

**В.Ф. Лапшин, М.В. Орлов**

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ  
ВАГОНОВ**

Екатеринбург  
2006

Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Уральский государственный университет путей сообщения  
Кафедра «Вагоны»

**В.Ф. Лапшин, М.В. Орлов**

# **ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВАГОНОВ**

Учебное пособие для студентов  
специальности 190302 «Вагоны»

Екатеринбург  
2006

УДК 629.45/46:656.0718  
066

Лапшин В.Ф., Орлов М.В. Основы технического обслуживания вагонов: Учебное пособие. - Екатеринбург: УрГУПС, 2006. - 375 с.

В пособии изложены теоретические основы и способы организации производства технического обслуживания вагонов с учетом изменений в структуре и функциях системы технического обслуживания вагонов, которые связаны с реформированием железнодорожного транспорта, проводимых в ОАО «РЖД».

Пособие предназначено для студентов вузов ж-д. транспорта может быть полезно для инженерно-технических работников железных дорог.

Ил. 78, табл. 17, библиограф. назв. 37.

Авторы: В.Ф. Лапшин, зав. кафедрой «Вагоны», д-р техн. наук, доцент.

М.В. Орлов, профессор кафедры «Вагоны», канд. техн. наук.

Рецензенты: А.А. Соломенников – главный инженер службы вагонного хозяйства Свердловской ж.д.;

В.Б. Свердлов – заведующий лабораторией ремонта и эксплуатации вагонов, канд.техн. наук УО ВНИИЖТ;

А.Э. Павлюков – д-р техн. наук, профессор УрГУПС

ISBN 5- 94614-025-6

© Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), 2006

© В. Лапшин, М. Орлов, 2006

## Оглавление

Предисловие .....	7
Введение .....	10
<b>Часть 1. Теоретические основы технического обслуживания вагонов.</b> .....	<b>13</b>
Глава 1. Задачи вагонного хозяйства в процессе эксплуатации вагонов .....	13
1.1. Основные понятия и определения .....	13
1.2. Характеристика вагонного парка .....	15
1.3. Задачи эксплуатационных подразделений вагонного хозяйства, их структура и функции .....	20
1.4. Правила эксплуатации вагонов – собственности предприятий и организаций .....	27
Глава 2. Требования к системе технического обслуживания вагонов. ....	30
2.1. Особенности эксплуатации грузовых вагонов в условиях организации их ремонта по выполненному пробегу .....	30
2.2. Схемы участков обслуживания вагонов и гарантийных участков. ....	34
2.3. Показатели использования вагонов .....	37
2.4. Связь показателей надежности вагонов с системой их технического обслуживания .....	46
2.5. Виды и периодичность технического обслуживания вагонов .....	55
Глава 3. Оценка технического состояния вагонов .....	59
3.1. Виды технического состояния и способы контроля .....	59
3.2. Классификация неисправностей вагонов и причины их образования .....	63
3.3. Признаки, используемые для оценки технического состояния вагонов .....	68
Глава 4. Обеспечение безопасности движения в поездной и маневровой работе .....	72
4.1. Проблемы обеспечения безопасности движения в вагонном хозяйстве .....	72
4.2. Классификация нарушений безопасности движения .....	75
4.3. Теоретический анализ причин нарушения безопасности движения .....	77
4.4. Система обеспечения безопасности движения .....	86
4.5. Организация ликвидации последствий нарушений безопасности движения, аварийных и нестандартных ситуаций .....	93
Глава 5. Показатели надежности вагонов .....	96
5.1. Особенности оценки показателей надежности вагонов .....	96
5.2. Математические методы оценки показателей надежности .....	106
5.3. Способы улучшения показателей надежности вагонов .....	119
Глава 6. Формирование и совершенствование системы технического обслуживания вагонов. ....	124

6.1. Обоснование периодичности технического обслуживания вагонов .....	124
6.2. Требования к подразделениям для технического обслуживания вагонов .....	127
6.3. Мероприятия по улучшению показателей безотказности вагонов на гарантийных участках .....	129
6.4. Определение параметров пунктов технического обслуживания вагонов .....	133
6.5. Требования к подразделениям текущего отцепочного ремонта вагонов .....	149
<b>Часть 2. Информатизация, информационные технологии, автоматизированные системы управления, диагностические системы .....</b>	<b>153</b>
Глава 7. Информационные технологии управления вагонным хозяйством .....	153
7.1. Информационные технологии – основные понятия, назначение и перспективы развития .....	153
7.2. Информационная модель управления вагонным хозяйством .....	155
7.3. Программно-техническое обеспечение информационно-управляющих систем .....	158
7.4. Автоматизированная система управления вагонным парком «ДИСПАРК» .....	163
7.5. Информационная технология ремонта вагонов по выполненному пробегу .....	172
Глава 8. Автоматизированные системы управления и учета .....	177
8.1. Автоматизированная система управления вагонным хозяйством .....	177
8.2. Автоматизированная система управления техническим обслуживанием вагонов на сортировочных станциях .....	181
8.3. Автоматизированная система контроля подвижного состава .....	186
8.4. Многоуровневая автоматизированная система управления и контроля безопасности движения .....	191
Глава 9. Использование технических средств диагностирования .....	196
9.1. Проблемы автоматизации контроля технического состояния вагонов .....	196
9.2. Техническая диагностика. Основные понятия .....	198
9.3. Средства автоматического контроля технического состояния вагонов на ходу поезда .....	206
9.4. Автоматизированная система контроля подвижного состава .....	214
9.5. Технические средства диагностирования вагонов на пунктах технического обслуживания .....	218
<b>Часть 3. Организация технического обслуживания вагонов .....</b>	<b>226</b>
Глава 10. Подготовка грузовых вагонов к перевозкам .....	226
10.1. Назначение, классификация и размещение пунктов подготовки вагонов к перевозкам .....	226

10.2. Пункты подготовки к перевозкам полувагонов и платформ . . . . .	230
10.3. Пункты подготовки к перевозкам крытых и изотермических вагонов . . . . .	239
10.4. Промывно-пропарочные предприятия . . . . .	246
Глава 11. Техническое обслуживание грузовых вагонов в поездах . . . . .	257
11.1. Назначение, классификация, размещение, перспективы развития подразделений вагонного хозяйства по техническому обслуживанию вагонов . . . . .	257
11.2. Организация работы пунктов технического обслуживания вагонов . . . . .	264
11.3. Организация работы пунктов опробования тормозов, пунктов технической передачи вагонов, контрольных постов, пунктов технического обслуживания межгосударственных передаточных станций . . . . .	275
11.4. Техническое обслуживание контейнеров . . . . .	279
11.5. Организация текущего отцепочного ремонта вагонов . . . . .	281
11.6. Мероприятия по обеспечению безопасности движения и сохранности вагонов . . . . .	285
Глава 12. Техническое обслуживание и экипировка пассажирских вагонов. . . . .	291
12.1. Особенности эксплуатации и технического обслуживания пассажирских вагонов . . . . .	291
12.2. Виды и технология технического обслуживания, текущего ремонта, экипировки и специальной обработки пассажирских вагонов . . . . .	293
12.3. Пассажирские технические станции . . . . .	298
12.4. Ремонтно-экипировочные устройства . . . . .	302
12.5. Технологический процесс подготовки пассажирских составов в рейс . . . . .	310
12.6. Пункты технического обслуживания пассажирских вагонов, базы технического обслуживания резервных вагонов, пункты перестановки вагонов на колею другой ширины . . . . .	313
12.7. Особенности технического обслуживания вагонов с электрическим и комбинированным отоплением . . . . .	317
12.8. Организация работы поездных бригад . . . . .	320
Глава 13. Особенности технического обслуживания автотормозов, автосцепного устройства, букс и колесных пар . . . . .	323
13.1. Организация технического обслуживания тормозов . . . . .	323
13.2. Контрольные пункты автотормозов . . . . .	329
13.3. Компрессорные станции и станционные воздухопроводные сети . . . . .	331
13.4. Организация технического обслуживания автосцепного устройства . . . . .	338
13.5. Организация технического обслуживания букс . . . . .	342
13.6. Техническое обслуживание колесных пар . . . . .	347
Глава 14. Специальные виды технического обслуживания вагонов . . . . .	349
14.1. Техническое обслуживание вагонов для перевозки опасных грузов . . . . .	349

14.2. Особенности технического обслуживания вагонов промышленного железнодорожного транспорта . . . . .	358
Библиографический список . . . . .	365
Перечень аббревиатур и обозначений, использованных в тексте . . . . .	368
Приложения . . . . .	372
Перечень форм основных учетных и отчетных документов в вагонном хозяйстве . . . . .	372

## Предисловие

Техническое обслуживание вагонов является одной из основных задач вагонного хозяйства железных дорог по обеспечению перевозочного процесса пассажиров и грузов.

С 2005 г. техническое обслуживание грузовых вагонов осуществляют эксплуатационные депо.

В 1985 г. депо для ремонта пассажирских вагонов, включая подразделения по их техническому обслуживанию, выделены из вагонного хозяйства и переданы в хозяйство пассажирских сообщений. Позднее организованы дирекции обслуживания пассажиров (ДОП) – дорожные и их филиалы на отделениях дорог, а также произошло разделение на дирекции обслуживания пассажиров в поездах дальнего следования и в пригородных поездах.

Поэтому техническое обслуживание пассажирских вагонов осуществляют депо по ремонту пассажирских вагонов и дирекции обслуживания пассажиров. На некоторых малодеятельных направлениях железных дорог техническое обслуживание и текущий ремонт пассажирских вагонов выполняют линейные подразделения вагонного хозяйства.

Основными задачами подразделений по техническому обслуживанию вагонов являются: подготовка вагонов под посадку пассажиров и погрузку грузов, обеспечение безаварийной работы вагонов в пути следования, а также обеспечение сохранности вагонного парка. В условиях рыночной экономики вагонное хозяйство должно обеспечивать экономическую эффективность эксплуатации вагонов.

Поэтому инженеры, связанные с техническим обслуживанием вагонов, должны знать структуру вагонного хозяйства, взаимодействие различных его подразделений, принципы их организации и управления вагонным хозяйством.

