бетону передують прихований період передруйнування, який характеризується наявністю дрібних непомітних або малопомітних тріщин, що не знижують або мало знижують міцність бетону при стиску.

З метою визначення строків експлуатації виробів зроблені спроби математичного прогнозування морозо- [18] і морозосолевої [15] стійкості бетону.

Вода здатна транспортувати в об'єм будівельного матеріалу різні електроліти (кислоти й луги) викликаючи корозію цементобетону II типу. Крім того, вода при міграції в порах переносить розчини солей (наприклад, сульфати), збільшення об'ємів яких при гідратації і кристалізації також призводить до зниження міцності основи (корозія III типу) [1; 2].

Карбонізація поверхні бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій

У будівельних виробках, конструкціях і спорудах поступово накопичуються різного роду дефекти, які в тій чи іншій мірі впливають на їх експлуатаційні можливості. Фізичний знос призводить зрештою до втрати надійності та довговічності конструкції, внаслідок розвитку дефектів старіння і погіршення властивостей матеріалів. Цей процес особливо властивий для залізобетонних мостів, опор і стояків, градирень, шлюзів, маяків, портових, хімічних та сільськогосподарських споруд та ін. (рис. 1).



a



б

Рис. 1. Стан залізобетонних елементів мостових споруд (*a*) та опор електропередач (*б*) після тривалої експлуатації

Вважається, що для залізобетону термін експлуатації становить 60...100 років, проте в конструкціях штучних споруд, залежно від умов експлуатації і типу елементів термін надійності залізобетону може зменшитися до 30...40 років [19]. Довговічність залізобетону визначається двома основними показниками – водонепроникністю та рівнем карбонізації бетону. Залежно від виду і міцності бетону мають 3...15 % об'єму дрібних пор і каналів. Саме губчаста структура бетону забезпечує проникнення в нього агресивних компонентів атмосфери.

Залізобетонні конструкції в більшості випадків виходять з ладу в результаті корозії робочої арматури як наслідок вичерпання захисних властивостей бетону. Як правило, втрата захисних властивостей поверхневого шару бетону викликана його карбонізацією, наслідком якої є зниження рН порової рідини та порушення пасивності поверхні сталі [20].

Таким чином, карбонізація є одним з тих процесів, які визначають довговічність залізобетонних конструкцій в повітряно-вологому середовищі.

Як тільки фронт карбонізації доходить до найближчих до поверхні стрижнів арматури і руйнує на них шар пасивації, арматура балки починає інтенсивно кородувати, і відбувається руйнування бетону під тиском продуктів корозії сталі, які більше за об'ємом від початкового об'єму металу. При цьому спочатку ініціюються тріщини, що йдуть уздовж поверхні арматури, процес розповсюдження яких не затухає. За рахунок різкого зниження морозостійкості захисного шару бетону за кілька років тріщини розкриваються до декількох міліметрів [21]. Потім, звичайно, відбувається повне сколювання захисного шару і корозія швидко наростає на відкритому повітрі. Внаслідок чого відбувається різке зниження експлуатаційної надійності конструкції або споруди (рис. 2).



a

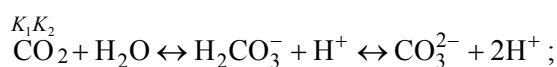


б

Рис. 2. Руйнування бетону та корозія робочої арматури стояка електропередачі (*a*) та балки моста (*б*)

У разі карбонізації вуглекислий газ повітря просочується до пор та капілярів бетону і розчиняється у поровій рідині та вступає в реакцію з вапном (гідроксидом кальцію) і утворює карбонат кальцію. Процес може продовжуватися до повного використання вапна в карбонізованому шарі бетону і розкладання гідросилікатів і гідроалюмінатів кальцію [22].

У природних умовах концентрація вуглекислого газу (CO_2) в атмосфері коливається в межах 0,02...0,04 %. При промисловому забрудненні концентрація CO_2 може зростати і в кілька разів перевищувати нормальну, особливо в умовах автодоріг, за рахунок вихлопів двигунів внутрішнього згоряння. Вуглекислий газ, внаслідок його дифузії в поровому просторі бетону, розчиняється в рідкій фазі бетону, утворюючи вугільну кислоту, яка дисоціює на гідрокарбонат- і карбонатіони:

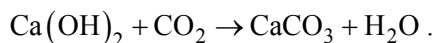


$$K_1 = 3,04 \cdot 10^{-7}, \quad K_2 = 4,01 \cdot 10^{-11}.$$

Менш стійким до дії гідрокарбонатних і карбонатних іонів є моногідросульфоалюмінат кальцію. Вже протягом першого місяця впливу має місце його руйнування з утворенням гідрокарбонату кальцію, гібситу і гідроалюмінату кальцію та двоводного сульфату кальцію. Після трьох місяців такого впливу він повністю руйнується і має місце кристалізація еттрингіту, як більш стабільної сульфатної фази.

Протікання подібних процесів неприпустимо в сформованому каркасі цементного каменю, через виникнення деформацій, що викликані перекристалізацією під впливом гідрокарбонатних іонів метастабільного моногідросульфоалюмінату кальцію в стабільну форму тригідросульфоалюмінату кальцію. Подібні деформації виникають через сильно відмінні розміри і морфологічні форми моногідросульфоалюміната і тригідросульфоалюміната кальцію і призводять до руйнування цементного каменю.

При реакції гідроокису кальцію з вуглекислим газом (спрощена схема карбонізації) об'єм твердих продуктів реакції на 12 % перевищує об'єм вапна:



Цей факт призвів до помилкового погляду [19; 23], що поки карбонізація не дійшла до глибинних шарів бетону, які безпосередньо контактують з поверхнею сталевих арматур, – вона грає позитивну роль, тому що продукти реакції колюматують капіляри і пори бетону, тим самим підвищують щільність, твердість і міцність його поверхневих шарів.

Дослідження проведені академіком П. Г. Комоховим з співробітниками [24] показали, що ущільнення та зміцнення структури карбонатом кальцію не компенсує зменшення міцності бетону, яке викликане розчиненням гідроксиду кальцію.

Найбільш інтенсивно корозія карбонізації розвивається при періодичному зволоженні конструкції або утворенні конденсату. Вода, яка потрапляє у пори в початковому періоді ідентична з складом знесоленої води, і в ній протікає інтенсивне розчинення як CO_2 , так і компонентів цементного каменю аж до насичення (рівноважного стану). При висушуванні бетону відбувається виділення карбонату кальцію з перенасиченого розчину, крім того утворюються наскрізні пори, що забезпечують проникнення в глибину бетону нових порцій вуглекислого газу.

Карбонізація прогресує з поверхні бетону, викликаючи поступову нейтралізацію лужності цементу, і тим швидше, чим більша пористість бетону, а відповідно і дифузійна проникність. Цементне середовище з моменту початку тужавіння ($\text{pH} \approx 12,6$ при насиченості гідроксидом кальцію) поступово втрачає свою лужність. Значення pH знижується 12,6...10 (для вуглекислого кальцію) і падає нижче 10 для суміші вуглекислого кальцію з $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, у зв'язку з цим створюються сприятливі умови для корозії арматури [25]. Потрібно мати на увазі, що за наявності на поверхні бетону хлор-іонів (наприклад, з солей протиожеледних складів), вони здатні транспортуватися рідиною в пори і проникати в глибину, викликаючи депасивацію сталі і корозію в лужному середовищі бетону, тобто раніше ніж він буде нейтралізований реакцією карбонізації [26].

Встановлено, що процес карбонізації лімітується дифузією CO_2 в поровій газовій фазі бетону. Для такого обмеження характерне повне поглинання газу в тонкому реакційноздатному шарі, який утворює своєрідний фронт, що залишає за собою «відпрацьований» шар. Дифузія двоокису вуглецю в бетоні описується першим законом А. Фіка, на основі якого рівняння процесу карбонізації може бути подано у такому вигляді [27]

$$X = \alpha \sqrt{T}, \quad (1)$$

де X – глибина карбонізації бетону на протягом часу T ; α – величина, що характеризує швидкість карбонізації, залежить від ефективного коефіцієнта дифузії, концентрації вуглекислого газу, вологості середовища експлуатації.

Як відомо [1], корозія карбонізації не має практичного значення при низькій відносній вологості повітря (менше 60 %), а також в водонасиченому бетоні; інтенсивна корозія має місце при вологості повітря $W = 75 \dots 95$ %. Для бетонів всіх складів при відносній вологості навколишнього середовища 60...75 % найбільша експлуатаційна вологість (9 %) в зоні знаходження арматури має місце в грудні – лютому; мінімальна – в червні–жовтні і, як правило не перевищує 5 % [28]. Під час збільшенні вологості середовища вище 75 %, при інших рівних умовах, експлуатаційна вологість залізобетону в зоні знаходження арматури коливається 6...13 %, що після повної карбонізації бетону буде сприяти розвитку корозії металу.

Більшість авторів [24] для розрахунку глибини карбонізації рекомендує такий вираз:

$$X = \sqrt{2D^*C_0\tau/m_0}, \quad (2)$$

де D^* – ефективний коефіцієнт дифузії; C_0 – концентрація CO_2 ; τ – термін експлуатації; m_0 – реакційна ємність бетону. На жаль, формула (2) ніяк не враховує зміни вологості і температури навколишнього середовища.

Чернищук Г. В. за допомогою математичної моделі на основі розв'язання рівняння, яке є виразом другого закону А. Фіка описав швидкість поширення фронту карбонізації з врахуванням добового коливання температури [29]. Він відзначає, що значення концентрації насичення може змінюватися протягом року більше ніж в два рази, що дає помилку при розрахунках швидкості корозії карбонізації більше 50 %.

Полак А. Ф. з співробітниками вивів рівняння (3), яке дозволяє встановити час T , необхідний для проникнення агресивних речовин до поверхні металу [30]

$$T = L^2/4D^*. \quad (3)$$

З виразу (3) витікає, що довговічність конструкції визначається товщиною покриття L і ефективним коефіцієнтом дифузії агресивних компонентів в покритті.

При атмосферних умовах глибина карбонізації бетону міцністю 40...50 МПа складає приблизно 1...1,5 мм на рік [31]. Разом з тим підвищена концентрація вуглекислого газу в навколишній атмосфері призводить до різкого прискорення процесу карбонізації.

Розглядаючи процес карбонізації бетону, можна виділити його основні стадії:

- доступ вуглекислого газу до поверхні бетону з навколишнього середовища за рахунок конвективного перемішування;
- дифузія вуглекислого газу в заповнені повітрям пори і капіляри бетону;
- розчинення газу в рідкій фазі бетону з утворенням вугільної кислоти;
- дисоціація вугільної кислоти (H_2CO_3) на іони водню (H^+), гідрокарбонат-іони (HCO_3^-), карбонат-іони (CO_3^{2-});
- розчинення гідроксиду кальцію, дисоціація його на іони кальцію (Ca^{2+}) і гідроксиду (OH^-);
- дифузія в рідкій фазі утворених іонів;
- взаємодія іонів кальцію з гідрокарбонат- і карбонат-іонами з утворенням гідрокарбонату і карбонату кальцію;
- утворення насиченого розчину і кристалізація карбонату кальцію.

Перешкоджаючи вищенаведеним процесам, ми можемо знизити швидкість корозії карбонізації бетону чи зупинити її. Згідно з СНиП [32] вуглекислий газ повітря є слабо – чи середньо-агресивним середовищем по відношенню до залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в нормальних і вологих умовах.

Аналіз результатів обстеження технічного стану залізобетонних конструкцій (ЗБК) різних за призначенням об'єктів свідчить про те, що граничний стан конструкцій за умови збереження арматури для великого числа конструкцій настає значно раніше за нормативний термін експлуатації. У зв'язку з цим очевидно, що дотримання вимог СНиП [32] необхідне, але недостатнє для забезпечення довговічності ЗБК, що вимагається в умовах корозії внаслідок карбонізації, оскільки за певних умов вуглекислий газ є сильноагресивним середовищем.

Однією з головних причин невідповідності очікуваної і фактичної довговічності конструкцій є той факт, що проектування захисту до теперішнього часу здійснюється відповідно до СНиП [32] без використання яких-небудь (навіть найпростіших) розрахункових методів. Останнє, у свою чергу, обумовлене двома причинами: недостатнім вивченням питання (за порівнянням, наприклад з методами проектування конструкцій) і складністю прогнозування в часі зміни параметрів експлуатаційного середовища [24].

В цілому можливо відмітити, що значне підвищення довговічності залізобетонних прогонових будов, при первинному захисті, може бути досягнуте цілим рядом технологічних заходів: збільшенням мінімальної товщини захисного шару, використання бетонів з високим вмістом цементу і низьким водоцементним співвідношенням, підвищенням щільності бетону.

Варто зауважити, що вітчизняними нормами встановлено занижену мінімальну товщину захисного шару, тоді як зарубіжні норми для аналогічних умов в 1,5...2 рази більші [33].

Якщо за результатами обстеження штучних споруд, що експлуатуються, встановлено, що захисний шар бетону карбонізований, то автори [24] пропонують стабілізувати корозійний процес двома способами: створенням осушуючого температурно-вологого режиму ($W < 60\%$) або нанесенням покриттів. Реальним способом є облаштування покриттів, термін дії яких (T) може бути оцінений за формулою

$$T = \alpha_3^2 / 4D_1^* + \left[\delta \alpha_3 / 2D_2^* + \alpha_3^2 / 2D_1^* \right] \ln C_2 / (C_2 - C_{кр}), \quad (4)$$

де α_3 , δ – товщина захисного шару і покриття відповідно; D_2 , D_1 – ефективні коефіцієнти дифузії CO_2 в карбонізованому захисному шарі і покритті відповідно; C_2 , $C_{кр}$ – концентрація CO_2 в зовнішньому середовищі і критична (у поверхні арматури), що відповідає початку корозії арматури.

На засадах теоретичних досліджень процесів карбонізації співробітниками ДерждорНДІ була запропонована методика по прогнозуванню залишкового ресурсу залізобетонних мостів [34]. На підставі розрахунку глибини або часу нейтралізації захисного шару бетону даються рекомендації з подальшої експлуатації мостових конструкцій та їх захисту.

Потрібно ясно уявляти, що гетерогенна реакція твердого гідроксиду кальцію з газоподібним CO_2 має дуже малу константу швидкості реакції і нею можна знехтувати [35–39]. В свою чергу, ця реакція нейтралізації у водному розчині протікає миттєво. Значить, оберігаючи бетон від води, тобто усуваючи реакційне середовище, ми практично припиняємо процес корозії карбонізації. В зв'язку з цим викликає зацікавленість залежність (5) [31], яка визначає швидкість корозії V мм/рік від вологості повітря W

$$V = 0,005W - 0,29. \quad (5)$$

Таким чином, вода є обов'язковим учасником процесу карбонізації цементного каменю. Більшість стадій цього процесу відбуваються тільки у середовищі води. Розуміння сутності цього явища [40] дозволяє розробити надійний засіб вторинного захисту залізобетону від вуглекислотної корозії.

Хлоридна корозія захисного шару залізобетонних штучних споруд

В особливо жорстких хімічних умовах експлуатуються бетонні і залізобетонні конструкції морських причалів, маяки, портові споруди, мости та ін. У них корозія, як правило, описується двома основними процесами, що протікають паралельно: перший – карбонізацією бетону захисного шару і другий – руйнуванням його під дією хлоридів.

Середовище, яке містить хлориди – це агресивний компонент по відношенню до залізобетонних конструкцій і виробів (рис. 3), які широко використовуються в транспортному будівництві.



Рис. 3. Хлоридна корозія бетонного бордюру

Проникаючи до об'єму елементів конструкцій воно викликає деструкцію бетону, а при досягненні критичної концентрації хлоридів в зоні розміщення арматурних стержнів починається корозія металу. Зміна властивостей бетону і корозійний знос арматури призводять до перерозподілу напруг в конструкції, змінюючи несучу здатність і довговічність елементів.

Проникання хлоридів у бетон мостових споруд із зовнішнього середовища перш за все обумовлено застосуванням на даний час хлоридів натрію, кальцію і магнію при утриманні автодоріг в зимовий період [41]. Крім того, хлористі солі вводилися до бетонної суміші під час виготовлення. Так, хлористий кальцій широко використовувався в 70-х роках як домішка-прискорювач тужавлення бетону. «Указаннями по антикоррозионной защите строительных конструкций» СН 262-67 допускалося вводити до бетону не більше 1 % хлоридів за умови, що залізобетонні конструкції будуть експлуатуватися при відносній вологості не більше 60 %. На практиці неодноразово помічалися порушення чинних норм як з експлуатації, так і з завищенням вмісту хлоридів [42].

При введенні до бетонної суміші хлористого кальцію частина його зв'язується в малорозчинні з'єднання – гідрохлоралюмінат кальцію та оксихлориди. Залишкова частина CaCl_2 залишається в активному по відношенню до бетону і сталі стані. В цьому випадку можливий розвиток внутрішньої корозії, тобто таких процесів, які протікають всередині бетону без участі компонентів зовнішнього середовища, за виключенням обов'язкової присутності порової води [43].

В реальних умовах корозія залізобетону може ускладнитися існуванням блукаючих електричних струмів. Цементний камінь в залізобетонній будові являє неоднорідну систему з високорозвиненою поверхнею дисперсної фази, частки якої (цементні, кристалогідратні і гелеві) мають подвійні електричні шари, що поляризуються при накладанні зовнішнього поля [44]. Таким чином, блукаючі струми викликають не тільки корозію металеві арматури, але й сприяють дифузійному переміщенню хлоридів в об'ємі бетону.

В звичайних умовах дифузія хлоридів в бетоні підлягає рівнянню (6) [45; 46]:

$$C_{a,\tau} = C_0 \left[1 - \operatorname{erf} a / \sqrt{D\tau} \right], \quad (6)$$

де $C_{a,\tau}$ – концентрація хлорид-іону на деякій глибині a захисного шару бетону, через час τ ; D – коефіцієнт дифузії Cl^- в бетоні; erf – інтеграл вірогідності; C_0 – врівноважена концентрація Cl^- на поверхні конструкції.

Значення $C_{a,\tau}$, отримане із залежності (6), умовно вважається детермінативною величиною, яка враховує, що часткове (біля 10...15 %) зв'язування хлоридів в бетоні на портландцементі в нерозчинні солі Фріделя і верхня довірна межа дають взаємно нівелюючі ефекти [47].

Кінетика проникання агресивного хлоридного середовища в бетон конструктивного елементу підлягає рівнянню дифузії:

$$\delta C / \delta \tau = \operatorname{div}(D \cdot \operatorname{grad} C) - g(C), \quad (7)$$

де C – концентрація агресивного середовища; τ – час; D – коефіцієнт дифузії агресивного середовища; $g(C)$ – швидкість змінення концентрації середовища внаслідок хімічної взаємодії. Згідно з основними положеннями термодинаміки необоротних процесів коефіцієнт дифузії не залежить від градієнта концентрації, але є функцією локальних параметрів стану системи. Вплив водоцементного співвідношення W , температури T та напруженого стану бетону σ на коефіцієнт дифузії можливо вирахувати за допомогою функцій впливу

$$D = D_0 f_1(W) f_2(T) f_3(\sigma), \quad (8)$$

де D_0 – коефіцієнт дифузії при деяких базових значеннях водоцементного співвідношення і температури в ненапруженому бетоні [48].

Експериментальні дані [49] свідчать, що залежність коефіцієнта дифузії від перерахованих вище параметрів можливо подати функціями:

- від водоцементного співвідношення

$$f_1(W) = W/W_0 \exp k_1 (1/W_0 - 1/W); \quad (9)$$

- від температури

$$f_2(T) = T/T_0 \exp k_2 (1/T_0 - 1/T); \quad (10)$$

- від напруженого стану

$$f_3(\sigma) = \exp(-k_3 \sigma), \quad (11)$$

де W_0 , T_0 – базові значення водоцементного співвідношення і температури; k_1 , k_2 , k_3 – коефіцієнти, що визначаються з експериментальних даних.

Авторами [50; 51] встановлено, що експериментальні дані переміщення іонів хлору в глибину елементів конструкцій, підлягають залежності

$$h_{\text{Cl}} = k \cdot \tau^{0,7}, \quad (12)$$

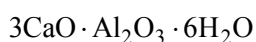
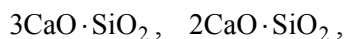
де h_{Cl} – глибина проникнення іонів хлору, мм; k – коефіцієнт пропорційності: 0,44 [50]; 0,33 [51]; τ – час експлуатації конструкції, рік; 0,7 – емпіричний коефіцієнт, який залежить від властивостей бетону.

Перетворюючи залежність (12), можливо отримати формулу (13) розрахункового терміну служби залізобетонних конструкцій τ_n за фактом пасивувальної дії захисного шару бетону [51]

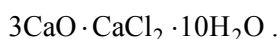
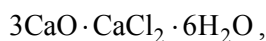
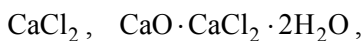
$$\tau_n = \exp(1,42 \ln B/3,3), \quad (13)$$

де B – товщина захисного шару бетону.

Якщо вода, яка проникає в тіло бетонної конструкції містить розчинені в ній хлоридні солі, то процес виносу з цементного каменю розчинних сполук, в тому числі вапна, посилюється (корозія бетону II виду). Як наслідок реакції хлоридів з цементним каменем [52]:



утворюється ряд продуктів взаємодії [47;48]:



Переміщення солей хлору, що викликають корозію арматури, вглиб бетону протікає швидше, у порівнянні з переміщенням фронту карбонізації і арматура починає кородувати в лужному середовищі [51]. Зростання об'єму продуктів корозії арматурної сталі сприяє руйнуванню захисного шару бетону. Поряд з вологими плямами, висолами, іржавими відбитками арматури утворюються тріщини в захисному шарі бетону вздовж арматурних стрижнів, сколи бетону. Різко зменшується морозостійкість бетону і руйнування захисного шару настає через 2...4 роки після початку корозії арматури [45–47]. Об'єм пошкодження конструкцій, які викликані корозією арматури, з часом зростає нелінійно, і несвоєчасний або відкладений ремонт призводить до різкого зростання витрат на ремонт та реконструкцію.

У карбонізованому бетоні, лужність (рН) рідкої фази в якому знижена, критичний вміст хлорид-іона має приблизно вдвічі менше значення, ніж в непрокарбонізованому бетоні [47]. Спільний вплив карбонізації і хлоридної агресії на залізобетонну конструкцію, що експлуатується, може бути схематично описаний таким чином: оскільки в основі обох процесів лежить дифузійний механізм проникнення корозійних агентів через захисний шар бетону до арматури, то функції, яким підлягають обидва процеси мають подібні харак-

теристики, але карбонізація починається з моменту будівництва конструкції, а достатньо високий хлоридний потенціал, що призводить до проникнення хлоридів в бетон в небезпечній концентрації, створюється через декілька років після початку експлуатації, як наслідок накопичення в поверхневому шарі концентрації хлорид-іону біля 0,6...0,8 % від маси цементу.

На швидкість обох процесів впливає велика кількість різноманітних чинників. Але один з них зостається незмінним: наявність води (порової рідини) як середовища протікання описаних фізико-хімічних процесів. Отже, зниження вологості бетону, наприклад, вторинними засобами захисту, повинно значно уповільнити і навіть спинити корозію бетону.

Інакше, в конструкції виникає поступове накопичення хлоридів у приарматурному шарі, але корозія арматури настає, коли вміст Cl^- досягає критичного значення, наприклад 0,4 % [53]. Якщо внаслідок переміщення фронту карбонізації приарматурний шар бетону виявляється вже прокарбонізованим, критична концентрація Cl^- різко падає до 0,2 %. У реакцію відразу вступають ті хлориди, що містяться в бетоні, але внаслідок високої лужності рідкої фази бетону знаходилися в неактивному стані. Корозія сталі різко інтенсифікується, вона проходить на достатньо поширених за довжиною ділянках арматури.

Проникання хлоридів через дефектну або порушену гідроізоляцію не призводить до негайного руйнування конструкцій, і небезпечність цих дефектів недооцінюється експлуатаційними службами. Моніторинг стану транспортних споруд в Росії свідчить про те, що якщо навіть локальний дефект в гідроізоляції не усунутий в перший же літній сезон, та існує на протязі одного – двох років, при загальноприйнятій нормі застосування солей – протиожеledenювачів це є достатньою умовою для утворення критичної концентрації хлорид-іону на локальній ділянці арматури [35].

Взимку при охолодженні водних розчинів солей хлоридів в порах цементного каменю лід утворюється в першу чергу в великих порах і капілярах, внаслідок чого значно підвищується концентрація розчину солей, що залишилися, за рахунок зменшення кількості прісної води в системі соляний розчин – лід. Під дією тиску льодотворення насичений розчин просочується в більш тонкі пори, де навіть при короткочасному впливі вступає в реакцію з продуктами гідратації із значним зменшенням міцності зчеплення мінерального наповнювача з цементним каменем

за рахунок адсорбції іонів Na^+ на поверхні часток гідросилікату кальцію. Таким чином, циклічне охолодження бетону при насиченні його розчинами хлоридів ініціює хімічне руйнування цементного каменю при одночасному фізичному розпушуванні його структури.

Перехід розчинів солей при випаровуванні або виморожуванні частини води у кристалогідрати супроводжується зростанням їх об'ємів в 1,3...2,7 рази, що в свою чергу викликає об'ємні деформації і руйнування цементного каменю [1]. Даний процес класифікується як корозія бетону III виду.

Виявлена схильність цементного каменю накопичувати хлориди, витягуючи їх з навколишнього середовища. Так, при експлуатації бетону в морській воді або в середовищі засоленого ґрунту концентрація хлорид-іону в поровому розчині в декілька разів перевищує його концентрацію в електроліті навколишнього середовища. Це пов'язане з тим, що проникання хлор-іону в бетон з зовнішнього середовища протікає одночасно під дією двох чинників: дифузії за рахунок різниці концентрацій іону в електроліті зовнішнього середовища і поровому розчині бетону; а також дифузії за рахунок адсорбції хлор-іону поверхнею цементного каменю [54].

