

В настоящее время идет насыщение вагонного парка вагонами нового поколения с осевой нагрузкой 25 т, разрабатываются конструкции вагонов для осевой нагрузки 27 т.

При проведении плановых видов ремонта из 14 крышек люков как минимум две крышки люка подлежат замене, а в среднем 4–5 требуют большого объема ремонтных работ. Для этого их снимают с вагона и направляют в специальное отделение ремонтного предприятия.

Основными неисправностями крышек люков являются прогибы и деформации, обрыв сварных швов, коррозионные повреждения и т. д.

Крышки разгрузочных люков должны иметь одинаковые размеры, быть оснащенными тремя типовыми петлями и двумя запорными кронштейнами для крепления на кузове. Каждая крышка состоит из металлического гофрированного листа толщиной 5 мм, в задней части которого имеется загиб. Снизу лист подкреплен каркасом. Он образуется двумя боковыми, передней и средней обвязками и задним усилением, выполненными из гнутых швеллеров.

Петли крепятся к заднему усилению каркаса и листу обшивки заклепками диаметром 16 мм или ШОГ-соединениями. Шарнирное соединение крышки люка с хребтовой балкой осуществляется за счет того, что петли входят в державки петель, расположенные на хребтовой балке, и соединяются между собой валиками. Кронштейны запорного устройства приварены к крышке люка со стороны передней обвязки.

В соответствии с требованиями [1] крышка люка полувагона должна быть спроектирована таким образом, чтобы выдерживать равномерно распределенную по площади нагрузку от веса перевозимого груза, сосредоточенную в центре крышки на участке 25×25 см.

Для оценки прочности крышки люка разработана конечноэлементная модель, состоящая из двух типов конечных элементов: плоских пластинчатых 3- и 4-угольных. Параметры расчетной модели следующие: количество узлов – 34369, количество конечных элементов – 33193. Допускаемые напряжения для III расчетного режима принимаем равными $[\sigma] = 220$ МПа.

После проведения прочностного расчета на действие распределенной нагрузки были определены расчетные напряжения для всех конечных элементов металлоконструкции. Наибольший уровень напряжений возникает в задней части крышки в местах установки крайних петель. Их величина на 50 % превышает допускаемые.

При воздействии сосредоточенной в центре крышки нагрузки наибольший уровень напряжений наблюдается в середине средней обвязки и составляет 440 МПа. Также высокий уровень напряжений наблюдается в районе примыкания средней обвязки к боковым обвязкам и в районе крайних петель.

Выполненные расчеты показывают, что наиболее неблагоприятным является случай приложения к конструкции сосредоточенной нагрузки. Вместе с тем расчетные напряжения превышают допускаемые и при расчете на распределенную нагрузку.

Список литературы

1 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колес 1520 мм (несамоходных). – М. : ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

УДК 629.4.023.14

СНИЖЕНИЕ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ РАМЫ ПЛАТФОРМЫ

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, О. В. КАЛЮКО, А. В. НАГИБИНА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Развитие железнодорожного транспорта предполагает повышение эффективности использования подвижного состава, в том числе грузовых вагонов. Производительность грузовых вагонов возможно повысить за счет снижения тары вагонов, что позволит в рамках существующей осевой нагрузки повысить их грузоподъемность.

Существует ряд путей, позволяющих снизить тару вагона. Один из путей – применение новых более легких алюминиевых сплавов в несущей конструкции кузова. Опыт производства вагонов из

алюминия имелся в Советском Союзе. Были спроектированы и построены универсальные крытые вагоны и полувагоны из сплава АМг 6. В последние годы применение алюминия реализовано в ряде опытных конструкций вагонов-хопперов. Однако широкое применение алюминия сдерживается следующими факторами:

- 1) стоимость алюминиевых сплавов выше стоимости стали;
- 2) нет эффективного решения проблемы изоляции стальных конструктивных элементов от алюминиевых;
- 3) ремонт металлоконструкций кузовов, выполненных из алюминия, требует освоения новых технологий.

Следующий путь снижения тары вагона – применение высокопрочной стали. Однако ее применение влечет ряд проблем по обеспечению необходимого уровня усталостной долговечности.

Применение традиционных материалов в конструкциях кузовов вагонов заставляет искать новые технические решения, позволяющие снизить металлоемкость конструкции. Компания Nögmann Vehicle Engineering разработала в рамках проекта «5L Next» конструкцию облегченной рамы платформы. Она собирается из трех частей: двух концевых и средней (рисунок 1) [1]. Концевые части сварной конструкции, каждая из которых состоит из поперечных концевой 1 и шкворневой 2 балок. Отрезок хребтовой балки 3 длиной приблизительно 1/3 консольной части примыкает к концевой балке и затем разделяется на два раскоса 4, которые расходятся к боковым балкам 5 в места соединения их с шкворневой. Дополнительно данный узел усиливают раскосы 6, отходящие в противоположную сторону к местам соединения боковых и концевых балок.



