

УДК-629.463.3.



ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

## О модернизации вагонов-цистерн



Николай РАЗИНКИН  
Nicolay E. RAZINKIN

Нина ВОРОНОВА  
Nina I. VORONOVA



*Разинкин Николай Егорович* – кандидат технических наук, доцент, проректор МИИТ по среднему профессиональному образованию – директор Московского колледжа железнодорожного транспорта.

*Воронова Нина Игнатьевна* – соискатель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Петербургского государственного университета путей сообщения.

**Соблюдение интересов потребителей транспортной продукции, повышение конкурентоспособности транспортно-грузовых комплексов, рациональная перевозка предлагаемых рынком грузов невозможны без модернизации конструкций специализированных вагонов, наличия в грузовых компаниях инновационного управления.**

Ключевые слова: железная дорога, модернизация, вагон-цистерна, интересы потребителей, целевое управление.

Определяющими направлениями перспективного развития вагонного хозяйства железнодорожного транспорта сегодня стали переход на наиболее экономичные и прогрессивные технологии, приведение технического потенциала в соответствии с требованиями грузоотправителей и грузополучателей, придание отраслевой и корпоративной политике управляемого инновационного характера.

Учёт интересов потребителей транспортной продукции, стремление повысить конкурентоспособность транспортно-грузовых комплексов требуют регулярной модернизации вагонов, приспособивая их к рациональной перевозке тех грузов, которые предлагает рынок. При этом транспортные компании – собственники вагонов сознают необходимость обеспечить для потребителей сокращение расходов на перевозку, доступность вагонов в любое время, гарантированную сохранность и доставку груза «точно в срок». То есть актуальной становится проблема разноплановой модернизации конструкций, особенно специализированных, в условиях непосредственно вагонных депо.

Непостоянство и непредсказуемость рыночного спроса, однако осложняют ситуацию, делают часто нецелесообразным создание потенциально больших провозных возможностей за счёт закупки универсального подвижного состава. Отсюда потребность компаний в организации гибких, надёжных и количественно оптимальных транспортных средств, способных быстро реагировать на конъюнктурно меняющийся спрос.

Решение этой проблемы в условиях конкуренции наиболее эффективно достигается при хорошо налаженной и недорогой модернизации подвижного состава, которую могут гарантировать лишь на профессионально управляемых вагоноремонтных предприятиях ОАО «РЖД».

### 1.

Особенно актуальной является задача выбора рациональной технологии модернизации и переоборудования специализированных цистерн. Это объясняется тем, что вагоны-цистерны всегда были специфическим видом подвижного состава и предназначены для перевозки широкой номенклатуры наливных, пылевидных, затвердевающих и газообразных грузов. То есть им предназначены очень ответственные, а порой и опасные функции.

С учетом потребностей экономики постоянно обновляется номенклатура перевозимых грузов и выдвигаются соответствующие видам риска условия их транспортировки, погрузки и выгрузки. Однако технологии модернизации вагонов-цистерн все еще недостаточно адаптированы к масштабам и характеру конъюнктуры. Для восполнения этого пробела нужны, полагаем, глубокие научные исследования и адекватные заказу предложения специалистов.

Очень важен вопрос обобщения результатов комплексных исследований и разработки рациональной технологии модернизации котла цистерны-цементовоза при его переоборудовании. Использование подготовленной методики оценки работоспособности модернизированных вагонов в депо Горьковской железной дороги позволило с высокой экономической эффективностью и в ми-

нимальные сроки освоить поточную технологию переоборудования цистерн-цементовозов в цистерны для перевозки светлых нефтепродуктов. В течение четырёх лет более 140 единиц переоборудованных цистерн успешно эксплуатируются на дорогах стран СНГ.

Была создана установка для оценки ресурса переоборудованного котла цистерны, она ускоряет сдачу в эксплуатацию модернизированных вагонов и продлевает реальные сроки их полезного использования. Разработана и конструктивная схема перфорированных усиливающих накладок, усовершенствована технология их монтажа, за счет этого повышена прочность отремонтированных элементов вагонов.

