

2D-маркировка ключевых элементов железнодорожного подвижного состава



А. М. Орлова,
д-р техн. наук,
исполнительный директор
ООО «Центр транспортных
технологий»
(ООО «ВНИЦТТ»)



И. А. Хилов,
канд. техн. наук,
руководитель расчетно-
аналитического отдела
ООО «ВНИЦТТ»



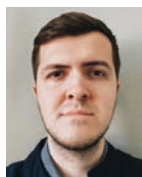
В. И. Гуськов,
руководитель
конструкторской группы
ООО «ВНИЦТТ»



Н. Ш. Сапожникова,
старший инженер
ООО «ВНИЦТТ»



Е. В. Шилова,
эксперт ФГУП
«ЗащитаИнфоТранс»



П. В. Иванченко,
эксперт ФГУП
«ЗащитаИнфоТранс»

В статье представлена разработка информационной системы регистрации и учета ключевых элементов железнодорожного подвижного состава с использованием автоматизированного режима, предусматривающей дополнительную уникальную маркировку идентификационными метками (рис. 1). Рассмотрена реализация тестовой версии системы для применения изготовителями грузовых вагонов и их компонентов.

К приоритетным направлениям развития экономики Российской Федерации в целом и ее транспортной системы в частности относятся цифровизация. Об этом говорят принимаемые на государственном уровне программы «Цифровая экономика РФ», «Информационная инфраструктура», «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2035 года» и т. д. Одно из направлений внедрения цифровых технологий в грузовом вагоностроении — разработка автоматизированной национальной базы данных по деталям подвижного состава. Повсеместное внедрение этой системы создаст условия, способствующие правильному применению запасных частей в эксплуатации и ремонте и позволяющие на уровне компонентов контролировать их ресурс, препятствующие использованию контрафактной продукции, повышающие тем самым безопасность эксплуатации железнодорожных транспортных средств.

Для осуществления данной задачи Федеральным агентством железнодорожного транспорта (Росжелдор) было инициировано создание такого программного продукта. Чтобы обеспечить совместимость функ-

ционирования программного обеспечения и технологических процессов изготовления, эксплуатации и ремонта подвижного состава, в Росжелдоре сформирована рабочая группа, включающая представителей Росжелдора, ОАО «РЖД», разработчиков и изготовителей подвижного состава и комплектующих, Союза «ОВС», операторов железнодорожного транспорта, специалистов вагоноремонтных предприятий.

Система регистрации и учета ключевых элементов железнодорожного подвижного состава

Сегодня на сети железных дорог функционирует несколько автоматизированных систем учета: автоматизированные банки данных парка грузовых вагонов (АБД ПВ), колесных пар грузовых вагонов (АБД КППВ), надрессорных балок и боковых рам (АБД НББР), а также автоматизированная система учета комплектации грузовых вагонов в межремонтном периоде (АС УКВ) [1]. Несмотря на то что эти системы позволяют производить учет продукции, допущенной к эксплуатации, можно отметить и существующие ограничения упомянутых систем:



Рис. 1. Фрагмент тележки грузового вагона с установленными идентификационными метками

- отсутствие возможности полноценно учитывать все этапы жизненного цикла изделий;
- низкая степень защиты от дублирования номеров деталей;
- низкая надежность идентификации номера вследствие человеческого фактора или повреждения номера;
- отсутствие возможности учета деталей и узлов, не имеющих номеров завода-изготовителя;
- отсутствие возможности идентификации сборочной единицы по комплектующим деталям;
- отсутствие прозрачного механизма взаимодействия внутри разработанных систем и, как следствие, низкая вовлеченность участников рынка в процесс учета комплектующих.

Устранить выявленные недостатки существующей системы учета узлов и деталей грузовых вагонов можно, создав информационную систему регистрации и учета ключевых элементов (далее — КЭ) железнодорожного подвижного состава с использованием автоматизированного режима (далее — Система).

