

УДК 681.518.54:629.4.067

В. В. БУРЧЕНКОВ, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,  
В. Д. ШАНТУР, Белорусская железная дорога, г. Минск

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ВЫЯВЛЕНИЯ КОНТРАФАКТНЫХ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Разработана технология защитного маркирования деталей и узлов подвижного состава с целью повышения уровня выявления контрафактных и фальсифицированных изделий как в эксплуатационных условиях, так и при ремонте. Предложены варианты размещения специальных датчиков на боковых рамах тележек, колесных парах и автосцепках, а также дооснащение существующих систем автоматического контроля подвижного состава устройствами для обработки информации от считывающих устройств скрытого защитного маркирования.

**Введение.** Разработка мер защиты от контрафактных изделий при проектировании грузовых вагонов, непрерывный контроль их в эксплуатации – актуальные задачи, стоящие сегодня перед специалистами вагонного хозяйства. Значимость этих проблем обусловлена большим количеством эксплуатируемых контрафактных деталей от списанных и разукomплектованных вагонов [1].

В ситуации с хищением узлов и деталей вагонов, их разборованием на железных дорогах РФ отмечено, что в 2011 г. было допущено 153 случая хищения с ущербом 2,5 млн руб., а в 2012 году – 99 случаев. В том же году на сети дорог РФ выявлено 8,8 тыс. дефектных боковых рам тележек вагонов – в 2,2 раза больше, чем годом ранее. В 2014 году списано 46 тыс. грузовых вагонов, в 2015 году – 104 тыс., за 9 месяцев 2016 года – 90 тыс. [2]. Разукomплектование или хищение деталей на вагонах железных дорог Украины (Укрзализныця – УЗ) начало возрастать в 2016–2017 гг. В 2019 году сумма ущерба, нанесенного УЗ в связи с разукomплектованием вагонов, составила более 76,8 млн грн. (2,815 тыс. дол. США в эквиваленте) [3].

Эксплуатация грузовых вагонов с контрафактными и фальсифицированными деталями и узлами обусловлена следующими факторами:

- отсутствие контроля за работой «частных» площадок массового списания грузовых вагонов и учета движения деталей (в первую очередь литых деталей тележки);

- заинтересованность собственников в реализации всех полученных от разделки деталей вне зависимости от их ремонтнопригодности. Следует учесть, что в РФ в частной собственности перевозчиков находится 85 % списочного состава грузовых вагонов;

- установка под вагон «неизвестных деталей» при ремонте грузовых вагонов.

**Постановка задачи.** Обнаружение необоснованно замененных на железных дорогах стран СНГ и Балтии колесных пар, боковых рам и надрессорных балок тележек осуществляется по клеймам, нанесенным на определенные места этих деталей. При поступлении вагонов в текущий отцепочный ремонт ТОП бригадир (мастер) проверяет вагоны, отремонтированные плановым ремонтом для выявления необоснованно замененных основных деталей вагонов (колесных пар, боковых рам и надрессорных балок тележек).

В случае замены колесных пар за пределами дороги они должны иметь под левым болтом смотровой буксовой крышки бирку, на которой ремонтное предприятие ставит

дату (месяц, год), присвоенное ремонтному предприятию клеймо и цифровой код железнодорожной администрации, производившей замену колесной пары. Номер клейма соответствует коду государства – собственника вагона, наносится в определенном для каждого государства СНГ месте и обводится белыми.

Если при осмотре обнаруживаются вагоны с замененными основными деталями, то бригадир (мастер) записывает номер вагона, дату последнего капитального и деповского ремонта (и текущего, если есть), номер и год изготовления боковых рам и надрессорных балок тележек, номер колесной пары, клеймо полного освидетельствования, клеймо государства и вагонного депо, выполнившего замену детали. Указанные сведения, размещенные на надрессорной балке после ремонта, приведены на рисунке 1.

