

Продольную нагрузку прикладывали по гармоническому закону (вид сигнала на блоке управления гидроцилиндра – синусоидальный).

Таким образом, эквивалентная нагрузка цикла составляет:

- максимальная сила растяжения – +445 кН;
- минимальная сила сжатия – 567 кН;
- амплитуда данного асимметричного цикла – 506 кН;
- коэффициент асимметрии цикла $R = -1,273$.

Параметры вертикальной вибрации при проведении испытаний определяются по результатам эксплуатационных измерений, данные о которых приведены в соответствующих отчетах. Испытательный уровень амплитуды ускорений от вертикальной вибрации определялся с ГОСТ 33787-2016 и равен $1,84 \text{ м/с}^2$. Суммарное время действия вертикальной вибрации за весь период испытаний – 103 часа (для срока службы 40 лет).

Вертикальная вибрация прикладывается одновременно с продольной нагрузкой. Вибрационная нагрузка прикладывается на протяжении периода действия продольной нагрузки. Число циклов испытательной амплитуды ускорений от вертикальной вибрации в одном цикле продольной нагрузки определяется отношением числа циклов вибрационной нагрузки за срок службы к числу циклов продольной нагрузки за срок службы.

По результатам испытаний был подтвержден назначенный ресурс БСУ и надежность в течение времени между плановыми ремонтами железнодорожного подвижного состава.

Список литературы

- 1 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог мпс колеи 1520 мм (несамоходных). – М. : ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 269 с.
- 2 РД 24.050.37.95. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества. – М. : ГосНИИВ, 1995. – 62 с.
- 3 ГОСТ 33787–2016. Оборудование железнодорожного подвижного состава. Испытания на удар и вибрацию. ВНИИММШ – ВНИКТИ. – 33 с.
- 4 Хакназаров, Е. Не все поезда одинаково безопасны / Е. Хакназаров // Фонтанка.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа : m.fontankaru/2016/08/29/103. – Дата доступа : 26.08.2019.
- 5 Методика проведения сокращенных ускоренных испытаний на усталость. ТМ ТИЦЖТ 062–2018. – ТИЦ ЖТ, 2018.

УДК 629.4.023.14

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СЪЕМНЫХ КУЗОВОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, П. А. ДАШУК, Н. А. ЯСЬКО
Белорусский государственный университет транспорта г. Гомель

Применение съемных кузовов получило широкую реализацию на европейских железных дорогах. Успешно эксплуатируются разработки компаний «Innofreight» и «WASCOSA». Основное преимущество съемных кузовов – это повышение востребованности вагона за счет расширения номенклатуры перевозимых грузов [1].

В частности, компания «WASCOSA» разработала съемные кузова полувагона, лесовоза, для перевозки автомобилей и т. д.

Широкий модельный ряд съемных кузовов на рынке представляет компания «Innofreight». Они разработали различные модификации кузовов увеличенной ширины с длиной 10, 20, 30 футов [1]. Кузов типа «хopper» имеет наклонные торцевые стены, центральный конек и разгрузочные люки расположенные в нижней части боковых стен. Кузов вагона-цистерны для перевозки жидких грузов имеет значительные уклоны в нижней части котла для полного слива груза. Также представлены съемные модули полувагонов, крытых вагонов и т. д. В зависимости от грузоподъемности съемные модули имеют от четырех до восьми нижних фитингов. В верхней части устанавливаются четыре фитинга для подъема кузова.

Для перевозки съемных кузовов применяются вагоны-платформы компании «Legios loco» с установленными на раме стационарными и поворотными контейнерными упорами. Несущая конструкция рамы выполнена без сквозной хребтовой балки для возможности установки модулей с по-

ниженной средней центральной частью кузова. Дополнительно на раме предусмотрена установка на болтах ограничителей продольных смещений кузова.

Съемный модуль компании «WASCOSA» представляет собой взятый за основу двадцатифутовый контейнер, устанавливаемый на фитинг-платформу габарита западноевропейских железных дорог. На сегодня существует два типа модулей: модуль для перевозки лесоматериалов и модуль крытого вагона.

Основным недостатком модулей, представленных данными компаниями, является не полная реализация в случае применения на железных дорогах стран СНГ за счет меньшего габарита.

В Российской Федерации применению съемных кузовов посвящен ряд работ, выполненных под руководством профессора Бороненко Ю. П. Модели съемных кузовов максимально полно реализуют возможности габарита подвижного состава. Разработаны различные варианты съемных кузовов цистерн, универсального крытого вагона, полувагона с глухим кузовом, универсальной платформы, лесовоза. Также предложено несколько конструктивных решений по креплению кузовов на раме платформы. Предложенные конструкции применяют типовые технические решения, что позволит быстро и безболезненно наладить их серийное производство.

Основными преимуществами данного типоразмерного ряда вагона являются полное использование габарита подвижного состава стран СНГ, большая устойчивость на платформе за счёт добавления спаренных фитиновых креплений, максимальная реализация под текущие потребности.

Недостатками представленного типоразмерного ряда являются невозможность складирования штабелированием на отдельных площадках, отсутствие в верхней части вагона фитингов для подъема модулей, отсутствие возможности подъема моделей вместе с грузом.

Объединённая вагонная компания (ОВК) разработала ряд съемных кузовов для перевозки их на сочлененной платформе. Основными модулями с погрузочной длиной 20 футов, предлагаемыми к использованию, являются крытые модули для перевозки зерна или минеральных удобрений, модуль полувагона и модуль для перевозки лесоматериалов. Модуль крытого типа представляет собой крытый модуль, имеющий загрузочные люки на крыше для загрузки сыпучих грузов разгрузка осуществляется через дверь, расположенную на торцевой стене. Модуль полувагона представляет собой глухондную конструкцию, которую при необходимости можно закрыть плоской крышей, используемой для защиты от атмосферных осадков, а также штабелирования их на отдельных площадках при невостробованности в перевозках.

