

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ПЛАТФОРМА С ПОВОРОТНЫМИ ПЛОЩАДКАМИ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ТКО

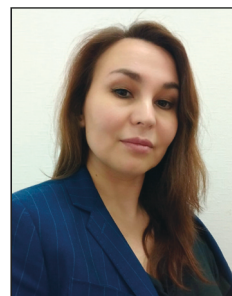
Представлена конструкция железнодорожной платформы с поворотными площадками, предназначенными для мультифтовой погрузки-выгрузки специализированного контейнера для ТКО. Выполнены исследования на статическую и усталостную прочность модели поворотной площадки с четырьмя фитингами. Приведены результаты расчета в SolidWorks Simulation поворотной площадки на усталостную прочность.

Ключевые слова: железнодорожная платформа, поворотная площадка, твердые коммунальные отходы (ТКО), расчеты на прочность

EDN: VXXOHM



А.Н. Балалаев



А.Н. Стародворская

В настоящее время серьезной проблемой, требующей безотлагательного решения, является проблема вывоза твердых коммунальных отходов (ТКО) из больших городов и доставка их на удаленные полигоны или места переработки и утилизации отходов. В Центральной России, где плотность населения максимальна, расстояния от больших городов до конечных пунктов доставки ТКО могут составлять от 300 до 500 км, что делает ТКО перспективным грузом для железнодорожного транспорта [1, с. 64].

Вопросы рентабельности транспортировки ТКО железнодорожным транспортом обсуждались в работах [2–4], где отмечалось, что эффективность перевозки ТКО возрастает с увеличением расстояния транспортировки и с повышением класса опасности груза. Также в работах [3;5] отмечалась необходимость разработки специальной тары, транспортных

и грузоподъемных средств для погрузки-выгрузки ТКО.

Специальная тара для ТКО и грузоподъемные средства для такой тары разработаны для автомобильного транспорта, поэтому адаптация их для железнодорожного транспорта, разработка специализированных железнодорожных средств погрузки-выгрузки, а также прочностной анализ для условий транспортировки являются актуальной задачей.

Целью данной работы является обоснование конструктивного исполнения железнодорожной платформы с поворотными площадками для погрузки-выгрузки контейнера для ТКО по критериям усталостной прочности.

Конструкция железнодорожной платформы с поворотными площадками, предназначенными для мультифтовой погрузки-выгрузки специализированного

Балалаев Анатолий Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Вагоны» Самарского государственного университета путей сообщения (СамГУПС). Область научных интересов: прочностные расчеты подвижного состава, компьютерное моделирование, промышленная теплоэнергетика. Автор 111 научных работ, в том числе семи монографий. Имеет 29 патентов на изобретения.

Стародворская Алла Николаевна, ведущий инженер Дирекции по эксплуатации зданий и сооружений Горьковской железной дороги. Область научных интересов: проектирование подвижного состава, перевозки твердых коммунальных отходов железнодорожным транспортом. Автор девяти научных работ, в том числе одной монографии. Имеет два патента на изобретения.

контейнера для ТКО, описана в [6] и представлена на рис. 1.

Железнодорожная платформа, рама 3 которой показана на рис. 1, содержит две поворотные площадки 2, каждая из которых способна осуществлять мультилифтовую погрузку или выгрузку специализированного контейнера для ТКО 1, поворачиваться на 90 градусов и может быть закреплена своими рамами 4 четырьмя фитингами 5 и зафиксирована фиксатором 6.

В процессе перевозки на поворотные площадки действуют силы тяжести и силы инерции от специализированных контейнеров с грузом ТКО. Наибольшие силы инерции наблюдаются при сцеплении локомотива с грузовым составом. Согласно ГОСТ 33211-2014, максимальная продольная сила, действующая на автосцепку при сцеплении локомотива с грузовым составом, имеет величину 3,5 МН [7, с. 4]. При такой силе соударения автосцепок поворотная площадка с загруженным специализированным контейнером общей массой 12800 кг, согласно расчетам по ГОСТ 33211-2014 [7, с. 5], испытывает продольную силу инерции 0,922 МН. Кроме того, поворотная площадка испытывает силу тяжести от специализированного контейнера, равную с учетом вертикальной динамической добавки 0,154 МН.

Модель поворотной площадки с четырьмя фитингами исследовалась на статическую прочность в программном комплексе SolidWorks Simulation. Расчет проводился по методу конечных элементов с помощью решающей программы Direct Sparse. Нагрузки в виде силы инерции и силы тяжести прилагались в исследовании в центре масс модели, включающей кроме поворотной площадки также модели специа-

лизированного контейнера и груза. Фиксированное закрепление модели задавалось для оснований фитингов. После получения эпюры распределения коэффициента запаса прочности проводилось зондирование эпюры по наиболее нагруженным деталям фитинга. На рис. 2 представлены результаты зондирования эпюры коэффициента запаса прочности по фиксатору фитинга.

Как видно на рис. 2, отчет, увеличенный с помощью экранной лупы, содержит значение минимального коэффициента запаса прочности фиксатора фитинга, равное 3,192.