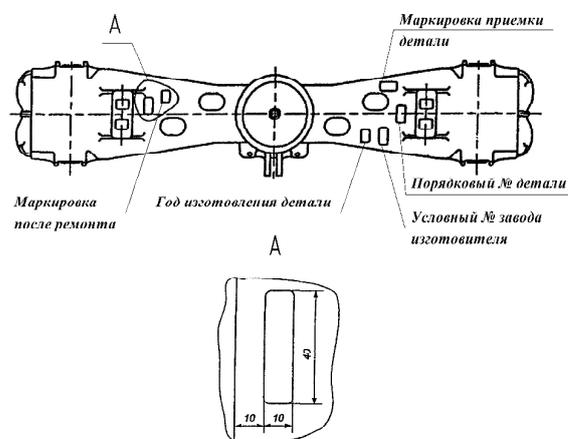


Рисунок 1 – Места маркировки надрессорной балки тележки после ремонта

Мастер текущего отцепочного ремонта ТОП или мастер пункта технического осмотра ПТО при поступлении вагона в ремонт проводит проверку документации на него. Проверяется наличие копии телеграфного извещения о замене детали, приложенного к перевозочным документам. Если извещение есть, и замена детали обоснованная и равноценная – проверка прекращается. Если извещения нет, проводится дальнейшее разбирательство.

Существующая система клеймения продукции предприятий железнодорожного машиностроения не позволяет полноценно производить сбор и учет информации. В частности, это обусловлено несовершенством справочника «Условные коды предприятий» С ЖА 1001.

Не решают проблему и работы специалистов ВНИИЖТа по устранению недостатков документа и формированию справочника «Условные коды предприятий, осуществляющих изготовление, техническое обслуживание, ремонт подвижного состава и его составных частей» С ЖА 1015 [4].

Рассмотренные мероприятия не обеспечивают гарантийного непрерывного отслеживания комплектации вагона во время эксплуатации, а следовательно, не устраняют возможности хищения технически исправных элементов ходовых частей путем их подмены контрафактными или ранее отбракованными. Это объясняется тем, что эксплуатация вагона осуществляется без постоянного контроля комплектации вагона непосредственно его владельцем и допускает применение обезличенного метода ремонта. Отсутствие непрерывного контроля обуславливает сложность определения географических координат мест хищений [5].

**Основная часть.** Для снижения случаев хищения необходимо создание комплексной системы защиты комплектации вагонов, установленной производителем или ремонтным предприятием, и недопущение использования в комплектации вагона контрафактных и ранее отбракованных (неисправных) деталей. Это может быть достигнуто за счет комплекса взаимосвязанных мер, реализующих: единую систему нумерации однородных деталей для возможности распознавания детали; применение комбинированной маркировки, включающей рабочую маркировку, обеспечивающую визуальное восприятие информации, и защитную маркировку, позволяющую считывать информацию с применением специальных устройств; организацию непрерывного постоянного (автоматического) контроля комплектации вагона в процессе эксплуатации и регистрацию факта её нарушения с указанием географических координат места хищения деталей.

Для **непрерывного контроля** деталей вагонов на подлинность как при движении поезда, так и при ремонте авторами предложено использовать технологию радиочастотной идентификации объектов контроля RFID (Radio Frequency IDentification). RFID – это способ хранения и передачи информации от объекта контроля получателю информации с помощью удобного носителя – RFID-метки и специальных считывающих устройств (ридеров). Назначение RFID-системы на транспорте заключается в обеспечении непрерывного контроля и выявления контрафактных деталей вагонных тележек и других не менее важных деталей подвижного состава.

Приемник, передатчик, антенна и блок памяти – основные части RFID-метки. Всё кроме антенны помещается в корпус маленькой микросхемы – чипа. Таким образом, RFID-метка состоит из многовитковой антенны и чипа [6].

Принимаемая антенной RFID-метки от антенны считывающего устройства электромагнитная волна активизирует ее, и становится возможным считывание данных с метки. Антенна считывающего устройства служит, таким образом, многофункциональным каналом связи между приемопередатчиком и RFID-меткой, полностью обеспечивающим процессы передачи и получения данных.

Приемопередатчики RFID-системы (рисунок 2) могут встраиваться в сканеры, габаритные ворота, турникеты

для работы с RFID-метками с целью обеспечения считывания информации, хранящейся в метках деталей и узлов вагонов, перемещаемых через зону действия антенны сканера. Приемопередатчик может непрерывно считывать информацию с RFID-меток для передачи через стандартный интерфейс на компьютер оператора для дальнейшей обработки полученных данных.

После получения внешнего сигнала от приемопередатчика, RFID-метка отвечает собственным сигналом, в котором содержится определенная идентификационная информация (рисунок 3). Таким образом, RFID-метки – это своего рода запоминающие устройства с возможностью принимать и передавать информацию [6].

На RFID-метку информация может быть записана разными способами в зависимости от конструкции метки. Для маркирования деталей вагонов могут применяться RFID-метки следующих типов: R/O – метки только для считывания (Read Only), когда данные заносятся на стадии изготовления детали; R/W – метки для многократной записи и считывания информации (Read/Write).

