

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

УДК 629.463.3.083-047.44

В. М. БУБНОВ<sup>1</sup>, И. Ю. КЕБАЛ<sup>2\*</sup>, Н. Б. МАНКЕВИЧ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ООО «Главное специализированное конструкторское бюро вагоностроения им. Валерия Михайловича Бубнова», пл. Машиностроителей, 1, Мариуполь, Украина, 87535, тел. +38 (0629) 56 08 67, эл. почта bubnov@azovmash.com, ORCID 0000-0003-1957-0292

<sup>2\*</sup>Каф. «Вагоны и вагонное хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел./факс +38 (056) 371 51 12, эл. почта iuk1990.2013@gmail.com, ORCID 0000-0002-8408-8294

<sup>3</sup>ООО «Главное специализированное конструкторское бюро вагоностроения им. Валерия Михайловича Бубнова», пл. Машиностроителей, 1, Мариуполь, Украина, 87535, тел. +38 (0629) 51 86 43, эл. почта bubnov@azovmash.com, ORCID 0000-0002-7222-7226

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

**Цель.** Увеличение объемов перевозок грузов требует внедрения вагонов нового поколения, которые бы смогли обеспечить все потребности перевозчиков. Но такое внедрение невозможно без обновления ремонтной базы с применением новых технологий и модернизацией ремонтного процесса. Ремонт подвижного состава является ключевым фактором, от которого необходимо отталкиваться при создании новых вагонов, так как не все изобретения возможно внедрять в сегодняшних условиях, когда большинство вагоноремонтных депо морально устарели. Цель – проанализировать возможность повышения эффективности ремонтного процесса путем внедрения новых ремонтных технологий или совершенствования существующих, что позволит повысить не только качество ремонта, но и его скорость. **Методика.** Работы по совершенствованию конструкций грузовых вагонов проводятся многими конструкторскими организациями практически во всех промышленно развитых странах. Это заставляет ремонтные организации (депо и вагоноремонтные заводы) модернизировать ремонтный процесс. Достижение поставленной цели возможно за счет совершенствования технологий ремонта и его реорганизации путем применения гибких поточных технологий, которые на сегодняшний день являются наиболее эффективными при ремонте подвижного состава. **Результаты.** При выполнении анализа проблемы было определено, что существуют вагоны различных конструкций. Большинство вагонов являются универсальными, и их ремонт не вызывает трудностей у вагоноремонтных предприятий. Однако количество специализированных вагонов является также значительным, и технологии их ремонта необходимо совершенствовать. Одной из причин такой необходимости является то, что многие модели (например, вагон-цистерна для перевозки расплавленной серы) предназначены для перевозки опасных грузов, и сбой в работе вагона в момент движения недопустим. **Научная новизна.** Авторами впервые определено направление работ при совершенствовании технологий ремонта специализированных вагонов. **Практическая значимость.** Актуальным при совершенствовании конструкций вагонов является и совершенствование существующей ремонтной базы. Кроме того, технологии ремонта, применяющиеся на сегодняшний день при ремонте вагонов, морально устарели и требуют улучшения. Рассмотренная организация ремонтного процесса имеет практическую ценность и может быть использована как при создании новых ремонтных предприятий, так и при модернизации существующих.

*Ключевые слова:* технология ремонта; грузовой вагон; вагон-цистерна; технологический процесс

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

**Введение**

Железнодорожный транспорт является основным видом транспорта, осуществляющим большую часть перевозки грузов как универсальных, так и специализированных. Наибольшую часть универсальных вагонов составляют полувагоны, в то время как наибольшее количество специализированных вагонов – это вагоны-цистерны. Ремонт последних является более трудоемким, так как многие специализированные вагоны обладают более сложной конструкцией за счет установки запорной арматуры, определенных сливных устройств, теплоизоляции, тэнов и т.д. Поэтому для обеспечения достаточных объемов ремонта необходима модернизация ремонтного процесса таких вагонов.

**Цель**

Объемы перевозок грузов требуют внедрения вагонов нового поколения, которые бы смогли обеспечить все потребности перевозчиков. Но такое внедрение невозможно без обновления ремонтной базы с внедрением новых технологий и модернизацией ремонтного процесса. Ремонтпригодность подвижного состава является ключевым фактором, от которого необходимо отталкиваться при создании новых вагонов, так как не все узлы и детали возможно отремонтировать в условиях вагоноремонтных депо, большинство которых морально устарели и требуют совершенствования ремонтного процесса с внедрением новых технологий. Исходя из вышеизложенного, цель исследования – провести анализ возможности повышения эффективности ремонтного процесса путем внедрения новых ремонтных технологий или совершенствования существующих, что позволит повысить не только качество ремонта, но и его скорость.

**Методика**

Работы по совершенствованию конструкций грузовых вагонов проводятся многими конструкторскими организациями практически во всех промышленно-развитых странах. Это составляет ремонтные организации (депо и вагоноремонтные заводы) модернизировать ремонтный процесс. Достижение поставленной цели

возможно за счет совершенствования технологического ремонта и его реорганизации путем применения гибких поточных технологий, которые на сегодняшний день являются наиболее эффективными при ремонте подвижного состава.

