

КАК ПРОДЛИТЬ СРОК СЛУЖБЫ ВАГОНОВ-ЦИСТЕРН ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ГРУЗОВ

А.А. Битюцкий, А.С. Кононенко,
Инженерный центр вагоностроения,
г. Санкт-Петербург

В последние годы постоянно наращиваются объемы перевозок химических грузов железнодорожным транспортом как внутри страны, так и на экспорт. На фоне неуклонного роста цен на новые специализированные вагоны-цистерны, увеличивающегося спроса на продукцию химической промышленности, а также в связи со сравнительно быстро меняющейся номенклатурой перевозимых грузов все более актуальной становится задача переоборудования существующего парка вагонов-цистерн.

При этом подвижной состав собственников зачастую предельно изношен, вагоны эксплуатируются с истекшим (или истекающим) сроком службы. Продление этого срока путем углубленного ремонта вагонов с восстановлением назначенного ресурса, заменой или восстановлением составных частей (включая базовые) и назначением нового срока службы — одна из важнейших задач, стоящих на сегодняшний день. Называется такой ремонт капитальным с продлением срока полезного использования (КРП).

Диагностика технического состояния парка цистерн собственников, проведенная сотрудниками Экспертного центра к окончанию срока службы вагона, показывает следующие данные:

- котел вагона-цистерны для химических грузов, изготовленный из низколегированной стали, по износу и повреждениям, в первую очередь коррозионным, как правило, полностью вырабатывает свой ресурс;
- рама, а также основные элементы ходовой части за срок службы вагона расходуют около половины своего ресурса (рис. 1).

В результате исследований технического состояния вагонов были получены статистические данные по дефектам рам и котлов вагонов-цистерн для перевозки олеума (рис. 2). Учитывая широко применяемое в настоя-

щее время восстановление ресурса рамы путем усиления наиболее нагруженных и изношенных элементов, можно говорить о целесообразности монтажа на раму нового котла. Другими словами, следует проводить КРП с заменой котла, в том числе и с переоборудованием.

Инженерным центром вагоностроения накоплен значительный опыт в проведении различных видов КРП грузовых вагонов на вагоноремонтных предприятиях. В основу внедрения КРП заложены три основных принципа:

- 1 обеспечение стоимости одного года службы вагона после КРП не выше аналогичного параметра нового вагона;
- 2 замена одного или нескольких базовых узлов (основных элементов кузова) на новые и модернизация остальной части кузова;
- 3 выполнение при КРП ремонта ходовой части, автосцепного и тормоз-