В настоящее время эксплуатационные подразделения вагонного хозяйства оснащены современными техническими средствами: оборудованием для диагностирования вагонов каналами связи, вычислительной техникой, информационными системами, автоматизированными системами управления.

Поэтому инженеры вагонного хозяйства должны умело применять технические средства в процессе технического обслуживания и ремонта вагонов.

Особенностью работы железнодорожного транспорта является взаимодействие различных служб: организации перевозок, грузовой, пути, локомотивной, сигнализации и связи и т.д. Поэтому инженеры вагонного хозяйства должны четко представлять взаимодействие всех служб в обеспечении перевозочного процесса.

В течение последних 15 лет произошли существенные изменения в организации работы железнодорожного транспорта. В результате реформ по переходу к рыночной экономике железнодорожный транспорт превращен в

открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»).

В связи с этим изменилась производственная и управленческая структуры, форма собственности на технические средства транспорта и отношения железных дорог с клиентами и с государством.

Реформы не закончены, поэтому в будущем возможны существенные изменения структуры и функций вагонного хозяйства, в особенности в экономике и в управлении, что следует учитывать при использовании этой книги.

По вопросам технического обслуживания вагонов мало технической и учебной литературы. До последнего времени эти вопросы включались в учебные пособия и учебники по вагонному хозяйству. Однако, как показала практика подготовки инженеров, и в связи с разделением подразделений вагонного хозяйства на эксплуатационные и ремонтные, необходимо более подробное изучение организации технического обслуживания вагонов.

В начале 90-х гг. сформировалась учебная дисциплина «Основы технического обслуживания вагонов», которая является одной из завершающих специальных дисциплин при подготовке инженеров по специальности «Вагоны» и тесно взаимосвязана с другими специальными дисциплинами: «Вагонное хозяйство», «Надежность вагонов», «Вагоноремонтные предприятия», «Оборудование вагоноремонтных предприятий», «Техническая диагностика», «Конструкция вагонов».

Первое учебное пособие по учебной дисциплине «Основы технического обслуживания вагонов» было издано в УрГУПС (в то время – УЭМИИТ) в конце 80-х гг. В. П. Хильченко. В этом пособии использованы элементы теории массового обслуживания и теории надежности.

В 1995 г. в связи с введением учебной дисциплины «Основы технического обслуживания вагонов» в УрГУПС издано учебное пособие «Основы технического обслуживания вагонов» (авторы В.А. Ивашов, М.В. Орлов) в двух частях: теоретические основы и организация производства. Однако в связи с коренными изменениями организации работы железнодорожного транспорта в целом и вагонного хозяйства в частности это учебное пособие устарело. В особенности следует указать на существенное изменение номенклатуры перевозимых грузов, в связи с чем изменяется структура парка вагонов, на изменение объемов погрузки вагонов и районов погрузки и выгрузки, на изменение вагонопотоков, в связи с чем существенно меняется инфраструктура вагонного хозяйства. Существенные изменения происходят постоянно в организации процесса перевозок вследствие изменений в специализации промышленных предприятий и территориальном их размещении, а также из-за использования быстро развивающихся информационных технологий.

Вместе с тем основные положения технологических процессов технического обслуживания вагонов и формы организации производственных про-

цессов технического обслуживания на уровне линейных подразделений вагонного хозяйства сохраняются.

В организации и управлении системой технического обслуживания вагонов, инженерам вагонного хозяйства следует использовать системный подход, т.е. представление об объектах хозяйства и управления как о системах.

В настоящем учебном пособии так же, как и в предыдущих, много внимания уделено теоретическим основам организации технического обслуживания вагонов: методам оценки параметров использования вагонов, оценке параметров надежности вагонов, определению параметров подразделений по техническому обслуживанию вагонов, а также методам определения оптимальных значений перечисленных параметров и улучшению показателей использования вагонов.

Вторая часть книги содержит сведения о быстро развивающихся информационных технологиях, информатизации процессов технического обслуживания вагонов, автоматизации управления, технической диагностике, использовании вычислительной техники.

В третьей части обобщен практический опыт организации технического обслуживания вагонов на железных дорогах РФ. Рассмотрена инфраструктура эксплуатационных вагонных депо и хозяйства по обслуживанию и экипировке пассажирских вагонов. Рассмотрена технология технического обслуживания вагонов на станциях и в пути следования, даются практические рекомендации по организации производственного процесса.

## Введение

Система технического обслуживания вагонов является частью более сложной системы «железнодорожный транспорт», включает структуру предприятия по техническому обслуживанию вагонов с заданной функцией обеспечения вагонами перевозок пассажиров и грузов при условии экономической целесообразности эксплуатации вагонов, безопасности движения, комфорта пассажиров и сохранности грузов. Структура этой системы, или материально-техническая база вагонного хозяйства, сложилась исторически и отражает особенности общей экономической системы и общего уровня развития техники в стране.

В связи с переходом к рыночной экономике происходит процесс коренных преобразований по изменению форм собственности на средства производства, в частности, на вагоны, а также на предприятия по их техническому обслуживанию и ремонту. Однако формы организации производственных процессов технического обслуживания и ремонта вагонов в частности основная составляющая организации – технология, связаны с особенностями конструкции вагонов как объектов эксплуатации, а также – с условиями их использования: видами перевозимых грузов, способами погрузки и выгрузки, состоянием пути, характером работы сортировочных станций, скоростями движения, весом поездов и т.д. Конструкция вагонов и условия их эксплуатации изменяются сравнительно медленно, поэтому технологические процессы технического обслуживания и ремонта вагонов также изменяются постепенно.

Предприятиями вагонного хозяйства накоплен опыт технического обслуживания вагонов – собственности промышленных предприятий с правом выхода на пути МПС. Накоплен опыт совместного использования вагонов стран, входящих в СНГ. Процесс реструктуризации дорог при осуществлении экономических реформ будет продолжаться, однако в переходный период и в будущем сложившаяся структура и функции вагонного хозяйства в основном сохранятся при различных формах собственности и при разных экономических системах.

Разделение парка вагонов по дорогам СНГ вызвало ряд проблем, связанных с организацией их ремонта и оценки технического состояния при передаче через стыковые станции дорог различных стран.

При использовании вагонов общего парка стран СНГ большое значение в обеспечении работоспособного состояния вагонов в обеспечении безопасности движения в поездной и маневровой работе имеет соблюдение единой нормативно-технической документации, регламентирующей эксплуатацию железных дорог и, в частности, вагонного хозяйства.

Для координации работы железных дорог СНГ создан Совет по железнодорожному транспорту государств-участников содружества и действует Дирекция этого Совета (ЦСЖТ), размещающаяся в Белоруссии. Совет по соглашению между государствами Содружества принимает нормативные до-

кументы, общие для всех железных дорог Содружества, и рассматривает претензии, в том числе связанные с нарушениями безопасности движения из-за отказов вагонов.

В 2004 г. Министерство путей сообщения РФ реформировано в открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»). Структура управления в системе ОАО «РЖД» в целом сохраняет бывшую структуру МПС, в частности, имеется Департамент вагонного хозяйства, а на уровне дорог сохраняются службы вагонного хозяйства, Дирекции по обслуживанию пассажиров, в ведении которых находятся депо по ремонту пассажирских вагонов, организованы Дирекции по ремонту грузовых вагонов, входящие в структуру железных дорог – филиалов ОАО «РЖД».

В 2004-2005 гг. произведено разделение структуры вагонного хозяйства на дорогах на две части: эксплуатационную и ремонтную. Техническая эксплуатация вагонов, т.е. их техническое обслуживание, передана эксплуатационным депо, ремонт вагонов – ремонтным депо.

Впоследствии возможно реформирование ремонтных депо в частные предприятия. Техническое обслуживание вагонов неразрывно связано с перевозочным процессом, поэтому всегда должно оставаться частью железных дорог, организующих погрузку и осуществляющих перевозку вагонов.

После реорганизации МПС железные дороги переданы под государственный контроль Министерству транспорта РФ, в которое включено Федеральное агентство железнодорожного транспорта.

В связи с реформированием железных дорог система технического обслуживания и ремонта вагонов в новых условиях еще не сложилась.

При планировании развития эксплуатационных депо на перспективу следует учитывать изменение транспортных связей. В период реформ в РФ и СНГ изменилось размещение промышленных предприятий, их специализация и объемы производства.

В связи с этим изменился характер перевозок грузов: номенклатура, грузопотоки, требования к сохранности грузов, объемы отправок. Существенно изменилась потребность в вагонах определенных типов. Увеличился в процентном отношении парк цистерн различного назначения; сократился парк изотермических вагонов. Эти изменения требуют коренных преобразований в вагонном хозяйстве: пересмотра производственной мощности и размещения пунктов подготовки вагонов к перевозкам, специализации предприятий по плановому ремонту вагонов, размещения контрольных постов, категории и назначения пунктов технического обслуживания вагонов на ряде станций.

В то же время техническая база (инфраструктура) вагонного хозяйства и в целом исторически сложившаяся система технического обслуживания и ремонта вагонов сохраняются. Это связано со следующими основными причинами: сохранением типов и моделей вагонов, для обслуживания которых приспособлено существующее хозяйство; сохранением сложившихся усло-

вий эксплуатации железных дорог и экономическими возможностями совершенствования вагонного хозяйства.

Поэтому в последующие годы возможны существенные изменения в размещении и изменении функций объектов вагонного хозяйства при сохранении общей сложившейся системы технического обслуживания вагонов в системе «железнодорожный транспорт».

# **ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВАГОНОВ**

## **Глава 1. Задачи вагонного хозяйства в процессе эксплуатации вагонов**

### **1.1. Основные понятия и определения**

Большая часть специальных терминов по техническому обслуживанию вагонов регламентирована государственными стандартами по надежности в технике и по системам технического обслуживания и ремонта техники.

Эксплуатацию вагонного парка следует понимать как процесс использования вагонов по назначению с целью получения прибыли от перевозок.

В соответствии со сложившимися представлениями (ГОСТ 18322-78) техническое обслуживание – это комплекс технических и организационных мероприятий в процессе эксплуатации вагонов для обеспечения выполнения требуемых (заданных) функций.

В тоже время ремонт – это комплекс технико-экономических и организационных мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособного состояния средств производства (вагонов).

