

СЕКЦИЯ «МУЛЬТИФИЗИЧЕСКОЕ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

УДК 629.45

DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e697783e77.32032343

Д.Я. Антипин, А.М. Высоцкий, Е.В. Колчина*

(г. Брянск, Брянский государственный технический университет,
г. Екатеринбург, Уральский государственный университет путей сообщения*)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА РАМЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ САПР

Спрогнозирован ресурс несущей конструкции универсального вагона-платформы с использованием современных средств САПР. Прогнозирование выполнено с учетом динамической нагруженности вагона в эксплуатации.

With the use of modern CAD tools, the resource of the supporting structure of a universal platform car has been predicted. Prediction is made taking into account the dynamic loading of the car in operation.

Ключевые слова: вагон-платформа, ресурс, динамическая нагруженность, элементы САПР.

Keywords: platform car, resource, dynamic loading, CAD elements.

Интенсивный рост объема грузоперевозок по сети железных дорог Российской Федерации предъявляет особые требования к новому подвижному составу. Одно из требований – обеспечение высокого уровня универсальности, что является важным фактором с точки зрения стоимости жизненного цикла. Одним из аспектов, обеспечивающих снижение стоимости жизненного цикла, является уменьшение доли порожнего пробега в его общем объеме. Снижение может быть достигнуто путем обеспечения высокой универсальности подвижного состава. При этом при повышении универсальности вагона снижаются его технико-экономические показатели. Это связано с необходимостью размещения на вагоне значительного объема специального оборудования, обеспечивающего размещение и крепление груза. Сравнительный анализ существующих конструкций универсального грузового подвижного состава и их специализированных аналогов показал неоспоримое преимущество специализированного подвижного состава по сравнению с универсальным при перевозке конкретных типов груза.

Для решения подобной задачи предложена методика, предусматривающая создание универсальной платформы, максимально адаптированной для установки специального оборудования, предназначенного для перевозки конкретного типа груза. В рамках предлагаемой методики на вагон

устанавливается комплект съемного специального оборудования, соответствующего типу перевозимого груза. Конструкция вагона обеспечивает минимальную трудоемкость переоборудования вагона под конкретный тип груза. После оборудования характеристики вагона не уступают специализированным аналогам. При необходимости смены типа перевозимых грузов конструкция вагона, спроектированного в рамках предлагаемой методики, позволяет оперативно переоборудовать вагон под требуемый тип груза.

Проведенные исследования существующих конструкций показали, что наиболее универсальной базой для создания подобного подвижного состава является вагон-платформа для перевозки контейнеров.

В работе предложена конструкция универсального вагона-платформы приспособления для транспортировки колёсного и гусеничного транспорта, крупногабаритных грузов, контейнеров, стального проката, штучных, лесных и других грузов.

В основу созданной несущей системы вагона-платформы положена рама вагона модели 13-1281, представляющая собой пространственную сварную конструкцию переменного сечения с закреплённым на ней металлическим настилом пола.

Динамические нагрузки, воздействующие на конструкцию рамы вагона-платформы, определены на основе разработанных четырех вариантов твердотельной динамической модели с использованием программы «Универсальный механизм» [1,2]. В варианте загрузки вагона-платформы крупнотоннажными контейнерами они моделировались абсолютно твердыми телами и соединялись с моделью рамы посредством силовых контактных элементов, описывающих взаимодействие через фитинговые опоры (рис. 1) [3].

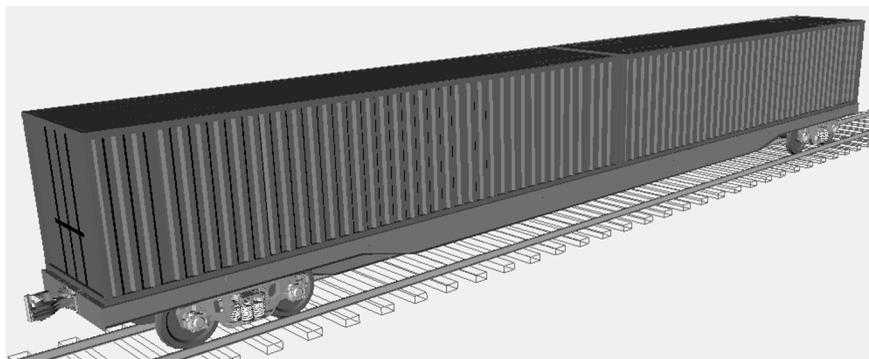


Рис.1. Твердотельная динамическая модель вагона-платформы

В варианте модели, перевозящей автопоезд, он представляется совокупностью двух абсолютно твердых тел, описывающих тягач и полуприцеп. Опираение полуприцепа на тягач через седельное устройство описывается шарнирным элементом. Взаимодействие автопоезда с рамой

вагона через пневмоколеса описывается специальными частотно зависимыми нелинейными упругими элементами [4].

