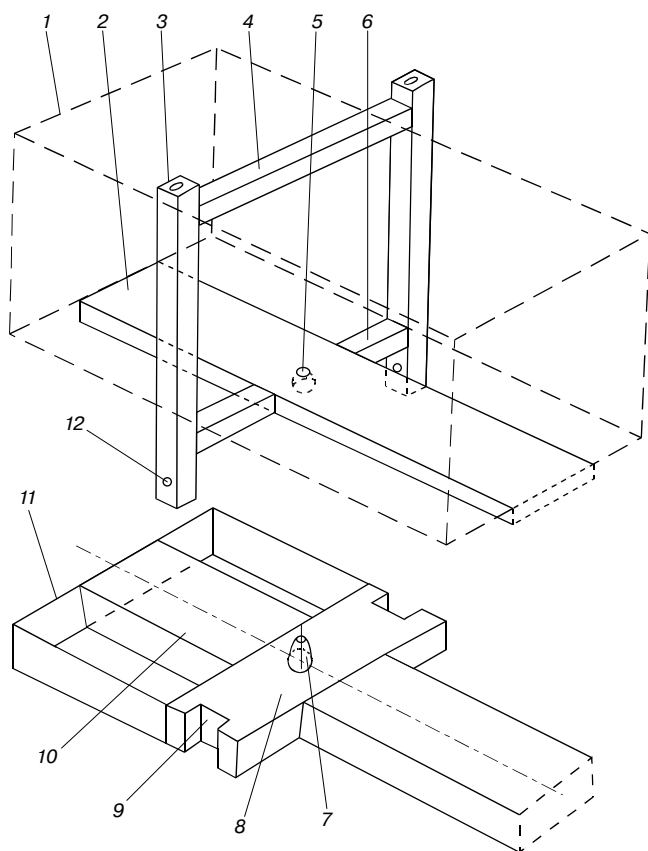


И. Г. МОРЧИЛАДЗЕ

## НОВЫЙ ВАГОН СО СЪЕМНЫМ КУЗОВОМ

*В международных грузовых перевозках в странах Северной Америки и Европы (кроме стран СНГ) получили широкое распространение вагоны-платформы с обменными кузовами. Технология использования таких кузовов, имеющих много общего с контейнерами, предусматривает их механизированную перегрузку с вагона на вагон при следовании по линиям разной колеи, а также снятие с рамы и размещение на площадках грузовых дворов в ожидании разгрузки или дальнейшего следования на раме другого вагона.*

Съемные кузова вагонов имеют как определенные преимущества перед контейнерами, так и недостатки. В частности, съемные кузова не приспособлены для многоярусного складирования, не обеспечивают погрузку и выгрузку грузов на существующих погрузочно-выгрузочных комплексах, имеют меньшую из-за



Конструктивная схема конечных частей съемного кузова и рамы вагона

особенностей конструктивной схемы полезную грузоемкость в сравнении со стандартными кузовами.

Предложена конструктивная схема нового вагона со съемным кузовом, которая, с одной стороны, обеспечивает стандартные процедуры погрузки и выгрузки грузов на существующих погрузочно-выгрузочных комплексах и, с другой стороны, позволяет быстро снимать и складировать съемные кузова в несколько ярусов, что значительно сокращает простой вагонов под погрузкой и выгрузкой, а также в ремонте.

### Конструктивная схема вагона

Конструктивная схема вагона со съемным кузовом приведена на рисунке. Новизна данной схемы подтверждена патентом.

Сущность предложенного транспортного средства состоит в следующем. Стандартный кузов 1 вагона снабжается продольной опорной балкой 2. В каждой концевой части кузова в районе шкворневой балки устраивается несущая конструкция, состоящая из вертикальных стоек 3 с замками 12 в нижней части, верхней поперечной балки 4 и нижней поперечной балки 6; по оси продольной опорной балки в месте нахождения несущей конструкции устанавливается конусная воронка-ловитель 5. Соответственно этому в каждой концевой части рамы вагона, где расположены оконечность обычной хребтовой балки 10 с торцовым брусом 11, на концах шкворневой балки 8 выполняются выемки 9, а в ее средней части монтируется конусный фиксатор 7. Кроме того, рама вагона снабжается стандартным автосцепным, тормозным оборудованием и устанавливается на типовую ходовую часть (тележки).

Монтаж и демонтаж съемного кузова вагона выполняют следующим образом.

При монтаже кузов вагона с помощью подъемного устройства, закрепляемого на верхних концах вертикальных стоек, поднимается над рамой и ориентируется так, чтобы нижние концы стоек находились над выемками шкворневых балок. Затем кузов опускается на шкворневые балки рамы, нижние концы стоек входят в выемки шкворневых балок и запираются замками; точность взаимного расположения сопрягающихся узлов обеспечивается конусными фиксаторами и воронками-ловителями.