Принципиальное отличие технического обслуживания от ремонта заключается в том, что в процессе технического обслуживания обычно не восстанавливают технический ресурс объекта (вагона), а выполняют перечень работ, регламентированных технической документацией: проверку технического состояния, смазку, крепление деталей, регулировку и т.д.

В практике вагонного хозяйства за время технического обслуживания вагонов выполняют отдельные операции по замене отказавших деталей, например, корпусов автосцепки, тормозных башмаков, соединительных рукавов и т.п. Требуемые (заданные) функции вагона (ГОСТ 27.002-89) включают:

- обеспечение безопасности движения в поездной и маневровой работе;
- обеспечение возможности погрузки и выгрузки;
- обеспечение при перевозках комфорта пассажиров и сохранности грузов.

Под техническим состоянием объекта (ГОСТ 20.911-90) понимают характеристику соответствия объекта контроля требованиям нормативно-технической и конструкторской документации. В соответствии с понятиями теории надежности, вагоны, являющиеся объектами технического обслуживания, в процессе эксплуатации в результате эксплуатационных воздействий могут находиться в различном техническом состоянии: исправном или неис-

правном, работоспособном или неработоспособном, предельном (ГОСТ 27.002-89).

Исправным считают такое состояние, когда вагон соответствует требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Неисправное состояние характеризуется несоответствием вагона хотя бы одному из требований НТД.

Работоспособным является такое состояние, когда вагон способен выполнять требуемые функции с установленными параметрами.

Неработоспособным считают такое состояние, когда вагон не способен выполнять хотя бы одну из требуемых функций или не обеспечивает эксплуатацию с установленными параметрами, например, может следовать с ограниченной скоростью движения или с ограниченной грузоподъемностью.

Предельным называют такое состояние, когда дальнейшая эксплуатация вагона экономически нецелесообразна или технически невозможна. Различают два предельных состояния: восстанавливаемое и невосстанавливаемое. Введение понятия предельного состояния связано с тем, что имеются случаи, когда постепенное накопление количественных изменений объекта при достижении некоторого порогового значения или предела вызывает переход в новое качественное состояние. Например, прокат колесной пары – естественный износ до некоторой величины (для грузовых вагонов – 9 мм) – не представляет опасности и не ограничивает параметров заданных функций. Если глубина проката будет более 9 мм, то в процессе прохода колесом стрелочных перевозов возможно качение колеса с опорой на гребень по желобу крестовины. На такую нагрузку не рассчитаны ни колесо, ни крестовина и возможно их повреждение. Поэтому размер проката 9 мм и более регламентирован как недопустимый, а при достижении такого проката колесо переходит в предельное состояние и должно быть выявлено, а колесная пара изъята для ремонта.

В соответствии с ГОСТ 27.002 переход объекта в неисправное состояние характеризуется термином «повреждение», а переход в неработоспособное состояние термином «отказ».

В процессе ремонта осуществляется переход объекта (вагона или его узла) из предельного (неработоспособного) состояния в работоспособное.

В процессе технического обслуживания вагона производится прогнозирование остаточного ресурса (до следующего технического обслуживания).

Термин «контроль технического состояния объекта» (ГОСТ 20.911) обозначает проверку соответствия значений параметров объекта (обычно численных) и определение вида технического состояния в определенный момент времени.

По сложившейся терминологии (ГОСТ 18322-78) под системой технического обслуживания и ремонта техники понимают совокупность взаимосвязанных средств, документации и исполнителей для поддержания качества изделий, входящих в эту систему (в вагонном хозяйстве – вагонов и контейнеров).

Работники вагонного хозяйства, занятые техническим обслуживанием вагонов, практически все связаны с движением поездов, поэтому регулярно следует проверять их знания правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ), инструкций по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации (ИСИ), инструкций по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации (ИДП). Так же работники вагонного хозяйства должны знать должностные инструкции, в особенности инструкции по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар [6], инструкцию по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог [25], инструкции по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог [8]. Основные термины, используемые в процессе эксплуатации железных дорог, приводятся в ПТЭ, ИСИ и в других, перечисленных выше инструкциях.

## 1.2. Характеристика вагонного парка

В 1994 г. после раздела парка вагонов между странами СНГ парк пассажирских вагонов на дорогах России составил свыше 40 тыс., а парк грузовых – свыше 960 тыс., в том числе: полувагонов – 353 (36%), крытых 160 (17%), платформ 140 (14,5%), цистерн 101 (10,5%), прочих – 209 (21,5%). Кроме того, промышленные предприятия имели парк грузовых вагонов – собственность предприятий.

В течение последующих лет структура парка и количество вагонов существенно изменились. В 2002 г. инвентарный парк вагонов МПС составлял около 640 тыс., в том числе рабочий парк – около 489 тыс., запас – около 102 тыс., резерв – свыше 15 тыс. В 2002 г. полезный парк (сумма рабочего парка и резерва) распределился по основным типам вагонов:

- полувагоны – 49%;
- крытые – 9%;
- цистерны – 16%;
- платформы – 8%;
- прочие – 18%.

В полезном парке имеется небольшой избыток цистерн и платформ, и небольшой недостаток полувагонов, крытых и прочих.

Средний возраст вагонов в 2002 г. составил 16,8 лет при нормативе 28 лет.

В период до 2010 г. по анализу ЦВ выработают срок службы около 355 тыс. вагонов.

Из общего количества грузовых вагонов около 25% специализированные, т.е. предназначенные для перевозки одного вида грузов, и 75% универсальные, т.е. предназначенные для перевозки широкой номенклатуры грузов. Для сравнения, в США около 80% вагонного парка – специализированные вагоны. Практика показывает, что специализированные вагоны экономиче-

ски более выгодны, чем универсальные, так как обеспечивают существенную экономию средств за счет механизации погрузки, выгрузки, безтарной перевозки и лучшей сохранности грузов, хотя имеют увеличенный порожний пробег. Наличие большого количества специализированных вагонов удорожает их ремонт и техническое обслуживание, так как эти вагоны имеют более сложное устройство.

Имеет место большая разнотипность вагонов. В каталоге «Грузовые вагоны железных дорог» (1998 г.) приведено 262 типа и моделей вагонов, в том числе крытых – 43; полувагонов – 44, платформ – 31, цистерн – 125, бункерного типа – 7, самосвалов – 12. Большое количество типов и моделей вагонов осложняет их техническое обслуживание и ремонт.

Существенной характеристикой вагонов является осевая нагрузка, определяющая статическую нагрузку. В настоящее время государственным стандартом установлена осевая нагрузка для пассажирских вагонов 176,6 кН, для грузовых – 228 кН. Доказана эффективность использования осевой нагрузки 245 кН(25 тс). Под эту нагрузку разработаны новые тележки, колесные пары и роликовые подшипники.

В 1998-2003 гг. до 40% перевозок осуществлялось с использованием вагонов–собственности операторских компаний и различных организаций. Предполагалось увеличение парка вагонов за счет приобретения вагонов операторскими компаниями. Увеличение парка вагонов происходит в последние годы в медленном темпе, что, очевидно, связано с незначительным ростом объема перевозок.

В середине 90-х гг. закончился перевод вагонов на роликовые подшипники. Это мероприятие осуществлялось на отечественных дорогах в течение сорока лет. Оборудование вагонов роликовыми подшипниками завершило переход вагонного хозяйства в новое качественное состояние. Существенно изменилась структура хозяйства и специализация персонала по техническому обслуживанию вагонов.

В связи с увеличением веса поездов необходима некоторая модернизация автосцепного устройства.

Требуют решения вопросы контролепригодности (ГОСТ 19919-74) и ремонтпригодности (ГОСТ 27.002-89), а также приспособленности вагонов к диагностированию средствами технического диагностирования (ГОСТ 26656-85).

Так, например, некоторые работы по техническому обслуживанию вагонов: смена тормозных колодок, соединение рукавов тормозной магистрали, крепление воздухораспределителей и т.д. – не удастся механизировать без изменения конструкции вагонов.

Технический контроль большей части сборочных единиц и деталей вагонов, предусмотренный НТД при техническом обслуживании вагонов, производится визуально (осмотр). Ответственные части вагонов: оси, колеса, автосцепное устройство должны быть осмотрены в труднодоступных местах, при слабом освещении и за ограниченное время.

Разрядка тормозов в парках прибытия производится вручную.

Грузовые вагоны РАО «РЖД» составляют инвентарный парк дорог. Списки номеров этих вагонов находятся в финансовой службе дороги, а стоимость приписанных вагонов входит в основные фонды дороги. Дорога получает за приписанные к ней вагоны амортизационные отчисления от перевозок и платит за их капитальный ремонт вагоноремонтным предприятиям.

Рефрижераторные и пассажирские вагоны, кроме принадлежности к дороге, приписаны к конкретным вагонным депо и составляют инвентарный парк этих депо. Вагоны, приписанные к депо, периодически возвращаются в депо приписки для планового технического обслуживания и ремонта и обслуживаются поездными бригадами.

Почтовые вагоны принадлежат почтовому ведомству, но также приписаны к конкретным депо, которые производят их ремонт и техническое обслуживание.

Для нумерации вагонов используют единую восьмизначную систему. Каждая цифра номера содержит определенную информацию о вагоне, что является удобным для организации технической эксплуатации вагонов. Значения знаков в номере пассажирского вагона следующие: первый знак 0 (ноль) означает – пассажирский вагон; второй и третий – условный шифр (код) дороги приписки; четвертый – тип вагона; пятый, шестой и седьмой – порядковый номер; восьмой – контрольный. Цифры, обозначающие тип вагона (четвертый знак), следующие: 0 – мягкий или мягко-жесткий; 1 – купейный жесткий; 2 – жесткий открытого типа; 3 – вагон с креслами; 4 – почтовый или банковский; 5 – багажный или почтово-багажный; 6 – ресторан; 7 – служебно-технический; 8 – специальные вагоны других министерств.

Контрольный знак предназначен для проверки достоверности считывания и передачи информации о вагонах при обработке на ЭВМ. В номере грузовых вагонов первый знак означает тип вагона; 2 – крытый; 4 – платформа; 5 – вагоны – собственность промышленных предприятий; 6 – полувагон; 7 – цистерны общего назначения; 8 – изотермические; 3 и 9 – прочие.

