

воздухом. Тормозные цилиндры механического тормоза приводятся в действие сжатым воздухом. Управление электропневматическим торможением осуществляется также с помощью сжатого воздуха и электромагнитных клапанов.

Электропневматический тормоз может также использоваться в качестве вспомогательного. Это возможно, например, если в поезде вышли из строя один или два тяговых агрегата, а остальные не могут быть использованы для частого электродинамического торможения во избежание недопустимого перегрева. В то же время такое интенсивное использование пневматического тормоза может привести к перегреву тормозных дисков.

В связи с этим для механического торможения разработали специальную программу, в соответствии с которой компьютер системы управления торможением рассчитывает величину тормозного усилия с учетом тепловой нагрузки дисков. В случае превышения предельных значений ограничивается скорость движения. Расчеты с учетом всех допусков показали, что при нагревании тормозных дисков до 200 °С еще возможно движение поезда при его полной загрузке со скоростью 70 км/ч.

#### Типовые испытания и ввод в эксплуатацию

Заводская приемка поездов была проведена на предприятии компании-изготовителя в Хеннигсдорфе. После этого два первых поезда доставили в ис-

пытательный центр компании Siemens в Вегберг-Вильденрате. Здесь с февраля по июнь 2001 г. было проведено 60 типовых динамических испытаний.

Измерения уровня шума в Мюнхене показали, что на стоянке его уровень в пассажирском салоне составлял 53 – 57 дБ(А) в зависимости от места нахождения точки измерения и вида периодически включающегося оборудования. При скорости движения 80 км/ч уровень шума возрастал до 64 – 68 дБ(А).

Коэффициенты плавности хода  $W_z$  также определяли в Мюнхене на специально выделенном пути. Эти параметры были в центре внимания уже на стадии конструирования. Проводившиеся расчеты были направлены на достижение оптимальных параметров. В частности, это коснулось расчета конструкции кузова. Измерения показали, что коэффициент  $W_{zy} = 2,26$ , а  $W_{zz} = 1,94$ . Эти результаты свидетельствуют о том, что затраты на техническую оптимизацию оказались оправданными.

Планом поставок предусмотрено, что восемь поездов серии С будут своевременно приняты в эксплуатацию перед чемпионатом мира по футболу 2006 г. в Мюнхене. Таким образом, дополнительно к существующему парку вагонов серий А и В город будет также иметь 18 современных шестивагонных поездов метрополитена.

G. Erler, J. Radtke. *Glaser's Annalen*, 2005, № 216 – 225.

И. Г. МОРЧИЛАДЗЕ

## Перспективный вариант международных перевозок грузов

*Многолетний опыт наиболее развитых стран мира показывает, что международная торговля наиболее эффективно способствует развитию национальных экономик, но одновременно требует применения новых подходов к организации перевозок. Перспективный вариант международных перевозок предусматривает трехуровневую перевозку грузовых единиц.*

Международная перевозка грузов от мест изготовления до мест потребления, как правило, осуществляется различными видами транспорта, что по-

зволяет экономить и рационально использовать топливно-энергетические ресурсы, ускорять таможенные процедуры, повышать скорость и снижать сроки поставок, уменьшать себестоимость перевозок.

Анализ статистических данных со всей очевидностью показывает, что во многих странах в настоящее время усилилось переключение грузопотоков с автомобильного транспорта на комбинированную железнодорожно-автомобильно-водную транспортировку укрупненных грузовых единиц (УГЕ). Этому способствовало ужесточение экологических требований и увеличение ряда составляющих эксплуатационных расходов, например удельной стоимости энерго-

потребления на перевозку 1 т груза. Так, на железных дорогах удельное энергопотребление на 1 ткм составляет лишь 1/20 этого показателя для индивидуальных автомобилей и 1/6 — для грузовых коммерческого пользования. В связи с этим при переключении перевозок с автомобильного транспорта на железные дороги расход энергоресурсов в транспортном секторе экономики можно уменьшить на 80 % [1].

Таким образом, в настоящее время и на среднесрочную перспективу роль железнодорожного транспорта в международных перевозках грузов будет только возрастать, предъявляя в то же время повышенные требования к подвижному составу как по надежности, так и по приспособленности к перевозке различных грузов и автоматизации погрузочно-разгрузочных операций. Анализ технической информации по железнодорожному подвижному составу показал, что для перевозки контейнеров и автопоездов применяются платформы с пониженным уровнем погрузочной площадки (рис. 1).