Применение Системы обеспечит: контроль подлинности деталей и узлов; учет событий на всех этапах жизненного цикла, включающего в себя производство, техническое обслуживание, текущий ремонт, плановый ремонт и утилизацию; контроль сохранности комплектации сборочных единиц и транспортного средства в целом; возможность оперативного получения подробной информации об истории транспортного средства в целом и его комплектующих (деталей, элементов конструкции, составных частей, сборочных единиц).

Преимущества создаваемой Системы достигаются путем обеспечения прозрачности операций с транспортным средством и его комплектующими элементами благодаря применению

единого распределенного хранилища информации (реестр) для хранения всех сведений в виде электронных паспортов и контроля информации, вносимой в реестр с помощью системы паспортизации и учета КЭ в автоматизированном режиме, а также автоматизации идентификации с использованием машиночитаемой маркировки. Запуск Системы на национальном и затем межгосударственном уровнях позволит вести учет в единой среде для всех пользователей с применением единого механизма маркировки.

Система включает в себя:

- реестр КЭ, являющийся распределенным хранилищем информации, предназначенный для хранения электронных паспортов КЭ с учетом изменений в них в процессе жизненного цикла;
- систему паспортизации и учета КЭ, предназначенную для информационного обеспечения маркировки КЭ средствами идентификации, для мониторинга их применения, призванную обеспечить корректность сведений о них, передаваемых в реестр.

К КЭ отнесены грузовые вагоны и их составные части, подлежащие сертификации или декларированию соответствия требованиям ТР ТС 001/2011 [2] и ТР ТС 032/2013 [3] и входящие в перечень [4]. Другие элементы грузовых вагонов, не подлежащие сертификации и декларированию и не включенные в перечень, также могут быть отнесены к КЭ по желанию изготовителя.

На первом этапе был сформирован перечень КЭ, учет которых необходимо вести, и определена их структурная связь в составе грузового вагона. В составе типовых четырехосных грузовых вагонов на двухосных трехэлементных тележках насчитывается в среднем порядка 320 КЭ. Точное их количество зависит от наличия котла вагона-цистерны, комплектации

арматуры и тормозного оборудования, наличия сменного кузова и др. В шестиосных вагонах сочлененного типа — порядка 450 КЭ.

Внутри Системы КЭ разбиты на детали и сборочные единицы. К деталям относятся, например, чистовая ось и колесо, надressорная балка и боковая рама, корпус автосцепки и т. д. К сборочным единицам относятся, например, колесная пара или двухосная трехэлементная тележка. Кроме того, в Системе предусмотрена возможность группировки КЭ в узел, не являющийся КЭ, но облегчающий процесс внесения в Систему информации о включении элементов в сборочные единицы или вагон. К таким узлам относится, например, автосцепное устройство вагона. Вагон — наивысший КЭ в построенной иерархии.

Для обеспечения возможности автоматизированного учета каждому КЭ, включая элементы, не имеющие номера по системе нумерации предприятия-изготовителя, необходимо присвоить уникальный идентификационный номер (далее — УИН). Чтобы гарантировать защиту от подделки, в структуре УИН не должно содержаться общеизвестных сведений, таких как код или наименование предприятия, наименование или параметры КЭ.

Варианты нанесения УИН с использованием 2D-маркировки на ключевых элементах железнодорожного подвижного состава

В настоящее время существует большое разнообразие технологий и форматов кодирования и способов считывания информации. Есть контактные (магнитная карта, смарт-карта, чип-карта) и бесконтактные способы автоматической идентификации. К бесконтактным относятся система оптической идентификации (штриховое кодирование, оптическое распознавание) и система радиочастотной идентификации (радиочастотная идентификация RFID, система позиционирования в режиме реального времени RTLS). Каждая из перечисленных технологий обладает особенностями применения, достоинствами и недостатками.