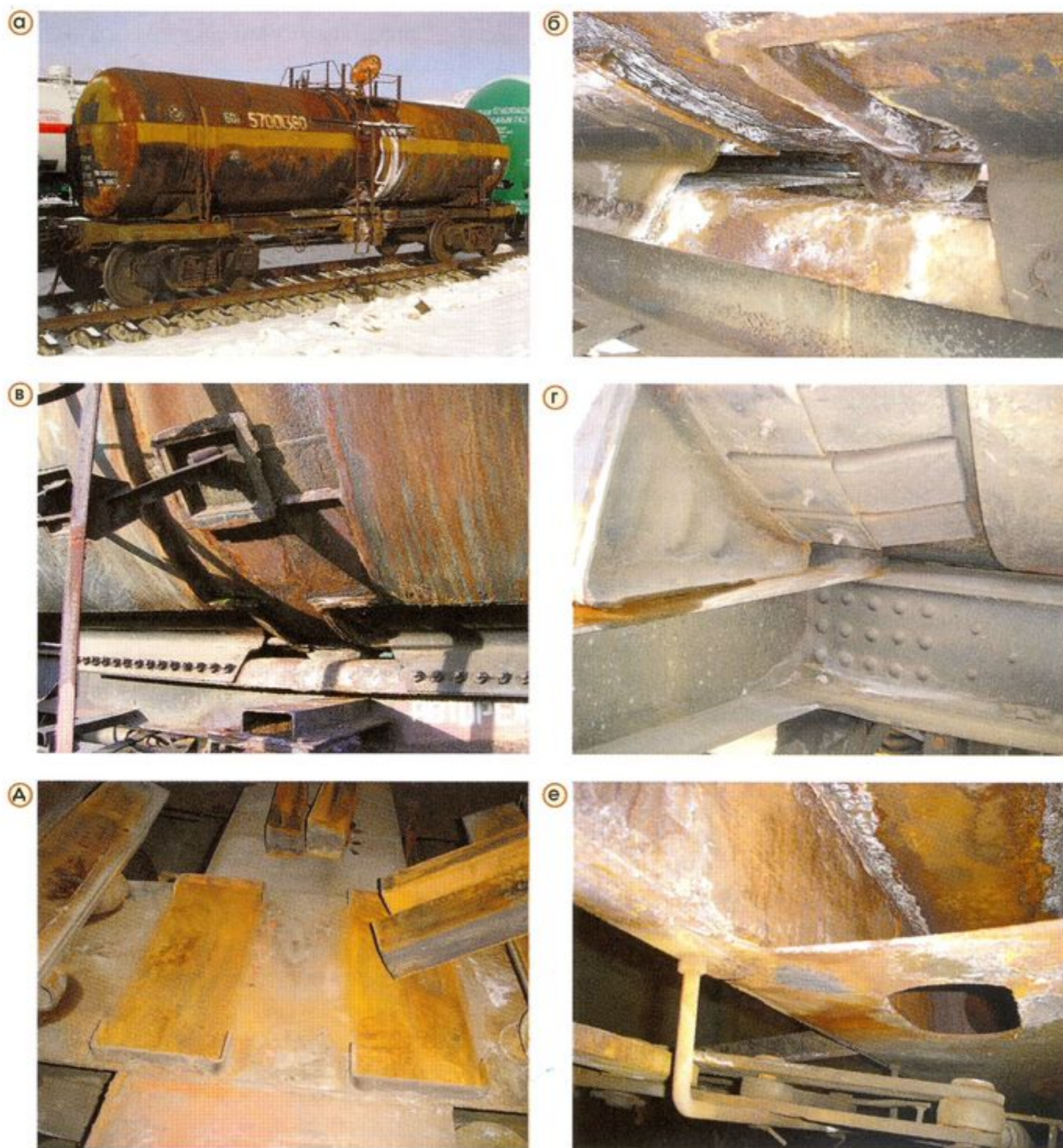


Рис. 1. Техническое состояние котла и рамы вагона-цистерны для перевозки олеума на момент истечения срока службы:

а — общий вид вагона-цистерны с истекшим сроком службы; б — коррозия средней части котла и рамы; в — коррозия паровой рубашки; г — шкворневой узел и лежневая опора; д — верхний лист шкворневой балки в зоне шкворневого узла; е — средняя часть хребтовой балки (вид снизу)