**Результаты**

Начиная с 1998 г. вместе с увеличением объемов промышленного производства начался рост грузооборота железнодорожного транспорта в период 1998–2008 гг. увеличился в 2 раза. В связи с тем, что в структуре перевозок железнодорожного транспорта значительную часть составляют сырьевые грузы – уголь, нефтяные грузы, железорудная продукция, а также строительные материалы, наибольший недостаток ощущался в полувагонах, как универсальном виде подвижного состава, и цистернах.

На рис. 1 приведена диаграмма, которая показывает процентное соотношение всех типов грузовых вагонов от общего парка. Каждому типу вагонов отвечают по три столбца: левый – процент от общего количества универсальных вагонов; средний – часть, что в настоящее время находится в собственности ператоров; правый – часть, находящаяся в собственности государства. Как мы видим из диаграммы, наибольшее количество из общего парка грузовых вагонов составляют полувагоны и цистерны. Известно, что большинство вагонов находится не в лучшем состоянии, что указывает не только на необходимость разработки новых конструкций вагонов, но и на совершенствование ремонтной базы, которая нуждается в реформировании [1].

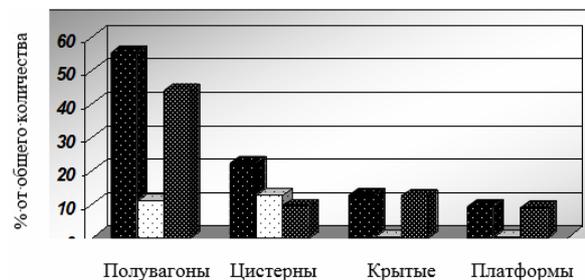


Рис. 1. Распределение грузовых вагонов

Fig. 1. Distribution of freight cars

На сегодняшний день разработано значительное количество различных типов как полу-

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

вагонов с разгрузочными люками в полу [14–16, 19], так и глухонных полувагонов [13, 17, 18, 20, 21]. При этом работы по их совершенствованию ведутся большинством вагоностроительных организаций и конструкторских бюро [4, 11], так как мировая промышленность развивается все интенсивней, требуя все больших перевозок различных типов грузов. Жидкие грузы перевозятся преимущественно в вагонах-цистернах. И среди цистерн, как известно, имеются универсальные конструкции, предназначенные для перевозки широкой номенклатуры грузов, например, цистерны для перевозки светлых нефтепродуктов. Но отдельно следует выделить специализированные грузовые вагоны-цистерны для транспортировки ограниченного количества жидких грузов, такие как цистерны для перевозки сжиженного газа, цистерны для перевозки желтого фосфора, цистерны для перевозки расплавленной серы и другие. При этом, если с технологией изготовления и технологией эксплуатации таких специализированных вагонов не возникает никаких особенных проблем, то с технологией ремонта имеются определенные сложности, которые связаны именно с особенностями конструкции этих вагонов и с качеством выполнения ремонта, так как этими вагонами транспортируются опасные вещества. Поэтому совершенствование технологии ремонта специализированных грузовых вагонов представляет собой актуальную научно-прикладную проблему для железнодорожного транспорта. Ведь от уровня технического совершенства и состояния подвижного состава, условий его использования, системы ремонта и обслуживания, в конечном счете, зависит результат деятельности транспорта в целом.

Система технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов инвентарного парка предусматривает комплекс работ, предназначенных для обеспечения стабильной работы вагонного парка, поддержания его технического состояния и повышения эксплуатационной надежности. Многие инженерные и научные организации имеют наработки в направлении совершенствования технических и технологических решений по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава и грузовых вагонов в частности. Так, одними из первых следует отметить работы В. С. Герасимова [3],

Б. В. Быкова [2], В. Е. Пигарева [2], И. Г. Морчиладзе [5], К. В. Мотовилова [6], В. О. Шамагина [22], М. Ф. Арефьева [22], В. Н. Пасько [22], В. М. Меланина [12].

Некоторые авторы рассматривают классические технологии ремонта, такие как стационарный и поточный методы. Стационарный метод заключается в том, что все работы, связанные с ремонтом вагона, выполняются на нескольких (или даже на одном) рабочих местах. Соответственно это влечет за собой большую продолжительность цикла ремонта и, соответственно, низкую производительность. Различают две разновидности стационарного метода:

1. Стационарно-бригадный метод, когда операции всего технологического процесса выполняются на одном рабочем месте одной бригадой рабочих без регламентированного разделения труда между ними. При этом методе детали и узлы, снимаемые с вагона, после ремонта устанавливаются на тот же вагон.

2. Стационарно-узловой метод, когда разборка и сборка вагона осуществляется на одной основной позиции, а ремонт отдельных узлов, разборку и сборку их осуществляют на отдельных специализированных позициях. [12].