Методологической основой такой работы являются современные представления о прочности конструктивных элементов вагонов, использование метода конечных элементов, критериев усталостного повреждения, проведение стендовых и эксплуатационных испытаний цистерн.

Уточнена методика оценки работоспособности модернизированного котла цистерны, перепрофилированного на перевозку светлых нефтепродуктов.

В процессе исследований установлены закономерности изменения напряжений в котле цистерны в зависимости от геометрических параметров и монтажа подкрепляющих элементов. Определено влияние технологии монтажных работ на напряжённо-деформированное состояние ремонтируемых зон котла. Предложена новая методика и проведены ресурсные испытания тех зон, где производилась сварка металлоконструкций.

Совершенствование конструктивных схем вагонов ориентировано на создание условий для ускорения процессов погрузки и выгрузки, повышения сохранности перевозимого груза, надежности и ремонтпригодности. Реализация этих задач происходит на основе результатов научных исследований и обобщения опыта отечественных и зарубежных вагоностроителей [1-4].

Проведенный ситуационный анализ подтвердил приоритет именно таких





тенденций при проектировании и выпуске новых грузовых вагонов. На предприятиях преобладают повышение производительности подвижного состава, качества перевозки грузов, надежности и сроков службы узлов вагонов, улучшение систем погрузки и выгрузки, сокращение времени на подготовительных операциях.

Перспективные конструкции вагонов разрабатываются с учетом: технологии основного производства фирмы-отправителя груза, условий эксплуатации и воздействия агрессивной среды, силовых, динамических нагрузок, возникающих при погрузке, выгрузке и взаимодействии с технологическими агрегатами и установками. Первостепенными остаются и требования к надежности и ремонтпригодности; унификации узлов и элементов, соблюдению правил техники безопасности, соответствию технического уровня передовым аналогам мирового вагоностроения.

Структуры управления, отвечающие за модернизацию, все больше обращают внимание на облегчение ручного труда, сокращение числа рабочих, занятых на погрузочно-разгрузочных операциях, ускорение разгрузки специализированных вагонов. Начинают механизироваться и автоматизироваться такие процессы, как управление открыванием (смещением) элементов вагона (крышек люков, стен, секций стен, крыши); управление разгрузкой (наклоном, подъемом или поворотом кузова, изменением профиля пола, подачей сжатого воздуха в системы и т. д.); выявление возникающих в пути следования неисправностей, угрожающих безопасности движения; установка вагонов в заданном месте погрузки-разгрузки (у бункера, на вагоноопрокидывателе, отвале, эстакаде и др.); поддержание заданной температуры груза в пути следования и т. п.

Ранее выпущенные вагоны не имеют перечисленного выше дополнительного оборудования и для повышения своей конкурентоспособности на рынке транспортных услуг должны подвергаться модернизации, но обязательно с учётом имеющегося остаточного ресурса и экономической целесообразности.

## 2.

Стратегия и тактика модернизации вагонов должны вырабатываться на основе информации о спросе и предложении на рынке транспортно-экспедиционных услуг и в результате прогнозирования спроса. К примеру, если анализ технической информации выявил, что существующие подходы к модернизации цистерн не в полной мере отвечают современным требованиям, то ставится вопрос о дополнительных исследованиях и мерах по корректировке ситуации.

Соответственно, для решения отдельных вопросов модернизации железнодорожного вагонного парка авторам было необходимо:

1. Провести анализ применяемых котлов цистерн при адаптации их к перевозке грузов рыночной востребованности.

2. Уточнить методику оценки работоспособности котла цистерны-цементовоза, перепрофилированного на перевозку светлых нефтепродуктов.

3. Установить закономерности изменения напряжённно-деформированного состояния котла цистерны в зависимости от геометрических параметров и технологии монтажа подкрепляющих элементов.

4. Разработать методику и провести многоцикловые испытания зон котла цистерны, на которых проводились сварочные работы.