К прочим, номер которых начинается с цифры 3, относят все шестиосные вагоны, хопперы-дозаторы, саморазгружающиеся вагоны (думпкары), служебные вагоны рефрижераторных секций.

К числу прочих, номер которых начинается с цифры 9, относят большую группу типов вагонов: хопперы и цистерны для перевозки цемента; крытые хопперы-зерновозы; крытые хопперы-минераловозы; хопперы для перевозки агломерата, окатышей; крытые для перевозки легких грузов; крытые для скота; платформы для контейнеров, платформы для автомобилей; цистерны для сжатых и сжиженных газов и т.д.

Второй знак содержит основную характеристику вагона, в частности конкретный тип или модель вагона в группе прочих (первый знак – 9).

Третий знак – дополнительная характеристика; четвертый, пятый и шестой – порядковый номер; 8 – контрольный. Для проверки правильности

считывания и передачи номера по каналам связи с обработкой на ЭВМ по восьмому знаку используют специальные алгоритмы.

На подъездных путях промышленных предприятий содержится также большой парк вагонов, не имеющих права выхода на пути ОАО «РЖД». Этот парк включает обычные магистральные вагоны для внутривозовских перевозок и вагоны технологического транспорта, предназначенные для межцеховой транспортировки, например шлаковозы, чугуновозы, открытые хопперы для агломерата, окатышей и т.д.

В ОАО РЖД» имеется большое количество контейнеров и парк специальных фитинговых платформ для перевозки контейнеров. Контейнеры, в особенности специальные, имеются в собственности различных предприятий и организаций.

Насчитывается около 20 типов универсальных и более 30 типов специальных контейнеров.

В состав парка грузовых вагонов включена группа вагонов для перевозки опасных грузов. Классификация этих грузов приведена в ГОСТ 19433-98.

Для перевозки опасных грузов используют в основном универсальные крытые вагоны и специализированные цистерны.

Вагоны-цистерны для перевозки опасных грузов должны иметь четкие надписи, касающиеся сроков проведения периодического ремонта, наименования грузов, и знаки опасности, а также надпись о срочном возврате.

Окраска котлов специализированных цистерн должна соответствовать установленным требованиям.

Автосцепки вагонов для перевозки опасных грузов должны иметь два ограничителя вертикальных перемещений: верхний и нижний. Ограничители вертикальных перемещений должны быть также на рефрижераторных и пассажирских вагонах по одному (верхний).

После раздела вагонного парка между странами СНГ железные дороги этих стран получили числовые и мнемокоды (табл. 1.1). Числовые коды дорог наносят на боковые стенки грузовых вагонов.

Таблица 1.1

Государство	Коды дорог		Государство	Коды дорог	
	Число-вой	Мнемонический		Число-вой	Мнемонический
Россия	20	РЖД	Грузия	28	ГР
Белоруссия	21	БЧ	Узбекистан	29	САЗ
Украина	22	УЗ	Азербайджан	57	АЗ
Молдавия	23	ЧФМ	Армения	58	Арм
Литва	24	ЛГ	Киргизстан	59	Крг
Латвия	25	ЛДЗ	Таджикистан	66	ТДЖ
Эстония	26	ЭВР	Туркменистан	67	ТПК
Казахстан	27	КЗХ			

Числовой код наносят белой краской на кузове вагона и набивают клеймами на ответственных частях вагона: шкворневой балке рамы по диагонали рамы; боковых рамах и надрессорной балке тележки на одном из колес колесной пары. Для постановки клейм на перечисленных деталях абразивным инструментом зачищают полосу длиной 300 мм (на ободе колеса – по дуге), шириной 15 мм. На этой полосе устанавливают место набивки клейм для каждой страны.

На кузовах вагонов должны быть нанесены знаки габарита подвижного состава (табл. 1.2.).

Таблица 1.2.

Габариты подвижного состава

Наименование габарита (ГОСТ 9238-83)	Максимальные размеры, мм		Условное обозначение на кузове	Назначение габарита
	высота	ширина		
Т	5300	3750	-	Для вагонов, обращающихся по отдельным реконструированным линиям СНГ и МНР
Тц	5200	3700	-	Для цистерн и вагонов-самосвалов
Тпр промежуточный	5300	3550	-	Для полувагонов
1-Т	5300	3400	-	Для вагонов, обращающихся по всем линиям стран СНГ и МНР
1-ВМ	4700	3400	МС-1	Для вагонов, обращающихся по всем линиям стран СНГ, МНР и отдельным участкам стран Восточной Европы
0-ВМ	4650	3250	МС-0	Для вагонов, обращающихся по всем дорогам СНГ и стран Восточной Европы
02-ВМ	4650	3150	-	Для вагонов, допускаемых к обращению по дорогам стран СНГ, Восточной Европы и некоторых государств Западной Европы
03-ВМ	4280	3150	МС	Для вагонов, допускаемых к следованию по дорогам всех стран Европы и Азии. Соответствует габариту РИЦ

На кузова пассажирских вагонов габарита РИЦ, курсирующих по дорогам западноевропейских стран, наносят специальную таблицу сведений о вагоне. Тележки грузовых вагонов РЖД приспособлены для перестановки с

колеи 1520 мм на колею 1435 путем замены колесных пар и изменения положения тормозных башмаков.

За пассажирскими вагонами габарита РИЦ, курсирующими по колее различной ширины, закреплены по два комплекта тележек КВЗ-ЦНИИ типа 1 для колеи 1520 мм (один комплект) и для колеи 1435 мм (второй комплект).

Рефрижераторные секции, выпускаемые заводами ГДР с 1985 г. приспособлены к перестановке с колеи одной ширины на другую путем замены колесных пар.

### **1.3. Задачи эксплуатационных подразделений вагонного хозяйства, их структура и функции**

Концепцией реформирования вагонного хозяйства в процессе перехода от системы Министерства путей сообщения к ОАО «РЖД» определена основная задача (миссия) вагонного хозяйства. Миссия вагонного хозяйства заключается в обеспечении платежеспособного спроса грузоотправителей на перевозки исправным подвижным составом в необходимых объемах независимо от формы его собственности и принадлежности.

Организационно-функциональная структура вагонного хозяйства совершенствовалась на протяжении нескольких десятков лет, что позволило создать устойчиво работающий управляемый механизм со специфическими особенностями. Сложившаяся система в целом оправдала себя на практике. В то же время она имеет ряд недостатков, которые в условиях становления конкуренции на рынке транспортных услуг стали препятствовать ее дальнейшему развитию.

В современных условиях вагонное хозяйство требует кардинальных преобразований в системе его организации и управления.

Миссия вагонного хозяйства ОАО «РЖД» реализуется через достижение поставленных стратегических целей:

- обеспечение равноправного доступа владельцев подвижного состава к инфраструктуре и вагоноремонтной базе ОАО «РЖД»;
- повышение качества технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов при оптимизации затрат на выполняемые работы;
- планомерное обновление вагонного парка и повышение эффективности его использования;
- повышение финансовой устойчивости подразделений вагонного хозяйства, обеспечение прозрачности информационных и финансовых потоков при закупке, содержании, техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов.

Поставленные цели могут быть достигнуты за счет разделения функций вагонного хозяйства на три обособленные группы: закупку и содержание вагонного парка, техническое обслуживание грузовых вагонов, производство

ремонта грузовых вагонов с созданием организационно-функциональных структур, ответственных за их реализацию.

Для повышения эффективности управления вагонным парком, обеспечения равноправного доступа владельцев грузовых вагонов к инфраструктуре и вагоноремонтным мощностям ОАО «РЖД» на первом этапе реформирования в период 2005-2006 гг. предложена организационно-функциональная модель управления вагонным хозяйством, приведенная на рис. 1.1.

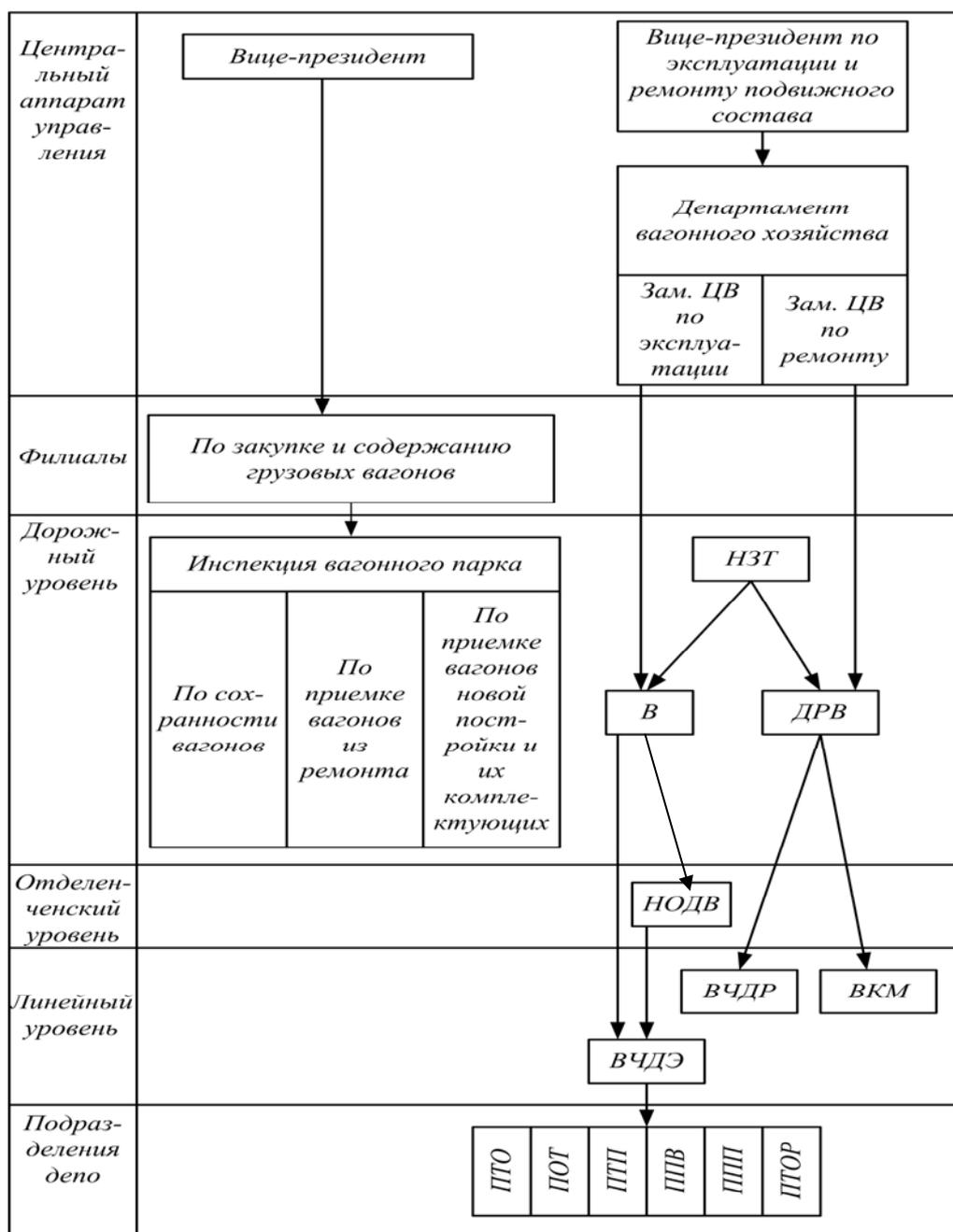


Рис. 1.1. Организационно-функциональная модель управления вагонным хозяйством в структуре ОАО «РЖД» (2005-2006 гг.)