Поточный же метод ремонта заключается в том, что весь технологический процесс ремонта подвижного состава разбивается на равные по продолжительности операции, которые располагаются на специализированных рабочих местах в последовательности, соответствующей технологическому процессу. Вагон же перемещается с предыдущей позиции на последующую при помощи конвейера. В вагоноремонтном производстве элементы поточного метода впервые в мире были применены в 1911 г. в Омских вагонных мастерских. В 1912 г. поточный метод применялся при ремонте грузовых вагонов в Нижнеднепровских мастерских. В 1924 г. Тамбовским вагоноремонтным мастерским удалось сократить простой вагонов в ремонте в 4 раза за счет применения поточного метода [12]. Данный метод обладает значительно большей производительностью, чем стационарный. Однако и у него есть определенные недостатки, основным из которых является невозможность ремонта разных типов вагонов на одной поточной линии одновременно. Также тяжело подобрать одинаковые по объему ремонта вагоны для исключения их простоя на

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

определенной позиции. Также в процессе ремонта возможно обнаружение дефектов, не замеченных при предварительной дефектации вагона. Это негативно скажется на продолжительности ремонта не только конкретного вагона, но и всех вагонов, размещенных на этой нитке.

К прогрессивным методам ремонта подвижного состава железных дорог и промышленного транспорта необходимо отнести гибкие поточные технологии, представленные в работах Сенько В. И., Мямлина В. В., Мямлина С. В. [7–9, 23–24]. Также гибкие поточные технологии нашли свое применение в вагоноремонтных предприятиях США [25]. К особенностям этих технологий относится возможность построения логистики ремонта вагонов с максимальным использованием производственных мощностей ремонтных предприятий. И создание условий ремонта вагонов различных конструкций и сложности ремонта в одном потоке за счет формирования маршрута прохождения ремонтных позиций вагонами не только по мере освобождения последующих ремонтных модулей, а с возможностью выполнения маневров по перемещению объектов ремонта при необходимости между ремонтными позициями. То есть простой вагонов исключается за счет их индивидуального перемещения между позициями ремонта. При этом время нахождения вагонов в ремонте, по мнению исследователей этих технологий [7–10], определяется практически временем непосредственно ремонта и транспортировки без времени ожидания, как это происходит при жесткой поточной технологии, когда имеется прямая зависимость между продвижением всех вагонов, находящихся на ремонтной поточной линии. Также гибкие поточные технологии позволяют ремонтировать различные типы вагонов одновременно независимо от различий их конструкции. Так, например, вагон-цистерна для перевозки жидкой серы, имеющий сложную конструкцию кузова за счет установки тэнов для подогрева груза и теплоизоляции, может ремонтироваться одновременно с вагоном-цистерной для перевозки нефтепродуктов и даже одновременно с полувагоном. При жестком поточном методе это невозможно, так как все три типа вагонов имеют различный объем ремонта и, следовательно, различную продолжительность выполнения ремонтных работ.

Гибкие поточные технологии позволяют наиболее эффективно использовать современную технику, трудовые ресурсы, материальную базу, позволяя тем самым получить наибольшее количество отремонтированных вагонов с наименьшими затратами труда на ремонт вагона.

Выбором технологии организация ремонта грузовых вагонов не ограничивается и завершается разработкой практической реализации технологических процессов, маршрутных и операционных карт для ремонта конкретного типа грузового вагона на ремонтном предприятии с учетом конструктивных особенностей специализированных вагонов, а также производственных мощностей и технологического оборудования. Так, в ПКТЬ Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна совместно со специалистами ГСКБВ разработаны уникальные технологические процессы по ремонту специализированных вагонов, таких как вагон-цистерна для перевозки сжиженного газа, вагон-цистерна для перевозки жидкой серы и других с постановкой на производство на Дарницком вагоноремонтном заводе [10]. В технологических процессах определен перечень необходимых ремонтных работ для каждого узла вагона: котла, рамы, тележек, устройств разгрузки и т.д. При этом учтены особенности конструкции конкретного типа вагонов, уровень износа его составляющих и вид ремонта (капитальный, деповской и т.д.). Отличительной чертой разработанных технологических процессов является наличие указаний по нанесению защитных покрытий на участки отремонтированных и вновь изготовленных деталей цистерн, недоступных после сборки вагонов, что дает возможность предотвратить их коррозионный износ и разрушение. Также рассмотрена модернизация цистерн, которая заключается в усилении рамы, установке дуг на котел для защиты арматуры и защитных щитов на раму вагона-цистерны. Наличие дуг дает возможность защитить арматуру от удара при перевороте вагона-цистерны. При этом дуги способны выдержать на себе массу полностью загруженной цистерны, предотвращая таким образом разгерметизацию. Установка защитных щитов обеспечивает защиту днищ котлов при аварийных столкновениях от ударов автоцепными приборами или грузом других ваго-

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

нов. Такие модернизации проводятся при капитальном ремонте вагонов-цистерн. Если же в капитальный ремонт поступают вагоны, прошедшие модернизацию ранее, и вагоны, которые необходимо модернизировать вместе с ремонтом, то здесь целесообразно применение гибких поточных технологий, так как на жестких поточных линиях вагоны, модернизированные ранее, будут иметь большие простои. То есть гибкие поточные технологии удобны не только при ремонте разных типов вагонов на одном ремонтном предприятии, но и при ремонте одного типа вагонов.