У тому випадку, якщо опори залізобетонних конструкцій піддаються дії хвиль морської води, то на дифузію хлоридів накладається фільтрація води під високим тиском, яка протікає набагато скоріше, ніж дифузія [55]. Динамічний тиск хвиль у короткочасні пікові моменти досягає сотень атмосфер. Багатократний вплив високої інтенсивності неодмінно викликає порушення зчеплення бетону з арматурою на окремих ділянках, із утворенням повітряних порожнин, які орієнтовані вздовж поверхні арматури. Оголення арматури призводить до її інтенсивної корозії [56].

У промислових зонах, окрім солей, джерелом хлоридів у бетонах можуть бути: газоподібний хлор, концентрація якого у повітрі досягає 1...20 мг/м³ [50; 51], або хлористий водень [54]. При взаємодії хлору з гідроксидом і карбонатом кальцію утворюються добре розчинні гігроскопічні солі у вигляді хлористого кальцію, гіпохлориту та їх похідних: трикальцієвого гідрохлоралюмінату, гідроксихлориду, гідрохлорферриту. Утворений розчин хлористого кальцію за рахунок дифузії і капілярного насичення переміщується у глиб бетону. Внаслідок перетворення значної частини твердої фази цементного каменю в соляний розчин поверхневий шар бетону стає більш пористим і руйнується [51].

Хлористий водень добре розчинюється у воді, з утворенням соляної кислоти, яка нейтралізується лужними складовими порової рідини. Луг поступає до зони хімічної реакції як за рахунок розчинення стінок пор, так і внаслідок дифузії з глибини бетону. У таких умовах завжди мається надлишок $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і хімічна реакція протікає практично миттєво. Внаслідок взаємодії розчиненого HCl і луку утворюються хлористий кальцій і вода.

Процес корозії залізобетону в таких середовищах може протікати за двома схемами. При високій концентрації хлористого водню в атмосфері вміст утвореного хлористого кальцію в поровій рідині швидко досягає насичення і він випадає в осад $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Оскільки ця сіль має високу гігроскопічність та об'єм кристалогідрату значно більше об'єму похідних продуктів, протікає колюматація порового простору, усувається доступ агресивного газу в глибину бетону і процес руйнування бетону має яскраво виражений пошаровий характер. Корозія арматури при цьому настає після повної нейтралізації захисного шару бетону.

При низькій концентрації HCl корозія арматури протікає при зовнішньо непошкодженому захисному шарі і викликається активаційною дією хлор-іонів при остатній високій лужності рідкої фази бетону. Хлористий кальцій не випадає до осаду, а параметри порового простору мало змінюються [57].

Ремонт конструкцій, які були зволожені розчинами хлоридів, полягає в видаленні засоленого бетону, чищенні арматури від іржі та бетонуванні. Однак при цьому не виключається можливість дифузії хлоридів з глибинних шарів бетону, особливо при експлуатації конструкції у вологому середовищі. Для усунення шкідливого впливу іонів хлору, що залишилися в бетоні і на поверхні сталі, доцільно використовувати в бетонних сумішах домішок інгібітора корозії та ізолювати поверхню сталі фосфатуючою полімерцементною мастикою [42].

Якщо є потреба, кількісне визначення хлоридіонів у бетоні проводять за методикою [58], якщо рекомендований в ній хлор-селективний електрод недоступний, то підготовлені зразки аналізують аргентумометричним [59] або меркуріометричним [60] способами, після чого результати зіставляють з нормами, що рекомендуються [53; 61].

Сульфатна корозія цементобетону

Руйнівним видом хімічної дії на цементний камінь є сульфатна корозія. Термін «сульфатна корозія» використовується для характеристики

руйнування бетону при взаємодії сульфатних середовищ різноманітних типів з цементним каменем, при цьому стійкість матеріалу багато в чому визначається умовами твердіння бетону і особливостями сульфатної дії. Великий вклад у вивчення цього процесу зроблено проф. С. В. Федосовим із співробітниками [4; 62–64].

Джерелом сульфат-іонів можуть бути: кислотні дощі, які утворюються внаслідок поглинання сірчаного ангідриду, що виділяється при згорянні твердих видів палива; ґрунтові води; хімічні виробництва. Часто хлоридні суміші, які використовуються взимку при утриманні автодоріг, містять значні домішки сульфатів кальцію та магнію.

В ґрунтових водах вміст сульфатів нерідко коливається в межах 3...16 г/л [65]. Гетеропориста структура бетону та капілярно – пориста структура ґрунтів, дотичних до конструкцій, зумовлює можливість капілярного підсмоктування розчинів солей у тіло бетону.

Необхідна умова капілярного підняття води – випаровування її з зовнішньої поверхні бетону. При достатньо малих значеннях коефіцієнтів фільтрації і падінні значної частини тиску поблизу напірної грані [66], зовнішня поверхня бетону може здаватися сухою, оскільки величина випаровування з вільної поверхні перевищує кількість води, що поступає до зовнішньої поверхні бетону.

На довговічність бетону, за наявності капілярного підсмоктування водних розчинів, впливають умови його експлуатації. В першу чергу сюди відноситься мінералізація ґрунтових вод. При їх сульфатній агресивності по відношенню до бетону, внаслідок капілярного підсосу, розчин рухатиметься у бік випарювальної поверхні. Рідина, що знаходиться в порах бетону поблизу такої поверхні, випаровує наявну в ній воду, замість якої по капілярам поступає нова порція соляного розчину. Концентрація солей збільшується внаслідок випаровування і досягає насичення, а потім пересичення, в результаті з пересичених розчинів поблизу поверхонь, що випаровуються, кристалізуються похідні, які розпушуватимуть структуру бетону.

Зовнішня дія сульфатів має місце при фільтрації агресивного середовища через товщу бетону. Внутрішня дія сульфатів має місце при дії рідких середовищ, які не містять сульфатів, але за наявності в матеріалі внутрішніх джерел сульфатів, наприклад, таких як високосульфатвміщуючі або гіпсвміщуючі заповнювачі. Згідно з даними [62; 67] внутрішній вплив сульфатів і пов'язане з ним утворення еттрингіту характерне тільки для бетонів, що пройшли теплову обробку та експлуатуються довгий час в атмосферних умовах.

Складність вирішення питань, пов'язаних з сульфатною корозією бетону полягає в тому, що цей вид корозії розвивається залежно від великої кількості чинників, які кількісно або якісно відображають як властивості агресивного середовища, так і самого бетону. Окремі дослідники нараховують більше двадцяти чинників [67], тому вибір найбільш суттєво впливаючих на процеси корозії бетону, викликає чималі труднощі.

Корозія бетону носить пошировий характер, тому для практичних цілей її розвиток доцільно характеризувати як глибину проникнення (L) агресивних іонів (або як глибину корозії бетону). Коефіцієнт стійкості з достатньою точністю дозволяє визначити значення глибини проникання агресивних іонів [67]

$$L = h/6(1 - KC), \quad (14)$$

де h – сторона поперечного перетину балки; KC – коефіцієнт стійкості.

У роботі [68] збудована статистично обґрунтована багатофакторна модель для обчислення глибини проникання агресивних іонів при сульфатній корозії бетону з урахуванням впливу властивостей бетону і агресивного середовища. В основу побудови закладено лінійний поліном

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^n b_j X_j, \quad (15)$$

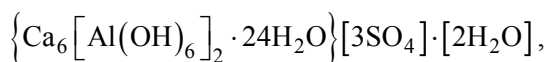
де Y – залежна змінна; X_j – незалежна змінна; n – кількість чинників; b_0 , b_j – коефіцієнти.

Залежна змінна Y характеризується глибиною проникання L до бетону агресивних іонів, яка визначається за формулою (14), після зберігання зразків протягом шести місяців в розчинах сульфату натрію. У випадку, що розглядається, за допомогою восьми факторів вдається задовільно обчислити глибину проникання агресивних іонів при сульфатній корозії бетону.

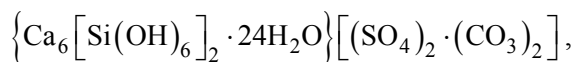
Якщо бетон знаходиться в умовах змінної вологості, то динамічний вплив води активізує фізико-хімічні процеси взаємодії фазових складових бетону. Такі умови інтенсифікують процеси внутрішнього масообміну в бетоні. Це сприяє міграції речовин в структурі бетону, що викликає змінення складу порової рідини і концентрації лугів у бетоні. У капілярах транспортні процеси, що відбуваються, можуть уриватися, наприклад, повітряними порами, порами недоуцільнення, тріщинами, контактними зонами між заповнювачем і це-

ментним каменем. Це призводить до неоднорідного розподілу концентрацій мігруючих речовин на різних ділянках структури бетону, що викликає нерівномірність скупчення утворень експансивної фази [63].

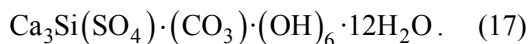
Значну роль в розвитку сульфатної корозії грає рН порової рідини бетону. Величина рН бетону визначається концентрацією гідроксиду кальцію, натрію і калію. При цьому визначальне значення для величини рН має гідроксид кальцію, оскільки його вміст у бетоні набагато перевищує вміст гідроксидів натрію і калію [69; 70]. Продукти взаємодії агресивного сульфатного середовища і цементного каменю мають експансивний характер, і до них, в першу чергу, відносяться еттрінгіт (16) і таумасит (17):



брутто формула



брутто формула



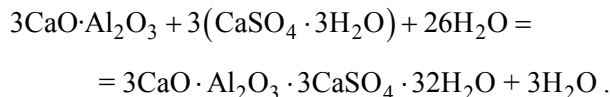
Таумасит являє собою силікатвміщуючу фазу, тоді як еттрінгіт-алюмінатну у бетоні таумасит утворюється як результат реакції між силікатами кальцію цементу, карбонату кальцію і сульфатів.

Утворення еттрінгіту і таумаситу супроводжується збільшенням об'єму твердої фази кристалічних новоутворень, яке викликає внутрішні напруження, що є причиною корозійного руйнування бетону під дією сульфатів [62] (рис. 4).



Рис. 4. Руйнування бетону під впливом сульфатної корозії

Коли еттрінгіт утворюється у свіжовиготовленій бетонній суміші і його розподілення є відносно гомогенним, то він не стає причиною руйнування бетону. Такий тип еттрінгіту згідно міжнародною класифікацією [4; 71] називається первинним (Early Ettringite Formation – EEF). Прикладом утворення первинного еттрінгіту є реакція двоводного гіпсу з трикальцієвим алюмінатом у присутності води



В процесі цієї реакції еттрінгіт адсорбується на поверхні цементних зерен, перешкоджаючи просоченню до них води і адгезії цементного гелю, таким чином, виступаючи як регулятора терміну схвачування [62].

В тому разі, коли еттрінгіт утворюється в більш пізній термін (протягом декількох місяців або навіть років), виникає неоднорідна експансія в жорсткій бетонній структурі, що стає основою утворення мікротріщин і розвитку процесів тріщиноутворення. Згідно з міжнародною термінологією [71; 72] такий еттрінгіт називається вторинним (Delayed Ettringite Formation-DEF). Руйнівний ефект, який виникає внаслідок утворення вторинного еттрінгіту, залежить від концентрації реагуючих компонентів на локальних ділянках бетонної структури і кристалічної форми новоутворень [62].

Як вже наголошувалося, руйнування бетону в процесі сульфатної корозії може відбуватися не тільки за участю еттрінгіту, але і за участю таумаситу. Утворення таумаситу супроводжується значною втратою міцності і адгезійної властивості цементного каменю, які обумовлені трансформацією гідросилікатів кальцію в білу гелеподібну масу (таумасит), а також розвитком внутрішніх напружень в матеріалі. Цей процес може протікати за участю будь-яких типів сульфатвміщуючих солей і в основному розвивається при температурі навколишнього середовища нижче +15 °C [4], оскільки якраз при такій температурі створюються умови для виникнення шестивалентного кремнію, що входить до структури таумаситу.

Крім цього, таумасит може утворюватися з еттрінгіту внаслідок ізоморфного заміщення алюмінію на кремній та групи $[3SO_4] \cdot [2H_2O]$ на групи $[(SO_4)_2 \cdot (CO_3)_2]$. Результати численних досліджень бетонних конструкцій, підданих дії сульфатів [73; 74] показали, що еттрінгіт і таумасит дуже часто утворюються в кристалічній суміші.

Утворення в бетоні системи еттрінгіт-таумасит призводить до виникнення внутрішніх напружень. Причиною напруженого стану стає збільшення об'єму продуктів реакції в порівнянні з вихідними компонентами. У досліджах [74] кристалізаційний тиск еттрінгіту при температурі 25 °С склав біля 55,5 МПа. Крім того, на думку ряду дослідників [71; 75] тиск може створюватися водою, що адсорбована поверхнею кристалів новоутворень, особливо мілкокристалічної фази. Виникнення внутрішніх напружень викликає тріщиноутворення та зростання деформацій бетону [62].

Механізм виникнення внутрішніх напружень у бетоні при сульфатній корозії [62] дуже складний, бо їх джерелами можуть бути різноманітні чинники. По-перше, кристалізаційний тиск новоствореною експансивної фази. По-друге, джерелом напружень може стати зміння габітусу кристалів під впливом зовнішніх умов, зокрема, зміна рН порової рідини бетону. Так, при рН від 10 до 12 спостерігаються довгі голчасті кристали, а при рН > 13 кристали дуже дрібні або спостерігається навіть аморфний еттрінгіт.

По-третє, напруження можуть виникати при кристалізації в порах бетону солей, що містяться в агресивному середовищі, при позмінному зволоженні і висушуванні конструкції. При цьому найбільш небезпечна для стійкості бетону не просто кристалізація солі, а кристалізація при температурі вище за температуру точки фазового переходу, потім зволоження при зменшеній температурі і утворення кристалогідрату зі збільшенням об'єму твердої фази. Так, якщо бетон з порами, заповненими безводним сірчаноокислим натрієм при температурі вище за 32,3 °С, буде зволожуватися при більш низькій температурі, то утворюється стабільний за цих умов десятиводний кристалогідрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Об'єм, який займає цей кристалогідрат, більше ніж в 4 рази перевищить об'єм вихідної безводної солі. Як наслідок розвивається значний тиск, який викликає руйнування бетону.

По-четверте, напруження можуть розвиватися за рахунок тиску, що створюється водою, адсорбованою на поверхні кристалів експансивної фази. У відповідності до вищенаведених чинників, які визначають стійкість бетону до сульфатного середовища, є: вміст C_3A в цементі; середній розмір пор та однорідність їх розподілу в бетоні; рН порової рідини бетону; умови експлуатації будівельних конструкцій.

Авторами [76] отримані залежності (18), (19), що дозволяють з використанням методики [67] обчислити довговічність залізобетонних конструкцій, які експлуатуються в сульфатних середовищах:

$$\gamma_{s,1} = 1 + 0,049Q_{\text{SO}_3} (1 - 0,17Q_{\text{SO}_3}), \quad (18)$$

$$\gamma_{s,2} = 1 + 0,052Q_{\text{SO}_3} (1 - 0,15Q_{\text{SO}_3}), \quad (19)$$

де $\gamma_{s,1}$ і $\gamma_{s,2}$ – функції, що враховують розвиток корозійних процесів в структурі бетону, Q_{SO_3} – кількість зв'язаних цементним каменем сульфат-іонів в перерахунку на SO_3 (в % по відношенню до цементного каменю).

Оцінку сульфатстійкості бетону проводять [77] за коефіцієнтом сульфатстійкості, що є відношенням міцності зразків на вигин, які зберігалися в розчині сульфату натрію (концентрація 5 %) протягом 180 діб, до міцності аналогічних зразків, що зберігалися у воді.

В умовах, коли бетонні вироби піддаються впливу агресивних розчинів, інтенсивність корозійних процесів залежить від кінетики проникнення до них агресивних компонентів. Водоцементне співвідношення значно впливає на довговічність бетону, тому що є одним з найважливіших чинників, які визначають параметри його структури.

Підвищення водоцементного співвідношення призводить до збільшення водопоглинання бетону, яке збільшує його проникність і зменшує корозійну стійкість [78]. Встановлено [64], що найбільшу стійкість до корозійних процесів, викликаних кристалізацією еттрінгіту і таумаситу, мають бетони із значеннями водоцементного співвідношення в межах 0,3...0,37.

Зміна міцності бетону в процесі корозії залежно від цементно-піщаного співвідношення показує, що підвищення корозійної стійкості бетону спостерігається при відношенні цементної і піщаної складових 0,27...0,35 (1:2,8...1:3,7 $\approx$ 1:3...1:4). Таким чином, найбільшу стійкість до корозійних процесів, викликаних ростом кристалів еттрінгіту і таумаситу, мають бетони щільної дрібнозернистої структури.

Відмічена висока сульфатстійкість бетону на змішаному в'язучому, яка зумовлена підвищеною щільністю головним чином за рахунок зменшення долі капілярних пор та їх розмірів, зменшеною концентрацією вільного гідроксиду кальцію в цементному камені і підвищеним вмістом низько-основних гідросилікатів і гідроалюмінатів кальцію [62].

У разі проектування методів захисту бетону від корозії необхідно враховувати комплекс заходів, які забезпечують підвищення експлуатаційної надійності конструкцій. До цих заходів можливо віднести: використання цементів з обмеженим вмістом $C_3A < 7\%$; використання ефективних методів ущільнення і суперпластифікаторів для отримання бетонів з щільною однорідною структурою; використання мінеральних та органічних модифікаторів для стабілізації рН порової рідини бетону.

Неодмінною умовою протікання усіх видів хімічної корозії бетону [40; 61], включаючи сульфатну, є наявність води. Вода транспортує до об'єму цементного каменю агресивні хімічні речовини, розчиняє $Ca(OH)_2$, є реакційним середовищем, приймає участь в утворенні кристалогідратів солей. Отже, при зменшенні водопроникності бетону і збереженні паропроникності утворюється можливість зупинити хімічну корозію бетону і захистити конструкції від руйнування. Вказаний процес може бути здійснений з використанням кремнійорганічних захисних просочень [79; 80].

Інші види хімічної корозії цементобетону

У перших розділах статті були систематизовані літературні відомості, що опубліковані в останній час, відносно корозії цементобетону в результаті вилугування водою, впливу CO_2 , Cl^- , SO_4^{2-} . Перераховані речовини є найбільш поширеними агентами, що викликають корозію бетону. Як правило, на реальні будівельні і транспортні конструкції діє комплекс агресивних компонентів атмосфери та навколишнього середовища.

Іноді, суттєве значення має магнезіальна корозія, яка розвивається у присутності солей магнію, особливо сіркокислого магнію. Він знаходиться у морській воді. Активне руйнування бетону викликають: сірководень, аміак, органічні і неорганічні кислоти та луги, глюкоза, нафта і нафтопродукти та ін.

У зонах позмінного зволоження бетонних конструкцій (опори мостів, стіни шлюзів) на поверхні розвиваються біологічні обростання і водорості. Продуктами їх метаболізму є органічні кислоти, що здатні викликати суттєве руйнування цементного каменю [1; 2].

У випадку невідлого підбору заповнювачів бетону та упуцень при виготовленні, в нього можуть потрапляти шкідливі домішки. До них відносяться: аморфні різновиди діоксиду кремнію (халцедон, опал, креміль), шаруваті силіка-

ти, магнетит, нефелін, фосфорит, азбест, горючі сланці та ін. Вони можуть викликати внутрішню корозію бетону і арматури [43].

Необхідно відмітити, що у всіх перерахованих вище випадках хімічної корозії бетону обов'язковим учасником процесу є вода. Тобто, запобігаючи проникненню вологи в бетон у рідиннофазному вигляді можна значно ослабити або зупинити руйнування бетонних і залізобетонних будівельних виробів і конструкцій. Вторинний захист бетону від водопоглинення може бути виконаний розчинами кремнійорганічних сполук [79; 80].

Гідрофобізація бетону розчинами кремній-органічних сполук

В сучасній науково-технічній літературі дається визначення: гідрофобізація – це різке зниження здатності виробів і матеріалів змочуватися водою і водними розчинами при збереженні паро- і повітропроникності [81]. Таким чином, це один з видів вторинного захисту будівельного каменю від хімічного руйнування під дією води і процесів, в яких вона бере участь.

Гідрофобізація застосовується в наступних випадках: для покриття зовнішніх поверхонь в цілях значного зниження їх водопоглинання і на цій основі – підвищення морозостійкості і теплоізолюючих властивостей; для запобігання корозії від атмосферних опадів і корозії зовнішньої поверхні виробів та конструкцій; для покриття готових виробів з метою захисту їх від зволоження при зберіганні на відкритих заводських складах; при транспортуванні виробів на будівельні майданчики і при експлуатації їх в конструкціях [82–85]. При цьому максимальний ефект як з технологічного, так і з економічного боку, на думку ряду авторів [86–88], дає поверхнева обробка.

Фундаментальний внесок в теорію гідрофобізації різних матеріалів був внесений академіками: К. Андріановим, М. Воронковим, А. Пашенко, Л. Хананашвілі. Ними було показано, що при обробці мономірними або олігомерно-полімерними кремнійорганічними сполуками поверхні будівельного матеріалу вуглеводневі радикали силосана орієнтуються у напрямок протилежний поверхні основи, тобто у бік навколишнього середовища.

Силоксанові зв'язки ($Si-O$), навпаки, розташовуються ближче до поверхні матеріалу. Завдяки такому орієнтуванню молекул силосанів, поверхня виявляється вкритою полімерною плівкою, має проявляє водовідштовхуючі властивості, аналогічні парафінам.

Матеріали, оброблені прозорими силосановими сполуками, зберігають свій зовнішній вигляд і паропроникність. Гідрофобна силосанова плівка стійка до сонячного ультрафіолету, розчинів електролітів, стабільна в інтервалі температур $-60...300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Хімічну дію на неї мають концентровані розчини лугів і кислот, вона легко руйнується плавиковою кислотою [89]. Гідрофобні властивості плівка зберігає протягом тривалого терміну існування (10...25 років), оскільки вона не руйнується атмосферними факторами, а від стирання її захищає будівельний камінь, в порах якого вона знаходиться [90; 91].

У монографіях [6–9] детально висвітлені: фізико-хімічні основи гідрофобізації, способи отримання кремнійорганічних сполук і покриттів, їх властивості. У зв'язку з цим метою даної частини статті є аналіз досліджень в цій області за останній час і досвіду застосування промислових гідрофобізуючих кремнійорганічних рідин.

Дилатометричні і калориметричні дослідження дозволили оцінити ступінь підвищення довговічності бетону при захисті його поверхні гідрофобними складами. Відомо, що дисперсія температури замерзання води визначається розміром пор, в яких вона замерзає. Чим менше пори, тим при більш низькій температурі вода переходить в лід [92]. Автори [93] спостерігали на зразках з кремнійорганічним покриттям 136-41 (ГКЖ-94), що вода кристалізувалася в порах при $-12...-13\text{ }^{\circ}\text{C}$, проти -4 і $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ в контрольних зразках. Гідрофобне поверхнєве покриття бетонних зразків ГКЖ-94 незалежно від наявності в них модифікуючих добавок сприяло багаторазовому зменшенню деформацій зразків при заморожуванні. Воно перешкоджає насиченню пор бетону водою до критичного стану і, як наслідок, неминуче сприяє підвищенню вододіючої морозостійкості бетону.

Ефект гідрофобізації поверхні, з погляду значного зниження водопоглинання бетону, автори [93] спостерігали при короточасному зволоженні до 24 ч. Потім при знаходженні у воді протягом 48 ч за методикою дилатометричних випробувань, ефект гідрофобізації зводився до нуля і відновлювався при висиханні бетону.

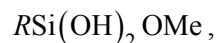
Очевидно, що такий нетривалий в часі захисний ефект дії рідин, що гідрофобізують, обумовлений їх низькою концентрацією (2...3 %), що рекомендується у ряді робіт [6; 8]. У зв'язку з цим концепція рецептуропобудови захисних органосилосанових складів повинна містити вимоги до мінімальної концентрації кремнійорганічних сполук, яка знаходиться, на нашу думку, в межах 10...15 %.

Встановлено, що більш тривала і інтенсивна обробка гідрофобізуючими складами здатна збільшити глибину захисного шару, при цьому водопоглинання незначно змінюється, проте збільшується надійність ефекту водовідштовхування [87; 94; 95].

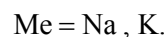
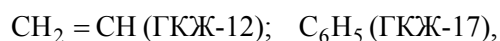
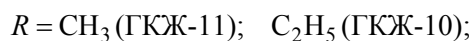
При калориметричному методі дослідження структура бетону оцінювалися по об'ємній льодистості i_0 (калориметричному ефекту), або по узагальненому параметру $m = i_0 \cdot (V/C)^{-1/3}$. Дані дослідження дозволили встановити, що в зразках з гідрофобним покриттям і без нього вода замерзає в різних умовах [93].

Вода, яка міститься в поверхневому шарі контрольного бетону, без покриття, кристалізується, в першу чергу блокує воду, що знаходиться в центральній частині зразків, тому остання як би замерзає усередині зразка, розширюючи його об'єм. У бетонних зразках з гідрофобним покриттям поверхневий шар містить меншу кількість води, тому при охолодженні зразків вона мігрує, а, отже, замерзає без деформації бетону.

В середині минулого сторіччя з'явилися перші гідрофобізатори: ГКЖ-10 (етилсиліконат натрію) і ГКЖ-11 (метилсиліконат натрію), пізніше були розроблені ГКЖ-12 і ГКЖ-17. Ці препарати випускаються у вигляді 30...50 % водно-спиртових розчинів, їх діюча речовина може бути описана загальною формулою



де



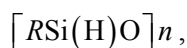
Застосування їх водних розчинів концентрацією 3...5 % є їх великою екологічною перевагою. Вінільні радикали дозволяють хімічно прищепляти ГКЖ-12 на шкіру, папір, деревину і пластмасу, а наявність ароматичних фенільних радикалів (ГКЖ-17) істотно підвищувала радіаційну стабільність покриттів. Але широкий досвід їх використання при вторинному захисті цементобетонів показав їх недостатню ефективність. Нанесені з води, вони легко вимиваються дощем, потрібен значний проміжок часу для їх закріплення; висока лужність розчинів викликала зміну кольору, появу розводів на поверхні ряду будівельних матеріалів і, крім того, вимагала додаткових засобів захисту працюючих.

Низька концентрація діючої речовини демонструвала високодекоративний гідрофобний ефект, навіть при мономолекулярному шарі, але не забезпечувала захист від електролітів, тривалу водостійкість і морозостійкість. На відміну від мономолекулярного шару, схильного до гідрофілізації, полімолекулярний шар більш стійкий до дії зовнішніх факторів [90; 96].