Обозначения к рисунку приведены на странице 22.

Обозначения к рис. 1.1.

Обозначения: НЗТ – заместитель начальника дороги по локомотивному и вагонному хозяйству; В – служба вагонного хозяйства; ДРВ – дирекция по ремонту грузовых вагонов; НОДВ – вагонный отдел отделения дороги; ВЧДЭ – депо по эксплуатации грузовых вагонов; ВЧДР – депо по ремонту грузовых вагонов; ВКМ – вагоноколесные мастерские; ПТО – пункт технического обслуживания вагонов; ПОТ – пункт опробования тормозов; ПТП – пункт технической передачи вагонов; ППВ – пункт подготовки вагонов к перевозкам; ППП – промывочно-пропарочное предприятие; ПТОР – пункт текущего отцепочного ремонта вагонов.

Основные принципы формирования модели заключаются в следующем.

1. В структуре ОАО «РЖД» создается новый филиал по закупке и содержанию грузовых вагонов. Филиал наделяется функциями, связанными с приобретением, содержанием и списанием из инвентаря грузовых вагонов, которые ранее были возложены на Департамент вагонного хозяйства. В филиал включаются три инспекции:

- по сохранности грузовых вагонов в эксплуатации;
- по приемке грузовых вагонов из ремонта;
- по приемке грузовых вагонов новой постройки и их комплектующих.

Филиал ОАО «РЖД» по закупке и содержанию грузовых вагонов имеет два уровня управления (сетевой и дорожный).

2. Структура Департамента вагонного хозяйства в целом сохраняется, за исключением отделов, занятых вопросами приобретения, содержания и списания грузовых вагонов из инвентаря.

3. На дорожном уровне служба вагонного хозяйства подразделяется на две части: ремонтную и эксплуатационную. В составе железной дороги формируется Дирекция по ремонту грузовых вагонов с подчинением ей на линейном уровне вагоноремонтных депо (ВЧДр) и вагоноколесных мастерских (ВКМ). В ведении службы вагонного хозяйства остаются эксплуатационные вагонные депо (ВЧДэ), обеспечивающие техническое обслуживание грузовых вагонов. К ВЧДэ относятся пункты технического обслуживания вагонов (ПТО), пункты опробования тормозов (ПОТ), пункты технической передачи (ПТП), пункты подготовки вагонов под погрузку (ППВ), промывочно-пропарочные станции (ППС), пункты текущего отцепочного ремонта (ПТОР).

При отделенческой структуре управления на железной дороге эксплуатационные вагонные депо находятся в оперативном подчинении отделениям дороги.

В связи с разделением вагонных депо на ремонтные и эксплуатационные распределены основные функции по ремонту и техническому обслуживанию вагонов между этими депо.

В задачи ремонтных депо входит плановый ремонт грузовых вагонов, ремонт и изготовление запасных частей.

В задачи эксплуатационных депо входит техническое обслуживание и текущий отцепочный ремонт грузовых вагонов. В начальном периоде организации работы вагонного хозяйства по новой схеме текущий отцепочный ремонт вагонов могут выполнять участки текущего ремонта вагонов ремонтных вагонных депо.

В хозяйстве пассажирских перевозок функции ремонта и технического обслуживания вагонов разделены между депо для ремонта пассажирских вагонов и дирекциями обслуживания пассажиров.

Подробнее вопросы организации технического обслуживания и текущего ремонта вагонов изложены в последующих главах.

В настоящем пособии приведены материалы по организации технического обслуживания вагонов: грузовых – в эксплуатационных депо, пассажирских – в подразделениях пассажирских депо и ДОП, занятых техническим обслуживанием вагонов.

Эксплуатационные депо (далее депо) предназначены для выполнения следующих основных функций:

- 1) подготовка грузовых вагонов и контейнеров к перевозкам (под погрузку);
- 2) техническое обслуживание вагонов в поездах;
- 3) передача вагонов на пути промышленного железнодорожного транспорта (ПЖТ) и приемка их обратно;
- 4) текущий отцепочный ремонт вагонов;
- 5) контроль за сохранностью вагонов.

Подразделения по техническому обслуживанию пассажирских вагонов предназначены для выполнения следующих основных функций:

- 1) подготовка вагонов в рейс на пунктах формирования и оборота поездов;
- 2) техническое обслуживание вагонов в поездах на пунктах технического обслуживания и в пути следования;
- 3) техническое обслуживание вагонов на базах отстоя резервных вагонов;
- 4) периодическое техническое сезонное обслуживание и единая техническая ревизия вагонов.

Достаточно сложным является разделение грузовых депо на ремонтные и эксплуатационные. В начальный период после такого разделения не решены вопросы организации текущего ремонта ТР1 и ТР2, а также ремонта деталей вагонов, обеспечения эксплуатационных подразделений колесными парами из ВКМ и тормозным оборудованием из АКП. Пункты текущего отцепочного ремонта (ПТОР) на сортировочных станциях переданы эксплуатационным депо. Текущий ремонт ТР-1 выполняется на пунктах подготовки грузовых вагонов к перевозкам, а ТР-2 – на пунктах опробования тормозов (ПОТ) и на контрольных постах. Возникает проблема технического обслуживания и ремонта технологического оборудования этих подразделений, в том числе метрологического обеспечения.

ППВ имеют также мастерские по ремонту деталей вагонов, например, крышек люков полувагонов, дверей крытых вагонов. Для решения вопросов кооперирования с ремонтными депо требуется достаточно много времени и новые формы организации производства.

Нуждается в совершенствовании система ТОР вагонов – собственности предприятий и организаций. В переходный период для выполнения ТР-2 частных вагонов требуется заключение договора между эксплуатационным депо и предприятием – владельцем вагона, что осложняет работу и требует достаточно много времени. При этом смена базовых элементов вагона, например колесных пар, требует соглашения сторон о стоимости замены для различных параметров: толщины обода, срока службы оси, типа колесной пары и т.д.

Особенностью эксплуатации грузовых вагонов и контейнеров является ситуация, когда собственно эксплуатацию, т.е. погрузку, выгрузку, маневровые работы и перевозку вагонов осуществляют службы железнодорожного транспорта: грузовая, перевозок, локомотивная, а техническое обслуживание и ремонт – служба вагонного хозяйства. При этом допускают повреждение вагонов в процессе грузовых операций и при маневровых работах клиенты железных дорог: грузоотправители, грузополучатели, а также службы железнодорожного транспорта.

На службы вагонного хозяйства возложен контроль за сохранностью вагонов и предъявление претензий в соответствии с Федеральным законом – Уставом железных дорог.

В условиях работы по новой схеме (см.рис. 1.1) функции определения типажа вагонов в ОАО «РЖД», распределения парка по типам вагонов, необходимость модернизации старотипных вагонов, закупка новых вагонов возлагаются на филиал ОАО «РЖД» по закупке и содержанию грузовых вагонов.

Нарушения безопасности движения и нарушения графика движения поездов по результатам служебного расследования относят на эксплуатационные депо, если причиной случая послужило нарушение правил технического обслуживания и ТОР вагонов (см. главу 4), и на ремонтные депо, если причиной случая послужило низкое качество планового ремонта вагонов или ремонта запасных частей.

Раздел железных дорог и вагонного парка по странам СНГ создал ряд проблем, которые окончательно не решены. Серьезной проблемой является использование парка вагонов дорог СНГ, разделенного по нескольким отдельным странам, но в рамках бывшего общего хозяйства.

В современных условиях Советом Дирекции железных дорог СНГ принята система обмена грузовыми вагонами. Передаточными станциями на границах государств ежедневно должно приниматься и сдаваться одинаковое количество вагонов. В случае несоответствия сдачи и приема железная дорога страны, сдавшая меньше вагонов, чем поступило, платит компенсацию.

Плановый ремонт вагонов выполняют страны-собственники вагонов. Текущий отцепочный ремонт и техническое обслуживание выполняют дороги страны, на которой находится вагон.

При передаче вагонов на передаточных станциях проверяется код государства-собственника вагона на кузове, тележках и колесных парах.

В случаях нарушений безопасности движения на дорогах одной страны вследствие отказа вагона другой страны, повлекшие убытки, претензии предъявляют в отдел претензий Совета железных дорог СНГ (в Белоруссии). В этих случаях в качестве эксперта для расследования причин случая и разработки технического заключения привлекается третья страна.

В условиях интенсивных грузовых перевозок между странами СНГ и с учетом неизбежной хозяйственной интеграции этих стран успешно может быть использован опыт США, Канады и дорог стран общего рынка Западной Европы. Так, дирекции железных дорог восьми Западно-Европейских стран общего рынка организовали временное объединение, носящее монополистический характер.

Не касаясь тарифов за перевозки и организации движения поездов на дорогах этих стран, принципы использования вагонного парка, технического обслуживания и ремонта вагонов можно коротко сформулировать следующим образом:

1. Вагоны приписаны к дорогам конкретных государств, т.е. являются собственностью этих дорог, представляют их инвентарный парк и входят в состав основных фондов.