5. Организовать стендовые и эксплуатационные испытания переоборудованной цистерны и подготовить рекомендации по модернизации вагонов.

Решение поставленных задач проводилось путём комбинирования компьютерного моделирования, аналитических расчётов, натурных экспериментов и эксплуатационных испытаний вагонов.

Были обобщены результаты многолетних исследований авторов по формированию методики оценки работоспособности модернизированного котла вагона-цистерны, поскольку этот тип подвижного состава по отмеченным уже ранее причинам наиболее часто подвергается изменениям.

Исследования выполнялись в следующей последовательности. Сначала был проведён анализ конструктивных особенностей разных типов вагонов-цистерн

Варианты модернизации цистерн

№ пп.	Главные работы на котле цистерны	Изменения крепления котла на раме	Изменения погрузочно-выгрузочных устройств	Необходимый комплекс испытаний
1.	Замена теневой защиты на термоизоляцию. демонтажные, сварочные, монтажные	Изменяются параметры котла и системы его крепления	Требуется модернизация погрузочно-выгр. устройств	Теплотехнические и ударные испытания
2.	Замена термоизоляции на систему подогрева груза. Демонтажные, вырезные, сварочные, монтажные	Изменяется конструкция котла, системы его крепления на раме	Требуется модернизация разгрузочных устройств	Полный комплекс испытаний
3.	Переоборудование бессекционного котла. Сварочные, монтажные, вырезные.	Изменяется конструкция котла, оценивается возможность установки дополнительного оборудования	Изменяется количество и конструкции погрузочно-разгрузочных устройств	Полный комплекс испытаний

и рассмотрена классификация специального оборудования, которое регулярно подвергается модернизации. Далее определен алгоритм оценки работоспособности модернизированного котла вагона-цистерны с указанием применяемого оборудования и систем контроля.

Затем произведён сбор информации и выполнен анализ конструктивных особенностей и способов модернизации разных типов цистерн; предложена классификация типов модернизаций котлов; сформулирована идея и разработана методика оценки работоспособности модернизированного котла, рекомендована методика его многоциклового нагружения избыточным давлением и вакуумом для оценки прочности сварных соединений.

Анализ парка эксплуатируемых цистерн выявил следующие особенности. Фирмы и транспортные компании при перевозке различных грузов используют цистерны от трёх до двенадцати типов и моделей, срок эксплуатации которых составляет от одного до сорока лет. Конструкции котлов и других составных частей цистерн часто не отвечают современным требованиям эксплуатации и требуют модернизации.

Проведённые исследования технического состояния цистерн на ряде предприятий выявили, что в основном модернизируются предохранительные клапаны различных модификаций; производится переоборудование сливных приборов

с верхним управлением на нижнее у цистерн для перевозки нефтепродуктов; устанавливаются на люках котлов крышки ригельного типа; изменяется система выгрузки кальцинированной соды; выполняются унификация запорной арматуры, усиление котлов и др.

Так, модернизация составных частей нефтебензиновых цистерн моделей 15-1443 и 15Ц863 при производстве капитального ремонта с продлением срока службы включает следующее: усиление котла постановкой шпангоутов; применение новой или усиленной рамы; установку новых хомутов и предохранительных козырьков; устранение перекоса котла и овальности крепительных отверстий; установку поглощающего аппарата большей энергоёмкости; дооборудование стояночным тормозом; рационализацию универсального сливного прибора; установку проушины для подтягивания вагона лебёдкой и кронштейна от саморасцепа автосцепок; усиление лестницы, а также крышек люка и защитных устройств в целях предотвращения хищения груза; установку штуцера предохранительно-впускного клапана с перепускным отверстием.

Для конструкции вагона-цистерны, эксплуатируемой на дорогах Западной Европы, характерно наличие сварных днищ котла, усиливающих шпангоуты, специальных приварных накладок в опорных зонах, вваренных в нижние части днищ отрывающихся лючков.



