

8. Для решения такой важной технико-экономической проблемы необходимо в кратчайший срок провести перевооружение (переоснащение) технологической базы ремонтных предприятий и, самое главное, изменить подход к обновлению тепловозного парка дорог и промтранспорта, предложив операторам тяги в «салоне тепловозов» модернизированные универсальные локомотивы покупать, брать в аренду, приобретать по лизингу с последующим их сервисным обслуживанием со стороны «салона».

9. Невозможность работы тепловозоремонтных заводов с железными дорогами и промтранспортом по старой схеме: «передача локомотива на модернизацию — модернизация — полная оплата — передача локомотива заказчику» обусловлена банальной причиной — отсутствием у заказчика денежных средств. Денежных средств нет и у тепловозоремонтных предприятий. Такие

денежные средства будут у «салона тепловозов» за счет их финансирования сравнительно дешевыми кредитами из специальных фондов, созданных отечественными и зарубежными инвесторами.

10. Такой нетрадиционный подход к обновлению тепловозного парка является на наш взгляд наиболее реалистичным. Он сужает рамки модернизации фактически до двух типов локомотивов и перекладывает финансирование модернизации парка на плечи «салона тепловозов», который на основании анализа потребностей операторов тяги и будет формировать заказы для тепловозоремонтных предприятий с последующей оплатой модернизации через фонды. Возврат же фондовых денег с прибылью — через аренду, лизинг, продажу модернизированных локомотивов операторам тяги.

*Д-р техн. наук, профессор
Н. В. Панасенко*

Ресурсозбереження

ІНОВАЦІЙНИЙ ВАГОН

УДК 629.463

*Кебал И. Ю., аспирант,
Днепропетровский национальный
университет железнодорожного
транспорта имени академика В. Лазаряна
(Днепропетровск, Украина)*

СНИЖЕНИЕ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ПОЛУВАГОНА ПОВЫШЕНИЕМ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КУЗОВА

Ключевые слова: *металлоёмкость, полувагон, кузов, настил пола, прочность.*

Введение и постановка проблемы

На сегодня, железная дорога остается одним из самых экономически-развитым видом транспорта, как во всем мире, так и в Украине. Железнодорожный транспорт выполняет больше отгрузок и, соответственно, перевозок всех видов продукции, тем самым, обеспечивая выполнение стратегических планов

государства. Вместе с этим, для успешного развития железнодорожного транспорта, то есть для роста объемов перевозок необходимо повысить уровень безопасности движения поездов. Последняя, является главным фактором для обеспечения устойчивого экономического роста железнодорожной отрасли.

Для снижения эксплуатационных затрат и повышения экономической эффективности грузовых перевозок необходим переход к использованию вагонов нового поколения, то есть вагонов, которые по своим техническим характеристикам значительно превосходят существующие модели [1-7].

Улучшение технических параметров вагонов позволит сократить транспортную составляющую в цене перевозимой продукции, ускорить модернизацию материально-технической базы железнодорожного транспорта, увеличить массу поездов, сократить удельные расходы энергоресурсов на тягу, ускорить продвижение грузопотоков, повысить безопасность движения, безотказность и

експлуатаційну готовність подвижного складу. Совершенствование конструкції стосується як ходових частин вагонів, так і кузовів. Так, при допомозі моделювання [9] можна досягти підвищення технічних характеристик проектуваних вагонів.

Вагонний парк ділиться на універсальні та спеціалізовані вантажні вагони, а найбільша частина вагонного парку приходить на універсальні вантажні вагони [6]. Основне їх перевага – можливість перевезення широкого асортименту вантажів, що дозволяє зменшити порожні пробіги. В зв'язі з тим, що найбільш численним є парк полувагонів, які відносяться до універсальних вантажних вагонів, основне напрямлення удосконалення конструкції слід спрямувати на удосконалення цього типу вагонів.

Аналіз результатів конструкторських розробок [1-5, 7], які спрямовані на розвиток та удосконалення конструкцій полувагонів показав, що основними тенденціями в цій області для підвищення міцності та забезпечення заданої надійності є наступні напрямлення:

- підвищення техніко-економічних показників;
- удосконалення конструкції;
- застосування нових технологій виготовлення кузовів та нових конструкційних матеріалів;
- зменшення металомісткості конструкції.