Чтобы сделать вывод о достаточных прочностных характеристиках конструкции поворотной площадки, необходимо выполнить исследование усталостной прочности, используя результаты исследования на статическую прочность, как единичную нагрузку. Так как единичная нагрузка представляла собой соударение локомотива с грузовым составом при сцеплении автосцепок, то количество циклов нагружения в исследовании на усталостную прочность должно равняться числу таких сцеплений вагона за весь срок его службы. С учетом рабочего годового бюджета времени грузового вагона, средней продолжительности рейса при перевозке ТКО двое суток и предполагаемого срока службы вагона 32 года количество циклов было принято равным 4000.

На рис. 3 представлены результаты исследования модели поворотной площадки в программном комплексе SolidWorks Simulation на усталостную прочность.

Как видно на рис. 3, нижний край эпюры коэффициента нагрузки, увеличенный с помощью экранной лупы, содержит значение минимального коэффици-

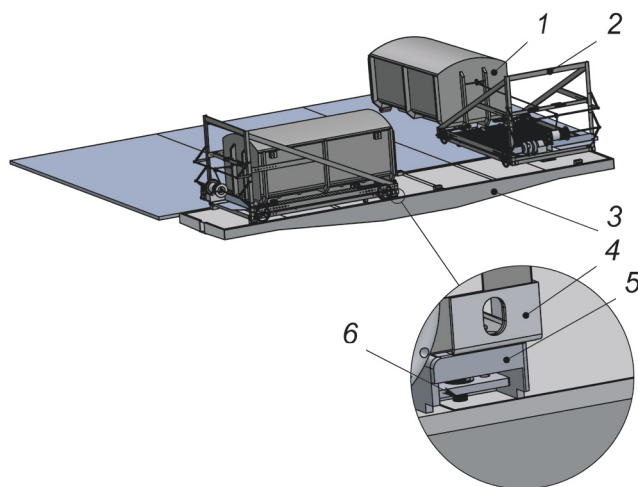


Рис. 1. Конструкция железнодорожной платформы с поворотными площадками: 1 – специализированный контейнер для ТКО; 2 – поворотная площадка; 3 – рама железнодорожной платформы; 4 – рама поворотной площадки; 5 – фитинг; 6 – фиксатор

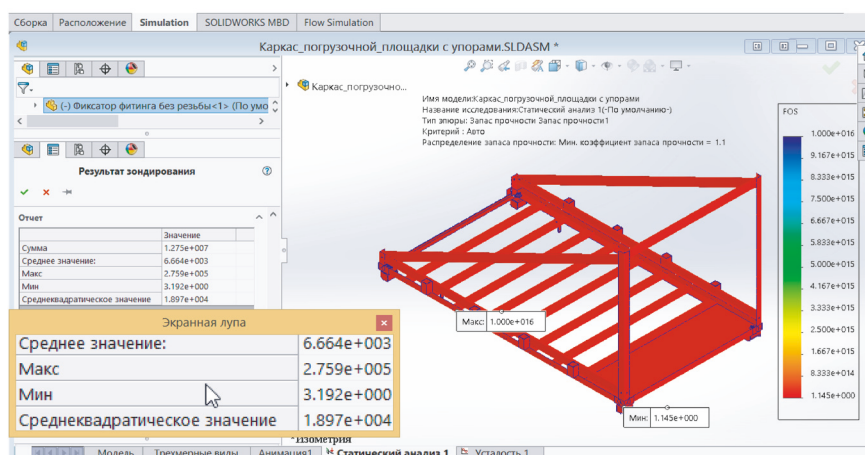


Рис. 2. Отчет о зондировании коэффициента эпюры запаса прочности по объекту «фиксатор фитинга» в SolidWorks Simulation

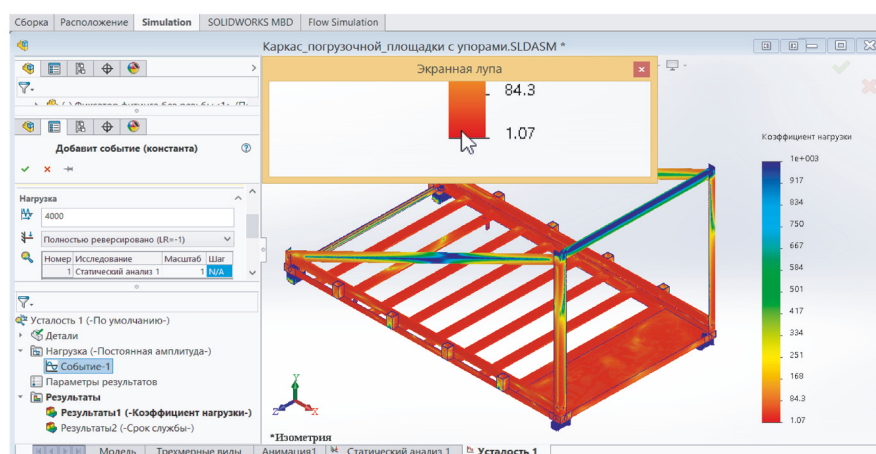


Рис. 3. Результаты исследования усталостной прочности модели поворотной площадки в SolidWorks Simulation

ента нагрузки модели поворотной площадки, равное 1,07, что говорит об отсутствии вероятности разрушения поворотной площадки в течение всего срока службы вагона.

