

Учено, что сотовая панель изготовлена из материала, который имеет упруго-вязкие свойства. При этом коэффициент вязкого сопротивления материала должен находиться в диапазоне от 150 до 165 кН·с/м, а жесткость – от 500 до 520 кН/м.

Решение сформированной математической модели осуществлено в программном комплексе MathCad с использованием метода Рунге-Кутты. Результаты расчета показали, что использование сотовых панелей способствует уменьшению динамической нагруженности вагона по сравнению с типовой конструкцией почти на 25 %. При этом максимальные ускорения, действующие на несущую конструкцию полувагона с типовой рамой, составляют 0,38 м/с², а усовершенствованной – 0,29 м/с². С учетом угла крена железнодорожного паромы 12,2° общая величина ускорения, действующего на несущую конструкцию полувагона с типовой рамой, составляет 2,45 м/с² (0,25g), а усовершенствованной – 2,36 м/с² (0,24g). Данная величина крена рассчитана для случая статического действия ветра на надводную проекцию железнодорожного паромы с вагонами, которые размещены на верхней палубе.

На следующем этапе исследования проведено определение нагруженности несущей конструкции вагона при развороте железнодорожного паромы. Установлено, что составляющие центробежной силы, действующие на раму $F_x = 4,9$ кН; $F_y = 8,4$ кН.

Полученные величины нагрузок учтены при определении прочности несущей конструкции полувагона с сотовыми панелями. При этом закрепление вагона на палубе осуществляется через узлы закрепления, которые размещаются на шкворневых балках. Расчет на прочность проведен по методу конечных элементов в программном комплексе SolidWorks Simulation. Результаты расчета позволили установить, что максимальные эквивалентные напряжения возникают в шкворневой балке и составляют около 240 МПа, что ниже на 23 % от напряжений, возникающих в типовой конструкции шкворневой балки. Результаты расчета на прочность несущей конструкции полувагона при развороте железнодорожного паромы показали, что максимальные эквивалентные напряжения составляют около 185 МПа, т. е. прочность несущей конструкции обеспечивается [4, 5].

Проведенные исследования будут способствовать повышению безопасности и экологичности железнодорожно-паромных перевозок, а также эффективности их эксплуатации.

Список литературы

- 1 Сотников, Е. А. Железные дороги мира из XX в XXI век / Е. А. Сотников. – М. : Транспорт, 1993. – 200 с.
- 2 Lovska, A. A new fastener to ensure the reliability of a passenger coach car body on a railway ferry / A. Lovska, O. Fomin // Acta Polytechnica. – 2020. – Vol. 60, is. 6. – P. 478–485.
- 3 Dynamic load modelling within combined transport trains during transportation on a railway ferry / A. Lovska [et al.] // Applied Sciences. – 2020. – No. 10, 5710. – DOI:10.3390/app10165710.
- 4 ДСТУ 7598:2014. Вагоны вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). – Київ, 2015. – 162 с.
- 5 ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. – М., 2016. – 54 с.

УДК 629.4.046:629.463

ЕВРОПЕЙСКИЕ КОНСТРУКЦИИ СЪЕМНЫХ КУЗОВОВ

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, П. А. ДАШУК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Применение съемных кузовов позволяет с максимальной эффективностью эксплуатировать вагоны в течение срока службы. В европейских странах они получили достаточно широкое применение в сочетании с платформами для их перевозки.

Разработка концепции применения съемных кузовов позволяет адаптировать вагоны для перевозки различных по свойствам грузов: сыпучих, жидких, скатывающихся и др. Ее реализация дает возможность постоянно эксплуатировать вагоны, заменяя съемные кузова в зависимости от сезонных потребностей в перевозках тех или иных грузов.

Компания «Wascosa» разработала систему применения съемных кузовов, которая получила название «Wascosa flex freight system». Она включает в себя облегченные 60-, 54-, 52-, 48- или 45-футовые платформы для перевозки контейнеров с дополнительными упорами для крепления съемных кузовов

вов. Масса тары перечисленных вагонов находится в диапазоне от 17,4 до 16,0 т [1]. Вторым неотъемлемым элементом системы является съемный кузов.

Для установки на перечисленные платформы был разработан ряд конструкций съемных кузовов увеличенной вместимости по сравнению с контейнерами. В частности, для перевозки широкой номенклатуры грузов предназначен съемный кузов с погрузочным объемом 85,7 м³ оснащенный двухстворчатыми дверями в боковых стенах.