За думкою автора роботи, в вагоностроєнні перспективним є зменшення металомісткості конструкції кузова, що дозволить підвищити вантажопідйомність полувагона. Таке зменшення металомісткості може бути досягнуто з використанням основних принципів інженерії поверхні та опору матеріалів.

Обзор существующих решений

Нові конструкції полувагонів незалежно від їх призначення необхідно створювати з урахуванням як сучасних, так і перспективних вимог експлуатації, та забезпечувати при цьому безпеку руху, міцність та надійність [5, 6]. Крім того, повинні бути забезпечені максимальні зручності та найменші

витрати при виготовленні, обслуговуванні та ремонті в експлуатації полувагонів, а також передбачена можливість модернізації. Особливу увагу при проектуванні слід звертати на забезпечення техніки безпеки обслуговуючого персоналу. Конструкція полувагона повинна забезпечувати непошкоджуваність та збереження вантажів при їх транспортуванні та маневрових роботах.

Розглянемо полувагон з глухим кузовом [6, 8], а саме його несучий настил підлоги.

Несучий настил підлоги зменшує напруження в несучих елементах каркаса, тому для полувагонів з несучим полом є додатковий резерв по зменшенню металомісткості елементів каркаса. При цьому несучий настил піддається одночасно дію вертикальній та горизонтальній навантаженням. В цьому випадку, від дії вертикальної навантаження несучі елементи отримують прогин, величина якого визначає виникнення вигинаючих моментів від горизонтальної навантаження та додаткових напружень. Також додаткові вигинаючі моменти можуть бути викликані початковою вигнутістю несучих елементів.

Розрахунок напружень ускладнюється тим, що під дією вигинаючих моментів від горизонтальних стискаючих навантажень прогини збільшуються, т.є. задача є геометрично нелінійною.

Вплив початкової вигнутості підкріплюючих елементів кузова на їх напружене стан та способи оптимізації несучих елементів, які мають початкові геометричні недосконали, проаналізовані в різних дослідженнях [6, 8]. При проведенні розрахунків задаються початковою вигнутістю настилу підлоги, яку задають в пластинчасту модель кузова полувагона, т.є. вводяться початкові прогини листів підлоги в кожному прольоті (рис. 1) шляхом створення відповідної геометричної моделі рами та кінцево-елементної моделі на її основі. При цьому задаються величиною початкового прогину f_0 . На кожному прольоті вигнутість представляється половинною синусоїдою між продольними та поперечними балками рами.

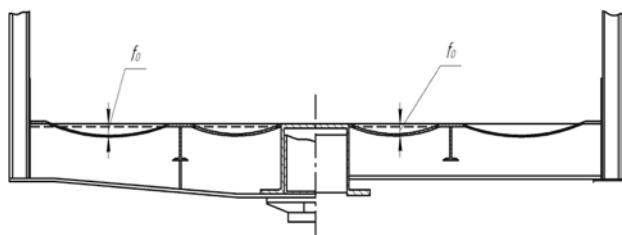


Рис. 1 – Эскиз поперечного сечения кузова полувагона с изогнутым настилом пола (сечение по шкворневой балке и посередине рамы).

Анализ конструкций полувагонов с глухим кузовом [1-7] показал, что несущий настил пола изготавливают из прокатного листа, в отдельных случаях, лист дополнительно штампуется для образования выступов – гофр, с целью увеличения прочности, а также используют материалы, которые обладают меньшим удельным весом и большей прочностью.

Цель работы

Целью работы является снижение металлоемкости полувагона повышением прочностных характеристик несущих элементов кузова на основе принципов геометрии поверхности и сопротивления материалов.

Из приведенного вида поперечного сечения кузова полувагона (рис. 1) следует, что для предотвращения изгибов несущего листа необходимо задать изначально напряженное состояние, т.е. прогибы превратятся в выпуклости, что, в свою очередь, обеспечит большую прочность конструкции пола. Для доказательства выдвинутой гипотезы проведем следующее теоретическое исследование с последующим обоснованием про увеличение прочности конструкции пола полувагона.