2. Вагонный парк всех дорог (государств) в процессе его технической эксплуатации используется как общий, т.е. можно грузить любые вагоны, в любой адрес в границах этих дорог.

3. Дорогам каждой страны - участницы установлена среднесуточная норма вагонного парка – среднесуточный наличный парк.

4. Непрерывно учитывается передача вагонов по стыковым станциям между соседними странами - участницами и наличный парк вагонов на дорогах каждой страны - участницы.

5. За излишний среднесуточный парк на дорогах какой-либо страны дирекция этих дорог платит арендную плату дирекции пула. Если парк на дорогах страны меньше нормы, то эти дороги получают от пула компенсационную плату.

6. Плановый ремонт вагонов производится дорогами-собственниками и при необходимости планового ремонта такие вагоны отправляют на дороги - собственницы.

7. Техническое обслуживание вагонов производят те дороги, на которых в момент обслуживания находятся вагоны.

Такая система побуждает дороги содержать минимальный парк, т.е. быстрее производить погрузку, выгрузку и передвижение вагонов. Естественно, что дороги заинтересованы и в обеспечении сохранности и исправного технического состояния вагонов, т.к. техническое обслуживание и текущий

ремонт вагонов наличного парка выполняют дороги, на которых находятся вагоны.

При организации аналогичной системы на дорогах СНГ в качестве координирующего органа должна быть создана общая специальная дирекция с использованием информационно-технической базы по типу базы ОАО «РЖД».

Необходимо надежное информационно-техническое обеспечение и коммуникационная сеть, объединяющая стыковые станции на границах стран.

Сложным вопросом является материально-техническое обеспечение эксплуатационных депо запасными частями и материалами.

Обеспечение новыми запасными частями и материалами, очевидно, осуществляется за отделами материально-технического обеспечения дорог (НХ) через склады этих отделов.

Ремонт старых запасных частей, снимаемых при подготовке вагонов к перевозкам, при текущем ремонте и техническом обслуживании в поездах могут осуществлять ремонтные депо по договорам. Наблюдается тенденция развивать в эксплуатационных депо свое хозяйство по ремонту некоторых деталей вагонов, например, крышек люков полувагонов.

Нормы расхода запасных частей и материалов, существовавшие до раздела депо, предусматривают расход на плановый ремонт и на текущий ремонт вагонов. Очевидно, следует выделить нормы на техническое обслуживание вагонов при подготовке к перевозкам и в поездах.

Требует совершенствования система текущего ремонта вагонов собственности предприятий и организаций.

Расходы на текущий отцепочный ремонт не включены в стоимость перевозки этих вагонов. Возникают некоторые проблемы, например, учет срока службы ответственных деталей.

В функции эксплуатационных депо входит контроль за сохранностью вагонов. В соответствии с Федеральным законом «Устав железных дорог РФ» организации и предприятия, пользующиеся услугами железнодорожного транспорта, несут ответственность за повреждения вагонов в процессе погрузки, выгрузки, маневровых работ и перемещений вагонов. На уровне дорог–филиалов ОАО «РЖД» контроль за сохранностью вагонного парка осуществляет инспекция по сохранности грузовых вагонов. В эксплуатационных депо контролируют сохранность вагонов инспекторы по сохранности вагонов и непосредственно осмотрщики вагонов, осуществляющие осмотр вагонов под погрузку, после выгрузки, а также при роспуске с горок на сортировочных станциях.

Сохранность вагонов обеспечивается комплексом технических и организационных мероприятий. Главным положением этого комплекса является контроль за выполнением установленных технической документацией правил погрузочно-разгрузочных и маневровых операций.

Особое место в обеспечении сохранности вагонного парка занимают пункты технической передачи (ПТП), которые размещают на станциях приямкания подъездных путей крупных предприятий, осуществляющих погрузку и выгрузку. Техническая передача вагонов на ПТП осуществляется специально выделенными дорогой и владельцем подъездного пути работниками.

Погрузочно-разгрузочные и маневровые работы должны производиться устройствами, применение которых согласовано с ОАО «РЖД».

Требования к обеспечению сохранности вагонов регламентированы ГОСТ 22235-76, который содержит две основных группы требований:

- 1) к технологии погрузки и выгрузки, в дополнение к правилам погрузки;
- 2) к устройствам, взаимодействующим с вагонами.

Инспекторы по сохранности вагонного парка имеют право проверять выполнение Устава железных дорог приказов, правил и инструкций по обеспечению сохранности вагонов, контролируют работу ПТП, проводят технические ревизии и проверки положения с сохранностью вагонов при погрузочно-разгрузочных работах, а также контролируют техническое состояние устройств, используемых на этих работах. За повреждение вагонов применяют штрафные санкции в соответствии с действующим законодательством.

#### **1.4. Правила эксплуатации вагонов – собственности организаций и предприятий**

В настоящее время на путях ОАО «РЖД» эксплуатируется большое количество грузовых вагонов – собственности операторских фирм, предприятий и организаций, в том числе вагонов промышленного железнодорожного транспорта (ПЖТ), имеющих право выхода на пути ОАО «РЖД» или перевозимых по этим путям в порожнем состоянии как груз на своих осях (вагоны ПЖТ с осевой нагрузкой 23,5 – 30 тс).

Взаимоотношения ОАО «РЖД» с владельцами частных вагонов регулируются документом Дирекции Совета по железнодорожному транспорту государств - участников СНГ «Правила курсирования грузовых вагонов, принадлежащих предприятиям, организациям и физическим лицам, имеющих восьмизначную нумерацию на цифру «5» (1996 г.)». Эти правила распространяются на грузовые вагоны предприятий, организаций и физических лиц, независимо от сферы их деятельности и формы собственности.

В правилах содержатся следующие, перечисленные ниже требования:

1. Вагон должен быть зарегистрирован в информационно-технологическом центре (ИТЦ) главного вычислительного центра (ГВЦ) ОАО «РЖД».
2. На вагон должен быть получен восьмизначный номер, начинающийся на цифру «5».

3. Устанавливается регион курсирования вагона:

- в пределах одной дороги;
- в прямом сообщении внутри одного государства;
- в межгосударственном сообщении.

4. Сведения о вагонах, курсирующих по ряду дорог, должны быть включены в автоматизированную базу данных (АБД) ГВЦ ОАО «РЖД».

5. Собственные вагоны направляются в плановый ремонт на общих основаниях (так же, как вагоны ОАО «РЖД»).

6. Вагоны, являющиеся собственностью предприятий и организаций по конструкции, сроку службы, периоду проведения планового ремонта и по техническому состоянию, должны удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к вагонам железных дорог.

7. На вагон должны быть оформлены документы, подтверждающие право собственности и технический паспорт по форме ВУ-4м.

8. Вагоны должны быть окрашены в соответствии с правилами курсирования и учета собственных вагонов.

9. На вагоны должны быть нанесены надписи белой краской (по трафарету) в соответствии с альбомом знаков и надписей.

10. На все вагоны под номером с обеих сторон должны быть нанесены надписи: «срочный возврат», станция и дорога нахождения предприятия, а также наименование владельца.

11. На цистерны должны быть нанесены надписи о роде перевозимого груза, а если груз относится к группе опасных, - знаки опасности.

По путям ОАО «РЖД» допускается курсирование специального подвижного состава:

- вагонов для перевозки агломерата и окатышей;
- хоппер-дозаторов;
- думпкаров;
- цистерн для перевозки сжатых или сжиженных газов и других опасных грузов.

При этом для некоторых специальных вагонов скорость движения поезда должна быть ограничена до 80 км/ч.

Цистерны для перевозки сжатых и сжиженных газов и других опасных грузов должны иметь надписи:

- знаки опасности груза;
- сроки испытания котла;
- технологии роспуска с сортировочных горок.

Думпкары габарита Т (типов Д-82, ВС-85, 2ВС-105) могут пропускаться по путям общего пользования в груженом состоянии в соответствии с правилами перевозок негабаритных грузов, а порожние с бортами, снятыми до габарита 1Т.

Порожние хоппер-дозаторы и думпкары, направляемые в ремонт к месту работы и возвращаемые из ремонта, должны следовать как груз на своих осях с установленной скоростью, кроме думпкаров ВС-100 и 2ВС-

105, для которых скорость движения должна быть не более 80 км/ч. Думпкары 6ВС-60, 7ВС-60 и ВС-66 могут ставиться в любой части поезда, а остальные – последними в хвосте грузового поезда.

Вагоны промышленного транспорта при перевозке к месту работы или в ремонт как груз на своих осях (порожние) должны быть оборудованы тормозами установленного типа или хотя бы пролетными трубами. Постановка в поезд вагонов без пролетных труб не допускается.

При выпуске всех думпкаров, кроме 6ВС-60, 7ВС-60 и ВС-66, на пути общего пользования система их разгрузки должна быть освобождена от воздуха, соединительные рукава этой системы сняты, а загрузка должна быть равномерной.

Вагоны промышленного транспорта с правом выхода на пути МПС в процессе перевозок проходят техническое обслуживание так же, как вагоны МПС, что учитывается при определении тарифов на перевозки. Плановый ремонт этих вагонов, как правило, выполняют в вагонных депо МПС по договорам. В последние годы появляется тенденция на крупных промышленных предприятиях создавать свою вагоноремонтную базу для планового ремонта таких вагонов и подготовке их к перевозкам.

Эксплуатация вагонов ПЖТ на путях промышленных предприятий регламентирована нормативно-технической документацией Министерства транспорта РФ.

Правила технической эксплуатации (ПТЭ) ПЖТ в основном соответствуют ПТЭ РЖД. Классификация нарушений безопасности движения при эксплуатации вагонов аналогична классификации, данной РЖД.

Вопросы эксплуатации и технического обслуживания вагонов ПЖТ рассмотрены в разделе 14.2.