Применение гибких поточных технологий положительно сказывается не только на времени простоя вагона в ремонте, но и на качестве самого ремонта. Ведь если на жестком потоке вагон будет простаивать, то на других ремонтных позициях рабочие будут торопиться, чтобы как можно больше сократить время простоя отремонтированного вагона. А это, как известно, негативно сказывается на качестве выполняемых ремонтных работ.

Необходимо также отметить, что ремонт специализированных цистерн требует повышенной ответственности, так как они предназначены для транспортировки опасных грузов.

#### Научная новизна и практическая значимость

Создание современного универсального и специализированного подвижного состава и модернизация существующего требует реализации научных и технических решений, направленных на совершенствование ремонтных технологий и реорганизацию ремонтных процессов. Рассмотренная организация ремонтного процесса имеет практическую ценность и может быть использована как при разработках новых ремонтных предприятий, так и при модернизации существующих.

#### Выводы

Таким образом, рассмотрены основные виды реализации технологии ремонта грузовых вагонов железных дорог и промышленного транспорта, определены преимущества и недостатки определенных технологий ремонта.

Сделан вывод о необходимости учета конструктивных особенностей специализированных вагонов-цистерн при разработке техноло-

гических процессов по деповскому и капитальному ремонту этих вагонов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бараш, Ю. С. Концептуальный подход к реформированию ремонтной базы для грузовых вагонов в современных рыночных условиях / Ю. С. Бараш, Ю. В. Булгакова // *Наук. вісн. НГУ*. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 3. – С. 126–133.
2. Быков, Б. В. Технология ремонта вагонов : учебник / Б. В. Быков, В. Е. Пигарев. – Москва : Желдориздат, 2001. – 559 с.
3. Герасимов, В. С. Технология вагоностроения и ремонта вагонов : учебник для вузов / В. С. Герасимов, И. Ф. Скиба, Б. М. Кернич [и др.] ; под ред. В. С. Герасимова. – Москва : Транспорт, 1988. – 381 с.
4. Кебал, И. Ю. Проектирование грузовых вагонов нового поколения / И. Ю. Кебал, С. В. Мямлин // *Подвижной состав XXI века: инновации в грузовом вагоностроении : тез. междунар. науч.-техн. конф. (25.06–28.06.2014)* / Петербург. гос. ун-т путей сообщ. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 3–25
5. Морчиладзе, И. Г. Железнодорожные цистерны : учеб. пособие / И. Г. Морчиладзе, А. П. Никодимов, М. М. Соколов. – Москва : ИБС-Холдинг, 2006. – 516 с.
6. Мотовилов, К. В. Технология производства и ремонта вагонов : учебник для вузов ж.-д. трансп. / К. В. Мотовилов, В. С. Лукашук, А. А. Петров. – Москва : Маршрут, 2003. – 382 с.
7. Мямлин, В. В. Обоснование алгоритма решения задачи векторной оптимизации по двум показателям при выборе гибкой технологии ремонта вагонов / В. В. Мямлин, А. А. Босов, С. В. Мямлин // *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна*. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 36. – С. 54–57.
8. Мямлин, В. В. Повышение надежности работы вагоноремонтных потоков за счет формирования их гибкости / В. В. Мямлин, С. В. Мямлин // *Проблемы безопасности на транспорте : материалы VI междунар. науч.-практ. конф. (29.11–30.11.2012)* / Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель, 2012. – С. 92–93.
9. Мямлин, В. В. Теоретические основы создания гибких поточных производств для ремонта подвижного состава : монография / В. В. Мямлин. – Днепропетровск : ЧФ «Стандарт-Сервис», 2014. – 380 с.