У форматов кодирования есть множество характеристик. Они различаются по объему памяти, наличию возможности перезаписи данных, устойчивости к воздействию окружающей среды, уровню защищенности от подделки, возможности считывания поврежденной метки, габаритным размерам, стоимости и т. д.

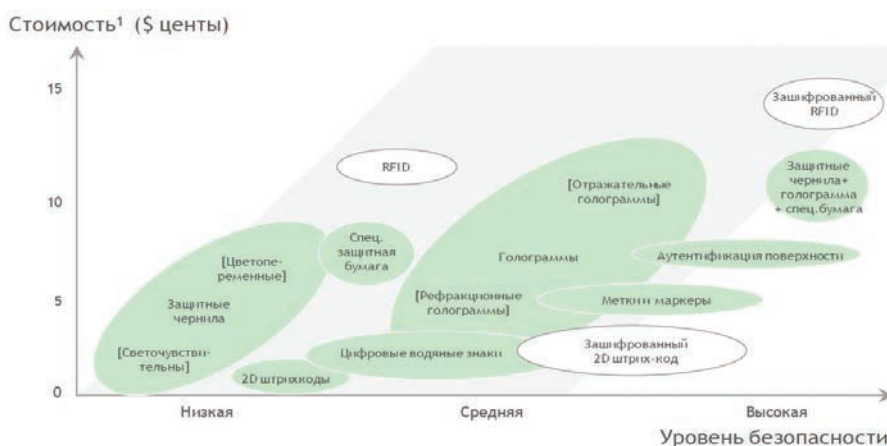


Рис. 2. Эффективность технологии автоматизированной идентификации

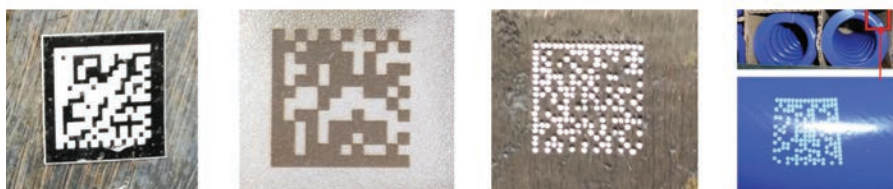


Рис. 3. Примеры нанесения дополнительной маркировки на предприятиях холдинга НПК «ОВК» в рамках опытных работ

Помимо прочего, при выборе технологии автоматизированной идентификации важно помнить о соотношении показателей стоимости и уровня защищенности. Такой анализ был выполнен компанией Boston Consulting Group (BCG) и представлен в рамках конференции «Маркировка — цифровой код честного бизнеса» (Москва), он приведен на рис. 2.

В качестве формата идентификационной метки для применения на железнодорожном подвижном составе — как наиболее эффективная — выбрана бесконтактная оптическая идентификация объекта с помощью двумерного матричного штрихового кодирования стандарта Data Matrix ГОСТ Р ИСО/МЭК 16022 [5]. Этот формат кодирования обладает необходимыми ключевыми харак-

теристиками: машиночитаемая форма, обратимость изображения; невысокая стоимость внедрения; высокая защита от ошибок; надежность считывания (в том числе поврежденной метки); возможность использования метки с малыми габаритными размерами; возможность нанесения идентификационной информации без нарушения покрытия материала; бесплатная генерация кодов; объем памяти, достаточный для внесения нужного объема информации.

Альтернативным методом маркирования служит применение пассивных RFID-меток, обеспечивающее возможность считывания информации с идентификационной маркировки вагона в течение длительного срока (назначенного срока службы или до планового ремонта).

Высокая стоимость RFID-метки по сравнению с меткой с матричным штрихкодом компенсируется следующими преимуществами: устойчивостью к воздействию окружающей среды, большим сроком эксплуатации, высокой степенью защиты от подделок. В настоящее время технология RFID применяется на железнодорожном транспорте различных стран. К примеру, финское транспортное агентство Liikennevirasto, чтобы повысить безопасность и эффективность использования железнодорожных составов на территории Финляндии, с 2012 г. устанавливает оборудование RFID, позволяющее идентифицировать вагоны, требующие технического обслуживания, а также проводить мониторинг железнодорожных перевозок [6].