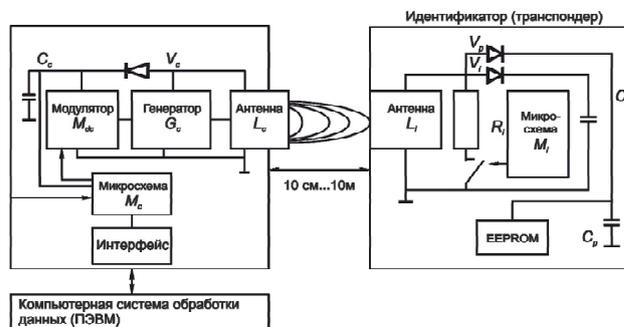


Рисунок 2 – Функциональная схема взаимодействия приемопередатчика с RFID-метками

Система учёта и регистрации грузовых вагонов при помощи RFID-меток позволяет автоматически назначать вагонам различные статусы, гибко менять разрешение на промежуточный контроль или поступление в ремонт, учитывать и отслеживать перемещение подвижного состава по стыкам железных дорог и оперировать данной информацией в автоматическом режиме, в том числе онлайн.

Основными деталями вагонов, на которых авторами предложено установить радиочастотные идентификаторы, являются колесные пары, боковые рамы тележки и автосцепки. Эти детали наиболее часто подвергаются замене на контрафактные. Замена новых деталей на старые, использованные (изношенные) детали, либо применение ранее использованных изделий влечет за собой сход подвижного состава с серьёзными и необратимыми последствиями для населения и окружающей среды, где произойдет авария [7].

На боковой раме вагонной тележки варианты размещения контрольных меток определены в силу доступности для считывания и контроля на подлинность деталей подвижного состава (таблица 1), а также обработки данных о наличии RFID-меток на раме в указанном месте и передачи информации оператору ПТО. Для надежного определения подлинности детали предусмотрено размещение на ней не менее трех датчиков (варианты их размещения обозначены цифрами 1, 2, 3 и 4, 5, 6 в таблице 1).

**Таблица 1 – Схемы размещения контрольных RFID-меток на деталях ходовой части вагонов**

Схемы установки RFID-меток	Детали вагона для размещения RFID-меток
На боковой раме вагонной тележки	
На колесной паре вагона	
На боковой стороне корпуса автосцепки	

Для контроля колесных пар (таблица 1) целесообразно разместить датчики треугольником, приблизительно под углом в 120 градусов. Такое размещение позволит считывающему устройству при движении поезда обнаружить датчики и удостовериться в подлинности детали или узла вагона. Для надежной идентификации объекта контроля необходимо не менее трех датчиков на колесной паре (варианты размещения датчиков обозначены цифрами 1, 2, 3 и 4, 5, 6 в таблице 1). Размещение датчиков для контроля колесных пар можно осуществлять как с наружной, так и с внутренней стороны колеса. В этом случае существенно повышается уровень маскировки датчиков. Для считывания информации с таких датчиков необходима дополнительная напольная камера.

Для контроля автосцепки сверху целесообразно использовать существующую систему автоматического контроля механизма автосцепки САКМА.

Надежного контроля автосцепки при применении RFID-меток можно достичь, если устанавливать не менее двух датчиков на одну сторону автосцепки; осуществлять контроль автосцепного устройства в двух положениях (варианты размещения датчиков обозначены цифрами 1, 2, 3 и 4, 5, 6 в таблице 1). Установка датчиков с четырех сторон автосцепки обеспечит максимальную надежность контроля.

Установку RFID-меток осуществляет завод-изготовитель данной детали. Работа заводской специализированной бригады будет заключаться в следующем: установка RFID-меток на контролируемой детали; маскировка и защита датчиков от внешних воздействий; ведение строгой учетной записи по количеству и нумерации установленных датчиков на детали; передача учетной записи в места, где будут осуществляться технический осмотр, деповской ремонт и капитальный ремонт вагонов.

Для считывания информации с приемно-передающих устройств RFID-системы возможно использо-

вание многофункциональных комплексов технических средств КТСМ, систем автоматической идентификации инвентарных номеров подвижного состава САИПС, а также переносных считывающих терминалов.