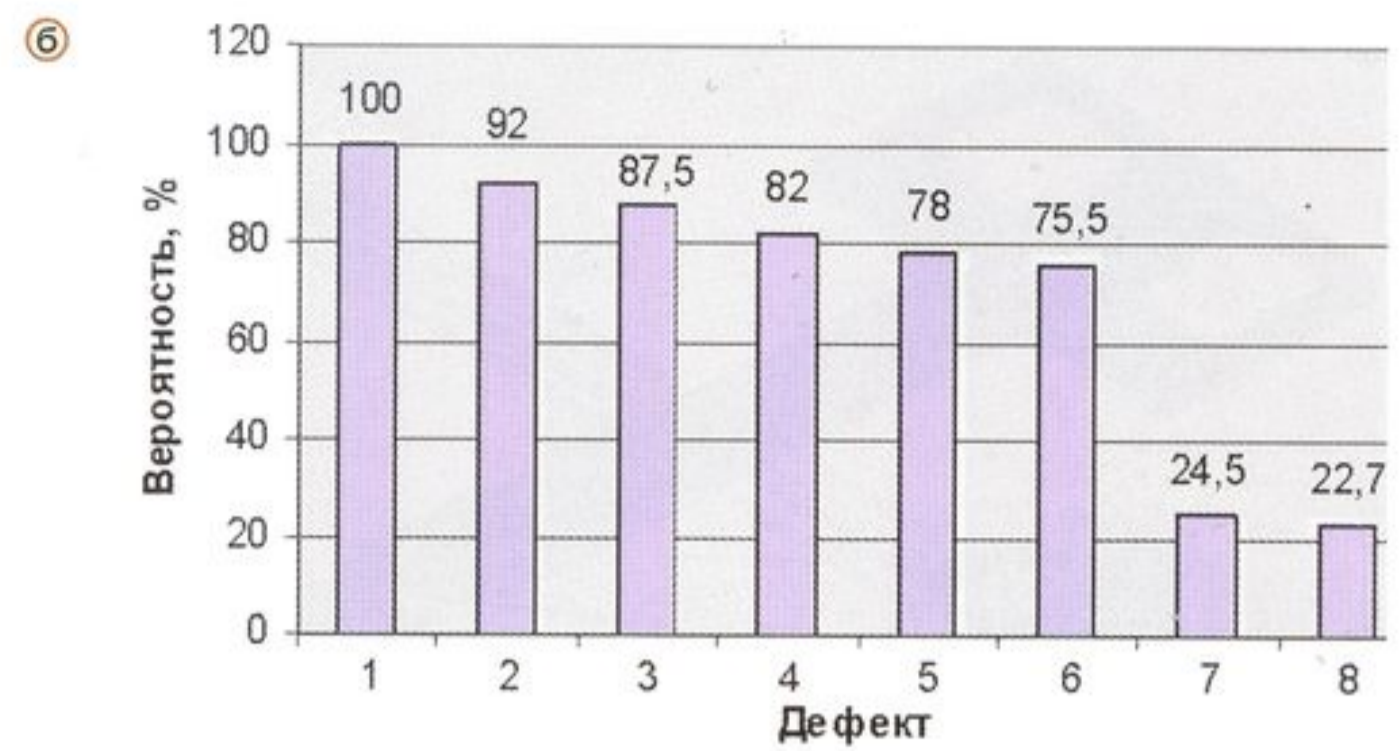
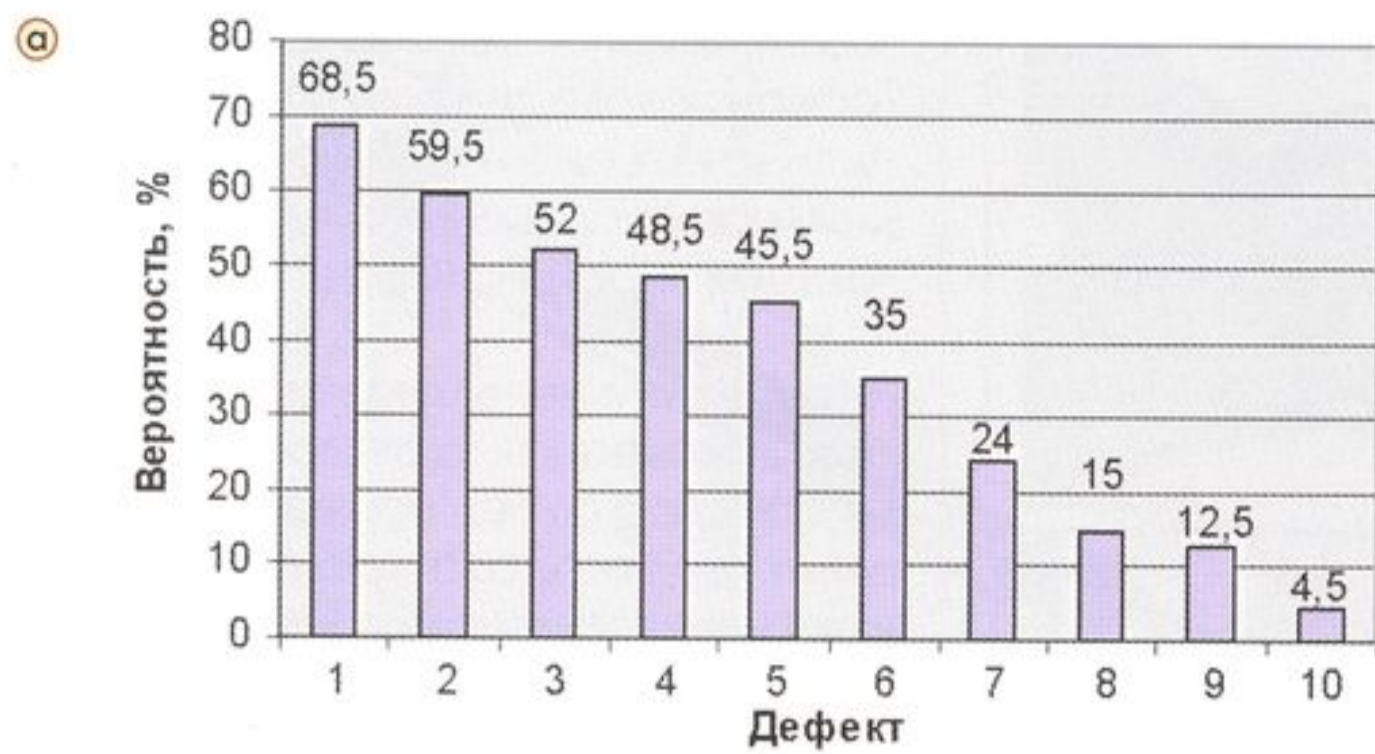