Одно из важнейших условий достижения максимального эффекта от внедрения Системы — распространение единого формата кодирования и способа считывания на всей сети железных дорог (депо, участки отцепочного ремонта) и предприятиях, изготавливающих подвижной состав и выполняющих его ремонт.

Средство идентификации, содержащее УИН в формате Data Matrix, наносят на КЭ

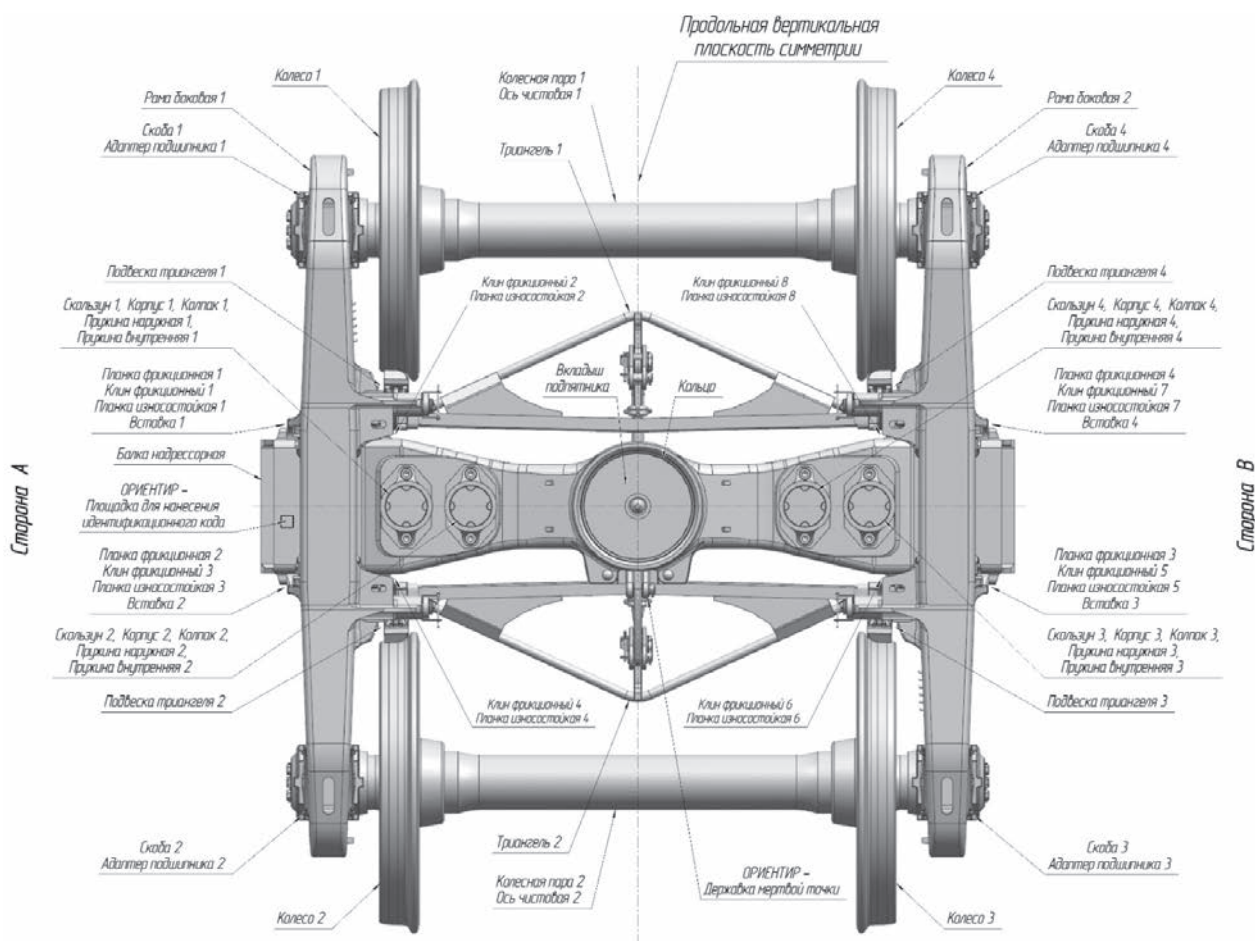


Рис. 4. Определение положения КЭ в сборочной единице (на примере тележки, вид сверху)

в местах, обозначенных в конструкторской документации. Выбор места нанесения должен обеспечивать максимальную сохранность маркировки, и очевидно, что маркировку не следует наносить на поверхности, изнашиваемые в процессе эксплуатации. Например, маркировка на фрикционном клине находится на поверхности, которая не соприкасается ни с боковой рамой, ни с наддрессорной балкой и может быть считана после сборки тележки; маркировка на пружинах рессорного подвешивания расположена в месте, где исключено смыкание витков. Чтобы обеспечить сохранность на протяжении длительного периода времени, маркировка на кузове вагона может быть нанесена на приварной табличке из коррозионностойкой стали. Изготовитель конкретного КЭ может выбрать следующие способы нанесения маркировки (рис. 3):

- на накладной материал (например, самоклеящаяся этикетка), прикрепляемый в дальнейшем к КЭ. Применение самоклеящихся этикеток — дешевый и универсальный способ маркировки, но оно требует подготовки поверхности под наклейку;
- непосредственно на КЭ лазерным способом нанесения. Может применяться в том числе на изделиях, изготовленных из полимерных материалов, на пластинах из нержавеющей стали, прикрепленных к КЭ, если необходимо обеспечить считываемость идентификационной метки на протяжении длительного срока;
