

лась в виде равномерно распределенной нагрузки по хребтовой и боковым балкам, а усилие распора сыпучего груза – в виде неравномерной распределенной нагрузки по боковой стене и равномерно распределенной – по торцевой стене. Продольная сила составляла при расчете на ударное воздействие 300 тс.

Расчет выполнялся методом конечных элементов (МКЭ). Для составления расчетной схемы кузова полувагона по МКЭ использовались стержневые и пластинчатые конечные элементы. Рассматривались три расчетные модели кузова полувагона с торцевыми стенами, подкрепленными:

- тремя горизонтальными поясами;
- тремя промежуточными стойками;
- поясами и стойками.

Расчеты, выполненные для рассматриваемых вариантов конструктивного исполнения торцевой стены, показали следующее.

В случае подкрепления торцевой стены тремя поясами расчетные напряжения превысили допускаемые по двум верхним горизонтальным поясам и обшивке торцевой стены. Наибольшая величина превышения имела место по среднему горизонтальному поясу.

При рассмотрении второго варианта – подкреплении торцевой стены тремя стойками – расчетные напряжения превысили допускаемые по следующим элементам торцевой стены: верхней обвязке, подкрепляющим стойкам и обшивке. Максимальные напряжения получены для промежуточных стоек. При этом уровень расчетных напряжений оказался ниже напряжений, полученных для первого варианта.

Расчет, выполненный для третьего варианта конструктивного исполнения торцевой стены, показал незначительное превышение уровня напряжений допускаемых по следующим элементам торцевой стены: верхней обвязке, нижнему горизонтальному поясу, подкрепляющим стойкам и обшивке. Наибольшие расчетные напряжения имели место для средней стойки.

Анализ результатов, полученных для рассматриваемых вариантов конструктивного исполнения торцевой стены, показывает, что наибольшие расчетные напряжения для элементов торцевой стены имеют место в случае ее подкрепления горизонтальными поясами, меньшие значения напряжений – при подкреплении стены стойками. В наибольшей степени прочность торцевой стены обеспечивается для комбинированного варианта исполнения торцевой стены – подкрепления ее стойками и поясами. Этот вариант позволяет обеспечить прочность конструкции стены при расчете на ударное воздействие за счет использования подкрепляющих элементов замкнутого трубчатого сечения с требуемыми геометрическими характеристиками.

УДК 629.463.65

РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛУВАГОНА С ХРЕБТОВОЙ БАЛКОЙ В КОНСОЛЬНЫХ ЧАСТЯХ

А. В. ПИГУНОВ, Д. Е. МАНДРИК, Д. В. СЕРГЕЕВА, Ю. Н. СТЕПАНЕЦ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Воронежские специалисты НПП «Технологический центр», имеющего статус инженерного центра «Воронежского акционерного самолетостроительного общества» (ВАСО), разработали полувагон, выполненный из алюминиевых сплавов со сниженной массой тары. При грузоподъемности 82 тонны он на 8 тонн легче стального, а значит, меньше затраты энергии на его перемещение. Объем кузова нового полувагона почти на 13 м³ больше традиционного полувагона.

Конструкция полувагона представляет интерес в связи с тем, что боковые и торцевые стены кузова бесстоечной конструкции. Для обеспечения их необходимой прочности применены крупногабаритные прессованные панели из алюминия с внутренними ребрами жесткости и замкнутым наружным контуром, что позволило отказаться от традиционных стоек, а необходимая высота стен обеспечивается набором из четырех данных панелей. Для стыковки боковых и торцовых стен применен профиль в виде уголка. Для усиления верха торцевой стены дополнительно установлен усиливающий пояс.

Для материала панелей стен применен алюминиевый сплав 6005. На ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» освоено их производство.

Конструкция рамы с хребтовой балкой только в консольных частях. Сразу за шкворневой балкой предусмотрены два раскоса, которые предназначены для передачи продольных нагрузок на всю несущую конструкцию кузова, распределяя ее между продольными элементами рамы, полом и стеновыми панелями. Боковые продольные балки рамы выполнены из профиля, имеющего поперечное сечение в виде швеллера. Для поддержания настила пола и придания кузову жесткости на участке между шкворневыми балками предусмотрена постановка девяти поперечных балок.

Для производства элементов рамы принят сплав 1915T1, который обладает необходимыми механическими характеристиками, а также хорошей свариваемостью.

По мнению специалистов ОАО «ВАСО» [1], традиционная конструкция кузова полувагона с мощной сквозной хребтовой балкой обладает множеством недостатков с точки зрения рационального распределения металла для обеспечения необходимой несущей способности кузова. Данная конструктивная схема не позволяет обшивке и конструкции рамы воспринимать весь комплекс нагрузок, в результате чего конструкция становится недостаточно эффективной, что вызывает повышение массы тары и, как следствие, значительно снижает грузоподъемность.

Для оценки преимуществ и выявления недостатков предложенной конструкции кузова полувагона были разработаны две расчетные конечно-элементные модели: одна полностью повторяющая конструкцию полувагона из алюминиевых сплавов (количество конечных элементов – 16274, узлов – 15763), вторая – с традиционной конструкцией боковой стены и рамой новой конструкции (количество конечных элементов – 15132, узлов – 14286). Для моделирования использовались два типа конечных элементов – плоские пластинчатые трех- и четырехугольные. Модели разработаны для проведения прочностных расчетов с применением пакета прикладных программ DSMFEM.

Планируется проведение прочностных расчетов в соответствии с современными требованиями «Норм...» на квазистатические нагрузки, а также на нагрузки, возникающие при ударе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Опытный полувагон с кузовом из алюминиевых сплавов / Саликов, В. А. [и др.] // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2006. – № 1 (5). – С. 9–11.

УДК 629.4.023.14

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КУЗОВА ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА КУЗОВ РЕМОНТНЫХ НАГРУЗОК

А. В. ПИГУНОВ, Н. Г. СЕНЬКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Цельнометаллический пассажирский вагон представляет собой дорогостоящую сложную цельнометаллическую конструкцию, основным элементом которой является кузов, определяющий срок службы вагона. Преобладающим видом разрушения кузова цельнометаллического вагона, не считая аварий и пожаров, является коррозия металла.

Длительные наблюдения за состоянием внутренних поверхностей кузовов пассажирских вагонов [1] позволили установить среднюю скорость коррозионных повреждений в эксплуатации различных участков конструкции.

В ходе обследования технического состояния кузовов пассажирских вагонов, проводимых сотрудниками лаборатории «ТТОРЕПС», и анализа ранее выполненных исследований были уточнены зоны участков с различной скоростью коррозионных процессов и разработана схема коррозионных повреждений кузова пассажирского вагона [2], позволяющая оценивать его остаточную несущую способность при помощи расчетной конечно-элементной модели.

Были выделены следующие зоны с различной скоростью протекания коррозионных процессов:

- пол;
- туалета;