## Глава 2. Требования к системе технического обслуживания вагонов

### 2.1. Особенности эксплуатации грузовых вагонов в условиях организации их ремонта по выполненному пробегу

С 11 января 1999 г. указанием МПС (№ К-2у от 05.01.98 г.) введена система организации планового ремонта грузовых вагонов по фактически выполненному объему работы. Система основана на применении комбинированного критерия постановки вагонов в деповской ремонт, включающего первичный норматив – объем выполненной работы (общий пробег) и вторичный норматив – предельно допустимую календарную продолжительность использования вагона в перевозочном процессе между ремонтами.

Изъятие вагона из эксплуатации в ремонт осуществляется, когда выработан один (любой) из двух нормативов. Превышение нормативов не допускается.

Первоначально первый норматив – пробег вагонов после деповского ремонта до следующего деповского ремонта – для большей части типов вагонов был установлен равным 95 тыс.км., второй – не более двух лет.

В соответствии со статистическими данными учета общий пробег вагона 100 тыс.км. соответствовал примерно 1,5-1,7 года.

В соответствии с ГОСТ 27.002 [2] пробег вагона является наработкой и измеряется продолжительностью или объемом работы. Для вагона наработка исчисляется в вагоно-километрах или вагоно-часах, связанных зависимостью

$$\frac{L(t)}{T(t)} = V, \quad (2.1)$$

где  $L(t)$  – пробег вагона в вагоно-км за период работы  $t$ ;  
 $T(t)$  – работа вагона в вагоно-часах за период работы  $t$ ;  
 $V$  – средняя участковая скорость, км/ч.

В выражении (2.1) время  $t$  представляет собой время движения вагона в поездах. Пробег определяется в виде

$$L(t) = \frac{\sum_1^S l_i m_i(t)}{\sum_1^S M_i(t)}, \quad (2.2)$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -го участка, км;  
 $\sum m_i(t)$  – количество вагонов, проследовавших через участок за период  $t$ ;  
 $S$  – количество участков.

Пробег вагонов: общий, груженный и порожний – учитывается в процессе управления движением поездов по диспетчерским участкам.

Второй норматив используется в тех случаях, когда в течение длительного времени не вырабатывается первый (по наработке). Тогда при любой величине общего пробега вагон отцепляют в ремонт по истечении предельного календарного срока эксплуатации.

Переход на новую систему планового ремонта вагонов осуществлен после того, как была организована система повагонного учета пробега грузовых вагонов через ГВЦ железных дорог.

Одновременно в 1998 г. разработаны правила эксплуатации грузовых вагонов при новой системе ремонта и технического обслуживания на основе подачи в ремонт с учетом фактически выполненного объема работ (пробега в километрах)[4]. Правилами регламентирована организация ТОВ в современных условиях.

В соответствии с установленными правилами к ремонту вагонов по пробегу допускаются вагоны, зарегистрированные в центральной картотеке парка грузовых вагонов (ЦКПВ) и имеющие технический паспорт по форме ВУ-4М.

Установленный первоначально пробег после предыдущего деповского ремонта (95 тыс.км) был увеличен между деповскими ремонтами до 110 тыс.км, а для полувагонов на тележках модели 18-100, модернизированных по проекту ПКБ ЦВ М-1698 – до 160 тыс.км.

Сроки производства деповского ремонта после постройки и капитального ремонта, а также сроки капитального ремонта оставлены без изменения в соответствии с приказом МПС № 7 ЦЗ от 18.12.95 г.

Контроль и учет информации о фактически выполненном межремонтном пробеге вагона в границах каждой дороги осуществляются информационно-вычислительными центрами дорог (ИВЦ) по кратчайшим расстояниям на основании Тарифного руководства № 4.

Контроль и учет информации о фактически выполненном на дорогах межремонтном пробеге осуществляется ГВЦ на основании сообщений ИВЦ дорог о проследовании вагоном станций (4614 сведения о работе вагона).

Сообщения ИВЦ дорог содержат численные значения груженого и порожнего пробегов от момента выхода вагона из последнего деповского ремонта.

Информация о наличии в поезде вагонов, требующих ремонта, содержится в справках ИВЦ дороги 118 и 204, выдаваемых принудительно в автоматическом режиме работникам станции по прибытии поезда на станцию. На станциях, не оборудованных средствами автоматического режима передачи справки, работники обязаны сделать запрос в ИВЦ дороги с указанием индекса поезда и кода справки.

Дубликаты справок вручаются работнику ПТО с росписями работника станции и ПТО и хранятся на ПТО 15 суток, а на станциях передачи вагонов в межгосударственном сообщении (СПВ) – 6 месяцев.

При предъявлении вагонов для подготовки под погрузку работникам ПТО должны быть сообщены сведения о пробеге. Сведения о выполненном пробеге получают из ИВЦ для одиночного вагона запросом 1367, справку 2610, для группы вагонов запросом 212, справку 3229.

При отсутствии в справках сведений о необходимости отцепки вагона в ремонт осмотрщика вагонов должны руководствоваться датой допустимой календарной продолжительности использования вагона после ремонта, нанесенной на кузове.

При истечении межремонтного норматива груженого вагона в пути следования разрешается его проследование к месту выгрузки. Такое решение принимается осмотрщиком вагонов после осмотра вагона и признания его технического состояния удовлетворяющим требованиям обеспечения безопасности движения.

Вагоны, выводимые в плановый ремонт, отцепляют для подачи в депо по уведомлениям формы ВУ-23М. Об отцепке сообщается в ИВЦ (сообщение 1353).

В случае необходимости производства текущего отцепочного ремонта вагона на отцепку вагона в ремонт осмотрщик вагонов выдает уведомление формы ВУ-23М. Об отцепке сообщается в ИВЦ (сообщение 1353).

В процессе производства текущего отцепочного ремонта вагонов замена деталей и узлов может производиться на новые или заранее отремонтированные, при этом календарный срок истечения межремонтного периода поставленных деталей должен быть не менее оставшейся календарной продолжительности межремонтного периода вагона в целом.

По окончании планового или текущего ремонта вагона работниками депо или пункта текущего отцепочного ремонта (ПТОР) выдается на станцию уведомление формы ВУ-36М об окончании ремонта. На основании этого уведомления вагон переводится в рабочий парк.

О производстве ремонта сообщается в ГВЦ (сообщение 1354). На кузов вагона наносится надпись о производстве текущего отцепочного ремонта (ТР, условный номер депо, число, месяц и две последние цифры года).

С позиций теории надежности организация планового ремонта вагонов по заданной наработке (пробегу) имеет преимущества перед ранее применявшейся формой – ремонту по календарному сроку службы. Достигается меньшее рассеивание выработки технического ресурса вагонов и возможность регулирования заданной наработки для различных моделей и типов вагонов в зависимости от показателей их надежности, срока службы, особенностей конструкции, модернизации и т.д. Все это позволяет улучшить экономические показатели: уменьшить расход ресурсов на техническое обслуживание и ремонт вагонов.

Следует иметь в виду, что понятие «деповской ремонт вагонов» соответствует понятию, установленному в ГОСТ 18322 – «текущий плановый ремонт», а цель текущего ремонта – обеспечение или восстановление работоспособности, замена или восстановление отдельных частей.

Периодичность планового ремонта определяется, прежде всего из условия обеспечения безопасности движения поездов. При выпуске вагонов из планового ремонта должен быть выполнен прогноз остаточного технического ресурса. Остаточный ресурс должен обеспечить заданные показатели надежности вагона на следующий межремонтный период. После перехода к системе ремонта вагонов по выполненному пробегу, заданный пробег между ремонтами существенно увеличился. Поэтому возросли требования к обеспечению безопасности движения в процессе технического обслуживания вагонов.

С целью своевременного выявления неисправного технического состояния вагонов для предупреждения их отказов получили широкое распространение средства технического диагностирования: автоматическая аппаратура ДИСК-БКВ-Ц и ДИСК2-БКВТГЗ, а также автоматизированная система контроля подвижного состава (АСКПС), объединяющая в централизованную систему аппаратуру теплового контроля букс (ДИСК-Б). В обозначении аппаратуры буквами обозначены подсистемы контроля: Б – букс, К – колесных пар, В – габарита подвижного состава в нижней части, Т – заторможенных колес, Г – габарита подвижного состава в верхней части, З – перегруза вагона (нагрузки от колеса на рельс более заданной величины).

Наибольшее распространение получила аппаратура теплового контроля букс: ДИСК-Б, ДИСК2-Б, КТСМ-01, объединяемая на грузонапряженных направлениях в централизованные системы АСК ПС. Широкое использование этой аппаратуры обеспечивает минимальное количество особых случаев брака – изломов шейки оси при перегреве букс. Однако отцепка вагонов из-за перегрева букс в пути следования превышает 60% общего количества браков по вагонному хозяйству. Количество вынужденных остановок поездов по показаниям этой аппаратуры чрезвычайно велико, что в известной мере отражается на показателях работы дорог.

Требуют решения проблемы разработки технических средств для выявления трещин в несущих литых деталях тележек и в дисках колес. Так, в период 1996-2002 гг. все случаи излома литых деталей тележек на железных дорогах привели к авариям и крушениям (в соответствии с принятой классификацией нарушений безопасности движения). В отношении к пробегу вагонов количество изломов литых деталей тележек (а также крушений и аварий по этой причине) составляет в среднем  $5,12 \cdot 10^{-2}$  на 1 миллиард вагонокилометров (в среднем 2 случая в год).

Изломы колес составляют в среднем  $0,046 \cdot 10^{-2}$  на 1 миллиард вагонокм и часто приводят к авариям и крушениям.

В 2001 – 2002 гг. возникла проблема выявления причин схода порожних вагонов при скорости движения около 60 км/ч на участках пути с разрешенными отступлениями в содержании верхнего строения.

Исследования ВНИИЖТ показали, что причинами схода является совместное действие отступлений в содержании пути и боковая качка вагонов с высоким центром тяжести (цистерн, полувагонов). Предполагается, что большая амплитуда колебаний боковой качки связана с износами частей ва-

гона, не доступными для контроля при техническом обслуживании: в частности пятника и подпятника.

Для выявления вагонов с увеличенной боковой качкой (отрицательной динамикой) были организованы специальные пункты на перегонах, где поезда движутся со скоростью не менее 60 км/ч. Очевидно, что увеличение износа может быть связано с увеличением пробега вагонов после перехода на систему ремонта по пробегу.