- непосредственно на КЭ ударно-точечным способом нанесения. Может применяться на металлических изделиях — в качестве альтернативы самоклеящимся этикеткам, если необходимо обеспечить считываемость идентификационной метки на протяжении более длительного срока;
- непосредственно на КЭ капле-струйным способом. Может применяться на криволинейной поверхности КЭ при невозможности использования плоских поверхностей.

Примерами того, как используются различные способы нанесения маркировки, служат:

- применение компанией ЕПК с 2018 г. лазерного нанесения двумерного матричного штрихкода на подшипники, позволяющее легко получить доступ к информации о времени и месте производства продукции, отследить историю эксплуатации детали и защитить потре-

бителей от приобретения контрафактной продукции [7];

- апробирование маркировки боковой рамы штрихкодом на Бежицком сталелитейном заводе — для исключения ошибок при вводе уникальных номеров в электронные базы [8].

С целью идентификации и получения информации на разных этапах жизненного цикла комплектующих элементов возможно применение защитного покрытия (самоклеящейся пленки или консервационного материала), нанесенного поверх маркировки любого типа для увеличения срока ее службы.

Процесс маркировки и регистрации ключевых элементов железнодорожного подвижного состава

По запросу изготовителя КЭ с автоматизированного рабочего места системы паспортизации (далее — АРМ), представляющего собой веб-сервис с графическим интерфейсом и реализующего функционал системы паспортизации для пользователя, изготовитель получает доступ к сгенерированному пулу УИН. УИН могут быть преобразованы в изображение для последующего изготовления средств идентификации.