Рис. 2. Статистические данные по дефектам рам и котлов вагонов-цистерн для перевозки олеума с истекшим сроком службы:

а — статистические данные по дефектам рам:

1 — деформация, изгиб, излом, трещины сварных швов лобовой балки; 2 — ослабление крепления, излом, деформации поручней, подножек составителя; 3 — износ, деформация или трещина ударной розетки; 4 — ослабление, излом крепления тормозного оборудования; 5 — трещина швов стыковки шкворневой и хребтовой балок; 6 — деформация верхней полки (верхнего листа) хребтовой балки в районе хвостовика автосцепки; 7 — ослабление крепления пятника; 8 — ослабление или отсутствие заклепок крепления упоров или предохранительных планок; 9 — коррозионный износ хребтовой балки в средней части более 15 % номинальной толщины элемента; 10 — коррозия вертикальных листов шкворневой балки

более 15 % номинальной толщины элемента; 11 — трещины верхнего листа шкворневой балки в узлах сочленения хребтовой и шкворневой балок;

б — статистические данные по дефектам котлов:

1 — сквозная коррозия паровой рубашки; 2 — деформация, излом, коррозия помостов, лестниц; 3 — коррозия обечайки или днищ котла свыше 30 % номинальной толщины; 4 — язвенная коррозия продольных и кольцевых сварных швов котла глубиной свыше 3 мм; 5 — коррозия крышки люка-лаза или обечайки свыше 30 % номинальной толщины; 6 — коррозия швов приварки обечайки люка-лаза или поддона; 7 — ослабление или обрыв стяжных хомутов; 8 — ослабление болтов фасонных лап

ного оборудования в объеме планового капитального ремонта.

С 2004 г. специалистами Инженерного центра и Департамента вагонного хозяйства ОАО «РЖД» совместно с представителями ОАО «Рузхиммаш» были успешно реализованы два проекта КРП:

→ КРП вагона-цистерны модели 15-862 по заказу ОАО «Щекиноазот» для перевозки нефтепродуктов с заменой котла и переоборудованием под перевозку химических грузов (метанола, олеума, технической и улучшенной серной кислоты);

→ КРП с заменой котла вагонов-цистерн модели 15-1424 по заказу ОАО «ЕвроХим — Белореченские минеральные удобрения» под перевозку олеума.

Оба вида КРП поставлены на производство на ОАО «Рузхиммаш» (рис. 3). Главная цель собственников



Рис. 3. Общий вид вагонов-цистерн, прошедших КРП с заменой котла на ОАО «Рузхиммаш»:

а — вагон-цистерна модели 15-1424 для олеума; б — вагон-цистерна модели 15-1240-01 для метанола; в — вагон-цистерна модели 15-1226-01 для технической серной кислоты (или модели 15-1226-03 для улучшенной серной кислоты); г — вагон-цистерна модели 15-1224-01 для олеума