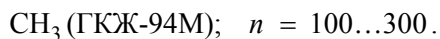
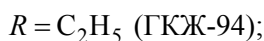
Недостатня ефективність гідрофобізаторів (ГКЖ-10, -11) багато в чому обумовлена використанням натрієвих солей алкілсиліконатів. За рубежом перевагу віддають калієвим похідним [81; 87]. Карбонізація цих солей після нанесення на поверхню бетону приводить до карбонату натрію або калію. Na_2CO_3 на відміну від K_2CO_3 при утворенні в порах бетону кристалогідрату, на кожну молекулу солі приєднує 10 молекул H_2O , які в процесі зростання спочатку колюматують, а потім руйнують мікропористу структуру цементного каменю.

Разом з тим, ймовірно завдяки доступності алкілсиліконатів натрію, продовжуються дослідження з оптимізації технологічних параметрів обробки ними щільних цементних [97] і керамічних [97–100] матеріалів. Встановлено, що витрата гідрофобізатору, концентрація робочого розчину і технологія нанесення забезпечують максимальну ефективність і довговічність гідрофобного захисту, які пов'язані з характеристиками оброблюваного матеріалу: щільністю, параметрами порової структури, хімічною природою матеріалу та ін. Більшою мірою ці матеріали ефективні при первинному захисті цементних композицій, який інколи називають об'ємною гідрофобізацією [10].

Пізніше, були отримані неводні розчини, або водні емульсії ГКЖ-94, ГКЖ-94М на основі олігогідридсилоксанів:



де



При концентрації 5...10 %, вони виявилися більш ефективними, ніж алкілсиліконати натрію, і знайшли використання, як при первинному, так і при вторинному захисті будівельного каменю. Разом з тим, якщо першу групу гідрофобізаторів отримують лужним гідролізом нецільових продуктів кремнійорганічного виробництва, то на виготовлення ГКЖ-94 йде дорогий мономер ректифікації, що істотно позначається на вартості гідрофобізатору.

Крім того, група гідрофобізаторів на основі алкілгідрид-силоксанів не універсальна, і не надає гідрофобних властивостей ряду будівельних матеріалів, наприклад, на основі гіпсу. Аналіз водостійкості матеріалів, оброблених гідрофобізаторами, що випускаються в Росії, показав [101], що в більшості випадків вони мають незадовільні властивості або діють дуже короткий час. У зв'язку з цим ведеться інтенсивна розробка нового покоління силоксанових гідрофобізаторів.

Проблема вторинного захисту штучного каменю і споруд з нього, з метою подовження довговічності, актуальна як за рубежом, так і в Україні. У зв'язку з цим великі зарубіжні фірми, що спеціалізуються на випуску хімічних матеріалів для будівництва активно виходять на вітчизняний ринок зі своїми захисними складами для цементного каменю.

Російська фірма «Сазі» рекламує в Україні свої кремнійорганічні продукти «Тіпром КО-30» і «Кіпром-К», що являють собою розчини відповідно ГКЖ-94 і ГКЖ-10 [102]. Фірма «Deiterman» (Німеччина) рекомендує провадити додаткову ізоляцію стін, що запобігає дії вертикально проникаючої вологи за допомогою лужного розчину метилсиліконату калію «Адексина-ХС». Для похилих фасадів ними рекомендується «Дітерол-С», «Дітерол-СЛФ» та ін., за основу яких взято силоксанові лаки і гідридметилсилоксан [103]. Італійські склади «Максгейз» на вітчизняному ринку представлені, в основному, фірмою «Drizozo». Всі ці склади виготовлені на основі традиційної сировини.

Серед українських будівельників широко відома продукція швейцарської фірми «Sika». Для вторинного захисту бетону і залізобетону вона випускає як кремнійорганічні, так і акрилатні склади. Історично склалося так, що в Україні в основному відомий і використовується для захисту транспортних штучних споруд акрилатний склад «Sikagard 680 S», хоч він уступає кремнійорганічним матеріалам по атмосферостійкості та довговічності.

Особливий інтерес мають склади «Sarsil W» і «Sarsil-Eko» виробництва «SiP» (Силікони Польські), виготовлені на основі силоксанових лаків, і сухий залишок, яких становить відповідно 5 і 25 %, що дозволяє використовувати їх не тільки в якості гідрофобізаторів, але і захисних покриттів, що забезпечують стійкість до дії солей, негативних температур, хімічних агентів. Таким чином, як засоби вторинного захисту для цементного каменю, на будівельному ринку, найбільш поширені кремнійорганічні композиції. Це пояснюється їх унікальними властивостями і достатньою доступністю.

Останнім часом за кордоном та в Україні [104–107] значно виріс інтерес до об'ємної гідрофобізації будівельних матеріалів. Це пов'язане з тим, що вода під дією сил поверхневого тяжіння підіймається з ґрунту в гору по капілярах захисних конструкцій (бетонних, цегляних та ін.), викликаючи ряд ускладнень при їх експлуатації. Для зниження їх водопоглинання вводять водорозчинні або вододисперсійні об'ємні гідрофобізатори на стадії виготовлення будматеріалів [108].

При реставраційно-ремонтних роботах здійснюють просочення фундаментів методом ін'єкції. В стінках під нахилом, на 95 % їх ширини, в шаховому порядку свердлять шпури, в які потім під тиском подається розчин силосанового імпрегнуючого розчину. Водовідштовхувальний шар, що утворюється, оберігає верхню частину фундаменту від підйому води.

Відомо, що нанесення на поверхню будівельних матеріалів кремнійорганічних гідрофобізаторів перешкоджає їх забрудненню (graffiti) [109]. В світовій практиці переважаючою тенденцією стає використання неводних розчинів для водовідштовхуючих просочень [110; 111]. Вони забезпечують не тільки гідрофобний ефект покриття, але і захист від водних розчинів солей, слабких кислот і лугів, підвищення морозостійкості.

Висновки

Аналіз науково-технічної літератури присвяченої дослідженню властивостей цементобетонів, свідчить про руйнуючий вплив на них компонентів атмосфери та навколишнього середовища. Цементний камінь вступає в фізико-механічну взаємодію з H_2O , CO_2 , NH_3 , H_2S , Cl^- , SO_4^{2-} , органічними кислотами і лугами та ін. Цим процесам сприяє висока реакційна здатність $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та розвинута мікрокапілярна поверхня цементного каменю. У всіх процесах хімічної корозії бетону і залізобетону простежується загальна закономірність – це наявність порової води.

Деструктивна роль води у руйнуванні бетону зводиться до: участі у процесах вилугування цементного каменю; висушування та зволоження, заморожування та відтавання; транспортування хімічно агресивних речовин у об'єм матеріалу та виносу продуктів реакції; створення середовища протікання фізико-хімічних процесів; гідратації продуктів хімічної агресії.

Виходячи з вищенаведеного впливає, що запобігши доступу води, у рідкій фазі в об'єм бетону, може бути суттєво уповільнена або зупинена його атмосферна корозія.

Досить ефективним способом вторинного захисту будівельного каменю є гідрофобізація. До гідрофобізаторів висуваються такі вимоги: вони повинні глибоко проникати в пори будівельного каменю, при висиханні не утворювати поверхневої кірки, не перешкоджати випаровуванню вологи з матеріалу, зберігати кольори та фактуру каменю, володіти високою хімічною та атмосферостійкістю, а також бути нешкідливими та економічними. Цим вимогам відповідають кремнійорганічні (органосилоксанові) сполуки.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. С. Н. Алексеев. Долговечность железобетона в агрессивных средах / С. Н. Алексеев, Ф. М. Иванов, С. Модры и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 320 с.
2. Лучко Й. Й. Методи підвищення корозійної стійкості та довговічності бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд / Й. Й. Лучко, І. І. Глагола, Б. Л. Назаревич // НАН України; Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка: Каменярь, 1999. – 229 с.
3. Шилин А. А. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте / А. А. Шилин, М. В. Зайцев, И. А. Золотарев и др. – Тверь: Русская торговая марка, 2003. – 396 с.
4. Федосов С. В., Базанов С. М. Сульфатная коррозия бетона / С. В. Федосов, С. М. Базанов. – М: Изд-во АСВ, 2003. – 192 с.
5. Александровский С. В. Долговечность наружных ограждающих конструкций. – М.: РААСН, 2004. – 332 с.
6. Пашенко А. А. Гидрофобизация / А. А. Пашенко, М. Г. Воронков, Л. А. Михайленко и др. – К.: Наук. думка, 1974. – 240 с.
7. Андрианов В. И. Силоксановые композиционные материалы / В. И. Андрианов, В. В. Баев, И. Ф. Бунькин и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 224 с.
8. Соболевский М. В. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов / М. В. Соболевский, О. А. Музовская, Г. С. Попелева. – М.: Химия, 1975. – 296 с.
9. Пашенко А. А. Полифункциональные элементоорганические покрытия. – К.: Вища шк., 1978. – 198 с.
10. Батраков В. Г. Применение химических добавок – способ первичной защиты железобетона / В. Г. Батраков, Е. С. Силина // Бетон и железобетон. – 1990. – № 3. – С. 11–12.
11. Крылов Б. А. Бетон с комплексной добавкой на основе суперпластификатора и кремнийорганического полимера / Б. А. Крылов, П. П. Орендлихер, Н. А. Асатов // Бетон и железобетон. – 1993. – № 3. – С. 11–13.

12. Подмазова С. А. Технологические аспекты обеспечения морозостойкости бетона // Бетон и железобетон. – 2004. – № 3. – С. 28–29.
13. Кланченко В. И. Влияние гидрофобизации на морозостойкость ячеистого бетона / В. И. Кланченко, Г. Е. Краснянский, С. Д. Лаповская и др. // Строительные материалы и конструкции. – 1993. – №2. – С. 41–43.
14. Миронов С. А. Основные виды разрушения бетона морозом // Бетон и железобетон. – 1992. – № 12. – С. 25–28.
15. Гладков В. С. О морозостойкости бетона // Бетон и железобетон. – 1990. – № 3. – С. 9–11.
16. Гурский В. В. Морозостойкие бетоны // Бетон и железобетон. – 1992. – № 4. – С. 18–19.
17. Кореньюк А. Г. Отличительная особенность морозосолевой коррозии / А. Г. Кореньюк, Л. С. Думанова // Изв. вузов. Строительство. – 1992. – № 4. – С. 57–60.
18. Сизов В. П. Прогнозирование морозостойкости бетона // Бетон и железобетон. – 1992. – № 6. – С. 25–27.
19. Воля О. В. Исследование мостов и тоннелей на автодорогах / О. В. Воля, С. О. Зега, В. Н. Кухтин и др. – М.: Сб.н.трудов МАДИ, 1981. – С. 110–116.
20. Алексеев С. Н. Кинетика карбонизации бетона / С. Н. Алексеев, Н. К. Розенталь // Бетон и железобетон. – 1969. – № 4. – С. 22–24.
21. Mehta P. K., Schiessl P., Raupach M. In: Preceed. 9th ICCS. – 1992. – Vol. 1. – P. 572–635.
22. Комар А. Г. Карбонизация продуктов гидратации сульфаталюминатных цементов / А. Г. Комар, С. И. Иващенко // Изв. вузов. Строительство. – 2001. – № 4. – С. 59–63.
23. Кокоев М. Н. Карбонизация армобетона электростатического формования // Бетон и железобетон. – 2003. – № 4. – С. 27–29.
24. Комохов П. Г. Оценка защитных свойств цементных материалов в условиях коррозии карбонизации / П. Г. Комохов, В. М. Лапытов, Р. Ф. Вагапов и др. // Изв. вузов. Строительство. – 1998. – № 3. – С. 113–119.
25. Concrete Bridge Protection. Repair and Rehabilitation. Relative to Reinforcement Corrosion. A. Methods Application Manual. – Washington, 1993. – 266 p.
26. Durability Design of Concrete Structures. RILEM. Report of TC 130-CSL. Ed. by Sarja A., Vesikari E. – 1994.
27. Чирков В. П. Прогнозирование сроков карбонизации защитного слоя бетона / В. П. Чирков, А. Н. Кардангушев // Трансп. стр-во. – 1992. – № 6. – С. 30–33.
28. Алексеев С. Н. Перспективы использования методов первичной защиты конструкций / С. Н. Алексеев, В. Ф. Степанова, В. В. Яковлев // Бетон и железобетон. – 1990. – № 3. – С. 13–15.
29. Чернышук Г. В. К вопросу о влиянии температурного фактора на скорость углекислотной коррозии сооружений из бетона и железобетона // Строит. м-лы, оборудов., технологии XXI века. – 2001. – № 4. – С. 34.
30. Полак А. Ф. Определение срока защитного действия антикоррозионного покрытия / А. Ф. Полак, Т. В. Латыпова, А. А. Шаймухаметов и др. // Бетон и железобетон. – 1990. – № 3. – С. 29.
31. Сетков В. Ю. Действие углекислого газа на железобетонные балки и плиты промышленных зданий и сооружений / В. Ю. Сетков, И. С. Шибанова, О. П. Рысева // Изв.вузов. Строительство. – 1988. – № 2. – С. 4–6.
32. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
33. Страхова Н. Є. Експлуатація та реконструкція мостів / Н. Є. Страхова, В. О. Голубев, П. М. Ковальов та ін.; Під ред. А. І. Лантухалещенко. – К.: ТАУ, 2000. – 384 с.
34. Коваль П. М. Методика прогнозування залишкового ресурсу залізобетонних мостів на основі визначення ступеню карбонізації бетону / П. М. Коваль, П. М. Сташук, А. Є. Фаль та ін. – К.: Укравтодор, 2004. – 13 с.
35. Хабитулин К. И. Солевая агрессия городской среды против железобетонных конструкций транспортных сооружений / К. И. Хабитулин, И. Б. Каспэ, М. С. Собченко и др. // Трансп. стр-во. – 2000. – № 9. – С. 16–19.
36. Васильев А. И. Прогноз коррозии арматуры железобетонных мостовых конструкций при карбонизации защитного слоя // Бетон и железобетон. – 2000. – № 3. – С. 16–20.
37. Васильев А. И. Вероятностные оценки срока службы эксплуатируемых автодорожных мостов в условиях коррозии арматуры // Бетон и железобетон – 2003. – № 2. – С. 17–20.
38. Усев Б. В., Степанова В. Ф., Чернышук Г. В. Модель расчета коррозионной стойкости бетонов при воздействии агрессивной углекислоты воздуха // Бетон и железобетон – 1999. – № 1. – С. 27–28.
39. Use of Innovation Materials for Bridge Construction and Repair. PIARC. – World road association, 2002. – 182 p.
40. Колесник Д. Ю. Карбонізація захисного шару бетону несучих конструкцій мостів / Д. Ю. Колесник, М. Г. Парубець, П. М. Коваль та ін. // Автошляховик України. – 2005. – № 2. – С. 34–36.
41. Жучко Г. П. Технологічні карти по очищенню автомобільних доріг від снігу на під'їздах до великих міст України / Г. П. Жучко, В. П. Висоцький, І. М. Кравченко та ін. – К.: Укравтодор, 2002. – 69 с.
42. Орбелин С. И. Долговечность строительных конструкций и материалов / С. И. Орбелин, И. А. Скачков. – К.: 1973. – С. 34–38.
43. Иванов Ф. М. Внутренняя коррозия бетона // Бетон и железобетон. – 1992. – № 8. – С. 8–10
44. Плугин А. Н. Электрокоррозия железобетонных мостов и других искусственных сооружений / А. Н. Плугин, А. А.Скорик, А. А. Плугин та ін. // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 1. – С. 11–13.

45. HETEK. Chloride penetration into concrete. – Copenhagen: State of the Art, 1996. – 151 p.
46. Schiessl P. (Ed) Corrosion of Steel in Concrete RILEM Report. – L-NY.: Chapman and Hall, 1988. – 102 p.
47. Васильев А. И. Прогноз коррозии арматуры железобетонных конструкций автодорожных мостов в условиях хлоридной агрессии и карбонизации / А. И. Васильев, А. М. Подвальный // Бетон и железобетон. – 2002. – № 6. – С. 27–32.
48. Овчинников И. Г. Неоднородность распределения хлоридсодержащей среды, проникающей в армированный конструктивный элемент через частично защищенную поверхность / И. Г. Овчинников, Н. С. Дядькин // Изв. вузов. Строительство. – 2002. – № 9. – С. 24–31.
49. Berke N. S., Hicks M. C. Predicting Chloride Profiles in Concrete. // Corrosion (USA). – 1994. – Vol. 50, № 3 – P. 234–239.
50. Коррозия железобетона при действии хлорсодержащей среды / В. Г. Демченко, О. П. Рысева, В. Ю. Сетков и др. // Изв. вузов. Строительство. – 1994. – № 4. – С. 30–33.
51. Сетков В. Ю. Срок службы сборных железобетонных перекрытий промзданий в среде, содержащей хлор / В. Ю. Сетков, И. С. Шибанова, О. П. Рысева // Бетон и железобетон. – 1994. – № 1. – С. 24–26.
52. Гладков Д. И. Сопротивление бетона разрушению // Изв. вузов. Строительство. – 2004. – № 8. – С. 47–53.
53. EN 206-1 Concrete – Performance, production and conformity. 2000.
54. Шлаен А. Г. Критическая концентрация хлориона в бетоне, активизирующая стальную арматуру // Изв. вузов. Строительство. – 1993. – № 4. – С. 34–37.
55. Повреждение причалов порта Новороссийск: причины и уроки / И. В. Белухин, Б. А. Ксенко, А. И. Васильев и др. // Транспортное строительство. – 2005. – № 2. – С. 14–17.
56. Concrete under Severe Condition (Труды международной конференции, Саппоро). – London, New-York: 1995. – Vol. 1, 2.
57. Полак А. Ф. Коррозия железобетона в среде, содержащей хлористый водород / А. Ф. Полак, В. В. Яковлев, В. М. Кравцов // Бетон и железобетон. – 1976. – № 3. – С. 4–6.
58. Методика определения содержания хлоридов в железобетонных конструкциях мостовых сооружений. – М.: Росавтодор, 2002. – 19 с.
59. ДСТУ 4079-2001 Визначення загального вмісту хлоридів. Титрування нітратом срібла із застосуванням хромоту, як індикатора (метод Мора). – Введ. 28.12.2001. – К.: Держстандарт України, 2002. – 6 с.
60. КНД 211.1.4.037-95 Методика меркурометричного визначення хлоридів в поверхневих і стічних водах. – Введ. 25.04.1995. – К.: УкрНЦОВ, 1995. – 12 с.
61. Колесник Д. Ю. Руйнування захисного шару залізобетонних конструкцій мостів під дією хлоридів / Д. Ю. Колесник, М. Г. Парубець, П. М. Коваль // Автошляховик України. – 2005. – № 5. – С. 33–36.
62. Базанов С. М. О некоторых проблемах сульфатной коррозии бетона / С. М. Базанов, С. В. Федосов // Изв. вузов. Строительство. – 2004. – № 11. – С. 27–30.
63. Федосов С. В. Влияние pH поровой жидкости бетона на развитие процессов сульфатной коррозии / С. В. Федосов, С. М. Базанов // Изв. вузов. Строительство. – 2004. – № 4. – С. 27–30.
64. Федосов С. В. Некоторые особенности повышения коррозионной стойкости бетона / С. В. Федосов, М. В. Акулова, С. М. Базанов и др. // Изв. вузов. Строительство. – 2002. – № 5. – С. 27–30.
65. Читашвили Т. Г. Исследование состояния бетонной тоннельной отделки в сульфатной среде // Бетон и железобетон. – 1976. – № 3. – С. 23–24.
66. Саввина Ю. А. Исследование механизма переноса агрессивной сульфатной среды через цементный материал при наличии испаряющей поверхности / Ю. А. Саввина, И. И. Курбатова, Т. А. Гамхарашвили Исследования в области защиты бетона. – М.: 1984. – С. 26–28.
67. Гузеев Е. А. Разрушение бетона и его долговечность / Е. А. Гузеев, С. Н. Леонович, А. Ф. Милованов и др. – Минск: 1997. – 170 с.
68. Попеско А. И. Статистический анализ глубины проникания агрессивных ионов при сульфатной коррозии бетона // Изв. вузов. Строительство. – 1994. – № 12. – С. 48–51.
69. Stark J., Bollmann K. Delayed Ettringite Formation in Concrete // Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen. Weimar. – Vol. 4, № 6/7. – P. 17–35.
70. Mehta P. Mechanism of sulfate attack on Portland cement concrete – another look // Cement and Concrete Research. – 1983. – P. 401–406.
71. Штарк Й. Является ли этtringит причиной разрушения бетона? / Й. Штарк, К. Больманн, К. Зайфарт // Цемент и его применение. – 1998. – № 2. – С. 13–22.
72. Федосов С. В. Оценка коррозионной стойкости бетонов при образовании и росте кристаллов системы этtringит – таумасит / С. В. Федосов, С. М. Бабанов // Строительные материалы – Наука. – 2003. – № 1. – С. 13–15.
73. Fedosov S. V. The crystals system ettringite – thaumasite formation and the growth estimation of the concrete corrosion processes / S. V. Fedosov, S. M. Bazanov, M. V. Toropova, N. L. Fedosova // IBAUSIL. – 2003. – Part 2. – P. 1223 – 1229.
74. Min D. Formation and expansion of ettringite crystals / D. Min, T. Minshu // Cement and concrete research. – 1994. – Vol. 24, № 1. – P. 119–126.
75. Collepardi M. Damage by Delayed Ettringite Formation – A Holistic Approach and New Hypothesis // Concrete International. – 1999. – Vol. 21, № 1. – P. 69–74.

76. Мамаев Т. Л. Трещиностойкость бетона в условиях развития процессов сульфатной коррозии // Бетон и железобетон / Т. Л. Мамаев, Е. А. Гузев, К. А. Пирадов. – 1999. – № 2. – С. 23.
77. Изотов В. С. Коррозионная стойкость бетонов на смешанном вяжущем / В. С. Изотов, Н. Н. Морозова // Изв. вузов. Строительство. – 1997. – № 12. – С. 50–52.
78. Островский Ч. Некоторые особенности механизма разрушения гипсоцементных материалов / Ч. Островский, С. В. Федосов, О. П. Акаев и др. // Строит. м-лы, оборудов., технологии XXI века. – 2001. – № 5. – С. 32.
79. Коваль П. М. Підвищення атмосферостійкості цементобетонних матеріалів поверхневою обробкою силосановими композиціями / П. М. Коваль, Д. Ю. Колесник, В. Г. Сиченко та ін. // Нові технології в будівництві. – 2005. – № 1(9). – С. 65–68.
80. Коваль П. М. Економічна доцільність вторинного захисту залізобетонних мостових конструкцій / П. М. Коваль, М. Г. Парубець, А. О. Шкуратовський та ін. // Автошляховик України. – 2005. – № 4. – С. 34–39.
81. Сураев В. Гидрофобизация. Теория и практика // Строительный эксперт. – 2002. – № 22. – С. 17.
82. Пат. 4769405 США, МКИ C08L 001/00. Aqueous silicone emulsion coating material: Kondo; Toray Silicone Company, Ltd. – № 132506; Заявл. 14.12.1987; Оpubл. 6.09.1988, НКИ 524/35.
83. Пат. 4810748 США, МКИ C08L 083/08. Concrete joint sealant having improved adhesion: C. Warren; Dow Corning Corporation. – № 181793; Заявл. 15.04.1988; Оpubл. 7.03.1989, НКИ 524/725.
84. Пат. 6174461 США, МКИ C09K 003/00. Concrete sealers with migrating corrosion inhibitors: D. Jerry; Cortec Corporation. – № 342436; Заявл. 29.06.1999; Оpubл. 16.01.2001, НКИ 252/389.32.
85. Пат. 6476159 США, МКИ C08L 083/07. Gelcoat composition: D. Robert, P. Kuo-Liang; Bridgestone Corporation. – № 639993; Заявл. 16.08.2000; Оpubл. 5.11.2002, НКИ 525/474.
86. Чухланова В. Ю. Гидрофобизирующая эмульсия для зданий и сооружений из бетона / В. Ю. Чухланова, Н. Ю. Никонова, А. Н. Алексеенко // Строит. м-лы, оборудов., технологии XXI века. – 2004. – № 3. – С. 30–31.
87. Ferrari A Protection facades: Performance composition of different systems and test methods / A. Ferrari, F. Gennaro, F. Lucherini and others // Surface Coatings International. Part A. – 2005. – № 3. – Р. 111–114.
88. Lucherini F. Il concetto di craspirabilità, picture e Vernici // European Coatings. – 2003. – № 1. – Р. 18–22.
89. Логанина В. И. К вопросу о прогнозировании срока службы защитно-декоративных покрытий цементных бетонов // Изв. Вузов. Строительство. – 1996. – № 3. – С. 59–61.
90. Зайцев А. К. Защита зданий и сооружений от разрушающего действия сырости // Будівництво України. – 1998. – № 2. – С. 24–26.
91. Пат. 5782961 США, МКИ C04B 041/64. Method for the protective treatment of mineral material structures, treatment composition intended for performing of the method and use thereof: A. Karlsson. – № 5782961; Заявл. 20.09.1996; Оpubл. 21.07.1998, НКИ 106/474.
92. Горганов Г. И. Влияние ледообразования в порах бетона на морозостойкость / Г. И. Горганов, В. И. Иванов, И. И. Лифанов и др. // Бетон и железобетон. – 1977. – № 2. – С. 37–41.
93. Орентанхер Л. П. Способ оценки влияния поверхностной гидрофобизации бетона и модифицирующих его структуру добавок / Л. П. Орентанхер, И. П. Новикова, И. И. Лифанов и др. // Бетон и Железобетон. – 1991. – № 2. – С. 28–30.
94. Пат. 4999249 США, МКИ B32B 009/04. Mixtures containing organosilicon compounds and their use for waterproofing and antimicrobial impregnation: L. Michael; Degussa Aktiengesellschaft. – № 399586; Заявл. 28.08.1989; Оpubл. 12.03.1991, НКИ 428/447.
95. Пат. 5672384 США, МКИ B05D 007/22. Method of eliminating moisture problems in housing: P. Bernard. – № 693237; Заявл. 17.08.1995; Оpubл. 30.09.1997, НКИ 427/330.
96. Пат. 4273813 США, МКИ B05D 003/02. Method of providing waterproof coating for masonry walls: H. Ronald; Dow Corning Corporation. – № 150867; Заявл. 19.03.1980; Оpubл. 16.05.1991, НКИ 427/387.
97. Ершова С. Г. Гидрофобная защита плотных цементных и керамических материалов растворимыми кремнийорганическими соединениями // Изв. вузов. Строительство. – 2004. – № 8. – С. 65–70.
98. Пат. 5492730 США, МКИ B05D 003/02. Siloxane coating process for metal or ceramic substrates: D. Dubash. – № 264475; Заявл. 23.06.1994; Оpubл. 20.02.1996, НКИ 427/387.
99. Ніконєць І. І. Можливості гідрофобізації будівельної цегли / І. І. Ніконєць, Л. О. Добрянська // Будівництво України. – 2001. – № 1. – С. 43–44.
100. Пат. 5814397 США, МКИ B64C 001/40. Method for waterproofing ceramic materials: D. Lawrence. – № 537585; Заявл. 13.09.1995; Оpubл. 29.09.1998, НКИ 428/216.
101. Славин Г. С. Новейшие водоотталкивающие пропитки // Стройка. – 2002. – № 20. – С. 256.
102. Применение кремнийорганических гидрофобизаторов в современном строительстве // Технологии строительства. – 2003. – № 23. – С. 58–61.
103. Волочай О. Обзор рынка гидроизолирующих материалов // Строительство и реконструкция. – 2004. – № 9. – С. 26–30.
104. Morgenweck G. Remonty – problemy z wilgocią murów // Forum budowlane. – 1998. – № 3. – Р. 70–72.

