

– хранение контейнеров на охраняемых площадках и терминалах (предотвращение вмешательства третьих лиц);

– повышение качества технологии ремонта контейнеров.

Основные аспекты повышения качества технологии ремонта контейнеров:

– использование для ремонта настила пола древесины, которая соответствует по своим характеристикам ГОСТ и технической документации на контейнер, а также прошла обработку против грызунов и термитов [2];

– сохранение геометрии контейнера при проведении сварочных и правочных работ;

– соблюдение технологии сварочно-наплавочных работ;

– разработка мероприятий по защите от образования коррозии различных типов (нанесение защитных покрытий, включая полимерные).

Комплексные подходы по организации сохранности контейнерного оборудования позволят увеличить срок службы контейнеров, повысить транспортную безопасность при перевозке грузов, а также повысить востребованность контейнерных перевозок. В полной мере реализовать данные предложения возможно только при заинтересованности всех участников рынка контейнерных перевозок.

Список литературы

1 Коды неисправностей грузового контейнера [Электронный ресурс] // Контмастер. – Режим доступа : <https://kontejnerov.ru/uslugi-teo/poleznaya-informacziya/kody-neispravnostej-gruzovogo-kontejnera.html>. – Дата доступа : 16.09.2022.

2 ГОСТ 20259-80. Контейнеры универсальные. Общие технические условия. – Введ. 1982-01-01. – М. : Издательство стандартов, 2002. – 17 с.

УДК 629.463.62.002.7

АНАЛИЗ СИЛ В ЭЛЕМЕНТАХ УПРУГОГО КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ ПРИ ЭКСТРЕННОМ ТОРМОЖЕНИИ ПОЕЗДА НА УЧАСТКАХ ПУТИ С ПЕРЕМЕННЫМ ПРОФИЛЕМ

И. А. ВОРОЖУН, А. В. ВОРОЖУН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Размещение и крепление грузов на открытом подвижном составе регламентируется техническими документами. Для перевозки груза, способ размещения и крепления которого не предусмотрен техническими документами, грузоотправитель обязан разработать чертежи размещения и крепления груза, а также выполнить расчеты в соответствии с требованиями, изложенными в этих документах. Способы размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе, не предусмотренные техническими документами, должны подвергаться экспериментальной проверке: испытанию на соударение вагонов (ударным испытаниям), поездным испытаниям и опытным перевозкам. После проведения испытания на соударения вагоны подвергаются поездным испытаниям. Для быстрой остановки применяют экстренное торможение поезда. Существующая методика расчета крепления грузов учитывает не все факторы, действующие на груз при перевозке. Поэтому силы, действующие как на перевозимый груз, так и на элементы их крепления, могут быть определены с недостаточной степенью точности. При определении параметров креплений расчеты выполняют как для случая соударения вагонов, так и для экстренного торможения, причем чаще всего ограничиваются вариантом соударения вагонов. Однако при варианте экстренного торможения могут потребоваться более жесткие крепления, чтобы не допустить больших смещений при длительных торможениях.

Безопасная эксплуатация железнодорожного транспорта во многом зависит от уровня развития и технического состояния тормозного оборудования, являющегося одним из наиболее ответственных устройств подвижного состава. Эффективность тормозов оказывает влияние не только на безопасность движения, но и на провозную и пропускную способность железных дорог.

Для определения длины тормозного пути, времени торможения, а также изменения скорости движения в условиях торможения поезда на участках пути с переменным профилем широко применяется метод численного интегрирования, позволяющий учитывать фактическое состояние тормозного оборудования.

Типовая методика тяговых расчетов рассматривает поезд как материальную точку. Поэтому угол наклона пути α принимается одинаковым для всех единиц поезда. Однако при большой длине поезда уклон единиц поезда зависит от положения на участках пути. Учитывая малость угла α_i , принимаем $\sin \alpha_i \approx \alpha_i$. Тогда, если зависимость угла наклона пути от пройденного расстояния для локомотива имеет вид $\alpha_i = i(s)$, то для i -го вагона поезда она определяется соотношением

$$\alpha_i = i(s - \sum_{j=1}^{i-1} l_j - \frac{l_i}{2}).$$

Рассмотрен процесс торможения поезда, состоящего из локомотива, 15 вагонов и платформы, нагруженной четырьмя трубами в два яруса, находящихся на пути с переменным профилем.

Целью исследований является определение динамических сил, действующих на упругие элементы крепления труб к раме платформы, при экстренном торможении поезда на участках пути с переменным профилем.

Для проведения исследований важным этапом является выбор расчетной схемы, позволяющей оценить силы, действующие на единицы подвижного состава и перевозимого груза при торможении. Состав поезда представляет механическую систему со многими степенями свободы. Для исследований эту сложную систему заменим более простой расчетной схемой с ограниченным числом степеней свободы, но отражающей основные свойства исходной схемы и соответствующей поставленной цели.

В связи с этим при рассмотрении процесса торможения поезда, состоящего из локомотива и вагонов, представляющих собой платформы, нагруженные ярусами труб, целесообразно ввести следующие основные предпосылки и допущения:

- единицы подвижного состава считаются абсолютно твердыми телами;
- движение единиц подвижного состава рассматривается на участках с различными уклонами пути;
- зазоры в связях между единицами подвижного состава отсутствуют;
- трубы размещены на платформе симметрично относительно ее продольной и поперечной плоскостей симметрии;
- упругие элементы устройства крепления труб на платформе имеют линейные характеристики;
- массы локомотива, вагонов, платформы и труб сосредоточены в их центрах масс;
- центры масс всех труб и платформы перемещаются по параллельным прямым;
- вертикальными, а также угловыми перемещениями локомотива, вагонов, платформы и труб пренебрегаем.