Вариант модели вагона-платформы, перевозящего лес в хлыстах и трубы большого диаметра, предусматривает описание длинномерного груза совокупностью абсолютно твердых тел с описанием контактного взаимодействия единиц груза между собой и кузовом вагона специальными контактными элементами.

Расчет прочности несущей конструкции от нагрузок, полученных при твердотельном моделировании, а также специфических нагрузок, связанных с перевозкой конкретных типов груза, определяемых с учетом «Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов в открытом подвижном составе» производился в программном комплексе Femap 10.3 в динамической постановке. Для этого были разработаны детализированные пластинчатые конечноэлементные модели вагона-платформы (рис. 2.).

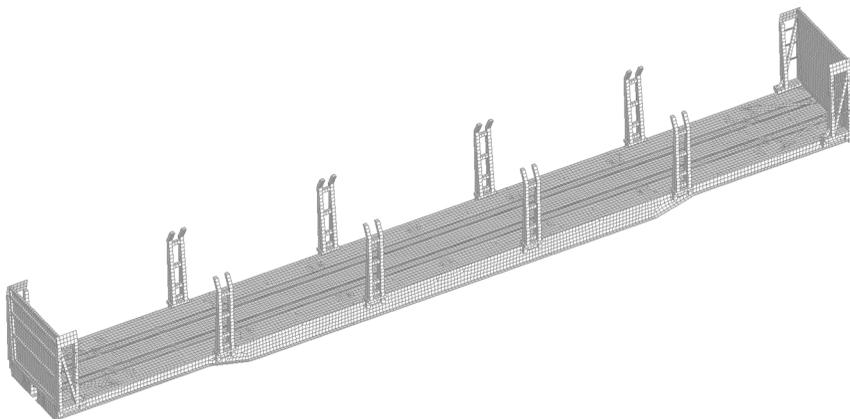


Рис.2. Пластинчатая конечноэлементная модель вагона-платформы

Достоверность полученных результатов подтверждена их сопоставлением с результатами аналитического расчета вагона-платформы как балки на двух опорах. Сравнение результатов показывает, что их различие не превышает 23%, что подтверждает их достоверность.

На основании разработанной модели были проведены многовариантные расчеты, позволившие обосновать выбор параметров несущей конструкции рамы вагона-платформы, обеспечивающей минимальный уровень действующих напряжений для всех рассматриваемых вариантов загрузки при минимальной массе тары.

Анализ усталостной долговечности рамы вагона-платформы на основе данных о ее динамической нагруженности в эксплуатации проводился на основе скорректированных зависимостей, рекомендуемых «Нормами».

Усталостная долговечность оценивалась по трем наиболее нагруженным сварным узлам [5]: узлу крепления лесных и трубных стоек к раме, узлу

приварки шкворневой балки к хребтовой и узлу изменения высоты хребтовой балки от меньшей к большей.

Расчеты показали, что наименьший срок службы в годах получен для узла приварки шкворневой балки к хребтовой. При этом наименьший расчётный срок службы сварного узла превышает его величины до первого деповского ремонта, что подтверждает работоспособность разработанной конструкции.

Список литературы

1. Антипин, Д.Я. Использование промышленных программных комплексов для исследования динамической нагруженности конструкций рельсового транспорта/ П.И. Шалупина, Д.Я. Антипин // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции. – Курск, 2015. – С. 342-345.

2. Мотянко, Т.А. Исследование динамической нагруженности верхней рамы кузова вагона-самосвала (думпкара)/ Т.А. Мотянко, Д.Я. Антипин, М.В. Мануева// Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 20-23.

3. Антипин, Д.Я. Влияние особенностей эксплуатации контрейлерных вагонов-платформ на усталостную долговечность их несущих конструкций/ Д.Я. Антипин, М.В. Мануева, А.Д. Ионкина// Современные инновации в науке и технике. сборник научных трудов 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск, 2017. – С. 19-21.

4. Кобищанов, В.В. Оценка влияния учета упругих свойств подвешивания автопоезда на динамические характеристики вагона-платформы для контрейлерных перевозок/ В.В. Кобищанов, Д.Я. Антипин, М.В. Мануева// Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 4 (52). – С. 179-185.

5. Антипин, Д.Я. Исследование влияния параметров сварных соединений подвижного состава на их усталостную долговечность/ Д.Я. Антипин, В.В. Кобищанов, А.М. Высоцкий// Повышение эффективности транспортных машин. – Брянск, 2017. – С. 183-190.

Материал поступил в редколлегию 11.10.18.

УДК 629.45

DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e697ac9566.77146180

О.И. Бондаренко, Д.Я. Антипин

(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ АВАРИЙНОМ ОПРОКИДЫВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ САПР

Предложена методика оценки безопасности пассажирского подвижного состава при аварийных опрокидываниях с использованием современных элементов САПР.