105. Gasewicz J. Hydrofobizacja mineralnych materiałów elewacyjnych // Materiały budowlane. – 2001. – № 9. – P. 40–42.
106. Пат. 4716051 США, МКИ B05C 001/16. Impregnation of concrete in depth: L.Sadie. – № 801792; Заявл. 26.11.1985; Опубл. 29.12.1987, НКИ 427/136.
107. Пат. 5334039 США, МКИ B29C 039/10. Waterproof connector housing and method of producing the same: H. Jay. – № 922730; Заявл. 31.07.1992; Опубл. 2.08.1994, НКИ 439/371.
108. Добрянський І. М. Вплив кремнійорганічної домішки ГКЖ-94 на властивості бетону / І. М. Добрянський, І. І. Ніконець // Будівництво України. – 2001. – № 4. – С. 31–33.
109. Zelecka M. Zabezpieczanie różnych materiałów budowlanych przed niepożądanymi napisami graffiti // Renowacje. – 1998. – № 7. – P. 32–34.
110. Porcja I. Sarsil W do ochrony elewacji // Materiały budowlane. – 2001. – № 9. – P. 55
111. Пат. 6309577 США, МКИ C08K 005/54. Silicone rubber sealant composition: P. Veronica; Investors Diversified Capital, Inc. – № 665416; Заявл. 6.03.1991; Опубл. 10.11.1992, НКИ 524/108.

Надійшла до редколегії 25.04.2006.

Г. О. ТАТАРЧЕНКО (Северодонецкий технологический институт
Восточноукраинского национального университета им. В. Даля)

КОРРОЗИЯ НИКЕЛЯ В ОЗОНИРУЕМОЙ КИСЛОЙ СРЕДЕ

Описано результати дослідження корозії нікелю під дією озону в сірчаній кислоті.

Описаны результаты исследования коррозии никеля под воздействием озона в серной кислоте.

The results of research of corrosion of nickel under act of ozone in sulphuric acid are described.

Большей частью коррозия никеля протекает при кислородной деполяризации, вследствие чего большое влияние на скорость коррозии оказывает присутствие воздуха, перемешивание, наличие окислителей в растворе. В кислых средах скорость растворения никеля небольшая и согласно литературным данным [1–4], может изменяться 0,008... 1,12 г/(м²·ч). Результаты скорости коррозии, полученные в работе [5] показали, что озон ускоряет ее на порядок. С озonom максимальная скорость коррозии в 2 %-м растворе H₂SO₄, далее, с увеличением концентрации серной кислоты, она снижается, достигая минимального значения в 20 %-м растворе H₂SO₄. Кроме того, озон в 3–4 раза снижает наводороживание Ni.

В процессах анодного растворения и пассивации металлов первостепенную роль играет хемосорбционное взаимодействие атомов поверхности металла с водой, приводящее к возникновению промежуточного адсорбционного комплекса, облегчающего либо переход атомов из металла в раствор, либо, при более положительных потенциалах, к образованию поверхностного оксидного слоя.

Переходные металлы растворяются в водных растворах электролитов с образованием ионов переменной валентности и переходят в пассивное состояние за счет образования либо адсорбционно-химических связей между атомами металла и кислородом воды, либо оксидов (гидроксидов), которые тормозят процесс растворения. Сплавы на основе переходных металлов наследуют их основные свойства.

Цель работы – изучение поверхностных явлений на никеле в озонируемых кислых растворах, выявление механизма действия озона на коррозию никеля.

Исследования проводили на никелевом электроде в 10 %-м водном растворе серной кислоты при температуре 20 °С. Поляризационные кривые (потенциостат П-5848) снимали на при скорости поляризации 1,44 В/ч. Образцы

готовили по стандартной методике и перед снятием поляризационных кривых их катодно поляризовали в течение 3 мин током плотностью $i = 10$ А/м². Растворы озонировали путем пропускания через них озono-воздушной смеси со скоростью 40 л/ч. Концентрация озона в газовой фазе составляла 10⁻⁵ моль/л. Электрод сравнения – хлоридсеребряный (потенциалы пересчитаны по шкале н. в. э.).

В работе исследовалась поверхность никеля после 24-часового пребывания образцов в растворе 10 %-м растворе серной кислоты в условиях естественной аэрации и в озонировании сред.

Поверхности образцов были исследованы методами электронно-растровой микроскопии и электронной оже-спектроскопии с помощью сверхвысоковакуумного оже-микроскопа марки JAMP-10S фирмы JEOL. Регистрировали дифференциальные оже-спектры типа $E \cdot dN(E)/dE$ и записывали в автоматическом режиме с шагом 1 эВ с помощью компьютера по программам фирмы JEOL. Элементный состав поверхностей исследуемых образцов анализировали по оже-спектрам этих поверхностей с помощью атласа стандартных оже-спектров.

Квантово-химические расчеты проводились на комплексе программ Gaussian 92/DFT с использованием эффективного потенциала (LANL1) для внутренних оболочек атомов Ni в варианте неэмпирического метода Хартри-Фока (HF) для замкнутых оболочек. В расчетах использован минимальный базис (MB) из гауссовых функций для атомов. Такой вариант расчетов в комплексе программ Gaussian92 характеризуется аббревиатурой HF/LANL1 MB.

Поляризационные кривые никелевого образца имеют различие в катодных кривых, за счет дополнительного катодного процесса восстановления озона (рис. 1). Однако смещение потенциала коррозии в положительную сторону при катодной деполяризации приводит к росту скорости растворения металла в присутствии озона, что согласуется с массометрическими данными [5].

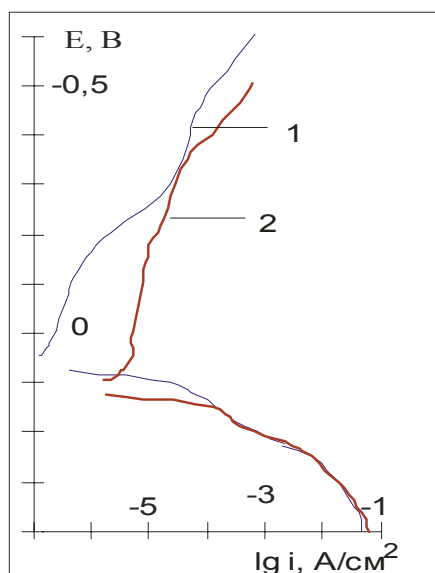


Рис. 1. Поляризационные кривые Ni в 10 %-м растворе серной кислоты: 1 – естественная аэрация; 2 – озонирование раствора

Табелевский наклон катодной кривой с введением озона изменяется 0,12...0,23 В, тогда как для анодной практически не изменяется – 0,06 В, что говорит о затрудненном переходе электронов. Затрудненность перехода может быть связана с изменением толщины или проводимости окисной пленки металла.

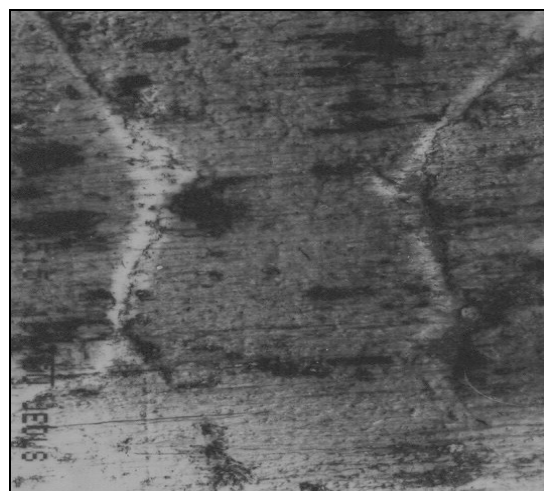
После барботирования воздухом в растворе кислоты поверхность никелевого образца была однородно покрыта полосами скольжения и микроцарапинами (рис. 2), характерными для операций механической подготовки и доводки, без явно выраженных очагов химического травления. Для последующих оже-спектральных исследований на сфотографированном участке выбрана характерная точка поверхности, расположенная между видимыми полосами скольжения.



Рис. 2. Микроструктура никелевого образца после 24 часов пребывания в 10 %-м растворе серной кислоты (x300)



a



б

Рис. 3. Микроструктура никелевого образца после 24-часового пребывания в озонируемом 10 %-м растворе серной кислоты (x450): *a* – зерно; *б* – граница раздела между зернами за пределами явных очагов коррозии

В исходном образце на глубине уже 20 нм (рис. 3, *a*) существенно снижается концентрация углерода, уменьшается содержание кислорода, меди и увеличивается – молибдена. Однако на глубине 140 нм содержание меди снова возрастает, и полностью исчезают следы наличия серы. Поверхность образцов после 24 час пребывания в озонируемом и неозонируемом растворах существенно отличалась. После барботирования озоном на поверхности отчетливо видны границы зерен, что является следствием интенсивного травления (рис. 3). Линии предварительной механической обработки практически стравлены. Имеются очаги интенсивной коррозии ячеистого типа (язвы). Очаги коррозии видны не только по границам, но и в центре зерен.

Участок исходной поверхности образца соответствующий фазе зерна не проявляет явно выраженной коррозии (см. рис. 3, а) и имеет такое же содержание углерода, как и в неозонируемом растворе, в два раза выше концентрация никеля и существенно ниже – кислорода (рис. 4, а). Можно отметить значительное увеличение содержания серы для образцов озонируемых сред, особенно в областях очагов коррозии.

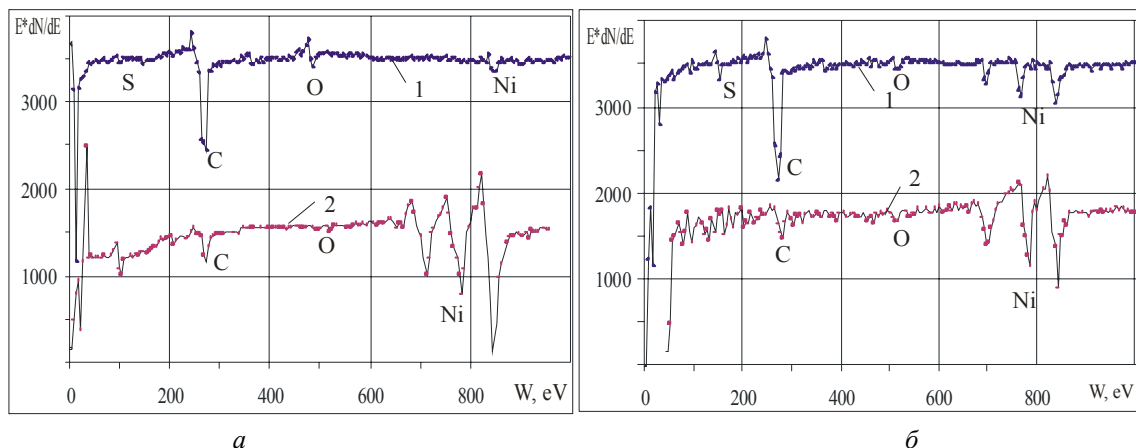


Рис. 4. Дифференциальные оже-спектры поверхностных фаз никеля после 24-часового пребывания в 10 %-м растворе серной кислоты:

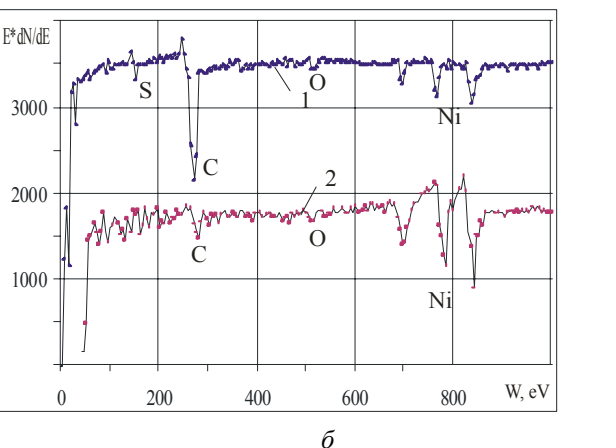
1 – исходная поверхность; а – естественная аэрация; 2 – на глубине 20 нм;
б – озонирование – фаза зерна; 2 – на глубине 350 нм

В основе зерна образца, который присутствовал в озонируемой серной кислоте, присутствуют элементы Ca, P, Si на глубине 350 нм. При рассмотрении фазы в области очага коррозии (язва) обращает внимание высокое содержание серы и намного меньшее содержание углерода. На исходной поверхности полностью отсутствуют атомы молибдена, тогда как на глубине 350 нм его содержание достигает 2,6 %. Граница зерна сильно обеднена никелем и загрязнена углеродом, который и на глубине 350 нм имеет высокое содержание по сравнению с другими фазами. Отличается фаза границы и отсутствием кислорода, молибдена на глубине 350 нм, а также повышенным содержанием меди и серы.

В работе [6] были проведены квантово-химические расчеты взаимодействия кислорода и озона с кластерной моделью поверхности Ni, который характеризуется наличием поверхностной вакансии и моделирует формирование активного центра на «дефектной» поверхности Ni (110).

По результатам расчетов получено, что два поверхностных атома никеля рядом с «дефектом» имеют различные значения равновесных расстояний h_{Ni} , а следовательно, и различные энергии. В случае металлов, поверхностный «дефект» является катионной вакансией и электронное строение атомов металла в окрестно-

сти «дефекта» является окисленным, т. е. электронно-дефицитным. Причем, ближайший к «дефекту» атом Ni имеет больший положительный заряд и, следовательно, обладает окислительными свойствами.



сти «дефекта» является окисленным, т. е. электронно-дефицитным. Причем, ближайший к «дефекту» атом Ni имеет больший положительный заряд и, следовательно, обладает окислительными свойствами.

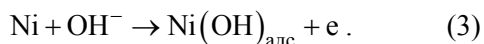
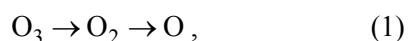
Рассчитанные равновесные расстояния поверхностных атомов никеля $h_{Ni1} = 2,01 \text{ \AA}$, $h_{Ni2} = 1,78 \text{ \AA}$ действительно соответствуют такой классификации, т. е. растворение металла начинается непосредственно у дефекта, а сам дефект является зародышем растворения. Локализация атомарной адсорбции кислорода на поверхности металла предпочтительна по месту поверхностной вакансии. Наибольшим числом дефектов, как известно, обладает граница зерна, где скапливаются не только дислокации, но и все примеси, являющиеся электронно-дефицитными активными центрами.

Из результатов расчета следует, что после адсорбции кислорода происходит стабилизация поверхностных атомов металла непосредственно у дефекта, тем самым блокируется процесс ионизации в наиболее активных местах. Оптимизированное значение $h_{Ni\delta+}$ уменьшается $2,01 \dots 1,55 \text{ \AA}$, а значение $h_{Ni\delta-}$ $1, \dots 1,61 \text{ \AA}$. Электронно-дефицитное состояние атомов Ni рядом с поверхностной вакансией сменяется электронно-обогащенным.

Молекулярный озон на поверхности никеля, в отличие от молекулярной слабо связанной формы кислорода, на переходных металлах образует прочно связанное поверхностное соединение с теплотой адсорбции -433 кДж/моль. Разложение озона на металлической поверхности происходит с теплотой реакции ΔH , которая определяется двумя составляющими: теплотой разложения озона в газовой фазе (-142 кДж/моль) и теплотой адсорбции ($\Delta H_{\text{адс}}$) кислорода на поверхности.

Следовательно, высокая начальная теплота адсорбции кислорода на никель ($\Delta H_{\text{адс}} \approx -510$ кДж/моль), соответствующая малым покрытиям $\theta \approx 0$, будет способствовать разложению озона, несмотря на его существенную стабилизацию на поверхности (-433 кДж/моль). Однако при увеличении покрытия поверхности адсорбированным кислородом, теплота его адсорбции будет уменьшаться, и тем самым могут создаваться условия для стабилизации молекулярного озона на поверхности. При положительной поляризации никеля, выше $0,3$ В, образцы переходили в пассивное состояние с невысокими плотностями токов.

Согласно проведенным расчетам [7; 8] кинетических параметров окислительно-восстановительных процессов в кислых средах в присутствии озона, можно говорить, что реакции озона характеризуются наличием активных форм кислорода, способных в приэлектродном слое увеличивать рН раствора и образовывать оксидные пленки. Концентрация H^+ является одним из лимитирующих факторов, определяющим скорость коррозии металлов в озонируемых средах. Предполагается, что восстановление озона сопровождается генерацией OH^- — ионов как промежуточных продуктов реакции:



Такая схема коррозии никеля соответствует низким концентрациям серной кислоты, т. е. максимальная скорость растворения никеля в присутствии озона в 2 %-м растворе H_2SO_4 , а при увеличении объемной концентрации H_3O^+ облегчается реакция нейтрализации поверхностных OH^- ионов и тем самым приводит к снижению анодных реакций. Активация анодного растворения никеля в процессе восстанов-

ления озона и других окислителей наблюдается в довольно узкой области рН раствора и существенно подавляется в концентрированных электролитах.

Выводы

На основании полученных результатов поляризационных кривых, оже-спектроскопии, квантово-химических расчетов под действием озона коррозия никеля в серной кислоте увеличивается за счет малого начального покрытия поверхности озоном и разложением его с образованием активных форм кислорода.

Наибольшие дефекты металл имеет по границам зерен, где имеет основные разрушения металла. В результате чего, на поверхности в очагах коррозии накапливается сера (сульфат никеля), граница зерна сильно обеднена никелем, толщина пленки увеличивается, но за счет ее дефектности на металле образуются язвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Туфанов Д. Г. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей и чистых металлов. — М.: Металлургия. — 1973. — 351 с.
2. Справочник. Коррозия / Под ред. Шрайера Л. Л., сокр. пер. с англ. под ред. Синявского В. С. — М.: Металлургия. — 1981.
3. Арольд Я. И. Перенапряжение водорода на низкоиндексных гранях монокристалла никеля в растворах серной кислоты / Я. И. Арольд, Ю. К. Тамм // Электрохимия. — 1989. — Т. 25. — С. 418–421.
4. Козачинский А. Э. Коррозионно-электрохимическое поведение никеля в растворах серной кислоты / А. Э. Козачинский, А. П. Пчельников, Я. Б. Скуратник, В. В. Лосев // Защита металлов. — 1992. — Т. 28. — № 2. — С. 191–195.
5. Татарченко Г. Коррозионно-электрохимическое поведение никеля в озонируемых растворах серной кислоты / Г. Татарченко, К. Черкас, А. Кузюков // Физ.-хим. механика материалов. — 2002. — № 1. — С. 98–100.
6. Захаров И. Н. Неэмпирический расчет методом функционала плотности структуры поверхностных соединений озона и кислорода на Ni (110) / И. Н. Захаров, И. Н. Шаповалова, О. Н. Захарова и др. // Журнал структурной химии. — 2001. — Т. 42. — № 6. — С. 1064–1070.
7. Татарченко Г. О. Определение кинетических параметров коррозии в озонируемых кислых средах // Физ.-хим. механика материалов. — 2004. — № 5. — С. 43–47.
8. Татарченко Г. О. Кинетика электродных реакций окислительно-восстановительных процессов в присутствии озона // Вісник Харківського національного університету. — № 648. Хімія. — Вип. 12. — С. 39–43.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

А. С. ЦЫБЕНКО, Н. Г. КРИЩУК, И. П. ДУРАВКИН,
С. А. ЗЛАКАЗОВ (НТУУ «Киевский политехнический институт»)

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЛИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ ЭНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Розглянуто проблеми довговічності і міцності елементів енергетичного машинобудування.

Рассмотрены проблемы долговечности и прочности элементов энергетического машиностроения.

There are the considered problems of longevity and durability of elements of power machinecreation in the article.

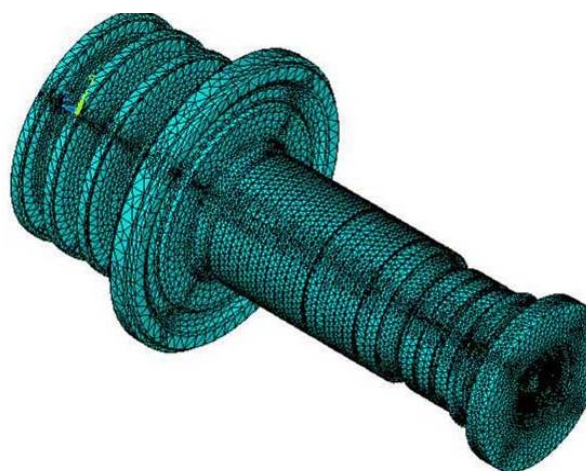
Наработка высокотемпературных элементов энергетического машиностроения (котлов, турбин, паропроводов и других конструкций) из теплостойких сталей к настоящему времени в большинстве случаев составляет 250...300 и более тыс. часов. Самые длительные (и самые дорогостоящие) эксперименты, осуществленные к настоящему времени в промышленности над жаропрочными сталями, не превышают 11 лет [1], т. е. в два раза меньше ресурса эксплуатации оборудования изготовленного на их основе.

В различных отраслях отечественной промышленности по мере увеличения эксплуатации оборудования происходила эволюция понятия ресурса его работоспособности. Сужение этого понятия от проектного, паркового до сверхпаркового ресурса безопасной эксплуатации возможно только в результате специального экспертного обследования несущей способности оборудования. Одним из компонентов такой оценки работоспособности оборудования являются поверочные численные расчеты его термомеханического состояния, прочности и долговечности при математическом моделировании различных программ термосилового нагружения. Основой для оценки расчетного остаточного ресурса работоспособности энергомашиностроительных конструкций должны являться термомеханические свойства материалов в состоянии после их длительной эксплуатации.

Актуальность задачи исследования. О современном состоянии проблемы прогнозирования ресурса работоспособности оборудования (рис. 1), перспективах и трудностях наиболее полно можно судить из литературных источников [2].



a



б

Рис. 1. Ротор турбины К200-130
дисковой конструкции с повреждениями после
длительной эксплуатации (а) и конечно-элементная
модель части ротора турбины К200-130 (б)

Значительная часть современных машин и конструкций работает в условиях циклически изменяющихся термомеханических нагрузок. Протекающие в них процессы отличаются нелинейным характером, а прочностные и механические свойства металла могут быть изменены за счет комплексного воздействия ползучести, малоциклового усталости и локальной повреждаемости [1; 2]. В этих условиях расчетное определение напряженно-деформированного состояния (НДС) и расчет долговечности представляют сложную задачу.

Экспериментальные данные. Как в Украине, так и за рубежом практика оценки состояния металла базируется на испытаниях образцов, вырезанных из контрольных участков. Представительность этих испытаний зависит от двух факторов – оценки повреждаемости контрольных образцов из условий адекватных наиболее нагруженному участку конструкции и правильному (оптимальному) выбору оценочных характеристик качества металла.

Например, результаты исследования [3] металла пробок, вырезанных из барабанов котлов, показали, что за 200 тыс. ч эксплуатации значения твердости, пределов текучести и прочности стали 16ГНМ снижаются на 15...20 %, а ударная вязкость соответственно на 50...60 % и в ряде случаев достигает 3...4 кгм/см².

Принципиально отличные от стали в исходном, до эксплуатации, характеристики суб- и микроструктуры определяют специфический механизм упрочнения сталей после их длительной эксплуатации в качестве материала высокотемпературных элементов оборудования. Сопротивление деформации и разрушению при ползучести состаренных в условиях эксплуатации хромомолибденовых сталей перлитного

класса определяются доминантой дисперсионного упрочнения карбидами ванадия.

Принципиально отличные от стали в исходном состоянии характеристики структуры и доминирующего механизма упрочнения позволяют рассматривать длительно эксплуатирующуюся сталь как сталь данной марки в качественно ином состаренном, стабилизированном состоянии. Жаропрочные свойства стабилизированной стали характеризуют длительное комплексное воздействие на металл ползучести и малоциклового усталости в течение сотен тысяч часов реальной эксплуатации, условия которой практически невозможно имитировать в лаборатории.

В сообщении приведены экспериментально полученные значения номинальных допускаемых напряжений для стабилизированной стали 12Х1МФ в интервале температур 803...873 К и заданного ресурса, превышающего минимальный срок эксплуатации испытанных партий стали (150 000 час) на время 10...200 тыс. час, т. е. до общей наработки металла 350 тыс. час в указанном выше интервале температур. Анализ полученных данных показывает, что длительное, в течение 150 и более тыс. час эксплуатационное старение приводит к снижению предела длительной прочности и соответственно допускаемых напряжений на 20...25 %, сравнительно со сталью в состоянии поставки.

Полученные экспериментально данные о допускаемых напряжениях для стабилизированной стали 12Х1МФ применены для оценки расчетного ресурса длительно эксплуатирующихся конструкций роторов среднего и высокого давления (см. рис. 1), корпуса (рис. 2) ТЭС на основе расчетно-теоретического исследования их термонапряженного и деформированного состояния при эксплуатационных нагрузках.