Результаты исследований

Рассмотрим совместное действие изгиба и растяжения в несущем полу полувагона, то есть $Q_y = 0$ и $Q_x = 0$, т.к. поперечная сила при расчётах на прочность не учитывается [10]. При этом условие прочности:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma], \quad (1)$$

где N_z , M_x , M_y – сила и изгибающие моменты;

A – площадь поперечного сечения;

W_x и W_y – осевые моменты сопротивления;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение.

Исходя из условия прочности, можно заключить следующее: чтобы снизить металлоёмкость кузова необходимо изменить форму поверхности, которой будут свойственны высшие значения A , W_x и W_y . Для этого рассмотрим существующие профили и, соответствующие им характеристики.

Осевые моменты сопротивления определяются, как [10]:

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}}; \quad W_y = \frac{I_y}{x_{\max}}, \quad (2)$$

где I_x , I_y – моменты инерции относительно оси x или y соответственно;

x_{\max} , y_{\max} – расстояние от оси x или y до наиболее удаленной точки поперечного сечения соответственно.

Поскольку настил пола можно представить как прямоугольное сечение, то для такого сечения приведем основные характеристики [10]:

$$I_x = \frac{ba^3}{12}; \quad I_y = \frac{ab^3}{12}, \quad (3)$$

где a , b – длина и ширина прямоугольного сечения соответственно.

Далее приведем характеристики кругового полукольца, внешний вид которого приведен на рис. 2 [10]:

$$I_x = 0,11(r^4 - r_1^4) - 0,282r^2 \cdot r_1^2 \frac{r - r_1}{r + r_1};$$

$$I_y = \frac{\pi}{8}(r^4 - r_1^4); \quad A = \frac{\pi(r^2 - r_1^2)}{2}, \quad (4)$$

где r , r_1 – радиусы кругового полукольца.

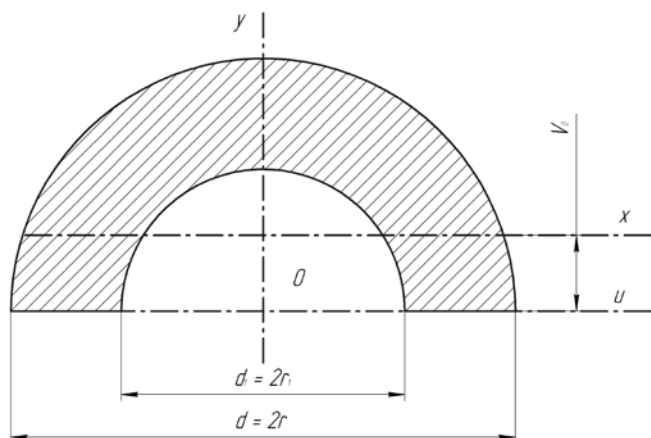


Рис. 2 – Поперечный разрез кругового полукольца.

Если принять, что ширина прямоугольного сечения b численно равна диаметру кругового полукольца, т.е. $b = d$, а внутренний диаметр внутреннего полукольца $d_1 = b - a$, то, имея одинаковые члены уравнений можно сравнить, например, площадь поперечного сечения прямоугольника и полукольца. Получим следующее взаимоотношение площадей:

$$\frac{A_{кр}}{A_{пр}} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi a}{2b}$$

Поскольку, в нашем случае $b \gg a$, то поперечная площадь кругового полукольца в $\frac{\pi}{2}$ раз больше за площадь прямоугольника.

То же самое касается и боковой площади с длиной l , т.е. боковая площадь кругового полукольца в $\frac{\pi}{2}$ раз больше за боковую площадь прямоугольника длиной l .

Также следует отметить и увеличение моментов инерции кругового полукольца относительно оси x и y по сравнению с моментом инерции прямоугольника. Так, отношения моментов инерции (приведены значимые части) составляют:

$$\frac{I_{кр}}{I_{пр}} = \frac{3\pi b}{32a} - \frac{3\pi}{4}$$

Выводы

Указанные значения отношений площади и моментов инерции подтверждают тот факт, что изменение формы приведет к значительному уменьшению суммарных напряжений.

Изменение формы настила пола, в свою очередь, при том же значении допустимого напряжения, позволяет уменьшить толщину листа настила пола полувагона. Однако длину дуги и её центр необходимо подбирать так, чтобы происходило увеличение площади и моментов инерции, но и, при этом, обеспечивалось снижение металлоёмкости кузова полувагона.