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

10. Мямлін, С. В. Виконання капітального ремонту з подовженням терміну служби цистерн для перевезення аміаку / С. В. Мямлін, Ю. В. Кебал, С. Р. Колесников // Проблемы и перспективы развития ж.-д. трансп. : тез. 71 междунар. науч.-практ. конф. (14.04–15.04.2011) / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 93–94.
11. Мямлин, С. В. Крышка люка универсального полувагона / С. В. Мямлин, Д. Н. Барановский, И. Ю. Кебал // Бюл. науч. работ Брянск. фил. МИИТ : сб. науч. работ / Моск. гос. ун-т путей сообщ., Брянск. фил. – Брянск, 2015. – Вып. 7. – С. 45–48.
12. Организация, планирование и управление на вагоноремонтных предприятиях : учебник для вузов ж.-д. трансп. / В. М. Меланин, С. Н. Коржин, Р. Ф. Канивец [и др.] ; под ред. В. М. Меланина. – Москва : ГОУ «Учебно-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп.», 2008. – 383 с.
13. Пат. 2391239 С1 Российская Федерация, МПК В 61 D 3/00, В 61 F 1/00. Грузовой полувагон с глухим полом / Иванов А. О., Коссов В. С., Чаркин В. А., Ноздрачѐва В. А., Шабеко А. П. ; заявитель и патентообладатель ОАО «Российские железные дороги». – № 2009119200/11 ; заявл. 21.05.2009 ; опубл. 10.06.2010. – 6 с.
14. Пат. 2194640 С2 Российская Федерация, МПК В 61 D 3/00, В 61 D 7/00. Железнодорожный полувагон / Зоценко А. Г., Герман В. П., Демин К. П., Крючков А. В., Ефимов В. П., Малых Н. А., Андронов В. А., Даниленко Д. В., Клещевников В. А., Головизнин Б. Л., Баженовских Ю. М., Левин А. Б., Шишков В. А., Базилевич И. В., Бесчастный А. В., Шнек В. А., Шихалев В. А. ; заявитель и патентообладатель ГУП «ПО Уралвагонзавод» им. Ф.Э. Дзержинского. – № 2000126453/28 ; заявл. 20.10.2000 ; опубл. 20.12.2002. – 5 с.
15. Пат. 74610 U1 Российская Федерация, МПК В 61 D 17/06, В 61 D 3/00. Железнодорожный полувагон / Лапандин В. Д., Якин А. И., Волков В. А., Струпаев О. В., Подъяпольский Е. В. ; заявитель и патентообладатель Лапандин В. Д., Якин А. И., Волков В. А., Струпаев О. В., Подъяпольский Е. В. – № 2008111923/22 ; заявл. 31.03.2008 ; опубл. 10.07.2008. – 9 с.
16. Пат. 130565 U1 Российская Федерация, МПК В 61 D 3/00, В 61 F 1/02. Железнодорожный полувагон / Подъяпольский Е. В. ; заявитель и патентообладатель ООО «Новокузнецкий вагоностроительный завод». – № 2013114927/11 ; заявл. 03.04.2013 ; опубл. 27.07.2013. – 7 с.
17. Пат. 2137637 С1 Российская Федерация, МПК В 61 D 17/04. Железнодорожный полувагон / Потапов П. Ф., Зоценко А. Г., Крючков А. В., Герман В. П., Баженовских Ю. М., Галиева И. В., Шихалев В. А. ; заявитель и патентообладатель ГПО «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского. – № 98106947/28 ; заявл. 13.04.1998 ; опубл. 20.09.1999. – 4 с.
18. Пат. 2137638 С1 Российская Федерация, МПК В 61 D 17/04. Железнодорожный полувагон / Потапов П. Ф., Зоценко А. Г., Крючков А. В., Герман В. П., Баженовских Ю. М., Цымбал В. Д., Верник В. С. ; заявитель и патентообладатель ГПО «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского. – № 98107456/28 ; заявл. 13.04.1998 ; опубл. 20.09.1999. – 5 с.
19. Пат. 123383 U1 Российская Федерация, МПК В 6 D 3/00, В 61 D 17/06, В 61 D 17/08. Железнодорожный универсальный полувагон / Собержанский Н. А., Жакалов А. В. ; заявитель и патентообладатель Рижское Вагоностр. Предприятие «Балтия». – № 2012137070/11 ; заявл. 30.08.2012 ; опубл. 27.12.2012. – 4 с.
20. Пат. 6119 U Україна, МПК В 61 D 17/00. Залізничний піввагон / Балясний Е. І., Горулько І. О., Дячук М. І., Спід В. Г., Криворучко С. Г., Пятковський І. С., Харченко С. І. ; заявник та патентовласник «ДП «Дарницький вагоноремонтний завод». – № 20040907948 ; заявл. 30.09.2004 ; опубл. 15.04.2005. – 3 с.
21. Пат. 2273575 С2 Российская Федерация, МПК В 61 D 3/00, В 61 D 17/00, В 61 F 1/02. Кузов железнодорожного полувагона с глухим полом / Приходько В. И., Прохоров В. М., Коробка Б. А., Шкабров О. А., Назаренко Л. И., Маначинский О. В., Можейко Е. Р., Шевченко Р. Ф., Фомин А. И., Шилиев В. Н. ; заявитель и патентообладатель ОАО «КВСЗ». – № 2004114034/11 ; заявл. 12.05.2004 ; опубл. 01.01.2000. – 6 с.
22. Шамагін, В. О. Технологія ремонту рухомого складу : навч. посіб. / В. О. Шамагін, М. Ф. Ареф'єв, В. Н. Пасько. – Київ : Дельта, 2008. – 479 с.
23. Myamlin, V. V. Asynchronous flexible stream of wagon repair and modeling of its functioning process as aggregated system / V. V. Myamlin // TRANSBALTICA 2009 : Proc. of the 6<sup>th</sup> Intern. Sci. Conf. (22.04–23.04.2009) / Vilnius Gediminas Technical University. – Vilnius, 2009. – P. 173–178.
24. Myamlin, V. V. Searching of the ways of definition of the rational configuration of divisions of the car-repair facilities on the basis of the flexible stream on the design stage / V. V. Myamlin // ТЕКА. Commiss. of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2013. – Vol. 13, № 4. – P. 167–173.