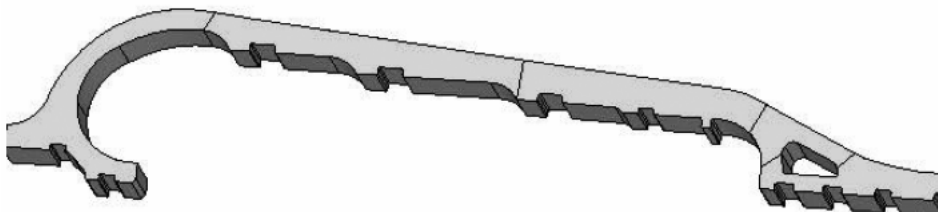


Рис. 2. Твердотельная модель фрагмента сечения корпуса турбины К200-130

Условия работы энергетического оборудования. Ротор имеет рабочие лопатки и передает рабочий крутящий момент генератору. Подача перегретого пара в корпус ротора осуществляется с заданным расходом, высоким давлением и температурой.

Напряжения в роторе возникают вследствие наличия центробежных сил инерции, обуслов-

ленных его вращением, неравномерного поверхностного давления и градиентов температур в объеме материала.

Неоднородное теплонапряженное состояние неподвижного корпуса ротора зависит только от давления пара и его температуры на различных этапах циклического термосилового нагружения. При умеренных температурах

материал корпуса и ротора работает в условиях упругости. При повышенных температурах ($T \geq 723 \text{ K}$) сказывается ползучесть материала. Для экспертной оценки корпус и ротор должны быть проверены на статическую кратко-

временную, длительную и термоциклическую прочности. При необходимости следует учесть напряжения для зон металла с установившейся или неустановившейся деформацией ползучести (рис. 3).



Рис. 3. Дискретная модель фрагмента меридионального сечения асимметричной расчетной схемы корпуса турбины K200-130

Исследование НДС и прочность энергетического оборудования. Повторные переходные режимы работы оборудования обуславливают циклическое деформирование материала и могут быть причиной появления термоусталостных трещин в роторах.

В результате исследования их термонапряженного состояния при сложном пространственно-временном термосиловом нагружении установлено, что опасными зонами роторов являются такие, которые расположены около пазов для крепления лопаток, вблизи разгрузочных тепловых канавок на поверхности вала, в местах расположения уплотнений, в зоне перехода от диска к валу. В перечисленных зонах доминирующими являются величины местных напряжений, обусловленных температурными воздействиями. При достаточно высоких температурах и переходных режимах работы оборудования здесь возникают повторные пластические деформации, сопровождающиеся ползучестью. Наиболее вероятным является возникновение в данных зонах термоусталостных трещин. Ползучесть способствует увеличению деформаций и вызывает дополнительное повреждение материала в зонах перегрузки.

Порядок численного расчета термонапряженного состояния таких конструкций с заданной историей различных этапов пространственно-временного термосилового нагружения может быть выполнен в конечноэлементном пакете прикладных программ, позволяющем моделировать различные условия деформирования материалов, например, с использованием [4].

Для расчета параметров повреждаемости на цикле нагружения используется информация о размахе амплитуд местных напряжений и деформаций в наиболее опасном сечении. Физическая природа развития повреждений от усталости и ползучести различна. При совместном протека-

нии этих процессов происходит их взаимное влияние, которое имеет сложный характер. Для оценки ресурса используется гипотеза суммирования повреждений как от повторного упруго-пластического деформирования, так и от деформаций ползучести. Уравнения для расчета ресурса долговечности энергооборудования должны отражать свойства сталей в стабилизированном состоянии после длительной эксплуатации [3].

Для уменьшения накопления повреждений оборудования после длительной эксплуатации рекомендуется снижение скоростей, изменения амплитуд термосиловых нагрузок, т. е. удлинение времени пуска, нагружения и остановки оборудования в сочетании с другими возможно допустимыми технологическими мероприятиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Писаренко Г. С. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии / Г. С. Писаренко, А. А. Лебедев. – К.: Научная думка, 1976. – 416 с.
2. Бобир М. І. Моделі накопичення пошкоджень при складному малоцикловому навантаженні / М. І. Бобир, А. П. Грабовський, Б. О. Яхно // Вестник НТУУ «Киевский политехнический институт», серия машиностроение, 2003. – С. 43–47.
3. Добровольский В. Е. Мониторинг состояния оборудования ТЭС / В. Е. Добровольский, М. А. Заводный, С. С. Солдатов и др. // Неруйнівний контроль та технічна діагностика: Матеріали 4-ї Національної науково-технічної конференції і виставки. – 2003, – К., 2003. – С. 213–215.
4. Куранов Б. А. Техника криогенная и криогенно-вакуумная «Сосуды и камеры». Нормы и методы расчета на прочность, устойчивость и долговечность сварных конструкций ОСТ 26-04-2585-85, раздел 2.4. / Б. А. Куранов, В. М. Муратов, А. Г. Турбаивский, А. С. Цыбенко, Н. Г. Кришук и др. – М.: Миннефтехиммаш СССР.

Поступила в редколлегию 20.04.2006.

О. И. ГЛУХОВА, К. Г. КАРАНДЕЕВ
(Центр сертификации персонала ГП «Укрметртестстандарт»)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГАРМОНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КЛАССИФИКАЦИИ СТЕПЕНЕЙ АУДИТОРОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ

Наведено актуальні питання гармонізації національних вимог до аудиторів.

Приведены актуальные вопросы гармонизации национальных требований к аудиторам.

The actual questions of harmonization of national requirements to the public accountants are described.

Одним из актуальных направлений деятельности органов по сертификации персонала в Украине является гармонизация классификаций степеней аудиторов, которые осуществляют свою деятельность в рамках Национальной системы сертификации УкрСЕПРО со степенями, которые используют ведущие европейские и международные организации, осуществляющие свою деятельность в области сертификации персонала.

В качестве примера рассмотрим несколько классификаций, которые приняты такими организациями, как международная ассоциация сертифицированного персонала IPC(IATCA), которая объединяет органы по сертификации персонала различных стран, и является одним из наиболее авторитетных органов по сертификации персонала – международным регистром сертифицированных аудиторов IRCA. Основными категориями специалистов, которые опреде-

лены в IPC(IATCA) в области систем менеджмента являются:

- аудиторы систем менеджмента качества;
- аудиторы экологического менеджмента;
- консультанты систем менеджмента качества.

Классификация степеней аудиторов по сертификации систем управления международной ассоциации сертифицированного персонала IPC(IATCA) выглядит следующим образом:

- аудиторы систем менеджмента качества IPC(IATCA) и ведущие аудиторы систем менеджмента качества IPC(IATCA) по ISO 9001;
- аудиторы систем экологического менеджмента IPC(IATCA) и старшие аудиторы систем экологического менеджмента IPC(IATCA) по ISO14001.

Классификация признанного в мире международного органа по сертификации персонала – международного регистра сертифицированных аудиторов IRCA приведена в таблице.

Таблица

**Классификация степеней аудиторов по сертификации систем управления
международного регистра сертифицированных аудиторов IRCA (Великобритания)**

Степени аудиторов	Требования			
	Образование	Общий опыт работы/ опыт работы в сфере качества	Аудиторская подготовка	Опыт проведения аудитов
Внутренний аудитор	Среднее	Пять лет или четыре года работы плюс степень (высшее образование) / один год работы в сфере качества	Базовый курс для внутренних аудиторов по ISO 9001:2000	5 аудитов. Продолжительность минимум 15 часов
Предварительный аудитор (кандидат в аудиторы)	Среднее	Пять лет или четыре года работы плюс степень (высшее образование) / два года работы в сфере качества	Курс для ведущих аудиторов по ISO 9001:2000	Не предусмотрен
Аудитор	Среднее	Пять лет или четыре года работы плюс степень (высшее образование) / два года работы в сфере качества	Курс для ведущих аудиторов по ISO 9001:2000	4 аудита в качестве аудитора-стажера. Продолжительность 20 дней (10 дней на объекте)

Степени аудиторов	Требования			
	Образование	Общий опыт работы/ опыт работы в сфере качества	Аудиторская подготовка	Опыт проведения аудитов
Ведущий аудитор	Среднее	Пять лет или четыре года работы плюс степень (высшее образование) / два года работы в сфере качества	Курс для ведущих аудиторов по ISO 9001:2000	4 аудита в качестве аудитора-стажера. Продолжительность 20 дней (10 дней на объекте). 3 аудита в качестве стажера ведущего аудитора. Продолжительность 15 дней (10 дней на объекте)
Главный аудитор (консультант)	Ученая степень или приравняемая к ней	Шесть лет в сфере качества	Курс для ведущих аудиторов по ISO 9001:2000	7 самостоятельных аудитов в качестве ведущего аудитора. Продолжительность 35 дней (20 дней на объекте)
Главный аудитор (руководитель группы)	Среднее	Пять лет или четыре года работы плюс степень (высшее образование) / два года работы в сфере качества	Курс для ведущих аудиторов по ISO 9001:2000	6 лет в качестве сертифицированного ведущего аудитора. 3 самостоятельных аудита с применением навыков управления аудитом в сложных ситуациях

В классификации международной ассоциации сертифицированного персонала IPC(IATCA) и международного регистра сертифицированных аудиторов IRCA присутствуют такие аудиторские степени как ведущий и главный аудитор. Наличие этих степеней позволяет выполнить требования международного стандарта ISO 19011:2002 «Руководства по осуществлению аудиторов систем управления качеством и (или) систем экологического управления» относительно руководителя аудиторской группы.

Предлагается следующая классификация сертифицируемого персонала систем управления в Национальной системе сертификации УкрСЕПРО:

- внутренние аудиторы;
- аудиторы по сертификации;
- главные аудиторы по сертификации;

- аудиторы по сертификации с правом преподавания соответствующего курса подготовки аудиторов;
- консультант.

Сертификация главных аудиторов по сертификации систем управления в Национальной системе сертификации УкрСЕПРО обусловлена необходимостью учета:

- опыта в этой области авторитетных международных организаций;
- выполнения требований национального стандарта ДСТУ ISO 19011:2002 «Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю та/або систем екологічного управління»;
- значительности влияния деятельности главных аудиторов на выводы и решения органов по сертификации персонала при предоставлении отзыва о стажировке кандидатов в аудиторы.

Поступила в редколлегия 25.04.2006.

ЯКІСТЬ В УПРАВЛІННІ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ

Наведено досвід західних підприємств управління людськими ресурсами та розглянуто стандарт «Інвестори в людей», який установлює професійний рівень організаційного розвитку для досягнення бізнес-цілей підприємства.

Представлен опыт западных предприятий управления человеческими ресурсами и рассмотрено стандарт «Инвесторы в людей», устанавливающий профессиональный уровень организационного развития для достижения бизнес-целей предприятия.

In the article experience of western enterprises is described by the management by human capitals and the standard «Investors in people» is considered, setting the professional level of organizational development for achievement of business-aims of enterprise.

Всі погодяться із твердженням, що люди – найбільш цінний актив компанії, але наразі з цим, ще багато українських компаній не приділяють належної уваги якісному управлінню персоналом. Підприємство, яке дійсно бажає, щоб його персонал був цінністю, повинне значно збільшити інвестиції в людей. Для загального успіху підприємства важливо, щоб кожен працівник виконував свою роботу добре, тому люди повинні володіти відповідними знаннями, навиками та мотивацією.

У бізнесі за останні десятиріччя відбулися серйозні зміни, які привели до змін в організації праці і вже традиційні методи управління персоналом не відповідають у достатній мірі вимогам сучасного бізнесу.

Керівники підприємств працюють в діловому середовищі, яке радикально змінилося, в умовах конкуренції та високого рівня складності управлінських задач. Однією із головних конкурентних переваг компанії є якість професійної підготовки персоналу, рівень компетентності співробітників. Західні керівники вже давно прийшли до розуміння того, що потрібні інвестиції в людей.

У 1990 р. у Британії був розроблений стандарт якості «Інвестори в людей» (Investors in people), який встановлює професійний рівень організаційного розвитку, тобто навчання й розвитку співробітників для досягнення бізнес-цілей підприємства. З 1991 р. десятки тисяч керівників підприємств Великобританії, що представляють всі сектори економіки країни, впровадили даний стандарт, і він одержав повну підтримку широкого кола зацікавлених сторін. У цей час практично 1/3 всієї промисловості Великобританії працює із цим стандартом.

Стандарт «Інвестори в людей» доповнює стандарт ISO 9001 у частині управління людськими ресурсами і визнає, що тільки з певними навичками персонал зможе привести підприємство до досягнення його бізнес-цілей – цілей у сфері якості.

До основних функцій управління людськими ресурсами у сучасних організаціях можна віднести:

- формування кадрової політики;
- визначення вимог до працівників;
- оцінка та атестація персоналу;
- навчання та професійний розвиток працівників;
- планування кар'єри;
- удосконалення оплати та стимулювання праці;
- нематеріальна мотивація персоналу, управління внутрішньо фірмовим кліматом.

На наших підприємствах при розробці систем управління якістю ще не приділяють таку увагу управлінню людським ресурсам, але ж у всіх процесах, які описує система управління якістю, саме люди приймають участь і саме людський фактор є головною детермінантою любого бізнесу.

Можна поставити питання: «Чи потрібні інвестиції в людей?», і якщо керівник зацікавлений в підвищенні ефективності роботи, збереженні кваліфікації працівників, підвищенні мотивації та відданості організації, він відповідь стверджувально, так.

Західні компанії інвестують у розвиток людських ресурсів 2...10 % фонду заробітної платні, у середньому такий показник складає 2,5 тис. дол. на одного працівника [1]. Зрозуміло, що функція розвитку персоналу, не існує відособлено, вона є складовою стратегії управління людськими ресурсами.

Управління людськими ресурсами – це система технологій, методів, дій, за допомогою яких організація впливає на своїх працівників, для того щоб повністю використовувати їх потенціал і компетенцію для досягнення цілей

підприємства. Систему управління людськими ресурсами можна розглянути як циклічний процес, до якого можна застосувати цикл Шухарта–Лемінга–PDCA: планууй, виконуй, перевіряй, дій (рисунок).



Рис. Процес «Управління людськими ресурсами»

Стандарт «Інвестори в людей» також побудований на принципах планууй, виконуй, перевіряй дій. Це чотири фундаментальні принципи, які розбиті на 12, так званих, індикаторів – вказівок. Підприємство, яке хоче бути визнане як «інвестор в людей», повинно пройти перевірку по кожному індикатору:

- підприємство зобов'язане сприяти розвитку своїх співробітників;
- підтримка співробітників у поліпшенні їх власного професійного рівня й рівня інших співробітників;
- підприємство оцінює внесок співробітників у розвиток підприємства;
- підприємство зобов'язане надавати рівні можливості в розвитку всіх своїх співробітників;
- у підприємства існує план із чіткими цілями й завданнями, зрозумілими кожному;
- програма розвитку співробітників перебуває на одному рівні із цілями й завданнями підприємства;
- співробітники оцінюють наскільки вони сприяють досягненню цілей і завдань підприємства;
- підприємство ефективно підтримує розвиток співробітників;
- співробітники ефективно вчаться й розвиваються;
- програма розвитку співробітників підвищує професійний рівень підприємства, команди й самих співробітників;
- співробітники оцінюють вплив програми розвитку співробітників на професійний рівень підприємства, команди й самих співробітників;
- підприємство поліпшує програму розвитку своїх співробітників.

Даний стандарт працює як структура, що поєднує ефекти, отримані від інших стандартів. Підвищення якості програми розвитку персоналу покращує результати програм якості, покращує систему управління якістю у цілому. Підприємство, що досягає визнання як «Інвестор людей», може одержати значну комерційну вигоду. Цей стандарт дає компаніям любого розміру впевненість в тому, що реальне покращення роботи досяжне.

Але не тільки у цьому є користь від цього стандарту, позитивні результати є як для підприємства так і для замовників як для керівника, так і для працівників. Для підприємства – це підвищення продуктивності, конкурентоспроможності, прибутковості, для замовника – якісний сервіс, приємний діловий клімат співпраці. Для керівника – ефективна модель управління, система для реалізації бізнес-планів, розвиток, навчання, оцінка персоналу, для працівників – це підвищення мотивації та перспектива росту, ефективна взаємодія персоналу.

Треба розуміти, що успіх компанії досягається через їх людей, бо зв'язок між висококваліфікованою робочою силою та підвищенням ефективності роботи компанії дуже міцний, тому необхідність впровадження такого стандарту в нашій країні очевидна.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. О. Лазаренко. Развитие человеческих ресурсов на украинском рынке // Генеральный директор. – 2004. – № 12.

Надійшла до редколегії 20.04.2006.

ВПЛИВ ОЦІНКИ СТАБІЛЬНОСТІ ВИРОБНИЦТВА НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Розглянуто залежність відповідності продукції вимогам нормативних документів на її виготовлення від правильного вибору та оцінки ключових характеристик продукції, а також технологічного процесу її виготовлення.

Рассмотрены зависимость соответствия продукции требованиям нормативных документов на её изготовление от правильного выбора и оценки ключевых характеристик продукции, а также технологического процесса её изготовления.

In the article considered dependence of accordance of products to the requirements of normative documents on its making from the correct choice and estimation of key descriptions of products, and similarly technological process of its making.

В умовах коли все більше уваги приділяється проблемам якості продукції (послуг), яка надходить у користування споживачеві, виникає проблема впевненості у відповідності продукції всім вимогам нормативних документів щодо її безпечності для життя та здоров'я споживача, його майна та навколишньому природному середовищу, як це передбачено нормативно-правовими актами України [1].

Як відзначено в [2], навіть при суцільному контролі кожної одиниці продукції є вірогідність потрапляння до споживача продукції, яка не відповідає вимогам нормативних документів (НД) стосовно її безпеки для споживача. Це обумовлено значною кількістю факторів, що діють на одному чи декількох життєвих циклах продукції [1]. Підтвердженням цьому є класичне визначення теорії імовірності згідно з яким – імовірність виникнення події A є відношенням числа результатів, які сприяли виникненню цієї події M , до загального числа подій N

$$P(A) = \frac{M}{N}. \quad (1)$$

Наприклад, якщо загальна кількість факторів, які впливають на якість продукції $N = 1000$, а кількість факторів, які призвели до випуску неякісної продукції $M = 1$, то імовірність впливу цього фактору становить

$$P(A) = \frac{1}{1000} = 0,001.$$

Як відзначено в [2], сертифікація продукції не виключає виготовлення та потрапляння невідповідної продукції до споживача, оскільки

сертифікація – це процедура, за допомогою якої визнаний в установленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції заданим вимогам.

На сьогоднішній день сертифікація продукції не передбачає кількісну оцінку стабільності виробництва, оскільки сертифікація – це експериментальна процедура, мета якої об'єктивно визначити відповідність виробленої продукції заявленій якості [1]. Лише при сертифікації продукції за схемою атестації виробництва проводиться кількісна оцінка стабільності відтворення показників продукції встановлених у [3].

Стабільність цих показників характеризується стабільністю технологічного процесу виготовлення продукції. Але оцінка стабільності технологічного процесу базується на якісних показниках продукції, без кількісної оцінки стабільності усіх факторів [1], які впливають на її якість. Як показують наукові дослідження [1; 2] 60...70 % помилок, виявлених у виробництві, прямо або опосередковано допущені на стадіях проектування, технологічної підготовки виробництва і закупівлі матеріалів, а збільшення заходів на їх виправлення призводить до зростання собівартості продукції.

Крім того, при проведенні робіт із сертифікації продукції (незалежно від обраної схеми) не завжди можливо підтвердити показники надійності (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збережуваність), які мають велике значення для продукції залізничного транспорту і теж залежать від стабільності виробництва.

Наближення вірогідності виготовлення якісної продукції до 100 % і виконання умови $P(A) \Rightarrow 0$ можливе за умови кількісної постійної оцінки стабільності виробництва з урахуванням факторів, які впливають на якість продукції [1]. Для проведення оцінки стабільності виробництва продукції необхідно визначитись з найбільш важливими її показниками, що забезпечують її безпечне використання. На сьогоднішній день в діючій на території України нормативній документації відсутні вимоги по визначенню цих показників.

Вважається, що всі вимоги НД та креслень на виготовлення продукції мають однакову важливість на забезпечення безпечного застосування цієї продукції. Але, як свідчить досвід робіт із сертифікації продукції, це далеко не так. Тільки розуміння функціонального призначення деталі (вузла) дасть змогу розподілити показники продукції за ступенем впливу на безпечність продукції. Інколи, при вихідному контролі продукції у виробника чи при вхідному контролі у постачальника береться до уваги тільки наявність встановленого допуску, без аналізування впливу цього показника на безпечність продукції.

Можливо з розробкою та впровадженням технічних регламентів питання визначення найбільш важливих показників продукції буде вирішене, оскільки одним із головних завдань технічних регламентів є встановлення вимог безпеки до продукції [1]. Але, на жаль, на цей час відсутній план розробки та впровадження технічних регламентів для залізничної галузі [2].

Для визначення ступеня важливості кожного показника продукції, зазначеного в розділі «Технічні вимоги» нормативного документу на її виготовлення по відношенню до безпечності продукції, необхідно провести аналіз показників із врахуванням функціонального призначення деталі та визначення ключових показників (характеристик) продукції.

Визначивши ключові показники, визначають ступінь важливості цих показників. Як правило, встановлюють два ступені важливості: критичний та значний. До критичного ступеня важливості відносять показники, що відповідають за безпеку життя та здоров'я споживача, його майна та навколишнього природного середовища. До значного ступеня – показники, погіршення яких може призвести до погіршення функціонального призначення (відмови) виробу без критичних наслідків.

Слід зазначити, що підприємство може встановлювати й інші ступені важливості ключових показників (економічні, енергетичні). Ключові показники повинні бути стандартизовані по відношенню до конструктивно подібної продукції, незалежно від того чи вона виготовляється на одному ж і тому підприємстві, чи на різних підприємствах. Визначення ступеня важливості ключових показників слід доручити технічним фахівцям споживача або залучити їх до спільної роботи з цього питання.

Встановлення ключових показників слід провадити із застосуванням балів значущості (максимальний бал, наприклад, – 10), з урахуванням балів можливості погіршення функціонального призначення (відмови) виробу без критичних наслідків (теж, наприклад, – 10) і у відповідності до встановлених виробником правил. Якщо цими правилами встановлено віднесення показників до критичного ступеня за умови перевищення бала значущості $S > 4$ і при балі можливості (для цього бала значущості) $Q > 7$, то, наприклад, при балі значущості $S = 5$ і балі можливості $Q = 9$ показника, його відносять до критичного. Слід відмітити, що до ключових показників застосування статистичного аналізу обов'язкове.

За наявності визначених і погоджених із споживачем ключових показників визначають ключові процеси. До них відносять процеси, що включають фактори, які сильно впливають на формування ключових показників. Під час визначення ключових процесів визначають ключові характеристики процесу. Ними, наприклад, можуть бути кількісно вимірювані режими технологічного процесу (ТП) чи визначені дії ТП, чи умови ТП.

Для контролю за ключовими характеристиками процесу життєвого циклу продукції (тільки на підприємстві виробника) необхідно мати документ, який охопив би усі ці характеристики. Таким документом може бути, наприклад, план управління виготовленням продукції. Він повинен включати: назву контрольованого показника (характеристики процесу), позначення ступеня значущості, вимоги до показника (процесу) згідно з НД, кількість контрольованих зразків і періодичність, спосіб вимірювання, метод контролю (управління), план реагування при невідповідності. Правильна розробка плану управління виготовленням продукції, як і визначення ключових показників та характеристик, можлива тільки при повному інженерному розумінні функціонального призначення продукції.

Як бачимо, план управління виготовленням продукції (чи інший документ) – це документ, який в концентрованому вигляді містить інформацію про те, як на підприємстві організоване управління найбільш важливими характеристиками як продукції, так і технології її виготовлення. Наявність цього плану важлива не тільки підприємству-виробнику, для підвищення імовірності виготовлення якісної продукції чи органу по сертифікації для впевненості у стабільності виробництва, а й споживачу, який зацікавлений у споживанні безпечної продукції.

Враховуючи ключове значення залізничної галузі в економіці України, необхідність приведення технічного стану залізниць у відповідність із світовими нормами [4] кількісна оцінка стабільності виробництва виходить на перші позиції у забезпеченні якості продукції встановленим в НД вимогам.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сиченко В. Г. Сертифікація продукції на залізничному транспорті України. – К.: Транспорт України. – 2005. – 304 с.
2. Сиченко В. Г. Достовірність сертифікації і якість продукції // Залізничний транспорт України. – 2006. – № 1, – С. 24–27.
3. Сиченко В. Г. Методологічні аспекти атестації виробництв залізничного транспорту / В. Г. Сиченко, Ю. О. Купріян // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 2, – С. 5–8.
4. Лашко А. Д. Технічне регулювання на залізничному транспорті / А. Д. Лашко, О. П. Ткаченко, В. Г. Сиченко // Залізничний транспорт України. – 2006. – № 1, – С. 3–6.

Надійшла до редколегії 20.04.2006.

П. Ф. ПОЛЯКОВ (Институт управления «ДовЯкість»),
М. В. МАРТЫНЕНКО (НААУ)

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Систематизовано досвід проведення внутрішніх аудитів системи менеджмента якості.

Систематизирован опыт проведения внутренних аудитов системы менеджмента качества.

Experience of conducting of internal audits of the system of management of quality is systematized in the article.

Внутренние аудиты (проверки) являются высшей формой мониторинга (контроля) руководством системы менеджмента качества (СМК) предприятия. Они проводятся для того, чтобы определить соответствие деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, требованиям ДСТУ ISO 9001:2001 (ISO 9001:2000), а также требованиям, разработанными самими предприятиями. Результаты внутренних проверок служат основой входных данных для анализа со стороны руководства. Поэтому немаловажен вопрос, как правильно запланировать, организовать и провести проверки, а затем проанализировать их результаты. Что позволяет организации декларировать свое соответствие требованиям ISO 9001:2000.

Для того чтобы поддерживать СМК в рабочем состоянии и постоянно повышать эффективность ее функционирования проводятся внутренние проверки (внутренние аудиты). Организация, координация, руководство системой проверок (внутреннего аудита) должна возлагаться на представителя руководства предприятия по качеству (ПРК).