Однако эти вагоны-платформы не предназначены для движения по железным дорогам разных стран мира из-за существенных различий: по габаритам, ширине колеи, нагрузкам на ось, а также по системам ходовой части, сцепного и тормозного оборудования, что существенно затрудняет организацию бесперегрузочных железнодорожных перевозок. В то же время именно минимизация количества перегрузочных операций позволяет резко снижать себестоимость и время доставки, повышать сохранность перевозимых грузов. В связи с этим был предложен новый вариант трехуровневой перевозки УГЕ (рис. 2).

Первым уровнем данной системы является специализированная платформа с пониженной погрузочной площадкой, которая предназначена для движения по рельсовой колее шириной 1520 мм, снабжена автосцепкой типа СА-3 и тормозной системой МТЗ.

На втором уровне располагается другая специализированная платформа с минимизированными колесами для колеи шириной 1435 мм, автосцепным оборудованием типа МСВ и винтовой стяжкой, а также тормозным оборудованием типа КЕ.

На третьем уровне данной системы устанавливается автопоезд, перевозящий УГЕ.

Идея использования такой транспортной системы состоит в организации бесперегрузочных перевозок с максимальным использованием габаритов железных дорог разных стран без переоборудования вагонов.

Предполагалась следующая технология использования данной системы. Автопоезд с УГЕ, например, в одной из стран Европы устанавливается своим ходом на платформу, имеющую ходовую часть для колеи 1435 мм, и следует в обычных поездах до границ со странами СНГ. На пограничной станции эта плат-

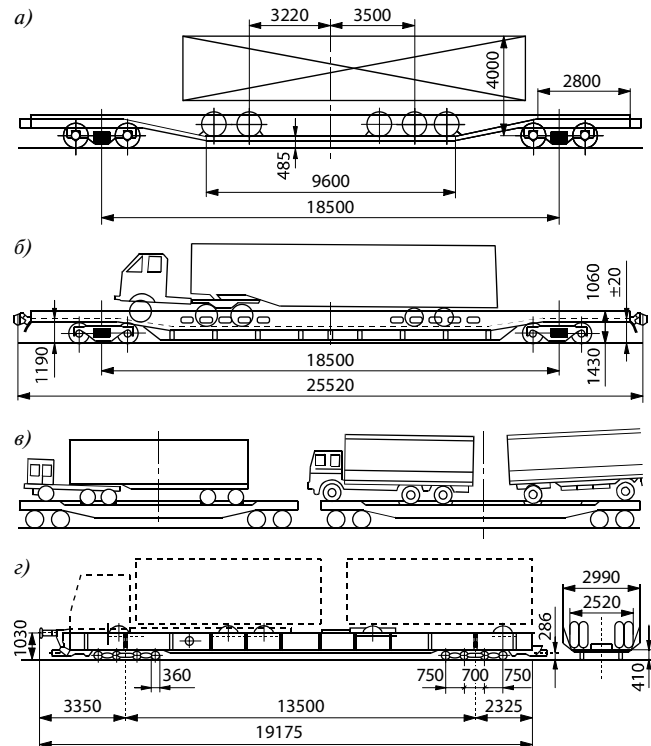


Рис. 1. Схемы размещения на платформах комбинированного транспорта:

а — четырехосная платформа колеи 1520 мм модели 13-9009 (размещение контейнера); б — то же, размещение автопоезда; в — четырехосные платформы колеи 1520 мм моделей М13-9004 и 13-4095 (размещение автопоездов); г — восьмиосная платформа колеи 1435 мм компании Talbot (размещение автопоезда)

форма с автопоездом загружается на специализированную платформу для колеи 1520 мм и в трехъярусной системе транспортируется в обычных поездах до пограничной станции, например, с КНР, где ширина колеи составляет 1435 мм. Здесь платформа со второго яруса сдвигается на свою колею 1435 мм и прицепляется к обычным поездам для следования до станции назначения.