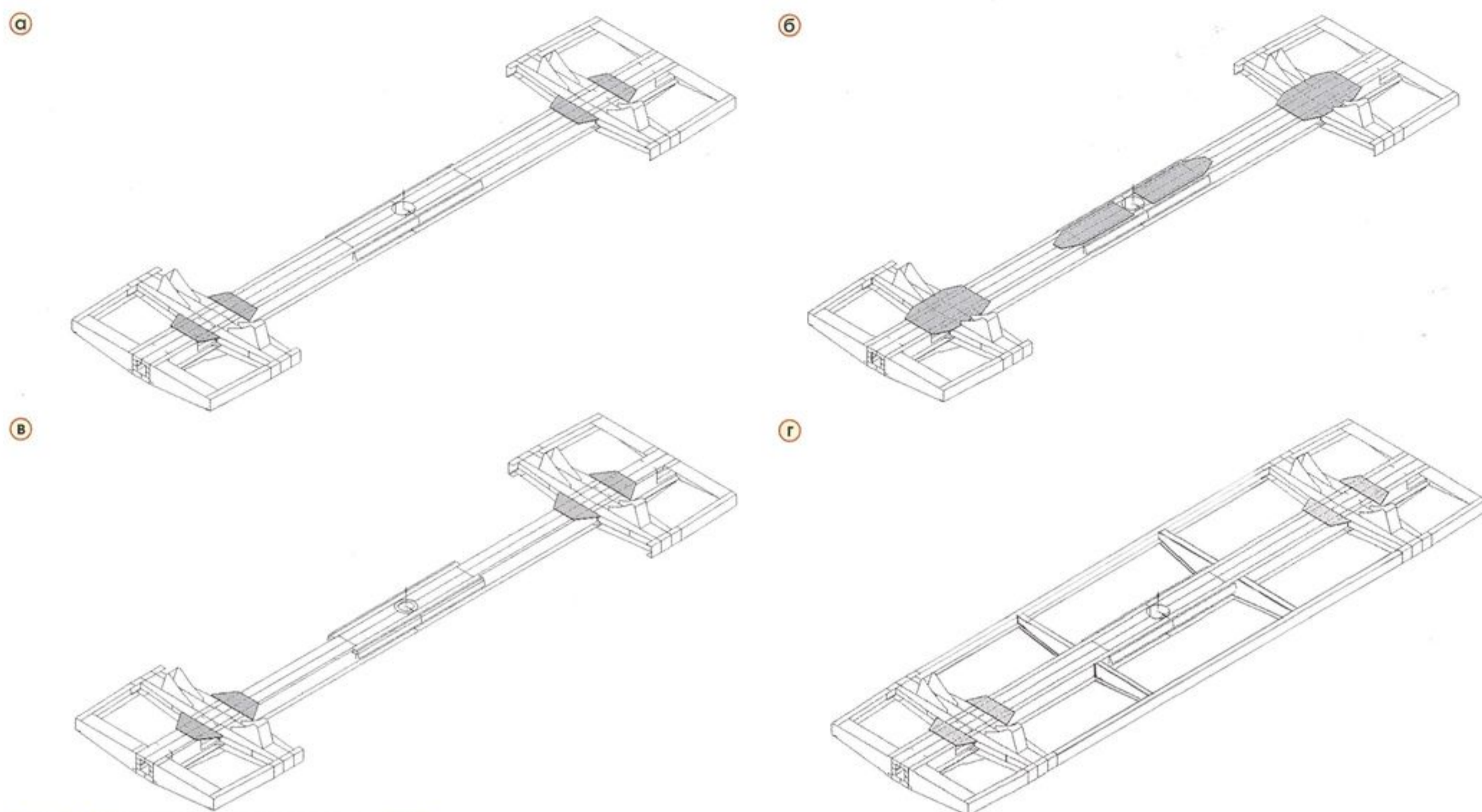


Рис. 4. Варианты усиления рам при КРП вагонов-цистерн для перевозки олеума:

а — швеллерная рама с усилением лап, шкворневых узлов и заменой лобовых балок и ограждения консоли; б — швеллерная рама с усилением лап, шкворневых узлов, заменой лобовых балок и ограждения консоли, с усилением средней части и верхнего листа шкворневой балки; в — зетовая рама с усилением лап, шкворневых узлов и заменой лобовых балок и ограждения консоли; г — рама с усилением боковыми и промежуточными балками



Рис. 5. Общий вид усиления рамы опытного образца вагона-цистерны модели 15-1424 для перевозки олеума: а — консольной части рамы; б — средней части рамы; в, г — шкворневого узла



этих вагонов — обеспечение необходимого объема перевозок наиболее востребованных на сегодняшний день химических грузов при максимальной эффективности капиталовложений.

Помимо привлечения подвижного состава для перевозок, другой важной целью разработки проектов стало продление срока полезного использования вагонов-цистерн. Заменяемый базовый узел при проведении указанных проектов КРП — котел, модернизируемая часть кузова — рама с элементами опоры котла.

Стоит отметить, что в большинстве случаев износ рам вагонов-цистерн для кислот и олеума, выявленный в результате технического диагностирования, а также расчет скорости коррозии позволяют говорить об использовании рамами за срок службы вагона, равный 18 годам, около половины своего ресурса.

Особенности условий эксплуатации и различие конструкции рам у одной и той же модели вагона-цистерны обуславливают различный износ металла конструкции. При производстве вагонов-цистерн для химических грузов использовались две конструкции рамы:

① с хребтовой балкой из двух швеллеров № 30В-2, соединенных верхним и нижним листом (швеллерная);

② с хребтовой балкой из двух зетовых профилей № 31 (зетовая).