Необходимо напомнить функции, права и обязанности, которыми наделяется ПРК в соответствии с философией всеобщего управления качеством (TQM) и требованиями стандартов серии ISO 9000 версии 2000 г. В структуре СМК, ПРК – системный менеджер, на которого возлагается ответственность за анализ функционирования СМК, планирование общесистемных корректирующих и предупреждающих действий для поддержания СМК в работоспособном состоянии, подготовку мероприятий по совершенствованию СМК. В основном это работа, связанная с «склеиванием» и согласованием работы отдельных подразделений, процессов СМК, функций организации работы предприятия в области качества. Поэтому ПРК независимо от занимаемой должности, должен

быть наделен полномочиями по вопросам в области качества не ниже заместителя руководителя организации (предприятия). ПРК отвечает только за функционирование СМК (ее результативность и эффективность), он не несет ответственности за результаты функционирования отдельных процессов или подразделений, а также за выпуск продукции несоответствующего качества (для этого существует ОТК, начальники подразделений и наконец руководитель предприятия).

Типичная ошибка допускается тогда, когда функции ПРК формально возлагаются на начальника ОТК, основная функция которого – контроль (инспекция) качества выпускаемой продукции, а не обеспечение качества организации работы предприятия в целом. Обычно, это приводит только к возложению ответственности ПРК на начальника ОТК без наделения его полномочиями и обязанностями в области менеджмента качества. Поэтому обязанность высшего руководства организации (предприятия) при назначении ПРК наделить его полномочиями достаточными для выполнения функций системного менеджера, что, однако, не снимает ответственности за функционирование СМК с высшего руководства.

Отсутствие необходимых полномочий у ПРК и слабая мотивация для работы в рамках СМК руководителей и персонала проверяемых подразделений являются основными причинами нерезультативного и неэффективного проведения внутренних проверок (мониторинга СМК с помощью внутренних аудитов), что практически приводит к неработоспособности СМК, невозможности анализа со стороны высшего руководства и совершенствования СМК. Это означает несоответствие СМК половине требований, предъявляемых ДСТУ ISO 9001:2001 (разделы 5, 8).

Цели проведения внутренних аудитов:

- выявление несоответствий в СМК (процедурах, процессах, продукции) установленным требованиям;
- определение всех причин выявленных несоответствий (основных, дополнительных, сопутствующих);
- проверка и оценка эффективности корректирующих мероприятий по результатам предыдущих проверок;
- оценка эффективности функционирования СМК и определение возможностей и путей ее улучшения.

Проверки могут осуществляться как персоналом службы качества (это характерно для крупных предприятий, где в структуре службы качества имеется отдел внутренних проверок), так и специально создаваемыми группами из работников различных подразделений. В любом случае, внутренние аудиторы должны быть подготовлены и аттестованы для проведения внутренних проверок, а также хорошо знать требования к СМК.

Проверки СМК подразделяются на плановые и внеплановые. Как правило, плановые проверки проводятся по утвержденному годовому графику. Он должен составляться с таким расчетом, чтобы все элементы системы качества и все подразделения предприятия были проверены в течение года. В графике указываются подразделения, сроки проверки, элементы и темы проверок, нормативные документы, выполнение которых подлежит проверке.

Внеплановые проверки (иногда их называют оперативными) проводятся по указанию руководства предприятия и в основном с целью выяснения причин повторяющихся сбоев в работе или выяснения уровня готовности процессов (подразделений) к планируемым изменениям. Каждая проверка включает в себя следующие этапы:

- 1) издание приказа на проведение проверки, которым назначается руководитель и состав группы, а также утверждаются конкретные цели;
- 2) составление и утверждение плана проверки;
- 3) проведение совещания с членами группы проверки (распределение обязанностей между членами группы аудиторов);
- 4) уведомление проверяемого подразделения, с целью ознакомления с заданиями проверки;
- 5) предварительное совещание с представителями проверяемого подразделения (совместное планирование обеспечения выполнения плана проверки);

6) проведение проверки;

7) итоговое совещание с коллективом проверяемого подразделения для подведения итогов выполнения плана проверки;

8) составление, утверждение и рассылка отчета (акта) о результатах проверки.

Внутренние проверки можно строить по общесистемным элементам ДСТУ ISO 9001-2001 или по структурным подразделениям. Оба варианта имеет свои достоинства и недостатки, поэтому при выборе исходят из условий предприятия. В первом случае проверяется выполнение требований документации всех уровней, соответствующей определенному элементу. Во втором – проверке подвергаются все элементы системы качества, присущие тому или иному подразделению. Следует отметить, что на практике более половины причин несоответствий приходится на связи между структурными подразделениями.

Руководитель группы аудиторов на основе целей проверки составляет план проверки, утверждает его у представителя руководства по качеству и передает копию плана руководителю проверяемого подразделения, давая возможность подготовиться к проверке.

На организационном совещании руководитель знакомит членов группы с целями и планом проверки, правилами поведения, правами и обязанностями аудиторов. Здесь же обсуждаются требования к оформлению документов (протоколов несоответствий, отчета и др.), распределяются обязанности и объекты контроля, устанавливаются сроки представления результатов проверки для составления общего отчета.

Самостоятельная подготовка аудиторов состоит в изучении нормативных документов в соответствии с планом проверки, знакомстве с результатами и корректирующими мероприятиями предыдущей проверки, подготовке контрольных вопросов.

Вначале проводится предварительное совещание с руководящим составом и персоналом проверяемого подразделения, на котором руководитель проверки сообщает о целях, объеме, плане и методике проверки, представляет аудиторов. На этом совещании определяются формы взаимодействия между аудиторами и персоналом подразделения (предоставление необходимых документов, информации, средств измерения и т. д.), за отдельными направлениями плана проверки закрепляются соответствующие специалисты подразделения, согласовывается дата итогового совещания.

В ходе проверки аудитор должен получить информацию, на основе которой можно будет сделать обоснованные выводы по следующим направлениям:

- состояние проверяемого объекта (процедуры, процесса, продукции) и причины несоответствий;
- наличие, правильное понимание и применение персоналом «Положения о подразделении», должностных инструкций, стандартов предприятия (СТП), рабочей документации;
- соответствие применяемой организационной (положения, методики, процедуры, инструкции СМК) и технической документации целям предприятия в области качества.

Все наблюдения фиксируются и анализируются. После сбора и накопления информации о состоянии объекта проверки, рабочая группа проводит анализ и обобщение результатов с тем, чтобы выявить фактические несоответствия и выработать рекомендации и мероприятия по их устранению. Все выявленные несоответствия регистрируются в протоколах несоответствий, которые должны быть подписаны аудитором и представителем проверяемого подразделения.

В случае несогласия представителя подразделения данное несоответствие рассматривается на итоговом совещании. При выявлении критического несоответствия руководитель проверки оперативно доводит его до сведения руководителя подразделения и представителя ОТК, которые должны приостановить изготовление продукции и предпринять действия для выяснения причин и устранения несоответствия, оформив их в протоколе несоответствия.

После окончания проверки и до подготовки отчета проводится итоговое совещание. Его основная цель – представить и разъяснить все заносимые в отчет результаты проверки, согласовать сроки проведения необходимых мероприятий. Протокол совещания приобщается к материалам проверки.

На совещании по всем выявленным несоответствиям даются необходимые пояснения для того, чтобы обеспечить четкое понимание руководством подразделения существа несоответствий, их важности и влияния на стабильность качества продукции, услуг, процессов. Здесь же выясняется, насколько случайный или систематический характер имеют эти несоответствия, приводящие к ним причины, рассматриваются рекомендации по совершенствованию документации системы качества и разработке предупреждающих и корректирующих действий.

Ответственность за составление отчета, его точность и полноту несет руководитель проверки. Форму отчета следует, насколько возможно, формализовать. Отчет должен включать в себя:

- наименование проверки и проверяемого подразделения;
- основание для проверки;
- дату утверждения плана проверки;
- фамилии членов группы проверки;
- результаты проверки;
- заключение о выполнении корректирующих мероприятий по результатам предыдущей проверки;
- выводы и рекомендации;
- приложение (протоколы несоответствий);
- подписи аудиторов, а также руководителя подразделения после ознакомления с отчетом.

Чтобы избежать ошибок и недопонимания руководство проверяемого подразделения должно быть ознакомлено с проектом отчета до представления его на утверждение.

В разделе «Выводы» дается оценка того, насколько проверяемое подразделение способно обеспечить достижение целей в области качества, заявленных в политике и «Руководстве по качеству»; насколько деятельность персонала соответствует требованиям СМК; эффективны ли корректирующие и предупреждающие действия по результатам предыдущих проверок; какова оперативность устранения критических несоответствий (в случае их наличия).

В разделе «Рекомендации» указывается:

- необходимость и срок разработки корректирующих и предупреждающих действий на уровне подразделения или предприятия;
- несоответствия, которые необходимо устранить до разработки плана мероприятий;
- предложения для включения в план корректирующих и предупреждающих действий;
- рекомендации по совершенствованию документов СМК.

После оформления отчета руководитель проверки дает оценку работы каждого аудитора. Работу руководителя группы проверки оценивает ПРК. Практикуется также опрос персонала проверенного подразделения для увеличения объективности оценки работы аудиторов. Эта информация в дальнейшем используется для улучшения подбора аудиторов, повышения уровня их подготовки, а также для выявления недостатков в деятельности аудиторов.

Копии утвержденного отчета направляются в подразделение, где производилась проверка, и в подразделения, для которых имеются рекомендации.

Руководитель подразделения организует работу по выявлению причин каждого несоответствия, подготовке плана корректирующих и (или) предупреждающих действий, контролю его выполнения и информированию службы качества. После получения информации о выполнении действий служба качества проверяет его фактическое выполнение и оценивает эффективность. Если корректирующее (предупреждающее) действие выполнено неполно или некачественно, оказалось неэффективным, то об этом сообщается руководству предприятия и оформляется акт.

Информация о результатах внутренней проверки включается в повестку дня совещаний по качеству, используется для анализа СМК руководством предприятия и принятия соответствующих решений, предупреждения аналогичных несоответствий в тех подразделениях, где еще не проводились проверки.

ПРК периодически (но не реже одного раза в год) анализирует результаты внутренних проверок и представляет их в виде отчета для анализа руководством предприятия проведения самих внутренних проверок и принятия соответствующих решений.

В отчет целесообразно включать следующую информацию:

- результаты проверок, сгруппированные по элементам системы качества и подразделениям;
- оценку динамики изменения зарегистрированных данных;
- среднее количество несоответствий, приходящихся на одну проверку;
- описание повторяющихся критических несоответствий, место их выявления;
- анализ эффективности корректирующих и предупреждающих действий;
- предложения по совершенствованию документации предприятия;
- оценку эффективности функционирования СМК;
- предложения по совершенствованию СМК предприятия.

Результаты анализа представитель руководства по качеству докладывает на ежегодном совещании по качеству. Также результаты анализа используются службой качества и другими подразделениями при разработке текущих и перспективных планов, программ по повышению качества продукции и услуг.

Исходя из практического опыта проведения внутренних аудитов можно предложить несколько советов аудитору:

1. Создавайте дружественную, плодотворную обстановку, не давите на проверяемых.

2. Опирайтесь на факты, а не на ответы проверяемых или чье-либо субъективное мнение.

3. Подавляйте свои эмоции, не критикуйте персонал проверяемого подразделения (Вы пришли помочь выявить несоответствия в их работе, а не наказать).

4. Применяйте метод «активного слушания», ведь «audiere» означает слушать, а не говорить.

5. Задавайте только «открытые» вопросы, не используйте альтернативных и наводящих вопросов (Ваша цель – установить факты, а не обосновать заготовленный заранее вывод).

6. Все наблюдения фиксируйте сразу на месте (Документируйте. Документируйте так, чтобы позже можно было идентифицировать факт – место, время, что, с чем, у кого).

7. Выявленные несоответствия предъявляйте сразу же (Это позволит более продуктивно и объективно сформулировать и задокументировать несоответствие).

8. Давайте заключения только о несоответствиях, все хорошее воспринимайте как норму (Четкое и качественное выполнение обязанностей и функций должно восприниматься как норма, внимания заслуживает или невыполнение требований или совершенствование).

9. При оформлении протоколов несоответствий старайтесь указать для каждого несоответствия конкретное требование стандарта ISO 9001:2000, тогда замечания будут сформулированы в виде цитат из стандарта. Подтверждаете несоответствие конкретными фактами (смотри 6).

10. Желательно представить проверку как работу в команде, где аудитор (играет роль зеркала или взгляда со стороны) помогает проверяемому разобраться в трудностях своей работы и взаимодействия с коллегами. Это поможет преодолеть психологический барьер: проверяющим и проверяемым необходимо понять, что проверки способствуют улучшению СМК и повышению конкурентоспособности родного предприятия, а значит и благосостояния каждого сотрудника.

11. Не забывайте о целях и плане проверки, иначе проверка может превратиться в что-то другое.

В заключение необходимо отметить, что проводимые на предприятии внутренние аудиты (проверки) лишь в малой степени могут оценить эффективность функционирования или результативность процессов. Это объясняется тем, что внутренние проверки СМК проводятся периодически, выборочно по отдельному процессу (элементу) СМК или в каком-либо под-

разделении. Поэтому они не могут обеспечить постоянной, системной оценки результативности и эффективности функционирования процессов. Для решения этой задачи в СМК предусматривается измерение и мониторинг процессов, в котором основная роль отводится персоналу, непосредственно участвующему в процессах (самоконтроль). Данные, формируемые и собираемые при этом мониторинге, являются основой для анализа функционирования

процесса. Поэтому внутренние аудиты (проверки) должны быть направлены не на поиск фактов о браке и дефектах производства, а в основном на сбор данных о работе самой СМК. При этом данные, собранные и обработанные самим проверяемым, используются для анализа того, как он это делает и как его работа способствует достижению целей в области качества.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

ОСНОВЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

Наведено показники якості функціонування системи управління якістю та методи оцінки показників якості продукції.

Приведены показатели качества функционирования системы управления качеством и методы оценки показателей качества продукции.

In the article opisanі indexes of quality of functioning of системи quality management and методи estimations of indexes of quality of products.

Сертификация системы менеджмента качества (СМК) направлена на обеспечение уверенности потребителя в том, что организация, сертифицировавшая СМК, способна стабильно поставлять продукцию (услугу, процесс), качество которой удовлетворяет потребителя. Значит, прежде всего, надо определить весь (полный) комплекс задач по видам деятельности, регламентированной Уставом организации.

Каждый из видов деятельности характеризуется собственным набором показателей и ха-

рактеристик качества, регламентированных различными нормативными документами.

Поэтому уже на этапе разработки СМК принципиально важно определиться с составом оценочных показателей качества каждого вида услуги, каждого вида деятельности и совокупной деятельности всего персонала.

Верхний иерархический уровень системы оценочных показателей качества будет выглядеть таким образом (рис.1).



Рис. 1. Верхние уровни иерархии системы оценочных показателей качества

Как же оценивать эффективность СМК в организации (предприятии)? Оценить эффективность системы можно тремя способами:

- оценить достигнутый уровень экономической эффективности системы;
- определить соответствие уровня управления качеством (УК) требованиям стандартов серии ISO 9000;
- выявить степень (полноту) влияния отдельных элементов СМК на ее функционирование в целом и на уровень качества продукции (услуги).

При первом способе применяется экономический метод с использованием показателей экономической эффективности, таких как годовой экономический эффект, коэффициент отдачи на тысячу гривен совокупных затрат, вкладываемых на внедрение СМК. При втором способе используются результаты внутреннего или внешнего аудита. При третьем способе предлагается применять метод экспертной оценки. Этот метод предусматривает применение количественной оценки эффективности функционирования СМК с помощью коэффициентов эффективности K_c .

Специалисты (аудиторы) проверяют, как функционируют специальные функции управления качеством, какова степень их соблюдения в количественной оценке (по баллам или процентам). Задачи оценки следующие:

- выявлять слабофункционирующие отдельные элементы СМК;
- оценить функционирование СМК в целом;
- выработать необходимые мероприятия по дальнейшему совершенствованию системы контроля качества (СКК) и СМК в целом.

Коэффициент эффективности (K_c) представляет собой среднестатистическую количественную оценку соблюдения всех специальных функций управления качеством и определяется по формуле

$$K_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{\phi i},$$

где n – число функций управления качеством; $K_{\phi i}$ – коэффициент эффективности (степени выполнения) i -ой функции управления:

$$K_{\phi i} = \frac{1}{NA} \sum_{i=1}^n P_{\phi i},$$

где $P_{\phi i}$ – оценка функционирования (степени выполнения) i -ой функции управления, выставленная одним аудитором (экспертом); A – максимальная допустимая оценка функции в баллах (например $A=10$); N – число экспертов (аудиторов).

Получаемые таким образом значения K_c лежат в пределах от нуля до единицы

$$0 \leq K_c \leq 1.$$

Причем, если $K_c = 0$, то ни одна функция управления качеством в СМК не выполняется, а если $K_c = 1$, то все функции управления качеством в СМК выполняется на отличном уровне. Полученные значения сравнивают с предлагаемой шкалой оценки эффективности в соответствии с таблицей.

Таблица

Значение K_c	Оценка	Вывод об эффективности системы (процесса, функции)
1,00...0,96	отлично	Функционирует нормально и не требует никаких корректирующих действий (процесс успевает адаптироваться к изменениям требований и самосовершенствуется)
0,95...0,90	хорошо	Функционирует нормально, но нуждается в постоянном контроле и наблюдении (Обычно, для восстановления нормального функционирования при изменении требований или условий необходимо внешнее корректирующее действие)
0,89...0,75	приемлемо	Отдельные элементы требуют доработки и усовершенствования (возможна несогласованность взаимодействия процессов друг с другом; на выполнение в срок поставленных задач затрачивается неоправданно много усилий и средств)
0,74...0,51	предел эффективности	СМК (процесс) работает со срывом. Решение поставленных задач по качеству либо не обеспечивается совсем, либо выполняется со срывом намеченных сроков и частично. Характерная черта – непрерывная коррекция (исправление или доработка) результатов функционирования и все же частые рекламации (низкий уровень качества продукции или услуг)
0,50 и менее	неприемлемо	Поставленные задачи по качеству не решаются – процесс функционирования убыточен. Требуется полный пересмотр СМК

Каждый эксперт-аудитор (их может быть 5...10) самостоятельно составляет рабочий документ. Таким документом может быть карта экспертной оценки, где фиксируются и обрабатываются результаты оценки эффективности проверяемого объекта путем выставления баллов оценки. Обрабатывают и систематизируют данные не реже 1 раза в год.

По результатам оценки эффективности функционирования СМК организация может наметить конкретные мероприятия по совершенствованию.

Каковы же показатели, по которым оцениваются элементы СМК?

Их может быть много – каждая организация в зависимости от ее организационно-структурной схемы и взаимосвязей определяет количество показателей. Разумеется, одновременно создается система получения, передачи, сбора, обработки и представления необходимых статистических данных для всех соответствующих лиц организации (предприятия). От надежной работы этой системы получения оценок показателей качества зависит достоверность оценки эффективности функционирования СМК (процесса) в целом.

Характерно, что используются не абстрактные «академические» показатели, а «практикуемые», которые позволяют ежедневно оценивать качество процессов, услуг и т. д. Применяемые при этом относительные величины чаще всего отнесены к прибыли или к затратам (например, затраты на контроль, испытания, внутренние потери отнесены к годовому обороту либо к стоимости услуг). Нетрудно заметить, что эффективность СМК в первую очередь следует оценивать по затратам на качество и по прибыли.

Элементарные методы ОК (обеспечения качества): контрольные карты (листки); гистограммы; диаграммы рассеивания (разброса); диаграммы Парето; диаграммы «Причина-следствие»; мозговой штурм.

Базовые методы УК (управление качеством): диаграммы сродства; диаграммы зависимостей; системные (древовидные) диаграммы; матричные диаграммы; сетевые графы; диаграммы планирования оценки процессов; метод анализа матричных данных.

Общие методы: маркетинг; бенчмаркинг; анализ проекта; оценка качества; оценка поставщиков; планирование испытаний; управление контрольно-измерительной аппаратурой; аудиты услуги; аудиты процессов; аудиты СМК.

Среди мероприятий, обеспечивающих повышение качества продукции (услуги), одно из важнейших – совершенствование методологии и практики его оценки.

Точная, достоверная и объективная оценка качества продукции (услуг) дает возможность принимать обоснованные решения при ее разработке, производстве, поставке и эксплуатации. Такая оценка основывается прежде всего на сравнении фактических характеристик и свойств (экспериментально определенных, например, при испытаниях), с теми, которые установлены в нормативных документах.

Различия в целях и способах сравнения создают большое разнообразие организационных форм оценки качества:

- испытания;
- аттестация;
- надзор (аудит, инспекция);
- приемка;
- оценка технического уровня;
- сертификация и т. д.

Каждая из этих форм также может иметь различные организационные решения. Пожалуй наиболее общей формой оценки качества, которая практически включает в себя основные элементы остальных, является сертификация.

Сертификация основывается на проведении испытаний и оценке условий производства, контроле за выполнением этих процедур и надзоре за качеством продукции (услуги). Под экспертными методами оценки выполнения требований понимаются формальные и неформальные процессы принятия решений на основе обобщенного опыта специалистов в данной области.

Экспертные методы основаны на интуиции, эрудиции и опыте экспертов-специалистов в данной области знаний, конкретном объекте анализа. При экспертной оценке объекта большое значение имеет устойчивость мнений специалистов. Оно может меняться лишь при получении новых существенных сведений от объекта. Оценки, заключения экспертов должны отличаться высоким уровнем точности, надежностью, аргументированностью, непредвзятостью, независимостью от мнения коллег, что не всегда удается в силу различных факторов.

Разработано достаточно большое число экспертных методов. В зависимости от характера работы экспертов, эти методы принято делить на:

- индивидуальные;
- коллективные (здесь организуют группы (комиссии) постоянно-действующие);
- комбинированные.

Наиболее эффективен второй метод – метод коллективной экспертизы. Одной из форм коллективной экспертизы является способ рабочих групп. Так как здесь рассматривается суммарная информация об объекте и способах обеспечения

по сравнению с первым методом, то рабочая группа с большей готовностью принимает ответственное решение, чем отдельные эксперты.

Недостатки этого метода: нередко достижение согласия заинтересованных сторон доминирует над обоснованностью решения, присутствует влияние отдельных лиц друг на друга. Чтобы исключить эти недостатки (уменьшить до приемлемого уровня влияние экспертов группы друг на друга), применяют принципы анонимности членов коллектива, неоднократно туров экспертизы и статистической обработки результатов экспертизы, используют компьютерные экспертные системы.

По результатам экспертизы при необходимости разрабатываются предложения по корректировке требований стандартов, нормативных документов, методик испытаний и т. п. Расчетные методы применяют на этапах научно-исследовательских работ, технических предложений и рабочего проектирования. При наличии данных по ошибкам проектирования и изготовления производится наиболее точный расчет.

Качество – категория всеобщая. Однако особенно значимо качество в производстве продукции и услуг. Естественно поэтому большое практическое значение имели и имеют теоретические и практические познания в этой области.

Изготовители и продавцы, хорошо знакомые с рынком, знают, что продажа все больше зависит от качества товаров (услуг) и только тот имеет шанс продать свой товар и услуги, кто предлагает их:

- с ожидаемым качеством (мы говорим «удовлетворение потребителя»);
- с подходящей ценой;
- в нужное время.

Борьба идет на рынке мира беспощадная за сбыт, за покупателей. Все это привело к бурному развитию методов и средств, направленных на повышение качества продукции.

В условиях рыночной конкуренции доходчивая и объективная информация о высоком качестве продукции имеет особую значимость. Если потребитель верит такой информации, то расширенный сбыт такой продукции по справедливым ценам обеспечен. Чтобы убедить и потребителя и изготовителя в достоверности и объективности информации о качестве продукции (услуги) необходимо иметь объективный метод оценки качества и обеспечить независимость органа, проводящего такую оценку. Таким методом является экспертный метод обобщенной потребительской оценки качества продукции. Этот метод предназначен как для разработки программ оценки (ПМО) качества продукции, так и для проведения самой оценки.

ПМО являются, с одной стороны, нормативными документами, которые устанавливают требования к качеству, а с другой – методическими документами. Поэтому ПМО используются наряду со стандартами и техническими условиями (ТУ) как нормативные документы для сертификации соответствия в Системах добровольной сертификации. Этот метод и разработанные на его основе программы ПМО используются:

- при оценке уровня качества конкретной продукции одного изготовителя;
- при проведении сравнительной оценки одной и той же продукции разных изготовителей.

Этот метод включает оценку:

- уровня качества продукции (услуги);
- способность обеспечить стабильность этого достигнутого уровня.

Применительно к конкретной продукции (услуге) заранее устанавливаются значения показателей качества, которые характеризуют и позволяют различать нормальный и высший ее уровень. Для каждого показателя устанавливаются допустимые и оптимальные значения (в баллах).

Для обобщения полученной информации о качестве, которое характеризуется совокупностью многих показателей, характеристик, суммируются баллы (*Б*), оценивающие каждое значение показателей качества, что позволяет характеризовать качество некоторой итоговой цифрой (оценка количественная и обобщенная). Продукцию испытывают на образцах и при этом учитывают накопленную изготовителем информацию о качестве.

Оценку способности производства обеспечить стабильность проводят по характеристикам производства. Состояние каждой характеристики также оценивается в баллах.

В общем, изложенный метод во многом коррелируется с экспертными методами, установленными стандартами, действовавшими до середины 80-х гг. XX в.

В номенклатуру показателей для оценки качества продукции (или услуги) включаются существенные для потребителя признаки качества (такие как по надежности, экономичности, безопасности). Таким образом, номенклатура показателей качества включает несколько групповых комплексных показателей первого уровня, каждый из которых характеризуется несколькими комплексными показателями второго уровня или единичными.

Например, в комплексный показатель электробезопасности первого уровня входит ком-

плексный показатель безопасности второго уровня, состоящий из единичных показателей: сопротивление изоляции, электрическая прочность изоляции, заземление и т. п.

Допустимые значения единичных показателей качества – это предельные, максимально или минимально допустимые, с точки зрения качества, значения. В качестве допустимых выбираются значения, как правило, установленные в нормативных документах, стандартах.