Исходя из вышеупомянутого, следует, что форма листа должна иметь дифференцированную поверхность, т.е. состоящую из прямоугольного сечения и кругового сечения, в виде частей дуг. Прямоугольное сечение будет обеспечивать крепление к раме полувагона, а круговые сечения будут обеспечивать повышение прочности, запас которой можно использовать для снижения металлоёмкости кузова.

Литература

1. Laney K., Anderson M. Rolling stock : Locomotives and rail cars Industry and trade summary / K. Laney, M. Anderson. – Washington. – 2011. – 128 p.
2. Мямлін С. В. Розробка конструкцій та машинобудівних технологій створення вантажних вагонів нового покоління / С. В. Мямлін // Вагонний парк. – 2014. – №10. – С. 4-9.
3. Мямлин С. В. Крышка люка универсального полувагона / С. В. Мямлин, Д. Н. Барановский, И. Ю. Кебал // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. – 2015. – №2(7). – С. 45-48.
4. Мямлин С. В. Улучшение динамических качеств рельсовых экипажей путем усовершенствования характеристик

ресорного підвешивання: дис.... докт. техн. наук. – 2003.

5. Мямлин С. В. Повышение грузоподъёмности универсальных полувагонов / С. В. Мямлин, Д. Н. Барановский, И. Ю. Кебал // Проблемы та перспективи розвитку залізничного транспорту (14.05-15.05.2015) : тези 75 Міжнар. науково-практ. конф. / ДНУЗТ. – Дніпропетровськ, 2015. – С. 51-52.

6. Полувагон // Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / Гл. ред. Н.С. Конарев. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1994. – 315 с.

7. Myamlin S. V. Design review of gondola cars / S. V. Myamlin, I. U. Keбал, S. R. Kolesnyukov // Наука та прогрес транспорту. – Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім.

академіка В. Лазаряна. – 2014. – № 6 (54). – Р. 136-145.

8. Бейн Д. Г. Уточненный анализ напряженного состояния кузовов грузовых вагонов открытого типа / Д. Г. Бейн // Вестн. Рост. гос. ун-та путей сообщения. – 2010. – № 3 (39). – С. 46-52

9. Myamlin S. Spatial Vibration of Cargo Cars in Computer Modelling with the Account of Their Inertia Properties / S. Myamlin, A. Ten, L. Neduzha, A. Shvets. // Proceedings of 15th International Conference «Mechanika», 2010. – Р. 325-328.

10. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин: справочник / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1979. – 702 с.

Інформаційні системи

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РУХОМИМ СКЛАДОМ

УДК 656.13:656.225

*Ковальова О. В., асистент,
Український державний університет
залізничного транспорту (Харків, Україна)*

УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВАНТАЖОВІДПРАВНИКІВ РУХОМИМ СКЛАДОМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Ключові слова: залізничний транспорт, рухомий склад, логістика, інформаційно-керуюча система, вантажні перевезення, комерційна придатність.

Вступ

Сучасні процеси реформування транспортної галузі України впливають та створюють нові виклики у всіх сферах економіки держави. Гармонічний розвиток транспорту створює умови для успішного розвитку промислових підприємств та

економіки цілих регіонів. Провідну роль у забезпеченні потреб виробничої сфери і населення України в перевезеннях відіграє залізничний транспорт. На сьогодні його частка у вантажообігу країни становить понад 80% (без урахування трубопровідного транспорту), за обсягами вантажних перевезень залізниці України посідають четверте місце на Євразійському континенті, та шосте місце у світі. Традиційними перевагами залізничного транспорту є його економічність, безпечність, доступність та екологічність.

Постановка проблеми

Важливою умовою забезпечення прибутковості і конкурентоспроможності залізничного транспорту у складі єдиної транспортної системи є формування цілісної логістичної структури управління з метою реалізації сучасних технологій доставки вантажів. Але отримання загальносистемного ефекту у підприємств-вантажовласників від своєчасної доставки вантажів можливо тільки в умовах використання сучасних інформаційно-керуючих систем (ІКС) в тому числі - у процесі підвищення рівня доступності залізничного транспорту шляхом