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

25. Pat. 6769162 US, МПК<sup>7</sup>, В 23 Р 6/00. Railcar maintenance process / Barich D. J., Barich D. M., Donahue T. P. ; assignee General Electric Company. – № 09/725656 ; Filed 29.11.2000 ; Date of Pat. 03.08.2004. – 16 p.

В. М. БУБНОВ<sup>1</sup>, І. Ю. КЕБАЛ<sup>2\*</sup>, М. Б. МАНКЕВИЧ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ТОВ «Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування ім. Валерія Михайловича Бубнова», пл. Машинобудівників, 1, Маріуполь, Україна, 87535, тел. + 38 (0629) 56 08 67, ел. пошта bubnov@azovmash.com, ORCID 0000-0003-1957-0292

<sup>2\*</sup>Каф. «Вагони та вагонне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. / факс +38 (056) 371 51 12, ел. пошта iuk1990.2013@gmail.com, ORCID 0000-0002-8408-8294

<sup>3</sup>ТОВ «Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування ім. Валерія Михайловича Бубнова», пл. Машинобудівників, 1, Маріуполь, Україна, 87535, тел. + 38 (0629) 51 86 43, ел. пошта bubnov@azovmash.com, ORCID 0000-0002-7222-7226

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

**Мета.** Підвищення обсягів перевезень вантажів вимагає впровадження вагонів нового покоління, які б змогли забезпечити всі потреби перевізників. Але таке впровадження неможливе без оновлення ремонтної бази з застосуванням новітніх технологій та модернізацією ремонтного процесу. Ремонт рухомого складу є ключовим фактором, від якого необхідно відштовхуватися при створенні нових вагонів, бо не всі винаходи можливо впроваджувати в сьогоденні умови, коли більшість вагоноремонтних депо морально застаріли. Мета – проаналізувати можливість підвищення ефективності ремонтного процесу шляхом впровадження нових ремонтних технологій або вдосконалення існуючих, що дозволить підвищити не тільки якість ремонту, але і його швидкість. **Методика.** Роботи з удосконалення конструкцій вантажних вагонів проводяться багатьма конструкторськими організаціями практично у всіх промислово розвинених країнах. Це змушує ремонтні організації (депо і вагоноремонтні заводи) модернізувати ремонтний процес. Досягнення цієї мети можливо за рахунок вдосконалення технологій ремонту та його реорганізації шляхом застосування гнучких поточних технологій, які на сьогоднішній день є найбільш ефективними при ремонті рухомого складу. **Результати.** При виконанні аналізу проблеми було визначено, що існують вагони різних конструкцій. Більшість вагонів є універсальними, та їх ремонт не викликає труднощів у вагоноремонтних підприємств. Однак кількість спеціалізованих вагонів є також значною, й технології їх ремонту необхідно вдосконалювати. Однією з причин такої необхідності є те, що багато моделей (наприклад, вагон-цистерна для перевезення розплавленої сірки) призначені для перевезення небезпечних вантажів, і збій у роботі вагона в момент руху неприпустимий. **Наукова новизна.** Авторами вперше визначено напрямок робіт при вдосконаленні технологій ремонту спеціалізованих вагонів. **Практична значимість.** Актуальним при вдосконаленні конструкцій вагонів є й удосконалення існуючої ремонтної бази. Крім того, технології ремонту, які застосовуються на сьогоднішній день при ремонті вагонів, морально застаріли та вимагають удосконалення. Розглянута організація ремонтного процесу має практичну цінність та може бути використана як при розробках нових ремонтних підприємств, так і при модернізації існуючих.

*Ключові слова:* технологія ремонту; вантажний вагон; вагон-цистерна; технологічний процес

V. M. BUBNOV<sup>1</sup>, I. YU. KEBAL<sup>2\*</sup>, M. B. MANKEVYCH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>GSKBV PJSC «Azovmash», Mechanical Engineers Sq., 1, Mariupol, Ukraine, 87535, tel. + 38 (0629) 56 08 67, e-mail bubnov@azovmash.com, ORCID 0000-0003-1957-0292

<sup>2\*</sup>Dep. «Cars and Cars Facilities», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel./fax +38 (056) 371 51 12, e-mail iuk1990.2013@gmail.com, ORCID 0000-0002-8408-8294

<sup>3</sup>Head Office of GSKBV PJSC «Azovmash», Mechanical Engineers Sq., 1, Mariupol, Ukraine, 87535, tel. + 38 (0629) 51 86 43, e-mail bubnov@azovmash.com, ORCID 0000-0002-7222-7226