Оптимальные значения – это предельно возможные и целесообразные, с точки зрения их достижения и практической необходимости, значения единичных показателей качества с учетом их взаимосвязи (оптимальные устанавливаются с учетом качества известных лучших образцов аналогичной продукции).

При оценке качества конкретной продукции или услуги без проведения ее сравнительной оценки используются понятия нормального и высшего уровней качества (рис. 2)

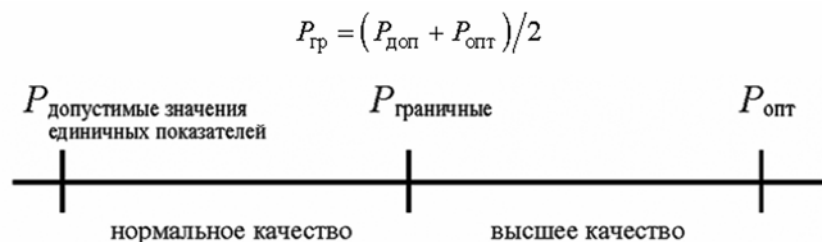


Рис. 2. Интервалы значений (единичных) показателей (P) для нормального и высшего качества

Групповые показатели, как правило, не ранжируются исходя из постулата, что все они, важны для потребителя (и безопасность и, скажем, потребительская ценность, например, пищевая, вкусовая и т. д.).

Рассмотрим, как же относить качество к высшему или нормальному уровню. Обозначим:

$P_{факт}$ – фактические значения единичных показателей, в том числе показатели безопасности и органолептические;

$\sum B_{факт}$ – сумма фактических баллов качества относительно продукции (услуги);

$\sum B_{факт.произв}$ – сумма фактических баллов качества относительно к производству.

Качество продукции (услуги) соответствует высшему уровню, если одновременно выполняются следующие условия:

$$P_{факт} \geq P_{гр} (P_{ср})$$

сюда не входят показатели, для которых ($P_{доп} = P_{опт}$);

$$\sum B_{факт} \geq B_{тр};$$

$$\sum B_{факт.произв} \geq \sum B_{мин.произв}.$$

Качество продукции (услуги) соответствует нормальному уровню ($P_{факт} \geq P_{доп}$), если выполнено последнее условие, а первые два не

выполняются. Если $P_{факт} < P_{доп}$ хотя бы для одного единичного показателя, то продукция считается некачественной (т. е. она не может быть отнесена ни к нормальному уровню, ни к высшему).

Качество одной и той же продукции, изготавливаемой различными предприятиями, например, если предприятие имеет филиалы, которые производят продукцию (услуги) по виду и классификациям одни и те же, сравнивается по сумме фактических баллов. В этом случае оценивается и способность производства каждого отдельного предприятия (филиала) по критериям стабильности достигнутого уровня качества, т. е. технических возможностей производства.

В заключение хотелось бы отметить, чтобы действующая или разрабатываемая в организации (предприятии) система менеджмента качества в соответствии с требованиями ДСТУ ISO 9001-2001 (ISO 9001:2001) отвечала требованиям этого стандарта, необходимо всесторонне и тщательно проанализировать механизм управления качеством, причем по процессам и по элементам СМК. Это позволит наиболее точно определить, какие функции в управлении отсутствуют и что необходимо сделать для более эффективного функционирования СМК.

Поступила в редколлегию 21.04.2006.

Э. Н. СТУПАК (Донецкая ж. д.)

КАЧЕСТВЕННАЯ СПЕЦОДЕЖДА И СПЕЦОБУВЬ – УСЛОВИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИОБРЕТЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Надані практичні рекомендації з придбання спецодягу і спецвзуття на тендерній основі та їх використання на залізницях України. Застосування рекомендацій дозволить підвищити якість спецодягу і спецвзуття, що використовується.

Даны практические рекомендации по приобретению спецодежды и спецобуви на тендерной основе и ее использованию на железных дорогах Украины. Применение рекомендаций позволит повысить качество используемой спецодежды и спецобуви.

The practical recommendations are given on acquisition of the special clothes and the special shoe on the tender basis and its use on ferrous roads of Ukraine. The application of recommendations will allow to raises quality of the used special clothes and the special shoe.

Входной контроль и контроль в эксплуатации

Спецодежда и спецобувь должны отвечать многим требованиям – соответствовать требованиям стандартов, безопасности движения и охране труда, иметь эстетичный вид, служить на протяжении всего установленного срока носки. С развитием промышленности появляются новые технологии, которые приносят экономии средств и требуют проведения исследования для каждой профессии в отдельности. Вместе с тем рынок насыщенный изготовителями спецодежды, которые предлагают очень дешевую, но «качественную» продукцию, заставляет ужесточить требования к проведению входного контроля и качеству продукции.

На Донецкой ж. д. с 2002 г. проводился входной контроль всей получаемой спецодежды и спецобуви. Проверялись сопроводительные документы, подтверждающие качество продукции, товарные ярлыки и клейма, визуально осматривалось качество пошива, выборочно проверялись основные размеры изделий.

По результатам входного контроля в 2003 г. было выявлено всего 8 несоответствий полученной спецодежды и спецобуви требованиям стандартов, в 2004 г. – 18. В основном это были недостатки клеймения и сопроводительных документов. По размерам спецодежда браковалась редко из-за отсутствия необходимых нормативных документов, действующих на продукцию, и навыков выполнения измерений. За время от начала проведения входного контроля до конца 2004 г. получены и изучены действующие стан-

дарты, приобретен определенный навык, разработаны технологические процессы проведения входного контроля.

Приказом № 745/Н от 05.11.2004 г. утвержден перечень спецодежды и спецобуви, подлежащих проведению входного контроля на Донецкой железной дороге. По результатам входного контроля в 2005 г. было выявлено 15 случаев поставки на дорогу продукции, не соответствующей установленным требованиям. Из них 4 случая получения спецодежды с недостатками клеймения и сопроводительных документов, подтверждающих качество продукции, и 11 случаев получения некачественной спецодежды и спецобуви.

Постоянное совершенствование проведения входного контроля позволило поставить надежный заслон поставке на дорогу некачественной спецодежды и спецобуви. Только хорошо подготовленный и обученный персонал может проводить входной контроль на высоком уровне. Особую благодарность в обучении специалистов дороги и поставки на дорогу качественной спецодежды и спецобуви хочется выразить ПКАОЗТ «Спецодежда», г. Макеевка, и ООО «Свиточ», г. Артемовск. Без помощи специалистов высокого класса невозможно освоить даже основные требования по пошиву одежды и обуви.

Работники структурных подразделений дороги, Дорпрофсоюз, службы охраны труда отмечают значительное улучшение качества получаемой спецодежды и спецобуви. Только за март 2006 г. на дороге при проведении входного контроля выявлено 11 случаев поставки

спецодежды и спецобуви с недостатками. Из них: по недостаткам сопроводительных документов и клеймения – 3 случая; по поставке некачественной спецодежды – 5 случаев; по поставке некачественной спецобуви – 3 случая. Спецобувь браковалась по плохому креплению подошвы к верху в сапогах и ботинках. Спецодежда браковалась по несоответствию линейных размеров требованиям стандартов.

Многие из обнаруженных недостатков поставщикам нецелесообразно устранять, т. к. затраты не будут возмещены, и, вероятнее всего, после замены продукции на дороге поставщик может поставить брак другому предприятию. Поэтому требования к проведению входного контроля спецодежды и спецобуви на всех дорогах Украины должны быть высокими.

При входном контроле невозможно проверить некоторые важные характеристики моделей. Такие, например, как прочность нити в швах, качество защитных свойств, поверхностную плотность ткани и утеплителя, коэффициент яркости, устойчивость окраски и другие. Для этого в тендерной документации соответственно и в договоре поставки, необходимо указывать гарантийный срок на протяжении всего установленного нормативного срока носки [13].

При массовом повреждении в эксплуатации спецодежды или спецобуви необходимо провести исследование отдельных характеристик продукции в аккредитованных лабораториях и потребовать от поставщика выполнения замены оставшейся части новой продукции и возмещения всех причиненных поставкой некачественной продукции убытков. По некоторым характеристикам можно использовать сравнение с заранее проверенными образцами используемого материала, но это предварительная оценка. При получении предварительных данных о несоответствии с образцами продукцию необходимо направить в аккредитованную лабораторию для проверки.

Проверяемые при входном контроле параметры и требования к приобретению и использованию спецодежды и спецобуви необходимо корректировать, основываясь на случаях повреждения и замены их в нормативный срок носки.

Рассмотрим пример составления анализа одной из служб дороги. Например, получены сведения о замене в нормативный срок носки 25 ботинок рабочих, трех сапог кирзовых и 13 костюмов сварщика в год. При детальном рассмотрении случаев установлено, что 20 пар ботинок и три пары сапог заменялись только

электромонтерам. Пять пар ботинок заменялись слесарям по ремонту техники. Замена ботинок выявлена на 5 дистанциях, сапог на 1 дистанции, костюмов сварщика на 4 дистанциях из 9. Причем на 4 дистанциях замена вообще не производилась.

При осмотре поврежденных сапог комиссией установлено, что за 3 месяца эксплуатации полностью изношена подошва, имеются разрывы верха. Остальные сапоги из той же партии имеют хороший вид после использования более 8 месяцев. Также установлено, что на некоторых дистанциях, где не было случаев замены обуви в нормативный срок носки, используются ботинки, которые дорога не получала. Повреждение 20 пар ботинок произошло вследствие отрыва верха от подошвы. Повреждение 5 пар ботинок произошло по расслоению подошвы.

Новые ботинки соответствуют всем требованиям. Тринадцать костюмов сварщика были заменены по разрывам брюк, рукавов, многочисленным прожогам. Стирка производится работником, использующим спецодежду, на дому. Машины по химической очистке одежды и договоров на оказание таких услуг на других структурных подразделениях узла в дистанции нет. В двух дистанциях спецодежда хранится во влажном помещении.

По проведенным осмотрам можно сделать следующие выводы:

1. Комиссия при подписании акта на замену сапог не осмотрела их состояния и не определила причину дефектов. Безответственное отношение комиссии к осмотру повреждений может привести к ложным данным о повреждении и принятию неверных корректирующих действий.

2. По каким-то причинам акты на замену ботинок на ряде дистанций не были составлены. Фактическое количество поврежденных ботинок значительно больше, чем заявлено. Необходимо провести разъяснительную работу в рабочих коллективах дистанций.

3. Для работы электромонтеров необходимо приобретать ботинки с износостойкой подошвой и кожаной основной стелькой.

4. Для слесарей по ремонту техники необходимо приобретать ботинки с масло-бензостойкой подошвой.

5. Необходимо дистанциям электроснабжения заключить договоры со структурными подразделениями узла на выполнение услуг по химической очистке одежды. Хранение спецодежды предусмотреть в сухом помещении.

6. Стирку костюмов «Сварщик» запретить.

Из опыта проведения входного контроля известно, что количество брака, находящегося в нескольких выборках полученной партии спецодежды, не может изменяться в несколько раз или совсем исчезать. Исключения бывают, но очень редко. Продукция со средним уровнем дефектности поступает на все структурные подразделения дороги, на которые распределена данная партия. При одинаковых условиях эксплуатации спецодежды и спецобуви должна ожидаться и одинаковая ее повреждаемость.

Если на протяжении длительного периода постоянно составляются акты замены спецодежды и спецобуви в нормативный срок носки на одних и тех же структурных подразделениях дороги, а на других, одинаковых по условиям работы отдельных (сравниваемых) профессий, совсем не составляются, то можно сделать вывод об отсутствии контроля за качеством продукции со стороны ответственных работников структурных подразделений и служб. Причина такого несоответствия должна быть немедленно установлена и устранена, т. к. данный факт приводит к нарушению условий охраны труда и экономическим потерям дороги.

На дороге распоряжением от 04.04.05 № НЗТ-03/490 установлен порядок, при котором все структурные подразделения дороги при повреждении спецодежды и спецобуви в нормативный срок носки должны поставить об этом в известность отраслевую службу, хозрасчетную службу материально-технического обеспечения и инспекцию по контролю за качеством продукции.

Для продления срока носки необходимо распределить заявку службы на обеспечение спецодеждой и спецобувью по группам моделей и категориям профессий.

Например, первая группа модели ботинок – из износостойкой подошвы и кожаной основной стелькой для электромонтеров, вторая группа модели ботинок – из масло-бензостойкой подошвы для слесарей по ремонту техники, третья группа модели ботинок – рабочие ботинки, которые не имеют износостойких элементов и могут применяться для остальных профессий. Спецодежда также может иметь отдельные отличительные особенности (группы), которые имеют разные значения для профессий. Это количество, размеры и расположение усиливающих накладок, вид, классификация, структура поверхности и плотность ткани, износостойкость к истиранию, стирке, химчистке, светопогоде и др. воздействиям, наличие отдельных элементов и многое другое.

Заявку на обеспечение спецодеждой и спецобувью по установленным категориям должен составлять инженер по охране труда структурного подразделения дороги и направлять в отраслевую службу для обобщения и предоставления в хозрасчетную службу материально-технического обеспечения.

Устанавливать категории может созданная дорожная комиссия, состоящая из специалистов Дорпрофсожа, службы охраны труда, хозрасчетной службы материально-технического обеспечения, инспекции по контролю за качеством продукции под председательством главного инженера дороги. Комиссия не реже двух раз в год должна рассматривать результаты использования спецодежды и спецобуви в подведомственных структурных подразделениях каждой службы, утверждать введение или изменение групп моделей для категорий профессий.

Приказом от 31.03.04 № 75-Ц «Про удосконалення роботи системи вхідного контролю якості продукції, яка закуповується для потреб залізничного транспорту» предусмотрено проведение входного контроля по службе электрификации и электроснабжения некоторых средств индивидуальной защиты. Это: каски и очки защитные; щитки защитные лицевые; противозащитные наушники; пояса предохранительные; рукавицы и перчатки для защиты от механического воздействия; костюмы мужские для защиты от пониженных температур; покрывала противопожарные из кошмы; костюмы мужские и женские для защиты от нетоксичной пыли; плащи для защиты от воды; фартуки специальные для защиты от кислоты; обувь специальная кожаная; обувь специальная резиновая.

Для дополнения этого перечня необходимо использовать данные по замене поврежденной спецодежды и спецобуви в нормативный срок носки. Проведение входного контроля в этом случае даст ощутимый результат. Входной контроль средств индивидуальной защиты (СИЗ) проще организовать в месте получения дорогой всей партии продукции.

Часто бывает, что осуществление контроля за качеством определенной продукции со стороны инспекции по контролю за качеством продукции или отраслевой службы вызывает статистическое увеличение случаев повреждения спецодежды в несколько раз более ожидаемого. Необходимо учитывать этот фактор и проводить сравнительный анализ результатов входного контроля и эксплуатации через один – два месяца после введения входного контроля или корректировки проверяемых при входном контроле параметров.

Входной контроль спецодежды должен проводиться на основании технологического процесса и местной инструкции. Технологический процесс должен содержать порядок выполнения входного контроля с учетом используемых средств измерительной техники, а в местной инструкции указывают место проведения входного контроля, должность работника, выполняющего входной контроль, место расположения и перечень используемых документов, средств измерения и другие условия, регламентирующие отношение рабочего места к технологическому процессу. Местная инструкция может входить в состав технологического процесса.

Особенности составления технологических процессов проведения входного контроля

Технологические процессы должны содержать строгую последовательность проведения входного контроля с описанием каждого процесса. Техпроцесс составляется один на отдельную группу продукции (спецодежда, спецобувь и др.) и должен содержать пять основных разделов:

1. Действующие законы, приказы и инструкции, регламентирующие порядок проведения входного контроля. В данном разделе техпроцесса приводятся все действующие на группу продукции законы, приказы и инструкции с указанием места их нахождения, перечень продукции, подлежащей проведению входного контроля.

2. Проверка сопроводительных документов, товарных ярлыков, маркировки. Раздел составляется на основании требований ГОСТ 10581-91 [5], ГОСТ 2.601-95 [9], и ГОСТ 12.4.115 [6]. В разделе указываются: требования к содержанию товарного ярлыка и клейма, их количеству и месту расположения на изделиях; требование о предоставлении всех сопроводительных документов, подтверждающих качество продукции, которые предусмотрены договором поставки, механизм получения информации об условиях договора; способ проверки содержания и заполнения документов или ссылки на документы, которые предусматривают данный порядок.

Например, по сопроводительным документам: «Документ изготовителя, подтверждающий качество продукции, должен содержать данные о наименовании изделия и изготовителя, количестве, дате изготовления, обозначение нормативных документов, которым должна соответствовать продукция. Сертификат соответствия должен быть выдан на бланке Держспоживстандарту и иметь голографический элемент.

Документ изготовителя, подтверждающий качество продукции, должен быть выдан в срок действия сертификата. Данные, указанные в сопроводительных документах, не должны расходиться с данными, указанными в договоре на поставку продукции. Данные о необходимых документах, подтверждающих качество получаемой продукции, указаны в договоре поставки и предоставляются хозрасчетной службой материально-технического обеспечения в виде копий договора или выписок его условий и др.».

3. Осмотр внешнего вида. Раздел должен содержать требования по внешнему виду, строчкам, стежкам, швам [2; 3], конструктивным особенностям изделий, симметричности расположения элементов, материалу [1; 11], цвету, определению сортности [4] и т. д. Данные в раздел заносятся из стандартов, технических условий, нормативно-технической и конструкторской документации, которой должна отвечать продукция.

4. Проверка основных параметров. Раздел должен содержать основные размеры, которые указаны в стандартах, технических условиях, нормативно-технической и конструкторской документации, которой должна соответствовать продукция с предельными отклонениями.

5. Оформление результатов проверки, приложения. Указываются формы отчетности, актов, перечень нормативных документов, находящихся на рабочем месте. В разделе указываются также аккредитованные лаборатории, которые расположены как на дороге, так и за ее пределами с указанием области аккредитации, адреса и др.

Проведение тендеров на приобретение спецодежды и спецобуви

Спецодежду и спецобувь на тендерной основе можно приобретать при проведении торгов со снижением цены (редукцион), открытых торгов и двухступенчатых торгов. При проведении редукциона и открытых торгов в тендерной документации необходимо четко указывать обозначение стандарта на изготовление и все характеристики продукции, включая материал, комплектацию отдельными элементами, защитные свойства и другие данные. Если данные характеристики не указывать, то на торгах победит участник, который предложит изделия, изготовленные из самых дешевых материалов, без отдельных элементов и других, не предусмотренных тендерной документацией, характеристик продукции.

Выбор процедуры торгов должен основываться на следующих особенностях:

1. Процедура торгов с уменьшением цены (редукцион) применяется в случае, когда предметом закупки являются товары или услуги, для которых существует постоянно действующий рынок и которые производятся или выполняются не по отдельно разработанным спецификациям, при условии, что ожидаемая стоимость закупки таких товаров превышает 100 тыс. грн [14]. Редукцион может дать значительное снижение суммы закупки. Это самое главное преимущество данной процедуры. Необходимо также предварительно изучить рынок и требовать от участников документального подтверждения цены, которая может быть значительно ниже ожидаемой.

После проведения редукциона многие участники-победители, которые значительно снизили цену не только по сравнению с первоначально предложенной ценой, но и по сравнению с закупками прошлого года, поставили спецодежду с размерами, которые не соответствуют стандартам, не имеющую усиленных накладок, пошитую из материала, не соответствующего условиям договора.

При проведении редукциона надо быть четко уверенным в правильной организации системы входного контроля. Можно потребовать замены продукции или расторжения договора, но в этом случае можно не скоро обеспечить структурные подразделения дороги долгожданной качественной специальной одеждой и обувью.

2. В открытых торгах имеют право принять участие все участники [14]. Главное преимущество проведения открытых торгов – это получение тендерных предложений, составленных в самом оптимальном соотношении цена-качество-производительность.

При проведении торгов в соответствии с требованиями Закона Украины «Про закупівлю товарів, робіт і послуг за державні кошти» [14] можно быть уверенным в том, что цены, предоставленные участником, не завышены. Увеличение цены может быть объяснено целым рядом преимуществ, которые можно учесть с использованием критериев оценки. Открытые торги проводятся на спецодежду и спецобувь, которые полностью изучены специалистами дороги и удовлетворяют всем необходимым требованиям.

3. Двухступенчатые торги проводятся тогда, когда заказчик не может составить конкретный перечень товаров (работ) или определить вид услуг, а также если для принятия оптимального решения о закупке необходимо провести предварительные переговоры с участниками [14].

Двухступенчатые торги на приобретение спецодежды и спецобуви проводятся тогда, когда нельзя составить конкретный перечень товара или описать его характеристики и для принятия решения необходимо провести переговоры с участниками.

Перепополненный рынок разными моделями с использованием новых материалов и фасонов требует проведения предварительных переговоров с участниками, при которых можно узнать все характеристики спецодежды и спецобуви, выбрать оптимальное решение и скорректировать тендерную документацию.

Основными характеристиками в тендерной документации могут быть отличительные особенности, такие как плотность и название ткани, расположение карманов, хлястиков, наличие одинарного, полуторного или двойного утеплителя, утепляющей подкладки, наличие усиливающих накладок и т. д. Указывается обозначение стандартов, технических условий Украины и других международных и национальных норм и правил, которым должна соответствовать продукция.

Техническое описание для тендерной документации должно составляться работником хозяйственной службы материально-технического обеспечения на основании данных служб, для которых приобретается продукция. Службы могут указать стандартные характеристики (в тендерной документации указываются обычные характеристики) и характеристики с повышенными требованиями (с разбивкой по группам моделей и описанием отличительных особенностей каждой из них). Стандартные характеристики моделей можно утвердить для служб приказом по дороге, тогда при составлении тендерной документации не возникнут сложности.

При проведении тендеров на приобретение спецодежды и спецобуви могут проверяться предоставляемые на 1-й тур образцы. Образцы проверяют для подтверждения соответствия квалификации участника по наличию оборудования, а также работников соответствующей квалификации, которые имеют необходимые знания и опыт. Для этого необходимо подготовить рабочее место, работников, которые будут выполнять проверку по качеству, документы, на основании которых образцы будут отбираться и возвращаться.

В тендерной документации указывается, что образец участника-победителя тендера направляется на главный материальный склад для контроля поставки продукции по модели и материалу. Оплата за образец будет произведена после первой поставки продукции.

При проверке образцов проверяется соответствие указанным в тендерной документации требованиям. Если установлены отступления от размеров, то можно сделать вывод о невозможности изготавливать продукцию по установленным требованиям, и такой участник не должен быть допущен ко 2-му туру тендера.

В тендерной документации указываются требования участнику указать в тендерном предложении наименование изготовителя, гарантийный срок, технические характеристики. Если спецодежда и спецобувь входят в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации на Украине, в тендерной документации указывается требование о предоставлении сертификата соответствия на бланке Держспоживстандарту.

На Укрзализниці руководствуются порядком приемки и контроля качества спецодежды, поступающей на предприятия железнодорожного транспорта, который установлен в 1988 году МПС СССР [12]. В указанном порядке нет описания костюмов для защиты от пониженных температур железнодорожного назначения – «Гудок», «Путеец», «Энергетик» и других, которые используются железнодорожным транспортом. Кроме того, размерно-ростовочные таблицы составлены на основании стандартов, которые уже отменены, и поэтому использовать данный порядок для составления тендерной документации нельзя.

Примеры составления требований к спецодежде

Рассмотрим примеры составления технического описания на сигнальные жилеты со светоотражающими полосами, костюмы «Сварщик», «Гудок», «Путеец» и «Энергетик».

Сигнальные жилеты. Сигнальные жилеты могут быть со световозвращающими полосами (накладками) или без них. ДСТУ 4050-2001 [10] предусмотрены требования к сигнальным жилетам со световозвращающими полосами. Согласно стандарту жилеты могут быть изготовлены из некоторых тканей с тремя типами расположения световозвращающих полос. Разное расположение полос, предусмотренное стандартом, связано с категорией опасности работы. Первый тип с меньшей категорией опасности, а третий – с максимальной.

Сигнальные жилеты предназначены для повышения безопасности ведения работ в условиях недостаточной видимости, и изменение расположения светоотражающих полос, предусмотренного стандартом, недопустимо. Распо-

ложение горизонтальных накладок на уровне живота или груди может привести к частичному закрытию накладок руками или другими предметами при выполнении работ. Обеспечение работников дороги сигнальными жилетами с разным расположением световозвращающих полос должно быть согласовано со службой безопасности движения.

Самой практичной тканью для наших условий работы является ткань диагональ с плотностью 240 г/м². Но жилеты могут изготавливаться и из саржи, ткани плащевой «Ортон» и других тканей. Цвета ткани жилетов также могут быть разные – от желтого до ослепительно оранжевого или красного. Цвет ткани можно установить и утвердить для всех участников тендера при проведении двухступенчатых торгов. Также можно указать закрепление световозвращающих полос. Бывают настрачиваемые полосы и нанесенные методом горячего крепления (из термопленки). Использование жилетов со световозвращающими полосами, изготовленных из термопленки, еще не изучено.

Сигнальный жилет прослужит больше времени, если его изготавливать без боковых карманов. Нижняя пуговица жилета позволяет свободно проникать в карманы куртки, которая находится под жилетом. В этом случае горизонтальные световозвращающие полосы настрачиваются по всей длине без разрыва.

Жилеты со световозвращающими полосами должны использоваться и поставляться для работников, связанных с движением поездов. Для работников, не связанных с движением поездов (работники строительных специальностей, выполняющие погрузочно-разгрузочные работы, связанные с работой автотранспорта, и другие) могут поставляться сигнальные жилеты без световозвращающих полос. Нормативного документа на сигнальный жилет без световозвращающих полос на Украине нет, поэтому их необходимо изготавливать по требованиям ДСТУ 4050-2001.

Пример составления технических характеристик на приобретение сигнального жилета со световозвращающими полосами.

Сигнальный жилет со световозвращающими полосами изготавливается на основании требований ДСТУ 4050-2001. Ткань – диагональ ярко-оранжевого цвета поверхностной плотностью 240...285 г/м². Расположение световозвращающих полос по типу 2. Центральная бортовая застежка на пяти пуговицах диаметром 17...20 мм на четыре прокола Жилет без боковых карманов.