Вагон-цистерна для перевозки химических продуктов оснащена котлом, который усиливается шпангоутами, продольными стрингерами в нижней части и усиливающими накладками в опорной зоне.

В таблице 1 приведены и другие варианты модернизации цистерн, число которых может быть весьма значительным.

Так, в варианте 1 при эксплуатации цистерны с теневой защитой было выявлено, что из-за климатических условий на маршруте перевозки подобная защита не справляется со своей ролью и её надо заменить, например, на термоизоляцию котла. Поэтому при модернизации должны выполняться большие работы по демонтажу теневой защиты и монтажу теплоизоляции. При этом будут изменены габарито-массовые параметры котла и системы крепления его к раме вагона. Методика модернизации этой цистерны предполагает, кроме обычных испытаний, проведение теплотехнических и ударных экспериментов.

В варианте 2, наоборот, было признано целесообразным не сберегать температуру перевозимого груза за счёт термоизоляции, а оснастить цистерну системой подогрева груза при его выгрузке.

Ещё более сложные работы должны быть проведены при переоборудовании бессекционного котла на многосекционный (вариант 3). В этом случае котёл может быть разрезан на секции с постановкой промежуточных перегородок и вновь сварен в единую конструкцию.

### 3.

Сделанный нами краткий анализ модернизаций вагонов-цистерн позволяет констатировать следующее.

Применяемые в настоящее время виды модернизаций вагонов-цистерн можно разделить на три типа. Первый тип модернизаций включает замену старотипных конструкций составных частей цистерн на новые, которые отвечают современным требованиям по прочности и работоспособности. Для этого при необходимости разрабатываются переходные устройства, обеспечивающие постановку обновленных частей на старую конструктивную схему.

При втором типе модернизации несколько изменяется конструктивная

схема цистерны за счёт постановки новых усиливающих элементов и составных частей, повышающих работоспособность и улучшающих потребительские свойства вагона, особенно при погрузочно-разгрузочных операциях.

Третьим и наиболее сложным типом модернизации является перепрофилирование цистерн для перевозки грузов рыночной востребованности и приспособление их для специфических условий и различных модификаций погрузочно-выгрузочных комплексов. Здесь не исключены технологические операции на котле и раме цистерны, требующие научного обоснования и участия специалистов редкого профиля.

Авторами статьи было проведено обследование 86 единиц цистерн со сроком эксплуатации от трёх до пяти лет после проведённой модернизации. Проверка технического состояния вагонной техники позволила установить следующее. У шестнадцати цистерн обнаружены зарождающиеся трещины в сварных швах шпангоутов и местах приварки их к котлу. У восьми выявлены трещины в сварных швах приварки накладок в опорных зонах, а у трёх — в сварных швах приварки новых сливных приборов. Интенсивные износы вновь поставленных пятников и ослабление заклёпочных соединений обнаружены у пяти других цистерн и т.д.

Выполненный анализ технического состояния модернизированных цистерн дал основание констатировать наличие технического противоречия, которое состоит в том, что модернизация вагонов производится по технологии обычного ремонта и не обеспечивает ожидаемой работоспособности конструкций.

Дело в том, что при некоторых видах модернизации конструкций существенным образом изменяется напряжённо-деформированное состояние отдельных составных частей, а это может приводить к возникновению концентраторов напряжений и ускоренному появлению отказов.

То есть наблюдаемый модернизационный подход носит слишком локальный характер, в то время как усовершенствованная технология должна предусматривать повышенные требования к выполнению производственных операций и усиленный контроль работоспособности



**Рис. 1. Блок-схема методики оценки работоспособности модернизированного котла вагона-цистерны.**

модернизированных элементов вагонов. Это особенно важно соблюдать, когда модернизация осуществляется не на вагоностроительных, а вагоноремонтных предприятиях, технологическое оснащение которых в большинстве своем не отвечает современным стандартам качества. На основе анализа такой работы на вагоноремонтных предприятиях авторами исследований составлена блок-схема методики оценки работоспособности модернизированного котла вагона-цистерны, которая представлена на рис. 1.