## REPAIR TECHNOLOGY IMPROVEMENT OF SPECIALIZED FREIGHT CARS

**Purpose.** The volume of cargo transportation demands the introduction of a new generation of cars that would be able to provide all the needs of carriers. But this is impossible without the implementation of renovation repair facilities with the introduction of new technologies and modernization of the repair process. Repair of rolling stock is a key factor that must proceed with the establishment of new cars, as not all of the inventions may be repaired in car-repair depots, most of which are obsolete. The purpose is to analyze the possibility of increasing the efficiency of the repair process by introducing new repair technologies or improving the existing ones. It will improve not only the quality of the repair, but also its rate. **Methodology.** Works on improving the designs of freight cars are held by many design organizations in almost all industrialized countries. It makes repair organizations (depots and car-repair plants) to upgrade the repair process. Achievements of this goal is possible by improving the technology renovation and reorganization through the use of flexible flow technologies, which to date are the most effective in the repair of rolling stock. **Findings.** When performing the analysis it was determined that there are different designs of cars. More of cars are all-purpose and their repair does not cause difficulties for car-repair business. However, the number of specialized cars is also significant, and the technology of their repair should be improved. One of the reasons is that many models, such as tank wagons for the carriage of sulfur, are intended for the carriage of dangerous goods and their failure at the time of motion is not permitted. **Originality.** Firstly the authors have defined direction at improving technologies of repair specialized cars. **Practical value.** Actual improvement in the construction of cars is to improve the existing repair facilities. In addition, the repair technology using nowadays when repairing cars is obsolete and requires improvement. Considered organization of the repair process is of practical value and can be used both in-time development of new repair facilities and the modernization of existing ones.

*Keywords:* repair technology; freight car; tank-wagon; processing

### REFERENCES

1. Barash Yu.S., Bulgakova Yu.V. Kontseptualnyy podkhod k reformirovaniyu remontnoy bazy dlya gruzovykh vagonov v sovremennykh rynochnykh usloviyakh [The conceptual approach to the reform of repair facilities for freight cars in modern market conditions]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu* [Bulletin of National Mining University], 2013, issue 3, pp. 126-133.
2. Bykov B.V., Pigarev V.Ye. *Tekhnologiya remonta vagonov* [Cars repair technology]. Moscow, Zheldorizdat Publ., 2001. 559 p.
3. Gerasimov V.S., Skiba I.F., Kernich B.M. *Tekhnologiya vagonostroeniya i remonta vagonov* [Technology of car-building and repairing]. Moscow, Transport Publ., 1988. 381 p.
4. Keбал I.Yu., Myamlin S.V. Proyektirovaniye gruzovykh vagonov novogo pokoleniya [Designing the freight cars of new generation]. *Tezisy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Podvizhnoy sostav xxi veka: innovatsii v gruzovom vagonostroyenii (25.06–28.06.2014)»* [Proc. of the Intern. Sci. and Technical Conf. «Rolling Stock of XXI Century: Innovation in the Freight Car-Building»]. Saint-Petersburg, 2014, pp. 3-25.
5. Morchiladze I.G., Nikodimov A.P., Sokolov M.M. *Zheleznodorozhnyye tsisterny* [Cistern cars]. Moscow, IBS-Kholding Publ., 2006. 516 p.
6. Motovilov K.V., Lukashuk V.S., Petrov A.A. *Tekhnologiya proizvodstva i remonta vagonov* [Technology of cars production and repair]. Moscow, Marshrut Publ., 2003. 382 p.
7. Myamlin V.V., Bosov A.A., Myamlin S.V. Obosnovaniye algoritma resheniya zadachi vektornoy optimizatsii po dvum pokazatelyam pri vybore gibkoy tekhnologii remonta vagonov [Generalization algorithm of problem solution for vector optimization through two indexes and choose flexible technology for cars repair]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2011, issue 36, pp. 54-57.
8. Myamlin V.V., Myamlin S.V. Povysheniye nadezhnosti raboty vagonoremontnykh potokov za schet formirovaniya ikh gibkosti [Improving the reliability of the cars repair flows due to formation of their flexibility]. *Materialy VI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy bezopasnosti na transporte (29.11–30.11.2012)»* [Proc. of VI Intern. Sci. And Pract. Conf. «Transport Safety»]. Gomel, 2012, pp. 92-93.