Костюм «Сварщик» (костюм мужской для защиты от искр и брызг расплавленного металла). На некоторые дороги поставляются костюмы «Сварщик», изготовленные по ГОСТ 12.4.045-92 [7]. Данные костюмы могут использоваться в металлургии потому, что они рассчитаны на защиту от теплового излучения, а не на защиту от искр и брызг расплавленного металла. Национального или межгосударственного стандарта на костюм «Сварщик», который необходим нам, нет. На Украине разработано ТУУ 00308779.001-2000 [15], которое можно указать в тендерной документации. В указанном техническом условии имеются различные варианты исполнения, поэтому в тендерной документации нужно сделать описание необходимого варианта.

Костюм должен быть изготовлен из ткани, имеющей специальную огнестойкую пропитку ОП. Брезент также может быть пропитан другими пропитками ПВ, ВО, СКПВ и не может быть использован для изготовления костюмов «Сварщик». Для сохранения защитных свойств костюм нельзя стирать. Удаление загрязнений органическими растворителями в машинах или установках химической чистки должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.169-85 [8]. Костюмы, которые используются на открытом воздухе или для сварки в местах с остатками воды или масла, быстро теряют защитные свойства и прогорают.

Многие страны для костюмов «Сварщик» используют легкие ткани, которые имеют стоимость, в несколько раз превышающую стоимость традиционной парусины, но имеют возможность многократного выполнения химической очистки без изменения защитных свойств ткани и повышенную огненную защиту. К сожалению, новые ткани еще недостаточно изучены. На дороге в этом году будет проведен эксперимент по использованию костюма «Сварщик» из молескина с накладками из спилка и перчаток из молескина.

Костюм «Сварщик» может иметь отдельные дополнительные элементы – наколенники, налокотники, двойные полочки. При необходимости их количество, размеры и расположение указывают в тендерной документации.

Пример составления технических характеристик на приобретение костюма «Сварщик» (без усилительных накладок в области колен, на локтевом срезе, двойных полочек).

Костюм «Сварщик» изготавливается на основании требований ГОСТ 29335-92. Костюм состоит из куртки и брюк. Куртка с внутренней

бортовой застежкой на 5 пуговиц (на четыре прокола, огнестойкие, диаметром 20...23 мм) с защитным клапаном, с втачными рукавами, отложным одинарным воротником, отверстиями для воздухообмена под проймами. В швах соединения частей полочек расположены карманы. Накладки из хлопчатобумажной ткани (фланель, бязь) настрачиваются на воротник и (молескин) и напульсники на центральную бортовую застежку. Спинка с кокеткой, переходящей на полочки, по линии настрачивания кокетки два вентиляционных отверстия. Рукава втачные, двухшовные с напульсниками из молескина, вентиляционными отверстиями в области подмышечных впадин. Спинка с кокеткой, переходящей на полочки, и отверстиями для воздухообмена по линии настрачивания кокетки. Брюки с откидывающейся передней частью, карманами в боковых швах. Передние половинки с цельнокроеным поясом, пристегивающимся к поясу задних половинок по линии боковых швов на петлю и пуговицу. Задние половинки с притачным поясом, застегивающимся спереди на петли и пуговицы. В области среднего шва – усилительные накладки – леи.

Ткань костюма – парусина полульняная поверхностной плотностью 500...560 г/м² с пропиткой ОП.

Зимняя спецодежда должна изготавливаться по ГОСТ 29335-92 [1], в котором не указаны требования к костюмам «Гудок», «Путеец», «Зима», «Энергетик», поэтому вместе с обозначением данного стандарта необходимо в тендерной документации указать описание модели костюма.

По опыту работы машинистом электровоза и на основании многолетних наблюдений за работой локомотивных бригад можно сделать вывод о том, что брюки и жилет ими не используются. Можно службам, совместно с Дорпрофсоюзом и службой охраны труда, рассмотреть вопрос замены в костюме «Гудок» утепленных брюк на костюмные и исключения жилета. Жилет можно включить в состав костюма «Путеец» для работников путевого хозяйства, которые длительное время находятся на открытом воздухе в морозы.

Верх зимней одежды должен изготавливаться из ткани хлопчатобумажной плащевой плотностью 258...270 г/м². В качестве утеплителя можно использовать ватин и ватин с синтепоном. Стандартом предусмотрен для утеплителя ватин холстопршивной хлопчатобумажный, ватин холстопршивной шерстяной и вата хлопчатобумажная. Ватин для наших климатических поясов может быть одно- и двухслойный.

Толщина, плотность, количество слоев, состав сырья ватина могут быть разными, поэтому их необходимо указать в тендерной документации. При использовании ватина с синтепоном используется синтепон № 2, при этом должен быть снаружи ватин не менее 1-го слоя. Крепление ватина выполняется со стороны подкладки строчками на расстоянии 10...12 см. [11]. Для подтверждения соответствия поставленного утеплителя условиям договора необходимо выборочно осмотреть утеплитель при проведении входного контроля. Также при входном контроле осматривается покррой. Количество стежков в стачном шве должно быть не менее трех на 1 см, в обметочном шве – 2,5 на 1 см. В тендерной документации обязательно необходимо указать тип костюма (А или Б).

Пример составления технического описания на приобретение костюма «Гудок».

Костюм «Гудок» изготавливается на основании требования ГОСТ 29335-92. Комплект состоит из куртки и брюк черного цвета с пристегивающейся утепляющей подстежкой и утепленного жилета. Куртка с центральной бортовой потайной застежкой на пяти пуговицах диаметром 20...23 мм, на четыре прокола, с ветрозащитным клапаном на притачном поясе, с пристегивающимся отложным воротником с утепляющей подкладкой, с накладными карманами с клапанами, спинка со швом и петлями по бокам нижней части для регулировки объема. Рукава двухшовные втачные с усилительными накладками на локтевом срезе и манжетами. Брюки с притачным поясом со шлевками, с застежкой впереди на пуговицы. На передних половинках накладной карман, усилительные накладки в области колен. Утепляющая подстежка состоит из куртки и брюк. Куртка утепляющей подстежки с внутренним карманом на левой полочке, с ветрозащитным клапаном, втачными рукавами. Воротник отложной из искусственного меха, с планкой потайной застежки для крепления к верхнему костюму. Брюки утепляющей подстежки с притачным расширенным поясом, с застежкой на пуговицах. На боковых швах нашита х/б тесьма для регулирования ширины брюк по обхвату ноги. Утепленный жилет с центральной бортовой застежкой на четыре петли и пуговицы.

Куртка и брюки из ткани хлопчатобумажной плащевой поверхностной плотностью 258...270 г/м² с ВО пропиткой. Утеплитель ватин двухслойный холстопршивной полушерстяной плотностью не менее 300 г/м². Суммарная толщина ватина не менее указанной ГОСТ 29335-92 для III пояса.

Пример составления технического описания на приобретение костюма «Путеец».

Костюм «Путеец» изготавливается на основании требования ГОСТ 29335-92. Комплект состоит из куртки и брюк черного цвета с пристегивающейся утепляющей подстежкой. Куртка с центральной бортовой потайной застежкой на пяти пуговицах диаметром 20...23 мм на четыре прокола, с ветрозащитным клапаном на притачном поясе, с пристегивающимся отложным воротником с утепляющей подкладкой, с накладными карманами с клапанами, спинка со швом, по линии талии стянута эластичной тесьмой. Рукава двухшовные втачные с усилительными накладками на локтевом срезе и напульсниками. Брюки с притачным поясом со шлевками, с застежкой впереди на пуговицы. На передних половинках накладной карман, усилительные накладки в области колен. Утепляющая подстежка состоит из куртки и брюк. Куртка утепляющей подстежки с внутренним карманом на левой полочке, с ветрозащитным клапаном, втачными рукавами. Воротник отложной из искусственного меха, с планкой потайной застежки для крепления к верхнему костюму. Брюки утепляющей подстежки с притачным расширенным поясом, с застежкой на пуговицах. На боковых швах нашита х/б тесьма для регулирования ширины брюк по обхвату ноги.

Куртка и брюки из ткани хлопчатобумажной плащевой поверхностной плотностью 258...270 г/м² с ВО пропиткой. Утеплитель ватин двухслойный холстопршивной хлопчатобумажный плотностью не менее 300 г/м². Суммарная толщина ватина не менее указанной ГОСТ 29335-92 для III пояса.

Пример составления технического описания на приобретение костюма «Энергетик».

Костюм «Энергетик» изготавливается на основании требования ГОСТ 29335-92. Костюм состоит из куртки, полукOMBинезона со съемной утепляющей подстежкой и съемного капюшона. Куртка с центральной бортовой потайной застежкой на пяти пуговицах диаметром 20...23 мм на четыре прокола, с ветрозащитным клапаном на притачном поясе, с пристегивающимся отложным воротником с утепляющей подкладкой, с накладными карманами с клапанами верхней части полочек и с внутренними карманами в рельефах, кокетками полочек и спинки сигнального цвета. Рукава двухшовные втачные с усилительными накладками на локтевом срезе и манжетами. Утепляющая подстежка куртки с воротником из искусственного меха. Утепляющая подкладка

брюк полукомбинезона с расширенным поясом и тесьмой по низу. Полукомбинезон с центральной бортовой застежкой на петлях и пуговицах, с усилительными накладками в области колен и двумя накладными объемными карманами с клапанами, по линии талии – эластичная тесьма и шлевки для ремня.

Куртка и комбинезон из ткани «Электра» поверхностной плотностью не менее 205 г/м². Вид отделки: антистатическая, водо-, масло-, грязеотталкивающая. Цвет: синий, черный. 100 % полиамидное волокно, разрывная нагрузка полоски ткани не менее 1000 Н на основе и 800 Н по утку. Устойчивость к воздействию открытого пламени не менее 15 с, устойчивость к воздействию температуры газовой среды до 300 °С не менее 300 с, устойчивость к контакту с нагретыми до 400 °С твердыми поверхностями не менее 7 с.

Утеплитель ватин двухслойный холстопршивной полушерстяной плотностью не менее 300 г/м². Суммарная толщина ватина не менее указанной ГОСТ 29335-92 для II пояса.

По всем характеристикам, указанным в тендерной документации, должны быть приведены характеристики в тендерных предложениях. Для подтверждения характеристик используемого материала должны быть представлены сертификаты качества изготовителей, санитарно-гигиенические заключения СЭС и другие документы, подтверждающие качество продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 29335-92. Костюмы мужские для защиты от пониженных температур. Технические условия.
2. ГОСТ 12807-88. Изделия швейные. Классификация стежков, строчек и швов.

3. ГОСТ 29122-91. Средства индивидуальной защиты. Требования к стежкам, строчкам и швам.
4. ГОСТ 12.4.031-84. Средства индивидуальной защиты. Определение сортности.
5. ГОСТ 10581-91. Изделия швейные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
6. ГОСТ 12.4.115-82. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты работающих. Общие требования к маркировке.
7. ГОСТ 12.4.045-92. Костюмы мужские для защиты от теплового излучения и конвективной теплоты для металлургов.
8. ГОСТ 12.4.169-85. Система стандартов безопасности труда. Общие требования к процессу химической чистки средств индивидуальной защиты.
9. ГОСТ 2.601-95. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.
10. ДСТУ 4050-2001. Спецодежда сигнальная. Жилеты. Технические условия.
11. Основы технологии поузловой обработки производственной одежды. – М.: Легкая индустрия, 1967.
12. Порядок приемки и контроля качества спецодевды, поступающей на предприятия железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1988.
13. Нормативно-правовой акт по охране труда НПА ОП 5.1.11-3.01-04 «Нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам железнодорожного транспорта Украины». Утвержден приказом Госназдорхрантруда Украины 21.01.2004 № 12.
14. Закон Украины «Про закупівлю товарів, робіт та послуг за державні кошти».
15. ТУУ 00308779.001-2000. Костюмы мужские для защиты сварщиков от искр и брызг расплавленного металла.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.

Г. І. ХІМІЧЕВА (Київський національний університет технологій та дизайну),
 М. Я. МУХАРОВСЬКИЙ (ДП «Укрметртестстандарт»),
 О. І. ГЛУХОВА (Центр сертифікації персоналу ДП «Укрметртестстандарт»)

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ TQM В ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНУ З СЕРТИФІКАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ

Розглянуто реалізацію принципів TQM в діяльності органу з сертифікації персоналу.

Рассмотрена реализация принципов TQM в деятельности органа по сертификации персонала.

Realization of the TQM principles in activity of organ on certification of personnel is considered in the article.

Забезпечення довіри до процесу сертифікації персоналу в сучасних умовах ринкової економіки є одним з пріоритетних напрямком діяльності органів, які здійснюють підтвердження компетентності. Гарантування неупередженості можливо досягти шляхом запровадження в органах з сертифікації персоналу систем управління у відповідності до вимог міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003 «Оцінювання відповідності. Загальні вимоги до органів, що здійснюють сертифікацію персоналу».

Аналіз вимог, які має виконати орган з сертифікації персоналу в ході доведення своєї технічної компетентності і незалежності на національному, європейському та міжнародному рівнях, свідчить про їх спорідненість. Ці вимоги кореспондуються з стандартами ISO серії 9000 версії 2000 р. та принципами TQM. Так, наприклад, вимога п. 4.4.1 міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003 «В органі з сертифікації повинна діяти система управління, документально оформлена, що охоплює усі вимоги цього стандарту та забезпечує ефективне застосування цих вимог» має такий коментар, викладений безпосередньо в стандарті: «документована система управління, що ґрунтується на ISO 9001, у якій враховані вимоги цього стандарту, буде задовольняти цю вимогу».

Таким чином, якщо орган з сертифікації персоналу ставить перед собою мету отримати повноваження діяти в Національній системі сертифікації УкрСЕПРО, успішно пройти процедуру акредитації на європейському рівні, стати членом міжнародних організацій (об'єднань) органів з сертифікації персоналу він повинен мати діючу документально оформлену систему управління якістю.

Як відомо, основу стандартів ISO серії 9000 версії 2000 р. складають принципи TQM. У роботі [1] продемонстровано як принципи TQM реалізуються в ДСТУ ISO 9001-2001. А в роботі [2] методом експертних оцінок було визначено наскільки цим принципам відповідають вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2000. Повністю відповідним цим принципам визнано стандарт ISO 9004:2000 (експертна оцінка – 1,0), як найбільш близький до ідеалу їх реалізації. Встановлено, що вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2000 містять усі вісім принципів та їх експертна оцінка коливається в діапазоні 0,7...0,9.

Авторами було проведено дослідження як принципи TQM реалізуються в міжнародному стандарті ISO/IEC 17024:2003. Результати дослідження наведено в таблиці.

Таблиця

Реалізація принципів TQM в ISO/IEC 17024:2003

Вимоги	Пункт ISO/IEC 17024:2003
Принцип 1 – орієнтація на замовника	
Наявність в процедурах ОСП вимог щодо дотримання критеріїв сертифікації, доступність сертифікаційних послуг	4.1.1
Наявність вимог незалежності та неупередженості, принципів етики органу сертифікації стосовно своїх замовників-процедури сертифікації не повинні обмежувати прав замовників	4.2.1 а
Баланс інтересів усіх зацікавлених сторін у Процедурному комітеті (Раді)	4.2.3

Вимоги	Пункт ISO/IEC 17024:2003
Наявність в політиці та процедурах органу з сертифікації положень щодо розгляду скарг та апеляцій, отриманих від замовників. Наявність вимог до незалежності та об'єктивності розгляду апеляцій і скарг	4.2.6
Наявність вимоги щодо неприпустимості обмеження сертифікації на підставі завищених фінансових або інших обмежуючих умов	4.3.5
Вимога до конфіденційності отриманої інформації	4.7
Наявність вимоги до усунення можливості конфлікту інтересів із замовником	5.2.2
Надання на запит замовника докладного опису про процес сертифікації	6.1.1
Видача сертифіката усім сертифікованим особам	6.3.2
Наявність вимоги щодо неупередженості при сертифікації на наступний термін	6.5.2
Принцип 2 – лідерство керівника	
Формулювання вищим керівництвом політики, що стосується дій ОСП при сертифікації персоналу	4.2.1. в) 2)
Вище керівництво повинно забезпечити реалізацію своєї політики і процедур	4.2.1. в) 4)
Повинно бути визначено керівництво – група (и) або окрема (і) особа (особи) – яке несе повну відповідальність за оцінку, сертифікацію і нагляд відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003, стандартів компетентності й інших нормативних документів, що застосовні	4.2.1. в) 1)
Повинно бути визначено керівництво – група (и) або окрема (і) особа (особи) – яке несе повну відповідальність за передачу повноважень комітетам або окремим особам для проведення визначеної діяльності від імені органу	4.2.1. в) 6)
Приймання рішення з сертифікації	4.2.1 в) 3), 6.3.1
Формування складу і затвердження Ради	4.2.3 4.2.1. в) 6)
Забезпечення фінансовими ресурсами, необхідними для роботи системи сертифікації і погашення відповідних витрат	4.2.4 а) 4.2.1 в) 5)
Формування штату органу сертифікації	4.2.7
Аналізування з боку керівництва	4.4.3
Принцип 3 – залучення працівників	
Передача повноважень комітетам або окремим особам для проведення визначеної діяльності від імені органу	4.2.1. в) 6)
Формування складу і затвердження Ради	4.2.3 4.2.1. в) 6)
Участь зацікавлених сторін у розробці політики і принципів системи сертифікації без переваги будь-якого окремого інтересу	4.2.2
Залучення штатного персоналу	5.1
Вибір та залучення екзаменаторів	5.2.1
Проведення навчання персоналу	5.1.3
Принцип 4 – процесний підхід	
Визначення процесів	4.1.2
Процес сертифікації	3.3.6 та 6
Планування і забезпечення ресурсами та інформацією, необхідними для реалізації процесів та управління ними	4.2.4 а) 4.3.3 4.2.1 в) 5)
Здійснення планування та затвердження процесів. Визначення процесу розроблення схем сертифікації і підтримки їх у робочому стані, включаючи аналіз та валідацію	4.3.2, 4.4, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5

Вимоги	Пункт ISO/IEC 17024:2003
Наявність критеріїв і методів оцінки здійснення та управління процесом сертифікації	4.1.3, 4.3.1, 4.3.4, 4.3.5
Оцінка методів прийому іспитів у кандидатів. Повинні бути визначені методологія і процедури (такі як збір і обробка статистичних даних) для підтвердження справедливості, обґрунтованості, надійності і загальної характеристики іспитів	4.3.6
Вжиття коригувальних та запобіжних дій за результатами аналізування процесів	4.4.3
Визначення методів і здійснення управління процесами, які здійснюють сторонні виконавці	4.2.4в), 4.2.7, 4.5
Принцип 5 – системний підхід до управління	
Визначення послідовності та взаємодії процесів	4
Повинна діяти система управління, що ґрунтується на ISO 9001, у якій враховані вимоги міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003	4.4
Принцип 6 – постійне поліпшення	
Необхідно управляти документацією, проводити внутрішній аудит й аналіз з боку керівництва, включаючи положення щодо постійного поліпшення	4.4.3
Підтримку в робочому стані схеми сертифікації	4.2.3 4.3
Проведення коригувальних дій	4.4.3
Проведення запобіжних дій	4.4.3
Принцип 7 – прийняття рішень на підставі фактів	
Рішення з сертифікації	6.3
Оцінка компетентності приймання персоналу	6.2
Оцінка методів прийому іспитів	4.3.6
Збір і обробка статистичних даних	4.3.6
Наявність зрозумілих критеріїв, на відповідність яким проводять оцінку компетентності персоналу	4.3.4
Для штатного і залученого персоналу повинні бути розроблені чіткі документовані інструкції	4.2.2, 5.1.3
Наявність даних про оцінку задоволеності замовників	4.2.6, 6.2.1б), 6.6
Записи повинні демонструвати, що процес сертифікації був ефективно проведений	4.6
Проведення аналізу з боку керівництва на основі зібраних фактичних даних	4.4.3
Принцип 8 – взаємовигідні стосунки з постачальниками	
Передача повноважень комітетам або окремим особам для проведення визначеної діяльності від імені органу	4.2.1. в) 6)
Затвердження курсів підготовки органом з сертифікації	4.3.5
Виконання робіт із субпідряду	4.5
Залучений позаштатний персонал та екзаменатори	5
Баланс інтересів усіх зацікавлених сторін у Процедурному комітеті (Раді)	4.2.3

Експертна оцінка відповідності вимог міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003 принципам TQM, проведена авторами, коливається в більш широкому діапазоні 0,4...0,9 ніж в [1].

На рис. 1 для ілюстрації відповідності принципам TQM вимог обох стандартів побудовано діаграми-павутини. Слід відмітити, що ступінь відповідності вимог ДСТУ ISO 9001-2001 та ISO/IEC 17024:2003 таким принципам TQM, як лідерство, залучення персоналу, системний підхід до менеджменту, прийняття рішень на основі фактів, була рівновисоко оцінена експертами. Вимоги ISO/IEC 17024:2003 більш слабо пов'язані з такими принципами TQM, як процесний підхід, орієнтація на споживача, постійне поліпшення, взаємовигідні стосунки з постачальниками.

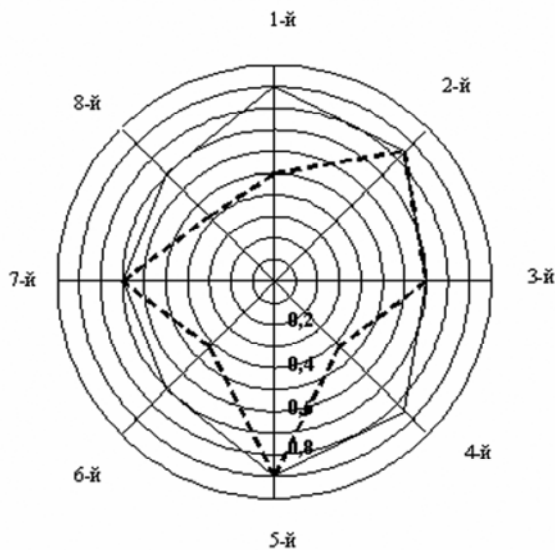


Рис. 1. Відповідність принципам TQM: вимог міжнародних стандартів ISO/IEC 17024:2003 (---) та ISO 9001:2000 (—)

Метод експертних оцінок було застосовано також для проведення порівняння вимог ДСТУ ISO 9001-2001 з вимогами міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003. Дослідження показало, що при порівнянні вимог ДСТУ ISO 9001-2001 та міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003 ступінь відповідності в середньому дорівнює 0,4, а вимог міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003 та ДСТУ ISO 9001-2001 – 0,6 (рис. 2).

Різниця у величині ступенів відповідності пояснюється різним числом пунктів цих стандартів, а також їх специфічними особливостями. Так, ДСТУ ISO 9001-2001 має універсальний характер, є позагалузевим, і згідно з розділом 0.4 «Сумісність з іншими системами» цього стандарту «дає змогу організації узгодити або інтегрувати свою систему управління якістю з відповідними вимогами до систем управління».

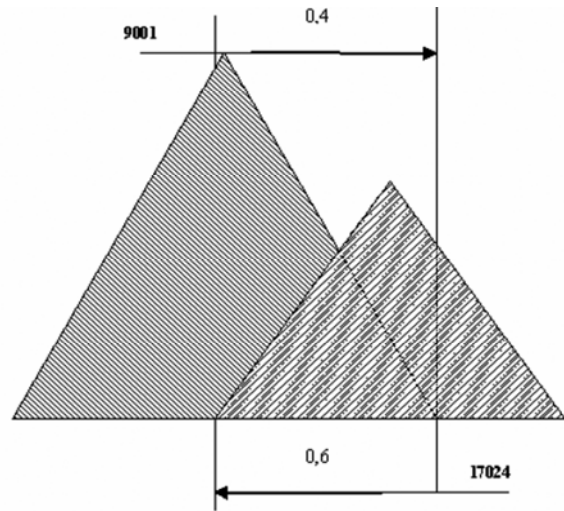


Рис. 2. Ступінь відповідності вимог міжнародних стандартів ISO/IEC 17024:2003 та ДСТУ ISO 9001-2001

Орган з сертифікації персоналу може адаптувати свою систему управління для створення системи управління якістю, яка відповідала б вимогам міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003. Навпаки, міжнародний стандарт ISO/IEC 17024:2003 встановлює вимоги до органів з сертифікації персоналу, який має спеціальні вимоги, включаючи створення системи сертифікації персоналу, розроблення та підтримку у робочому стані схеми сертифікації персоналу, системи управління, що ґрунтується на ISO 9001 та враховує вимоги цього міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003.

Таким чином, при порівнянні вимог ISO/IEC 17024:2003 та ДСТУ ISO 9001-2001 була виявлена їх сумісність та можливість формування на їх засадах інтегрованих вимог до діяльності органу з сертифікації персоналу. Вимоги міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003 можуть (зміст п. 4.4) і повинні бути поєднані з вимогами ДСТУ ISO 9001-2001 при створенні системи управління інтегрованої з системою управління якістю. При цьому вимоги ДСТУ ISO 9001-2001 охоплюють більш широку сферу діяльності органу з сертифікації персоналу у порівнянні з вимогами міжнародного стандарту ISO/IEC 17024:2003.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Шахов В. М. ISO 9000. Системы управления качеством: от идеи до воплощения: Монография / В. М. Шахов, А. Л. Голубенко, Р. В. Петренко. – Луганск: ОАО «ЛОТ», 2004. – 204 с.
2. Левшин Л. М. Формирование интегрированной системы менеджмента предприятия малого бизнеса / Л. М. Левшин, В. Н. Невзоров, А. С. Пчелинцева // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 4. – С. 14–20.

Надійшла до редколегії 20.04.2006.

Наукове видання

В І С Н И К

Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Випуск 13

Українською, російською та англійською мовами

Відповідальний за випуск *І. П. Корженевич*,
Комп'ютерна верстка *Я. І. Заїць*,
Коректори *Т. В. Щепоткіна*, *Т. В. Мацкевич*

Здано до набору 20.04.2006. Підписано до друку 10.05.2006. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Друк офсетний. Умов. друк. арк. 16,39.
Обл.-вид. арк. 17,33. Тираж 300 прим. Замовлення № 764. Видавн. № 60.

Видавництво Дніпропетровського національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна. ДК № 1315 від 31.03.2003