Основным преимуществом данного типа съемных кузовов является использование стандартной портовой техники для проведения погрузочно-разгрузочных операций, возможность съема кузова вместе с грузом, погрузка и разгрузка без необходимости использования складских помещений, увеличенная грузоподъемность за счет использования трех тележек.

На базе БелГУТа были разработаны прототипы рамы для установки съемных кузовов и съемные кузова для перевозки разных видов грузов.

Рама платформы для съемных кузовов представляет собой видоизменённую раму универсального полувагона имеющую вырез в центре для размещения в нём универсального сливного устройства. Для усиления конструкции рамы были добавлены наклонные листы, расположенные на боку хребтовой балки. В верхней части рамы были добавлены накладки для увеличения опорной поверхности модулей большой грузоподъемности. На концевой балке предусмотрены пазы для более точной установки модулей на раме, а также обеспечивающие устойчивость модуля под действием динамических нагрузок. Основы крепления фитингов распложены на концевой и шкворневой балках.

Съемный кузов полувагона представляет собой взятый за основу кузов универсального полувагона с сохненными люками в полу, что позволяет использовать для разгрузки стандартные устройства, а также сохраняет возможность разгрузки вне путей. Съемный кузов вагона хоппера представляет собой кузов вагона-хоппера с удлиненной силовой конструкцией, которая позволяет увеличить опорную поверхность модуля. Съемный кузов цистерны для перевозки жидких грузов представляет собой котел, имеющий силовые конструкции на торцах для размещения его на платформе. Съемный кузов крытого вагона представляет собой взятый за основу кузов крытого вагона с дверями на боковой стене для осуществления погрузочно-разгрузочных операций. Кроме перечисленных конструктивных особенностей все модули имеют на своей торцевой стене две стойки для фиксации модуля на раме, а также для возможности штабелирования разного рода вагонов. Для осуществления операций по замене модулей предусмотрена установка фитиновых креплений в верхних точках каждого из модулей как в загруженном состоянии, так и в порожнем.

Основными преимуществами использования съемных кузовов данного типа являются полное использование габарита подвижного состава, возможность создания модулей без внесения особых изменений в технологические процессы создания уже существующих кузовов вагонов, использование для погрузочно-разгрузочных операций стандартных устройств и, как следствие, сохранение текущей инфраструктуры.

Список литературы

- 1 Бороненко, Ю. П. Перспективы внедрения вагонов со съемными кузовами увеличенной грузоподъемности / Ю. П. Бороненко, А. С. Даукша // Известия ПГУПС. – 2017. – С. 437–451.
- 2 Бороненко, Ю. П. Выбор конструктивных решений устройств крепления контейнеров и съемных кузовов на железнодорожных платформах / Ю. П. Бороненко, А. С. Даукша // Транспорт Российской Федерации. – № 3 (70). – 2017. – С. 29–32.
- 3 Кобылянский, В. В. Мультимодульная платформа оперативного перепрофилирования / В. В. Кобылянский, Е. В. Астахова, М. О. Фаткина // Вагоны и вагонное хозяйство. – № 1 (41). – 2015. – С. 35–37.
- 4 Сочлененные вагоны-платформы со съемными кузовами повысят эффективность перевозок / А. С. Кононенко [и др.] // Вагоны и вагонное хозяйство. – № 4 (56). – 2018. – С. 36–40.

УДК 629.4.02

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ НА НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

И. В. ПРИХОДЬКО, С. А. КОРИНЧУК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Проблема защиты от вибрации наиболее остро встала в связи со стремительным развитием механизации и автоматизации ряда производственных процессов, ростом скоростей на различных стационарных и транспортных установках, широким внедрением пневматического и электрифицированного инструмента, а также оборудования робототехники.

Вибрация – механические колебания, возникающие в упругих средах или телах, находящихся под воздействием переменных физических сил. Эти колебания могут передаваться по материальной среде как на оборудование, так и на тело человека.

Как известно, от многих современных видов оборудования и техники требуется высокая устойчивость к воздействиям внешних факторов окружающей среды, одним из которых является вибрация. Соответственно, в ходе производства и разработки изделия необходимо проводить испытания на воздействие этого фактора, то есть его вибродиагностику.

Проверка продукции на воздействие вибраций производится с помощью вибрационных установок. Помимо того, нередко работающее оборудование само может являться источником вибрации, и величина вибрационных параметров, таких как виброускорение, виброскорость и виброперемещение, определяется при помощи виброметров.

Настоящее исследование направлено на выявление конструктивных и технологических недостатков оборудования при вводе в эксплуатацию и дальнейшем использовании на железнодорожном подвижном составе, которые могут привести к повреждениям при воздействии различных видов вибрации и ударов. Такого рода испытания не используются для определения ресурса оборудования, однако условия проведения испытаний являются достаточными для обеспечения достаточной степени достоверности того, что оборудование отработает установленный срок службы в предусмотренных условиях эксплуатации.

Объект испытаний считается соответствующим требованиям в части стойкости к воздействию синусоидальной и случайной вибрации, а также удара, если в результате испытаний не возникает механических повреждений или ухудшения рабочих характеристик.

Испытания на вибрационное воздействие включают в себя:

- испытания на виброустойчивость;
- испытания на вибропрочность (длительные и кратковременные);
- испытания на удар.

Испытания оборудования на виброустойчивость и вибропрочность при воздействии случайной и синусоидальной вибрации, а также при ударе проводятся для подтверждения способности