На изготовленный КЭ наносят средство идентификации. Затем оператор АРМ открывает форму электронного паспорта, выбирает тип КЭ и сформированный заранее шаблон электронного паспорта, содержащий набор параметров изделий одного типа. Часть параметров шаблона электронного паспорта заполнена информацией, неизменной для выбранного типа КЭ. Применение предварительно заполненного шаблона электронного паспорта позволяет ускорить процесс регистрации в системе паспортизации новых КЭ, а также является инструментом предотвращения ошибок операторов. Нанесенное средство идентификации сканируют с использованием считывающего устройства, взаимодействующего с системой паспортизации посредством АРМ. Считанный УИН транслируется в форму электронного паспорта для регистрации КЭ. Существует возможность внесения УИН регистрируемого КЭ в электронный паспорт вручную.

Оператор заполняет уникальные параметры КЭ и сохраняет электронный паспорт, который после этого имеет номер, идентичный УИН КЭ. Таким образом, КЭ соответствует УИН, а каждому УИН соответствует электронный паспорт КЭ.

Электронный паспорт КЭ включает в себя информацию о его комплектации и основных технических характеристиках. Электронный паспорт КЭ типа сборочной единицы формируется из ее технических характеристик и содержит информацию о КЭ, входящих в данную сборочную единицу и зарегистрированных в системе паспортизации. Тогда идентифицировать такую сборочную единицу можно по УИН любого КЭ, составляющего сборку.

Далее оператор АРМ посредством системы паспортизации регистрирует либо один, либо сразу группу электронных паспортов, тем самым подтверждая годность КЭ и выпуская их в обращение. Электронные паспорта КЭ утверждаются электронной подписью ответственного лица предприятия-изготовителя и передаются в реестр Системы. С этого момента электронный паспорт КЭ считается зарегистрированным в реестре. Сведения о зарегистрированном КЭ, содержащиеся в реестре, становятся доступными для всех пользователей системы паспортизации.

Система позиционирования ключевых элементов железнодорожного подвижного состава

Следующим этапом стала разработка системы позиционирования (учета положения) КЭ в составе сборочных единиц различного уровня и в конструкции грузового вагона, которая используется как дополнительная возможность их идентификации на всех этапах жизненного цикла.

В электронные паспорта сборочных единиц последовательно вносятся информация со средств идентификации, расположенных на КЭ, входящих в состав сборок с указанием месторасположения КЭ в сборочной единице. Таким образом, на разных этапах жизненного цикла можно осуществить идентификацию КЭ путем сравнения информации из его электронного паспорта: как о точном местоположении идентифицируемого КЭ в составе сборочной единицы и в вагоне, так и о взаимном соответствии его параметров с реальными наименованием, параметрами и расположением идентифицируемого КЭ.

Внесение положения каждого КЭ в систему паспортизации производится один раз — при формировании электронного паспорта сборочной единицы, в которую первоначально входит этот КЭ. В последующем в системе паспортизации

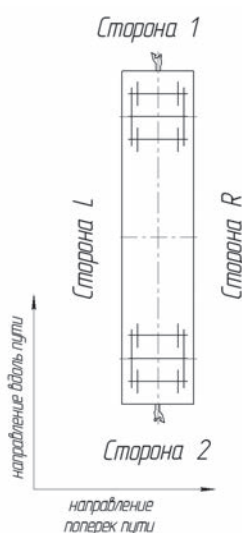


Рис. 5. Определение сторон вагона (вид сверху, тележки показаны условно)

автоматически переопределяется положение КЭ в каждой сборочной единице более высокого уровня.

Определение положения КЭ в составе сборочных единиц различного уровня происходит по общим принципам:

- при наличии в сборочной единице только одного КЭ одного наименования данному элементу номер не присваивают;
- при наличии нескольких КЭ одного наименования в сборочной единице элементам присваивают последовательно увеличивающиеся порядковые номера. Определение положения и последующая нумерация КЭ в сборочной единице происходят относительно выбранных ориентиров (рис. 4).