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

9. Myamlin V.V. *Teoreticheskiye osnovy sozdaniya gibkikh potochnykh proizvodstv dlya remonta podvizhnogo sostava* [The theoretical basis for the creation of flexible production lines for the repair of rolling stock]. Dnepropetrovsk, Standart-Servis Publ., 2014. 380 p.
10. Miamlin S.V., Keбал Yu.V., Kolesnykov S.R. Vykonnannya kapitalnoho remontu z podovzheniam terminu sluzhby tsystem dlia perevezennia amiaku [Overall repair performance with increase the service life of tanks for ammonia transportation]. *Tezisy 71 mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy razvitiya zheleznodorozhnogo transporta» (14.04–15.04.2011)»* [Proc. of 71<sup>st</sup> Intern. Sci. and Pract. Conf. «Questions and prospects of railway transport development»]. Dnipropetrovsk, 2011, pp. 93-94.
11. Myamlin S.V., Baranovskiy D.N., Keбал I.Yu. Kryshka lyuka universalnogo poluvagona [The roof-hatch cover of general-purpose gondola car]. *Byulleten nauchnykh rabot Bryanskogo filiala MIIT: sbornik nauchnykh rabot* [Bulletin of research, Bryansk branch of MIIT]. Bryansk, 2015, issue 7, pp. 45-48.
12. Melanin V.M., Korzhin S.N., Kanivets R.F. *Organizatsiya, planirovaniye i upravleniye na vagonoremontnykh predpriyatiyakh* [Organization, planning and management at car-repair enterprises]. Moscow, GOU «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte Publ., 2008. 383 p.
13. Ivanov A.O., Kossov V.S., Charkin V.A., Nozdracheva V.A., Shabeko A.P. *Gruzovoy poluvagon s glukhim polom* [Freight gondola car with solid floor]. Pat. RF, no. 2009119200/11, 2009.
14. Zotsenko A.G., German V.P., Demin K.P., Kryuchkov A.V., Yefimov V.P., Malykh N.A., Andronov V.A., Danilenko D.V., Kleshchevnikov V.A., Goloviznin B.L., Bazhenevskikh Yu.M., Levin A.B., Shishkov V.A., Bazilevich I.V., Beschastnyy A.V., Shnek V.A., Shikhalev V. A. *Zheleznodorozhnyy poluvagon* [Railway gondola car]. Patent RF, no. 2000126453/28, 2002.
15. Lapandin V.D., Yakin A.I., Volkov V.A., Strupalev O.V., Podyapolskiy Ye.V. *Zheleznodorozhnyy Poluvagon* [Railway gondola car]. Pat. RF, no. 2008111923/22, 2008.
16. Podyapolskiy Ye.V. *Zheleznodorozhnyy Poluvagon* [Railway gondola car]. Pat. RF, no. 2013114927/11, 2013.
17. Potapov P.F., Zotsenko A.G., Kryuchkov A.V., German V.P., Bazhenevskikh Yu.M., Galieva I.V., Shikhalev V.A. *Zheleznodorozhnyy Poluvagon* [Railway gondola car]. Pat. 98106947/28, 1999.
18. Potapov P.F., Zotsenko A.G., Kryuchkov A.V., German V.P., Bazhenevskikh Yu.M., Tsybmal V.D., Vernik V.S. *Zheleznodorozhnyy Poluvagon* [Railway gondola car]. Pat. 98107456/28, 1999.
19. Soberzhanskiy N.A., Zhakalov A.V. *Zheleznodorozhnyy universalnyy poluvagon* [General-purpose gondola car]. Pat. 2012137070/11, 2012.
20. Baliasnyi E.I., Horulko I.O., Diachuk M.I., Yepik V.H., Kryvoruchko S.H., Piatkovskiy I.S., Kharchenko S.I. *Zaliznychnyi pivvahn* [Railway gondola car]. Pat. 20040907948, 2005.
21. Prihodko V.I., Prokhorov V.M., Korobka B.A., Shkabrov O.A., Nazarenko L.I., Manachinskiy O.V., Mozheyko Ye.R., Shevchenko R.F., Fomin A.I., Shilyaev V.N. *Kuzov zheleznodorozhnogo poluvagona s glukhim polom* [Body of railway gondola car with a blind floor]. Pat. 2004114034/11, 2004.
22. Shamahin V.O., Arefiev M.F., Pasko V.N. *Tekhnolohiia remontu rukhomoho skladu* [Rolling stock repair technology]. Kyiv, Delta Publ., 2008. 479 p.
23. Myamlin V.V. Asynchronous flexible stream of wagon repair and modeling of its functioning process as aggregated system. *Transbaltica 2009: Proc. of the 6<sup>th</sup> Intern. Sci. Conf. (22.04–23.04.2009)*. Vilnius Gediminas Technical University. Vilnius, 2009, pp. 173-178.
24. Myamlin V.V. Searching of the ways of definition of the rational configuration of divisions of the car-repair facilities on the basis of the flexible stream on the design stage. *TEKA. Commiss. of Motorization and Energetics in Agriculture*, 2013, vol. 13, no. 4, pp. 167-173.
25. Barich D.J., Barich D.M., Donahue T.P. Railcar maintenance process; assignee General Electric Company. Pat. 6769162 US, МПК<sup>7</sup>, B 23 P 6/00. no. 09/725656, 2004. 16 p.

*Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. С. В. Мямлиным (Украина); д.т.н., проф. О. А. Бейгулом (Украина)*

Поступила в редколлегию <04.11.2015

Принята к печати <02.02.2016