Рисунок 1 – Рама платформы проекта «5L Next»: а – концевая сварная и средняя части; б – фрагмент средней части с поперечными балками рамы

Снижение массы тары достигнуто за счет особенностей конструкции средней части. Она выполнена без сквозной хребтовой балки. Боковые балки представляют собой ферму переменной высоты с максимальной высотой в средней части рамы, которая уменьшается к концевым частям. Силовые элементы фермы собраны из гнутых швеллеров 8 с отверстиями для облегчения конструкции, которые соединяются при помощи болтов и заклепок. Места соединения горизонтальных и наклонных элементов усилены фигурными накладками 9.

На боковых продольных балках рамы устанавливаются откидные контейнерные упоры 10, которые усиливаются пятью поперечными балками. Верхний пояс балки имеет горизонтальную поверхность 11, а для связи с нижним поясом боковой балки от их середины расходятся в обе стороны наклонные подкосы 12.

Оценка возможности применения технических решений, реализованных европейскими вагоностроителями применительно к нашим конструкциям платформ возможна после оценки прочности. Для этого разработан вариант конструктивного исполнения средней части хребтовой балки рамы платформы на основе конструкции универсальной платформы модели 13-401. В средней части хребтовой балки вместо вертикальной стенки двутавра № 60 предусмотрена установка замкнутых квадратных профилей сечением 80×80×4 мм. Они располагаются под углом 60° и образуют ферму (рисунок 2).

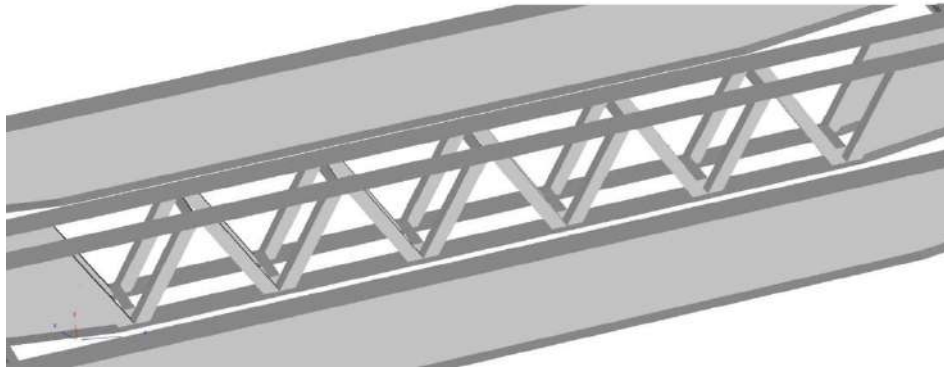


Рисунок 2 – Конструктивное исполнение средней части хребтовой балки

С целью оценки прочности конструкции была разработана расчетная конечно-элементная модель рамы вагона-платформы. Построение модели осуществлялось для реализации расчетов в программном пакете DSMfem. Для построения модели использовались два типа конечных элементов: плоские пластинчатые 3- и 4-угольные.

Расчет выполнялся на действие продольной сжимающей и растягивающей нагрузок величиной 2,5 МН и 2,0 МН с учетом собственного веса и вертикальной нагрузки от перевозимого груза [2]. Материал – сталь 09Г2С с пределом текучести 345 МПа.

При воздействии на конструкцию сжимающей нагрузки у типовой конструкции максимальный уровень напряжений не превышает 82 % от допускаемых. В элементах хребтовой балки максимальный уровень напряжений наблюдается в верхнем горизонтальном листе двутавра и составляет 210 МПа. Модифицированная конструкция имеет более высокий уровень расчетных напряжений. Так, в трубчатых наклонных элементах фермы уровень расчетных напряжений составляет 248 МПа, а в верхнем горизонтальном листе – 339 МПа.

Действие растягивающей нагрузки изменяет картину распределения напряжений. Максимальный уровень расчетных напряжений у типовой конструкции не превышает 81 % от допускаемых. Наибольший уровень напряжений в хребтовой балке наблюдается у элементов вертикального листа в районе примыкания к нижней горизонтальной полке и составляет 169 МПа. В модернизированной конструкции уровень напряжений в раскосах фермы составляет 178 МПа, а в нижнем горизонтальном листе – 164 МПа.

Масса тары модернизированной конструкции платформы снизилась по сравнению с типовой на 3,8 %, а уровень напряжений, особенно в верхнем горизонтальном листе, вырос на 61 %. Отсюда можно сделать вывод, что необходимо усиление верхнего горизонтального листа. Это в свою очередь практически нивелирует полученное снижение массы. Возможно, в дальнейшем нужно рассматривать применение не замкнутых профилей, а открытых в виде швеллера для раскосов и горизонтальных листов швеллера.

Список литературы

1 **Негрей, В. Я.** Европейские модульные платформы для перевозки сменных и съемных кузовов / В. Я. Негрей, К. А. Бочков, А. В. Пигунов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2022. – № 2 – С. 64–68.

2 ГОСТ 33211–2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. – Введ. 2016-07-01 – М. : Стандартинформ, 2016. – 54 с.

УДК 625.032.3

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОС КОЛЕС ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, О. В. КАЛЮКО, А. В. НАГИБИНА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Парк грузовых вагонов составляют вагоны различных типов полувагоны, универсальные платформы, универсальные крытые, платформы для перевозки леса и контейнеров, хопперы для перевозки зерна, цемента, минеральных удобрений и др. В свою очередь каждый тип вагонов представ-