Аппаратура КТСМ-02 комплектуется напольными камерами КНМ-05 с креплением на рельс. Конструкция этой камеры обеспечивает измерение величины инфракрасного излучения (ИК) при «осмотре» нижней и частично задней стенок корпуса буксового узла. В программном обеспечении КТСМ-02 предусмотрено подключение до 15 дополнительных измерительных систем, в том числе и подсоединение RFID-системы [8]. Информация о результатах контроля передается оператору пункта технического осмотра ПТО.

Для считывания RFID-меток приемопередающее устройство RFID-системы устанавливается на корпусе напольной камеры. При проходе поезда напольные камеры и контролируемые буксовые узлы перемещаются в одной системе координат, поэтому RFID-метки, как и буксовые узлы, обязательно попадают в зону осмотра приемопередающего устройства RFID-системы и приемника ИК излучения. Примеры ориентации считывающих устройств с использованием напольных камер КНМ-90 комплексов КТСМ-02 приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Ориентация считывающих устройств**

Схемы ориентации считывающих устройств КТСМ	Детали вагонов для идентификации
На RFID-метки вагонной тележки 18-100	
На RFID-метки колесной пары	
На автосцепки при считывании сбоку	

Для считывания инвентарных номеров вагонов на сети железных дорог СНГ применяются системы автоматической идентификации подвижного состава САИПС-В. Дополнение системы САИПС устройствами RFID технически решается просто, так как ориентация приемосчитывающей антенны аппаратуры САИПС и приемопередающих устройств RFID-системы совпадает, а программное обеспечение САИПС для обработки информации от RFID-системы требует незначительной модернизации.

**Заключение.** Для практической реализации защищенных систем RFID-контроля рекомендованы технические предложения, приведенные в таблице 2. Показаны зоны контроля боковой рамы вагонной тележки 18-100 с RFID-метками при установке считывающих устройств на корпусе напольной камеры КТСМ-02. В таблице 2 также показаны зоны контроля колесной пары с RFID-метками и зоны контроля автосцепного устройства с RFID-метками.

Использование переносных терминалов сбора данных с RFID-меток для выявления контрафактных деталей непосредственно в цехах ремонтного депо позволяет в режиме реального времени следить за соблюдением технологической дисциплины ремонта и восстановления деталей и перевести на более высокий качественный уровень весь процесс составления списков контрафактных или фальсифицированных деталей и их изъятие [5].

**Выводы.** Дополнение существующих систем контроля подвижного состава доступными и защищенными устройствами идентификации подлинности ответственных деталей и узлов грузовых вагонов позволит существенно уменьшить применение контрафактных деталей в подвижном составе. В первую очередь это относится к периоду эксплуатации и ремонта грузовых вагонов, особенно при перемещении подвижного состава с одной железной дороги на другую.

Получено 08.09.2020

**V. V. Burchenkov, V. D. Shantour.** Improvement of technical control and detection of counterfeit parts and units of freight cars.

The technology of protective marking of parts and units of rolling stock has been developed in order to increase the level of detection of counterfeit and falsified products both in operational conditions and during repair. Variants of placement of special sensors on the side frames of bogies, wheelsets and automatic couplings, as well as retrofitting of existing automatic control systems of rolling stock with devices for processing information from reading devices of hidden protective marking are proposed.

## Список литературы

- 1 **Неумоин, В. А.** Учет комплектации грузового вагона средствами комплексной информационной системы вагонного хозяйства / В. А. Неумоин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 2–4.
- 2 **Клавдиенко, О. А.** Сохранность вагонного парка / О. А. Клавдиенко // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 23–24.
- 3 **Буреш, Ф.** Как «Укрзализныця» будет бороться с разворыванием на вагонах [Электронный ресурс] / Ф. Буреш. – Режим доступа : <https://biz.censor.net.ua/m3209138>. – Дата доступа : 15.08.2020.
- 4 **Кузнецов, М. А.** Условные номера клеймения в сфере железнодорожного транспорта / М. А. Кузнецов // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 3. – С. 40–44.
- 5 **Грибунов, О. П.** К вопросу о значимости исследования технической документации на вагоны при расследовании хищения комплектующих деталей железнодорожного транспорта / О. П. Грибунов, Е. А. Малыхина // Проблемы правоохранительной деятельности. – 2017. – № 2. – С. 124–127.
- 6 Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID>. – Дата доступа : 15.10.2018.
- 7 **Елохин, В. А.** Высокотехнологические решения по защите продукции от контрафакта / В. А. Елохин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 25–27.
- 8 **Миронов, А. А.** Перспективные направления совершенствования средств контроля КТСМ-02 и АСК ПС / А. А. Миронов // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 1. – С. 38–41.