Вплоть до 1985 г. изготавливали только швеллерные рамы, в период с 1985 по 1988 гг. — оба типа рам, а с 1988 г. — только зетовые.

После обследования технического состояния парка цистерн модели 15-1424 для перевозки олеума было выявлено, что состояние рам значительно отличается друг от друга. При таком положении целесообразна разработка нескольких различных по объему вариантов усиления рамы в зависимости от степени коррозионного износа металлоконструкции — основного дефекта для рам вагонов данного типа.

Все необходимые условия были успешно реализованы в предложенном проекте. Это позволило минимизировать трудоемкость и материалоемкость модернизации рам и получить дополнительный экономический эффект от внедрения КРП с заменой котла.

Специалистами были разработаны шесть вариантов усиления рамы:

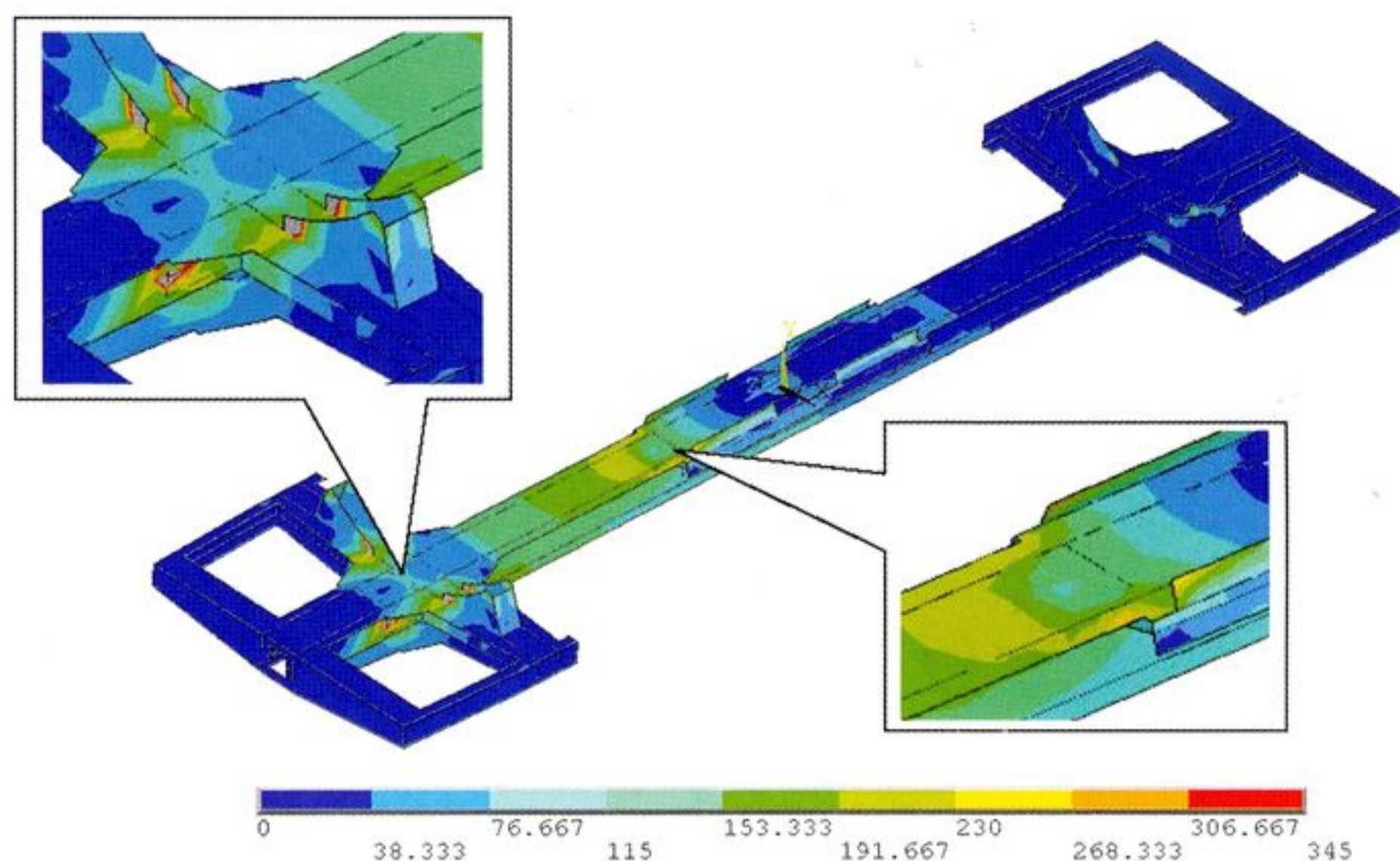


Рис. 6. Напряженно-деформированное состояние швеллерной рамы с усилением лап, шкворневых узлов и заменой лобовых балок и ограждения консоли при действии ударной нагрузки 3,5 МН