На станции назначения автопоезд своим ходом сгружается с платформы и доставляет УГЕ к потребителю по автомобильной дороге. Исследования возможности реализации такой трехуровневой тран-

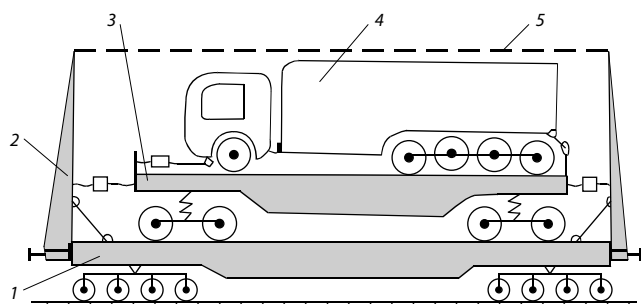


Рис. 2. Схема транспортной единицы при трехуровневой перевозке УГЕ:

1 — платформа; 2 — поворотная торцовая стена; 3 — платформа-«наездник»; 4 — автопоезд; 5 — гибкое ограждение

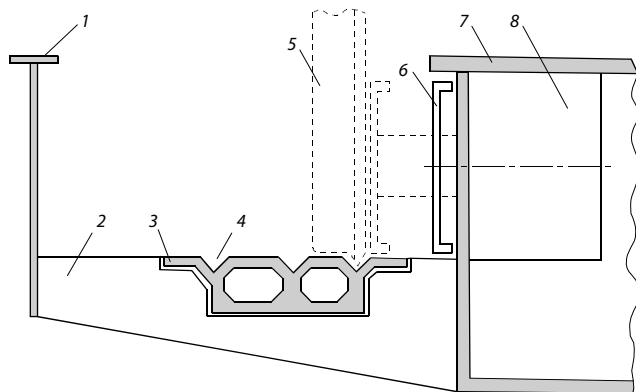


Рис. 3. Схема рамы вагона-платформы для трехуровневой перевозки УГЕ

спортивной системы выполнялись по специально разработанному алгоритму.

Первоначально проводилась оценка габаритных возможностей многоярусной перевозки на железнодорожных платформах транспортных единиц, которые получили название «наездников». На следующем этапе исследовалась статическая и динамическая нагруженность экипажа с учетом новой конструктивной схемы многоосной тележки с минимизированными колесами. В заключение проводилась оценка введения в конструкцию вагонов дополнительных элементов, снижающих возможные аэродинамические воздействия в эксплуатации.

Исследования, в свое время проведенные в ОКБ «Транспортер» г. Луганска и на ОАО «Днепровагонмаш» [2], показали, что для обеспечения погрузки автопоезда на платформу без нарушения габарита уровень ее пола над УГР должен быть не более 970 мм. При реализации трехуровневой транспортной системы в это габаритное ограничение (970 мм) должны вписаться две платформы, погруженные одна на другую. Платформа с такими габаритами недавно была разработана компанией Talbot и успешно эксплуатируется (см. рис. 1). Она имеет высоту пола над УГР, равную 410 мм при диаметре колес у четырехосной тележки 360 мм.

Таким образом, можно сделать вывод о возможности организации трехуровневой перевозки УГЕ в габарите 1-Т дорог стран СНГ.

Следующим важным аспектом перевозок этого вида является оценка прочности рассматриваемой минимизированной платформы.

Для перевозки колесной техники как с железнодорожными гребневыми колесами, так и автомобильными пневматическими была предложена специальная конструктивная схема такой платформы, на которую автором статьи был получен патент [1]. Особенность предложенной платформы состоит в применении специального настила на раме экипажа и несущих боковых балок рамной конструкции. Схема рамы платформы приведена на рис. 3.

Рама платформы, состоящая из боковых продольных балок 1, поперечных балок 2 и хребтовой балки 7, снабжается дополнительными специальными продольными путевыми балками 3, имеющими на погрузочной поверхности продольные выемки 4 для установки гребней железнодорожных колес для различной ширины колеи (1435, 1520 и 1680 мм). Вдоль хребтовой балки установлены прижимные швеллеры 6, взаимодействующие с прижимными устройствами 8, расположенными внутри хребтовой балки.

При погрузке техники с железнодорожными колесными парами, например с шириной колеи 1435 мм, колеса 5 гребнями устанавливаются в соответствующие продольные выемки на путевой балке и фиксируются в нужном положении с помощью прижимного швеллера.

Пневматические колеса автопоездов устанавливаются на путевую балку и таким же образом фиксируются в нужном положении за счет прижатия к колесам прижимного швеллера.

Платформа для перевозки «наездников» должна оснащаться четырехосными тележками с минимизированными колесами, что необходимо для снижения высоты погрузочной площадки до 410 мм над УГР. Рама такой платформы должна выполняться с уменьшенной высотой шкворневой и поперечной балок. Однако для обеспечения требуемой несущей способности она должна снабжаться боковыми балками рамной конструкции.

На базе этих положений было выполнено эскизное проектирование рамы транспортной единицы с минимизированными ходовыми частями.

Расчет напряженно-деформированного состояния рамы транспортной единицы производился с использованием программного пакета ANSYS версии 8.0. Конечно-элементная модель включала 505 конечных элементов и 1288 узлов.