Также было проведено зондирование эпюры коэффициента нагрузки по особо ответственным деталям поворотной площадки. На рис. 4 представлены результаты зондирования эпюры коэффициента нагрузки усталостной прочности по объекту «фиксатор фитинга».

Как видно на рис. 4, отчет, увеличенный с помощью экранной лупы, содержит значение минимального коэффициента нагрузки усталостной прочности фиксатора фитинга, равное 1,39, что говорит об отсут-

ствии вероятности разрушения фиксатора фитинга в течение всего срока службы вагона.

Таким образом, проведенные в SolidWorks Simulation исследования модели поворотной площадки с четырьмя фитингами на статическую и усталостную прочность позволили сделать вывод о достаточной прочности конструктивного исполнения железнодорожной платформы с поворотными площадками для погрузки-выгрузки специализированных контейнеров с ТКО по критерию коэффициента нагрузки усталостной прочности. В данном исполнении железнодорожная платформа длиной 13,4 м способна перевозить два специализированных контейнера, каждый из которых имеет массу брутто 10 т. 

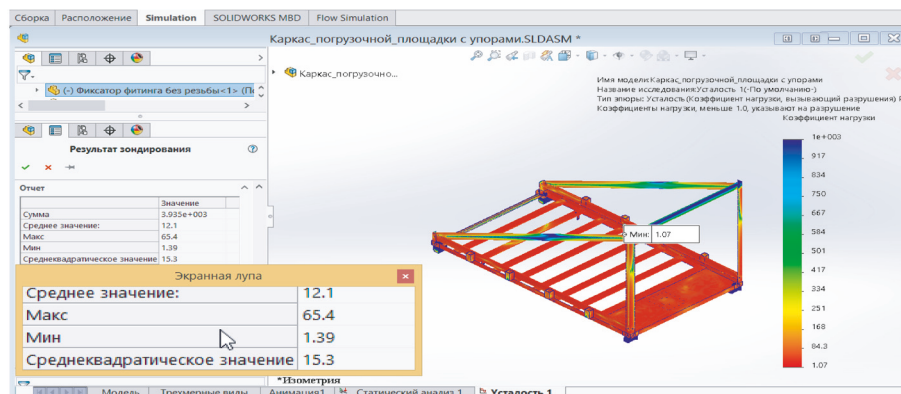


Рис. 4. Отчет о зондировании эпюры коэффициента нагрузки усталостной прочности по объекту «фиксатор фитинга»

Литература

1. Стародворская, А. Н. ТКО как груз для железнодорожного транспорта / А. Н. Стародворская. - Текст: непосредственный // Железнодорожный транспорт. - 2019. - №8. - С. 62 - 64.
2. Балалаев, А. Н. Подвижной состав для перевозки твердых коммунальных отходов / А. Н. Балалаев, А. Н. Стародворская. - Текст: непосредственный // Наука и образование транспорту: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. - Самара. - 2018. - Т1. - С. 7 - 10.
3. Стародворская, А. Н. Анализ грузовых вагонов и средств погрузки-выгрузки, как возможных транспортных и грузоподъемных средств для погрузки-выгрузки и перевозки прессованных грузов (отходов) / А.Н. Стародворская. - Текст: непосредственный / СамГУПС. - Самара, 2019. - 41 с. - Библиогр.: 79 назв. - Рус. - Деп. в ВИНТИ РАН 12.02.2019 - № 8 - В.- 2019.
4. Балалаев, А. Н. Оценка эффективности перевозки твердых коммунальных отходов железнодорожным транспортом / А. Н. Балалаев, А. Н. Стародворская, А. Н. Шмойлов. - Текст: непосредственный // Вестник транспорта Поволжья. - 2019. - № 1 (73). - С. 7 - 13.
5. Балалаев, А. Н. Разработка технических требований к таре и упаковке опасных грузов при транспортировке в крытых вагонах и контейнерах / А. Н. Балалаев, А. Н. Стародворская. - Текст: непосредственный // Наука и образование транспорту: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции. - Самара. - 2019. - Т. 1. - С. 8 - 11.
6. Патент на полезную модель № RU 204785. Российская Федерация, В61D 3/08, В61D 3/18, В61D 3/20. Железнодорожная платформа / А. Н. Балалаев, А. Н. Стародворская. - Заявка № 2021100226; Заявлено 11.01.2021; Опубликовано 10.06.2021; Приоритет 11.01.2021 // Изобретения. Полезные модели. - 2021. - №16. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48381973> (дата обращения: 18.07.2023). - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. - Текст : электронный.
7. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам = Freight wagons. Requirements to structural strength and dynamic qualities : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июня 2015 г. № 565-ст в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2016 г. : введен впервые : дата введения 2016-07-01 / разработан Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (ОАО «ВНИИЖТ»). - Москва: Стандартинформ, 2016. - 60 с. - Текст: непосредственный.