В блок-схеме технологии модернизации выделено восемь этапов.

На первом этапе производится оценка возможности и целесообразности проведения модернизации цистерны с расчетом ожидаемого экономического эффекта от эксплуатации обновленного экипажа. Положительные результаты технико-экономических расчетов являются сигналом к переходу ко второму этапу, то есть разработке проекта модернизации и определению новых параметров вагона.

Третий этап управляемого процесса включает проверочный расчет прочности модернизированных элементов и вагона в целом, а при необходимости и проведе-





ние корректировки проекта модернизации.

На четвёртом этапе производится разработка технологии модернизации цистерны и оценка принятых технологических решений. Положительные результаты сделанного позволяют провести опытную модернизацию вагона-цистерны и направить конструкцию на испытание.

Проведение стендовых статических и динамических испытаний модернизированных элементов цистерны осуществляется на пятом этапе. При этом определяются реальные параметры модернизированных элементов, их работоспособность и при необходимости корректировка конструкции или усиление соединений составных частей.

Шестой этап предусматривает проведение испытаний на ударную прочность и определение назначаемого срока полезного использования модернизированной цистерны. Положительные результаты этих испытаний позволяют перейти к седьмому этапу программы, проведению ходовых, тормозных и эксплуатационных испытаний обновленного вагона.

Положительные результаты эксплуатационных испытаний становятся основой для разработки требований к технологии серийной модернизации вагонов (восьмой этап) на вагоноремонтных предприятиях, куда она передается с экономически обоснованным сопровождением.

## ВЫВОДЫ

1. Анализ конструктивных особенностей разных типов вагонов-цистерн позволил разработать классификацию их специального оборудования, которое

наиболее часто подвергается модернизации.

2. По степени сложности модернизации вагонов-цистерн было выделено три их типа. Первый включает замену старотипных конструкций составных частей на новые, которые отвечают современным требованиям по прочности и работоспособности. При втором типе модернизации несколько изменяется конструктивная схема и усиливаются отдельные составные части, а третий тип предусматривает перефилирование цистерн для перевозки грузов рыночной востребованности и приспособление обновленной техники к специфическим условиям эксплуатации.

3. Модернизация вагонов должна проводиться по специальной технологии с учетом выполненных исследований.

4. Методика оценки работоспособности модернизированного котла цистерны предполагает оценку возможности изменения конструкций того или иного вагона; разработку проекта модернизации; проведение проверочных расчётов; подготовку целевой технологии; комплексные испытания и наличие рекомендаций по совершенствованию процессов модернизации при деповском или капитальном ремонте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бороненко Ю. П., Третьяков А. В., Сорокин Г. Е. Расчет узлов вагонов на прочность МКЭ: Учеб. пособие и руководство к пользованию учебным пакетом программ. – Л.: ЛИИЖТ, 1991.
2. Губенко В. К., Никодимов А. П., Жилин Г. К. и др. Цистерны: Справочное пособие. – М.: Транспорт, 1990.
3. Основные направления развития подвижного состава // Железные дороги мира. – 2004. – № 1.
4. Третьяков А. В. Продление срока службы подвижного состава – М.: Изд-во МБА, 2011. ●

## MODERNIZATION OF OIL TANK CARS

**Razinkin, Nickolay E.** – Ph. D. (Tech), associate professor, director of Moscow college of railway transport, vice-rector for high professional education of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

**Voronova, Nina I.** – Ph. D. candidate at the department of railway cars and wagon facilities of Petersburg State University of Railway Engineering.

*The authors argue that updating of the design of specialized railway cars and innovation management of freight companies are indispensable for quality service for transport clients, higher competitiveness of transportation cargo facilities and rational market oriented rail freightage.*

**Key words:** railway, modernization, renovation, tank car, clients, management by objectives.

Координаты авторов (contact information): Воронова Н. И. – voronova39@ru, Разинкин Н. Е. – razinkin@mkqt.ru.