В результате проведенных расчетов были получены значения эквивалентных напряжений (по теории Мизеса), возникающие в элементах рамы. Сравнение максимальных значений эквивалентных напряжений с допускаемыми позволило сделать вывод о том, что необходимая прочность конструкции полностью обеспечивается.

Анализ распределения эквивалентных напряжений в конструкции при действии вертикальных нагрузок от УГЕ и при продольном ударе в автосцепку позволил установить, что наиболее нагруженной зоной являются надтележечные участки рамы. Снижение напряженного состояния рамы в этих зонах возможно при передаче нагрузок не через систему пятник — подпятник, а через скользуны тележек и продольных балок рамы.

На следующем этапе исследования была проведена оценка динамических параметров вагона при трехуровневой перевозке УГЕ. Предполагалось, что

динамическая система может состоять из следующих подрессоренных частей: рамы первой платформы, рамы платформы-«наездника», автопоезда и подрессоренного груза.

Исследование динамических параметров такой системы проводилось с использованием программного комплекса MatLAB.

Анализ результатов компьютерного моделирования показал, что при целенаправленном подборе упругодемпфирующих характеристик рессорного подвешивания ходовой части, систем подрессоривания и закрепления груза можно обеспечить необходимую плавность хода и защиту груза от динамических воздействий.

Исследования колебаний вагона при трехуровневой перевозке УГЕ выявили характер зависимости между изменениями перемещений и ускорений подрессоренных масс при движении вагона со скоростью до 140 км/ч, что позволяет рационально подбирать параметры амортизирующих устройств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морчиладзе И. Г. Модернизация вагонов для международных перевозок грузов: Монография. СПб.: ОМ-Пресс, 2005. 226 с.
2. Савчук О. М., Шатунов А. В. Подвижной состав для комбинированных перевозок в Украине. Д.: Транспорт, 2000. Вып. 6. С. 114 – 116.

## Дистанционное управление локомотивами на железных дорогах Северной Америки

*Некоторые железные дороги Северной Америки в течение 2 лет эксплуатировали в опытном порядке разные системы дистанционного управления локомотивами (RCL) и пришли к одинаковому выводу, что применение этой технологии при выполнении маневровых работ на станциях по сравнению с обычными технологиями существенно повышает производительность, обеспечивая при этом более высокий уровень безопасности.*

Несмотря на то что при маневровых работах с использованием дистанционного управления локомотивами имел место ряд инцидентов, официальные лица локомотивных служб считают, что они были обусловлены либо человеческим фактором, либо неисправностями подвижного состава, но не отказами в работе аппаратуры систем RCL. На пяти железных дорогах первого класса к началу 2004 г. программы внедрения дистанционного управления локомотивами были выполнены примерно наполовину, и их реализацию предполагали продолжить. К тому же системы RCL за последнее время претерпели значительные изменения в лучшую сторону.

#### Ситуация на железных дорогах

Для железной дороги Union Pacific (UP) главная выгода от использования дистанционного управления локомотивами заключается в более быстром и

мягком сцеплении подвижного состава. Маневровые диспетчеры теперь не теряют времени на передачу команд по радио или с помощью ручных сигналов и на ожидание подтверждения получения команды. Стало возможным быстрее оценивать процесс сцепления и оперативно управлять им с обеспечением скорости соударения при сцеплении не более 1,6 км/ч при допустимых 6,4 км/ч, что снижает вероятность повреждения вагонов и грузов. Кроме того, при сильных соударениях машинисты могли получить повреждения спины, а благодаря внедрению технологии RCL число случаев травматизма машинистов резко уменьшилось.

На конец первого квартала 2004 г. UP эксплуатировала на 70 станциях более 400 комплектов аппаратуры разных систем дистанционного управления локомотивами, включая Beltpack корпорации CANAC, Accuspeed корпорации Cattron-Theimeg (рис. 1) и Locotrol компании GE Transportation (рис. 2). Когда внедрение систем RCL будет завершено в полном объеме (в конце 2005 г.), на всех 135 станциях этой железной дороги будут использоваться более 800 комплектов аппаратуры дистанционного управления.

Железная дорога Burlington Northern Santa Fe (BNSF) также положительно оценивает эффект от внедрения дистанционного управления локомотивами. Имея в среднем 2000 смен маневровой работы в неделю, железная дорога благодаря применению систем RCL в 2003 г. уменьшила на 48 % показатель травматизма персонала по сравнению с теми време-