В качестве ориентиров используют части конструкции или особенности конфигурации элемента, легко определяемые путем внешнего осмотра. Так, сторонам вагона присваивают условные обозначения «1», «2», L, R. За сторону L принимают расположенную вдоль оси пути сторону вагона, в которой размещен штурвал стояночного тормоза,

за сторону R — противоположную стороне L. Стороны 1 и 2 определяют следующим образом: при взгляде наблюдателя, стоящего поперек пути так, что его левое плечо направлено в сторону L, а правое — в сторону R, передняя торцевая сторона вагона будет обозначена «1», а противоположная ей сторона — «2» (рис. 5).

В дальнейшем КЭ присваивают номера в зависимости от положения в вагоне. КЭ, каждый из которых пересекает продольную плоскость пути и расположен одновременно по обе стороны от указанной плоскости (со стороны L и со стороны R), присваивают последовательно увеличивающиеся номера в порядке движения от стороны 1 к стороне 2 (рис. 6а). Для каждого наименования данных элементов ведут отдельную нумерацию. КЭ, которые не пересекают продольную плоскость пути и расположены по одну сторону от указанной плоскости (со стороны L или со стороны R), присваивают обозначения, состоящие из буквенной и числовой частей (рис. 6б). Буквенная часть обозначения (L или R) определяется боковой стороной вагона, в которой расположен