Начало отсчета каждой из координат x_k ($k = 1, 2, \dots, n$), определяющих положение локомотива, вагонов, платформы и труб, соответствует их нахождению на рассматриваемом участке пути в начальный момент времени ($t = 0$) при недеформированных упругих элементах автосцепок.

Применение принципа Даламбера приводит к системе дифференциальных уравнений второго порядка, отражающих движение локомотива, вагонов, платформы и ярусов груза.

При создании математической модели поезда учитываем, что на каждую единицу подвижного состава действуют силы тяжести ($m_k g \alpha_i$), силы в упругих связях между единицами подвижного состава (R_k), силы основного сопротивления движению (S_k) и силы торможения (F_k).

Для выполнения расчетов в качестве начальных условий принимаем, что при $t = 0$:

$$x_1(0) = \dots x_k(0) = \dots x_n(0) = 0, \dot{x}_1(0) = \dots \dot{x}_k(0) = \dots \dot{x}_n(0) = v, \text{ м/с.}$$

Сила торможения локомотива (вагона) зависит от числа тормозных осей, расчетного нажатия тормозных колодок на ось, расчетного коэффициента трения тормозных колодок и определяется выражением

$$F = zP\varphi_{кр}.$$

При экстренном торможении поезда расчетное нажатие тормозных колодок на ось принимают:

- для шестиосного тепловоза – $P = 120000$ Н;
- для четырехосных груженых вагонов – $P = 70000$ Н.

Представленная математическая модель позволяет провести расчеты при различных способах продольного крепления ярусов труб на платформе. Все эти способы можно свести к двум основным:

- креплением труб всех ярусов непосредственно к платформе;
- креплением труб нижнего яруса к платформе, а труб каждого последующего яруса – к трубам предыдущего яруса (ярусное крепление).

Возможен также комбинированный способ продольного крепления ярусов труб, совмещающий оба способа, изложенные выше.

Для проведения исследований рассмотрен способ размещения четырех труб в два яруса и крепления всех ярусов непосредственно к раме платформы.

Расчеты проводились с применением программы MathCAD для экстренного торможения грузового поезда, движущегося по участкам пути с различной величиной уклонов, как на спусках, так и при подъемах.

В ходе расчетов определялись длина действительного тормозного пути, время торможения, силы в междувагонных связях и элементах упругого крепления труб, а также изменения скорости движения при различном расположении поезда на пути с переменным профилем. При этом варьировалась как величина уклонов участков пути, так и их длина.

Численное интегрирование уравнений системы проводилось для скорости 100 км/ч на момент начала торможения поезда.

Полученные в результате проведенных исследований данные свидетельствуют о том, что при экстренном торможении поезда динамические силы, действующие на элементы крепления труб к раме платформы, а также упругие элементы автосцепок вагонов значительно меньше полученных при исследовании вагонов на соударение. При этом смещение ярусов труб также оказывается меньшим.

Таким образом, при выборе параметров крепления труб на железнодорожной платформе следует использовать результаты, получаемые для случая соударения вагонов.

УДК 621.331, 621.311

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ, РИСКАМИ И НАДЕЖНОСТЬЮ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

М. А. ГАРАНИН, С. А. БЛИНКОВА

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Методология УРРАН определяется как управление ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла. Целью внедрения методологии УРРАН является повышение надежности и безопасности функционирования объектов железнодорожного транспорта на основе эффективной системы сбора, обработки данных и управления рисками и ресурсами на этапах жизненного цикла.

Хозяйство электрификации и электроснабжения одна из областей использования методологии УРРАН, при этом основная задача методологии УРРАН в хозяйстве электроснабжения выражается в увеличении жизненного цикла систем электроснабжения на основе оценки рисков при условии обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности и допустимого уровня безопасности перевозочного процесса [1].

1 Управление надежностью объектов электрификации и электроснабжения.

Надежность системы железнодорожного электроснабжения определяется как способность системы обеспечивать в расчетных режимах преобразование, распределение и передачу электрической энергии тяговым и нетяговым потребителям нормируемого качества и в требуемом количестве [2]. Оценка надежности осуществляется исходя из значений допустимых, проектных и фактических коэффициентов простоя. Допустимый коэффициент простоя определяется установленной величиной издержек, связанных с простоем поездов на время устранения отказа, а также затратами на само восстановление работоспособного состояния объектов электрификации и электроснабжения. Проектный коэффициент простоя находится на стадии проектирования объектов электрификации и электроснабжения, а фактический коэффициент простоя рассчитывают на стадии эксплуатации на основе обработки статистических данных об отказах за расчетный период.

В зависимости от значений допустимых, проектных и фактических коэффициентов простоя определяется тип сценария и соответствующие рекомендации для принятия решений.

2 Оценка рисков для контактной сети.

Отказом системы железнодорожного электроснабжения называется событие, заключающееся в отклонении напряжения выше или ниже допустимых значений по действующим нормам или при-