① с усилением лап, шкворневых узлов и заменой лобовых балок и ограждения консоли (рис. 4,а);

② с усилением средней части;

③ с усилением верхнего листа шкворневой балки;

④ с усилением средней части и верхнего листа шкворневой балки (рис. 4,б, 5);

⑤ с усилением лап, шкворневых узлов и заменой лобовых балок и ограждения консоли зетовой рамы (рис. 4,в);

⑥ с усилением боковых и промежуточных балок рамы (швеллерная или зетовая рис. 4,г).

Для проверки прочностных характеристик рам, усиленных по различным вариантам, была рассчитана прочность в соответствии с требованиями норм для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог Министерства путей сообщения колеи 1520 мм (несамоходных). Расчет выполнялся с помощью специализированного программного вычислительного комплекса, реализующего метод конечных элементов (МКЭ). При этом учитывалось утонение металла вследствие коррозионного износа (рис. 6).

Для проверки усталостной прочности был произведен расчет проверки сопротивления усталости рамы после КРП по всем вариантам усиления при многоциклическом нагружении. Он показал, что коэффициент запаса сопротивления усталости во всех контрольных точках конструкции рамы превышает допускаемый и обеспечи-

вает сопротивление усталости рамы на весь дополнительно назначенный срок службы.

При постановке на производство всех видов КРП для определения соответствия конструкции требованиям действующих нормативных документов проводился комплекс предварительных испытаний, в том числе:

➤ ударные прочностные испытания и испытания на статическую прочность (для подтверждения соответствия конструкции требованиям прочности);

➤ стационарные тормозные испытания (для подтверждения соответствия характеристик тормозной системы требованиям безопасности);

➤ расчетно-экспериментальная оценка усталостной прочности — для подтверждения требований к надежности (ресурсу) конструкции.

Было установлено, что в случае КРП с заменой котла срок продления может значительно превышать установленный при КРП без его замены. Максимальный срок продления при традиционном КРП (без замены котла) регламентируется положением о продлении сроков службы грузовых и рефрижераторных вагонов государств — участников соглашений о совместном использовании грузовых рефрижераторных вагонов в международном сообщении.

Срок продления не может превышать половины срока службы базового вагона, поскольку в этом случае он определяется остаточным ресурсом котла. Тогда как при КРП с заменой котла этот срок опреде-

Ориентировочная стоимость ремонта, срок службы и стоимость одного года эксплуатации вагона-цистерны для перевозки олеума (по состоянию на 2005 г.)

Показатели	Вид ремонта			
	КРП с продлением срока службы	КРП	КРП с заменой котла	Новая цистерна для олеума
Номер ремонта	1	2	3	4
Стоимость, тыс. руб.	85	315	705	1300
Срок службы (продления), годы	до 4	до 9	до 16	18
Стоимость 1 года эксплуатации, тыс. руб. (без учета расходов на ремонт и техническое обслуживание)	21,2	35,0	44,1	72,2

ляется остаточным ресурсом рамы и может быть равен сроку службы базового вагона.

Таким образом, при КРП цистерн модели 15-1424 для перевозки олеума срок службы вагона увеличивался до максимального расчетного срока службы рамы цистерны с новым котлом. Он составил 32 года для рамы со швеллерной хребтовой балкой и 34 года — с зетовой.

При сроке службы базового вагона 18 лет его продление после проведения КРП с заменой котла составило для рам со швеллерной и зетовой хребтовыми балками 14 и 16 лет соответственно. Все эти данные подтверждаются необходимыми расчетами и испытаниями.

При КРП цистерн модели 15-Ц862 с заменой котла и переоборудованием под перевозку метанола, олеума, серной технической и улучшенной кислоты собственник имел дело с вагонами постройки 50-х годов XX века, но с рамами, изготовленными в 1997 — 2003 гг.