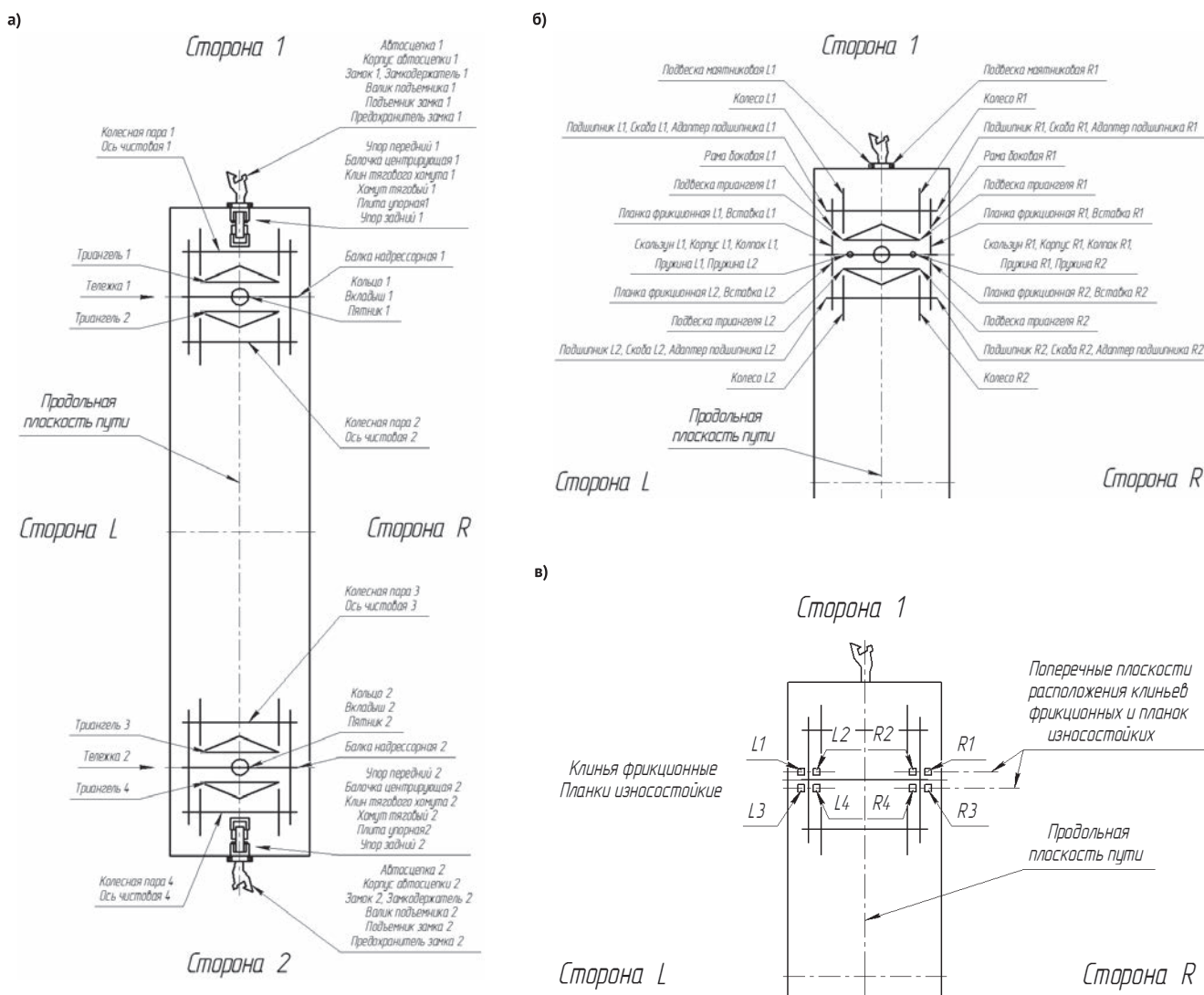


Рис. 6. Пример назначения номеров КЭ

элемент, а числовая часть характеризует номер элемента в порядке движения от стороны 1 к стороне 2. Если при этом в одну поперечную плоскость попадает несколько элементов одного наименования, размещенных с одной боковой стороны вагона, то таким элементам присваивают номера в порядке движения к продольной плоскости пути (рис. 6в). Для каждого наименования КЭ ведут отдельную числовую нумерацию.

В рамках цифровизации железнодорожного транспорта в процессе разработки находится информационная система регистрации и учета КЭ железнодорожного подвижного состава с использованием автоматизированного режима, состоящая из реестра КЭ и системы паспортизации, предусматривающая дополнительную уникальную маркировку КЭ идентификационными метками, привязанную к электронным паспортам элементов, а также систему позиционирования КЭ в составе сборочных единиц различного уровня и в конструкции грузового вагона.

В настоящее время создана тестовая версия Системы для применения изгото-

вителями грузовых вагонов и их компонентов, которая апробирована в условиях тихвинской промплощадки холдинга ПАО «НПК «ОВК»». В ближайшее время предприятиями — членами Союза «ОВС» будет развернута масштабная программа тестовой эксплуатации. **Т**

Литература

1. Методические положения по ведению Автоматизированного банка данных парка грузовых вагонов : утверждены решением 61-го заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества от 21–22.10.2014.
2. ТР ТС 001/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава».
3. ТР ТС 032/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».
4. Перечень составных частей грузовых вагонов, для изготовления, ремонта и модернизации которых соответствующему предприятию необходимо пройти процедуру получения условного номе-

ра, утв. решением 55-го заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества от 28–29.10.2011.

5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16022–2008. Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики Data Matrix.
6. Swedberg C. Finnish Transport Agency to Track Railcar Health Via RFID. – URL : www.rfidjournal.com/finnish-transport-agency-to-track-railcar-health-via-rfid (дата обращения: 12.04.2020).
7. Подшипники ЕПК продаются на международном рынке с двухмерным матричным штрихкодом. – URL: www.rzd-partner.ru/other/news/podshipniki-epk-prodayutsya-na-mezhdunarodnom-rynke-s-dvukhmernym-matrichnym-shtrikhkodom (дата обращения: 12.04.2020).
8. «Появилась хорошая база данных о забракованных деталях»: интервью с А. Косаревым // Коммерсантъ Business Guide. – 2014. – 16 апр. – № 15. – С. 4–5 – URL: www.kommersant.ru/doc/2448393 (дата обращения: 12.04.2020).

ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОРТАЛ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Портал **ROSTRANSPORT.COM** – это информационная площадка для встречи специалистов транспорта.

Пишите,
и Ваше мнение узнает
вся транспортная
Россия.