При демонтаже кузова действия выполняются в обратной последовательности: отпираются замки, с

помощью подъемного устройства, закрепляемого на верхних частях вертикальных стоек, кузов поднимается над рамой вагона и транспортируется на площадку складирования, где устанавливается на нижние опорные части вертикальных стоек, длина которых увеличена, чтобы обеспечить сохранность нижних выгрузочных устройств кузова при установке его на площадке. Несущие конструкции кузова (вертикальные стойки, верхние и нижние поперечные балки), как и в контейнерах, обеспечивают возможность складирования съемных кузовов в несколько ярусов на погрузочно-разгрузочных площадках и в трюмах судов (при перевозках в смешанных сообщениях).

Применение съемных кузовов позволит значительно сократить простой вагонов под погрузочно-разгрузочными операциями и в ремонте, а также расширить номенклатуру грузов, перевозимых на одних и тех же вагонах-платформах.

### Оценка напряженно-деформированного состояния

На следующем этапе исследований оценивали напряженно-деформированное состояние рам вагонов, предназначенных для транспортировки съемных кузовов различных видов. Исследования проводили в несколько стадий. Сначала была изучена стандартная рама вагона с полным набором продольных и поперечных балок. Затем определяли напряженно-деформированное состояние рамы, у которой были изъяты фрагменты хребтовой и поперечных балок с целью размещения в образовавшихся пространствах разгрузочных устройств съемных кузовов или увеличения их погрузочного объема.

Для подготовки данных о топологии конечно-элементной расчетной схемы, расчета напряжений в элементах, распределения нагрузок в конструкции, а также создания рисунков напряженно-деформированного состояния использовали прикладное программное обеспечение. Для описания подкрепляющих и несущих элементов конструкции вагона были применены пространственные пластинчатые восьмиузловые конечные элементы.

В качестве глобальной системы координат при составлении расчетной схемы была выбрана правая декартова система с центром на продольной оси вагона. Ось  $x$  системы координат направлена вдоль продольной оси вагона, ось  $z$  — вертикально вверх. В качестве кинематических граничных условий в расчетных случаях приняты следующие:

- в узлах расчетной модели, соответствующих опиранию на пятник, введены закрепления от перемещений в направлении поперечной оси  $y$  и вертикальной оси  $z$ ;
- при расчете воздействия продольной нагрузки в узлах расчетной схемы, соответствующих ударным

поверхностям упоров автосцепного устройства, с неударной стороны введены закрепления в направлении продольной оси  $x$ .

В расчетах приняты следующие допущения: материал конструкции работает в упругой стадии деформирования и имеет постоянные механические характеристики: модуль упругости 205939,65 МПа и коэффициент Пуассона 0,3. Оценка напряженно-деформированного состояния рамы вагона проводилась в соответствии с расчетными режимами и действующими нормами.

Квазистатическая сила растяжения прикладывалась в узлах расчетной схемы, соответствующих ударной поверхности переднего упора рамы вагона, квазистатическая сила сжатия — в узлах, соответствующих ударной поверхности заднего упора рамы. Нагружение собственной массой проводилось путем расчета массы металлоконструкций вагона и ее распределения по узлам расчетной схемы с последующим приложением к расчетной схеме ускорения  $g$  (9,81 м/с<sup>2</sup>) в каждом узле вдоль вертикальной оси  $z$ .

Конечно-элементная модель рамы состояла из 596 конечных элементов и 1726 узлов.

В результате расчета, выполненного автором совместно с Л. В. Цыганской (НВЦ «Вагоны» ПГУПС), получены эквивалентные напряжения, возникающие в раме по теории Мизеса, и обоснованы следующие выводы относительно напряженно-деформированного состояния трех вариантов рам вагонов со съемными кузовами:

- стандартная рама вагона с полным набором продольных и поперечных балок имеет значительный запас прочности и может быть подвергнута модернизации;
- упрощенную конструктивную схему рамы, полученную путем изъятия ряда поперечных балок с освобождением пространства для размещения выгрузочных устройств съемного кузова, необходимо усилить постановкой раскосов и накладок в зонах соединения консольных частей хребтовой балки со шкворневыми балками для перераспределения нагрузок сжатия между хребтовой и боковыми балками;
- рама платформы без поперечных элементов в средней части является наиболее нагруженной, но после усиления в зонах соединения шкворневых и хребтовой балок обеспечиваются достаточная прочность конструкции и перспективность ее применения совместно со съемными кузовами.
- необходимо введение дополнительных элементов для снижения аэродинамического сопротивления вагона со съемным кузовом.

### ЛИТЕРАТУРА

Морчиладзе И. Г. Модернизация вагонов к международным перевозкам грузов: Монография. СПб.: ОМ-Пресс, 2005. 216 с.