В этом случае дополнительный выигрыш в общей стоимости КРП был получен за счет того, что модернизацию рам проводить не требовалось. Все они уже были усилены заводом-изготовителем. А поскольку на практически новые рамы были установлены новые котлы, то было принято решение о перерегистрации вагонов с присвоением модели ОАО «Рузхиммаш» и года постройки вагона — по году постройки рамы. При этом на вагоны с наименьшим сроком службы 18 лет (для кислоты и олеума) были установлены наиболее новые рамы. Назначенный срок службы вагонов составил 15 — 16 лет, а для вагонов со сроком службы 24 года (для метанола) — 16 — 20 лет.

На вагоноремонтных заводах России и стран СНГ подобные виды ремонта в настоящее время получили широкое распространение. Связано это с тем, что капиталовложения на их внедрение значительно уступают за-

тратам на приобретение нового подвижного состава (см. таблицу).

Наряду с таким видом ремонта, как КРП с заменой котла, в зависимости от технического состояния парка вагонов-цистерн все больше внедряются и другие, еще более выгодные варианты минимизации расходов собственника на подвижной состав. Среди них можно отметить ставший уже традиционным КРП без замены котла и переоборудование вагона-цистерны одновременно с проведением планового вида ремонта (капитального или даже деповского).

Тем не менее, максимальное продление срока службы вагона при КРП без замены котла в зависимости от технического состояния составляет лишь половину срока службы вагона данной модели. При переоборудовании без КРП срок службы и вовсе не продлевается, что впоследствии все равно заставляет собственника проводить комплекс мероприятий по продлению.

Среди собственников вагонов-цистерн, внедривших у себя подобные виды ремонта по проектам Инженерного центра вагоностроения, можно назвать следующие организации:

- ОАО «СГ-Транс» (КРП вагонов-цистерн для перевозки сжиженных углеводородных газов);
- ОАО «НАК "Азот"» (КРП вагонов-цистерн модели 15-1408 для перевозки аммиака);
- Министерство обороны РФ (КРП вагонов-цистерн модели 15-1406 — ЖКЦ-39);
- ОАО «Щекиноазот» (КРП вагонов-цистерн модели 15-1487 с переоборудованием под перевозку карбамидоформальдегидных смол, переоборудование вагонов-цистерн модели 15-1443, 15-1443-06 и 15-1454 под перевозку метанола);
- ООО «Трансойл» (переоборудование вагонов-цистерн модели 15-1572 для перевозки метанола под перевозку нефтепродуктов);
- ЗАО «Транснефтехим» (переоборудование вагонов-цистерн модели

15-1556 для перевозки хлора под перевозку едкого натра);

➤ ОАО «Саяногорский алюминиевый завод» (КРП вагонов-цистерн модели 15-1532 для перевозки жидкого пека);

➤ ООО «Промхимсервис» (переоборудование вагонов-цистерн модели 15-1408 для перевозки аммиака под перевозку соляной кислоты);

➤ ООО «Сибтрансремонто» (переоборудование вагонов-цистерн модели 15-1597 для перевозки аммиака под перевозку ацетона, эфира метилтрет-бутилового и акрилонитрила).

Однако необходимо отметить, что максимальные сроки продления при капитальном ремонте и при КРП указаны в соответствии с документами, регламентирующими продление срока службы. На самом деле в большинстве случаев котлы вагонов-цистерн по техническому состоянию продлению не подлежат.

Отсюда напрашивается вывод о том, что для цистерн под такие химические грузы, как кислоты и олеум, единственной альтернативой покупке нового подвижного состава служит КРП с заменой котла. Тогда как для цистерн под менее агрессивные грузы вариантов продления срока службы, а также переоборудования значительно больше.

В заключение можно констатировать, что фактически по истечении назначенного срока службы имеет место неполная выработка вагоном своего ресурса. Это делает возможным продление срока службы и переоборудование вагона. Правда, в случае КРП с заменой котла речь идет лишь о продлении срока службы рамы, в то время как котел полностью исчерпал свой ресурс и продлению не подлежит. Тем не менее, все это позволяет говорить о значимости и актуальности приведенных выше видов ремонта при сложившейся на сегодняшний день ситуации на рынке и ценах на новый подвижной состав.

Внедрение собственниками цистерн подобных видов ремонта позволит не только значительно уменьшить издержки на обновление собственного парка подвижного состава, но и перепрофилировать цистерны под наиболее востребованный на рынке продукт. В ближайшем будущем такой ремонт будет играть все более важную роль в развитии перевозок химических грузов железнодорожным транспортом. ■