Бельгийский концерн Van Hool и BASF [2] совместно разработали новые типы контейнероцистерн для железнодорожного транспорта. Контейнеры-цистерны имеют длину 45 футов (13,7 м при объеме 53 м³ или 63 м³) и 52 фута (15,8 м при объеме 73 м³) грузоподъемностью от 66 до 67 тонн.

Перевозка лесоматериалов предусмотрена в съемных кузовах-лесовозах.

Много интересных конструктивных решений, направленных на реализацию концепции применения съемных кузовов, разработала австрийская компания «Innofreight» [3].

Часть конструкций съемных кузовов напоминают по конструкции контейнеры. Кузова с открытым верхом типа MonTainer / WoodTainer предназначены для перевозки широкой номенклатуры сыпучих грузов, таких как древесная щепа, уголь, кокс, руда и др. Перечисленные грузы имеют различную плотность. Поэтому компания разработала большой типоразмерный ряд кузовов. Они группируются в зависимости от размеров поперечного сечения. Наибольшее поперечное сечение имеют кузова типа XXXL с шириной 3500 мм и высотой 3150 мм. Наименьшие размеры поперечного сечения имеют кузова типа LM с шириной 2550 мм и высотой 2100 мм. Размеры кузовов двух промежуточные группы увеличиваются как по ширине, так и по высоте по сравнению с типом LM. Погрузочная длина кузовов также различная и составляет 11, 13, 20 и 25 футов.

Все приведенные выше типы кузовов цельнометаллические. Они оснащены четырьмя верхними и четырьмя нижними фитингами. Особенностью конструкции данных кузовов, является то, что каркас, который образован вертикальными угловыми и горизонтальными продольными и поперечными балками, расположенными снизу и сверху кузова, установленными на ширине 2550 мм (наружная ширина) для возможности закрепления на платформе-носителе (по ширине кузова типа LM).

Увеличение ширины кузовов других типов достигается за счет выпуклости обшивки боковых стен наружу кузова. При этом угол наклона изгиба обшивки по отношению к горизонту нижней части меньше, чем в верхней. Обшивка торцевых стен гофрированная. В средней части рамы предусмотрены проемы для возможности подъема кузовов вилочными погрузчиками.

Для перевозки сыпучих грузов разработаны конструкции съемных кузовов, аналогичных кузовам вагонов-хопперов. Они имеют наклонные торцевые стены, а также продольный и поперечный конек, четыре разгрузочных люка (по две на сторону). Обозначаются как RockTainer ORE и имеют объем кузова 47 м³ и погрузочную длину 30 и 40 футов соответственно.

Для жидких грузов разработаны съемные кузова цистерн. Одна из модификаций названа SlurryTainer, предназначена для перевозки сырья полиграфической промышленности. Длина кузова составляет 30 футов. В консольных частях располагаются две полурамы, которые совместно с котлом образуют цельнонесущую конструкцию. Каркас полурамы выполнен из труб прямоугольного сечения. Он состоит из вертикального шестиугольного контура, на стойках которого в верхней части расположены два фитинга. На нижних продольных горизонтальных балках предусмотрены четыре опорных места для установки на контейнерные упоры платформы. Котел имеет переменное сечение. В середине оно максимальное и уменьшается к консолям таким образом, что образует значительный уклон его нижней части к месту слива.

Наибольшей эффективности применение съемных кузовов достигается в сочетании со специально разработанными конструкциями платформ. Семейство платформ для перевозки съемных кузовов, под названием InnoWaggon, представляют из себя сцеп из двух вагонов с погрузочной суммарной длиной 60, 80 и 90 футов. Масса тары одного вагона, входящего в сцеп, изменяется в диапазоне от 14,1 до 14,95 т.

Список литературы

- 1 WAGON FLEETS: Freight wagon [Электронный ресурс] : интернет-портал. Швейцария. – Люцерн. – Режим доступа : <https://www.wascosa.ch/en/wagon-fleets/our-fleet>. – Дата доступа : 25.09.2021.
- 2 NEWS: Freight wagon [Электронный ресурс] : интернет-портал. Бельгия. – Лир. – Режим доступа : <https://www.vanhool.be/en/news/van-hool-builds-482-tank-containers-for-basf>. – Дата доступа : 29.09.2021.
- 3 WAGON FLEETS Freight wagon [Электронный ресурс] : интернет-портал. Австрия. – Брукк-ан-дер-Мур. – Режим доступа : <https://www.innofreight.com/en/>. – Дата доступа : 23.09.2021.