Приведенные данные показывают, что в существующих условиях организации технического обслуживания и ремонта вагонов сохраняется риск отказа их ответственных узлов и деталей. Это свидетельствует о том, что период развития дефектов от зарождения до отказа детали меньше межремонтного периода. Следовательно, необходим комплекс мероприятий по выявлению образовавшихся дефектов в процессе технического обслуживания.

Большая часть причин отказов ответственных частей вагона – дефекты, связанные с усталостью металла в результате циклического нагружения, а также износ в результате трения. Период так называемой живучести детали от зарождения дефекта до разрушения позволяет использовать методы диагностирования для своевременного выявления дефекта. Однако технические средства диагностирования некоторых элементов вагона в процессе технического обслуживания, в частности для выявления трещин в несущих литых деталях тележек грузовых вагонов, трещин в дисках колес, трещин в нагруженных деталях автосцепного устройства, еще не разработаны. Для выявления таких дефектов используется органолептический метод, т.е. с помощью органов чувств человека: визуально, на слух, ощупыванием. Осмотрщики вагонов ориентируются по косвенным признакам дефекта. Поэтому необходима высокая квалификация и опыт осмотрщика вагонов, а также – разработка передовых методов выявления дефектов по косвенным и прямым признакам. Более подробные материалы о методах выявления неисправностей вагонов в процессе технического обслуживания вагонов приведены в главах 3 и 4.

## **2.2. Схемы участков обслуживания вагонов и гарантийных участков**

Эксплуатационное вагонное депо имеет участки технического обслуживания вагонов обычно в пределах нескольких диспетчерских участков, а при наличии отделения дороги – в пределах отделения дороги и также в границах дороги. Все объекты вагонного хозяйства на участках обслуживания принадлежат депо. На депо возложены все обязанности по техническому обслуживанию вагонов на этих участках: контроль за обеспечением безопасности движения по вагонному хозяйству и соблюдением графика движения поездов; контроль за сохранностью вагонного парка, все технические операции с вагонами: подготовка вагонов к перевозкам, проверка технического состояния вагонов (осмотр) перед прицепкой к поездам, опробование тормозов, решение вопросов об отцепке неисправных вагонов в пути следования, произ-

водство текущего отцепочного ремонта, а в случае вынужденной остановки поезда из-за неисправности вагона на перегоне – решение о выводке вагона на станцию. В соответствии с правилами технической эксплуатации железных дорог РФ и другими нормативными документами некоторые технические операции с вагонами могут выполнять другие работники транспорта: локомотивные бригады, дежурные по станциям, кондукторы, составители, а также служебный персонал пассажирских поездов. В этих случаях обязанности работников других служб точно регламентированы местными инструкциями: технико-распорядительным актом станции, инструкцией локомотивным бригадам, а также отдельными распоряжениями дежурного по отделению дороги и поездного диспетчера. Так производится сокращенное опробование тормозов при отцепке и прицепке вагонов в состав поезда на промежуточных станциях, отцепка неисправных вагонов на промежуточных станциях, осмотр вагонов по показанию аппаратуры теплового контроля букс, решение вопроса о выводке неисправного вагона в случае вынужденной остановки поезда на перегоне. В принятии решения участвует дежурный инженер или оператор вагонного отдела отделения дороги, а при наличии АСКПС – оператор центрального поста.

Практически все перечисленные случаи относятся к чрезвычайным ситуациям и все работники транспорта, обеспечивающие перевозочный процесс, должны действовать согласно регламенту действий работников, связанных с движением поездов, в аварийных и нестандартных ситуациях.

В вагонном депо обычно есть должность инженера по безопасности движения, который ведет журнал учета нарушений графика движения поездов и нарушений безопасности движения на участках обслуживания, производит служебное расследование случаев нарушений, планирует и проводит профилактическую работу по обеспечению безопасности движения.

В штате эксплуатационных депо имеются инструкторы вагонного хозяйства, в обязанности которых входит инструктаж линейных работников вагонного хозяйства по вопросам технического обслуживания вагонов и обеспечения безопасности движения поездов. Организация работы инструкторов более подробно рассмотрена в третьей части настоящего пособия.

В вагонных депо, вагонных отделах отделения дороги также предусмотрены должности инспекторов по сохранности вагонного парка. Контроль за сохранностью вагонов осуществляется в границах участков обслуживания работниками всех эксплуатационных подразделений вагонного хозяйства.

Границей участков обслуживания служат промежуточные или участковые станции, точнее, входной или выходной светофор станции, т.е. граничная станция относится к одному из участков обслуживания.

В границах отделения дороги и дороги размещены также линейные подразделения других служб: дистанции пути, дистанции связи, диспетчерские участки службы перевозок. Это является важным условием организации перевозочной работы дорог и управления процессом перевозок.

В 80-х гг., когда размеры перевозок достигли максимума, на дорогах практиковались единые смены (составы смен) всех эксплуатационных подразделений на диспетчерских участках. Работники единой смены, включая работников вагонного хозяйства, знали друг друга, поездных диспетчеров и дежурных по отделениям дорог, что позволяло четко организовать грузовую и перевозочную работу.

Имеется опыт организации всей перевозочной работы дороги с управлением из единого центра управления перевозками (ЦУП). При этом дорога разделена на районы (в пределах отделений дорог), в которые включены диспетчерские участки, частично оборудованные диспетчерской централизацией. Все диспетчеры размещены в ЦУП. Оператор центрального поста АСКПС также размещен в ЦУП. Графики исполненного движения поездные диспетчеры фиксируют на персональных компьютерах в режиме реального времени. При этом участки обслуживания вагонов сохраняются.

При любой системе организации движения поездов работники эксплуатационных вагонных депо несут ответственность за исправную работу вагонов, а также проводят служебное расследование случаев нарушения безопасности движения в поездной и маневровой работе и нарушений графика движения поездов на участках обслуживания.

В отдельных случаях для осмотра вагонов при вывозке поездов или при подаче вагонов под погрузку, на станцию, где нет осмотрщиков вагонов, направляют осмотрщиков ближайшего ПТО.

Для пунктов технического обслуживания вагонов и других эксплуатационных подразделений вагонного хозяйства, выполняющих техническое обслуживание вагонов в поездах после формирования (пунктов опробования тормозов, пунктов подготовки вагонов к перевозкам, контрольных постов) установлены гарантийные участки для груженых и для порожних вагонов. Это участки пути от станции отправления и до станции назначения поезда, на которых пункт должен обеспечить безотказное следование вагонов в обслуживаемых поездах.

Различают гарантийные участки внутри дороги и выходящие на соседние дороги. Внутридорожные предназначены для передаточных, вывозных и сборных поездов. В 2002 г. средняя длина гарантийных участков на дорогах РФ составила 640 км для груженых составов и 877 км – для порожних. В перспективе намечается довести длину гарантийных участков для порожних составов до 2000 км, для груженых – до 1200 км. Конечным пунктом гарантийного участка в принципе должна быть станция расформирования состава. С позиций теории надежности длина гарантийного участка определяет периодичность технического обслуживания вагонов и связана с показателями надежности вагонов и приемлемым риском отказа вагонов на участке.

На рис. 2.1. приведена схема участков обслуживания и гарантийных участков на грузонапряженном направлении одной из дорог. Расстояние между сортировочными станциями А и В свыше 700 км.

Следует иметь в виду, что количество сортировочных станций сравнительно невелико. Так на Свердловской ж.д. в 2004 г. статус сортировочной имели всего 6 станций. На дорогах РФ выделена 51 важная сортировочная станция.

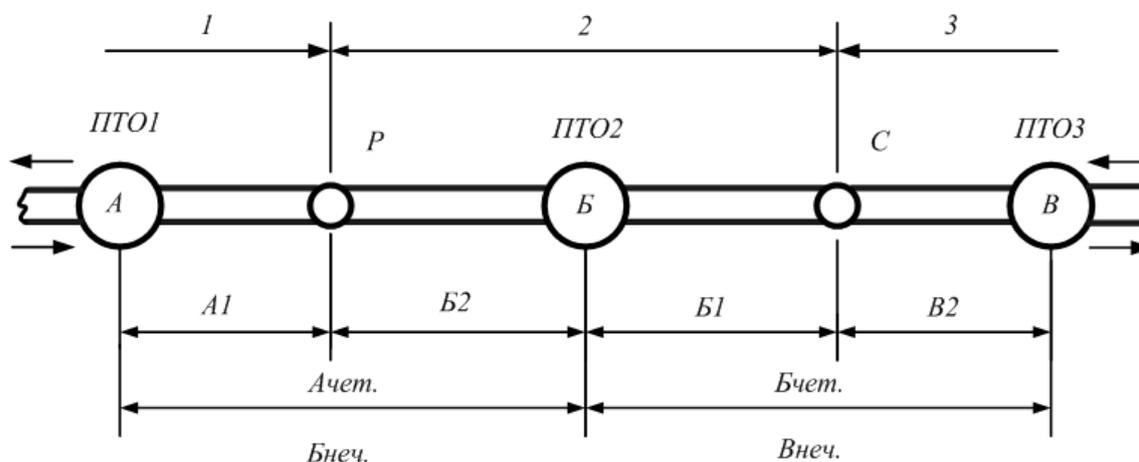


Рис. 2.1. Пример схемы участков обслуживания и гарантийных участков

1, 2, 3 – участки железной дороги в пределах отделений дороги: 1, 2, 3;  
 А, Б, В – сортировочные станции; Р, С – участковые станции;  
 ПТО – пункты технического обслуживания вагонов на сортировочных станциях; участки обслуживания: А1 – депо на ст. А; Б1, Б2 – депо на станции Б; В2 – депо на ст. В; гарантийные участки: А четн. – четный ПТО1; Б четн.; Б нечетн. – четный ПТО2 и нечетный ПТО2; В нечетн. – нечетный ПТО3

### 2.3. Показатели использования вагонов

Система технического обслуживания вагонов связана с циклом использования вагона: погрузкой, груженым пробегом, выгрузкой, порожним пробегом. В зависимости от численности величин составляющих этого цикла для наличного парка вагонов в пределах участков обслуживания депо производят расчет численности обслуживающего персонала и финансирование депо, включая расходы на зарплату, запасные части и материалы.

Поэтому показатели использования вагонов на отделении дороги и на дороге необходимо знать и контролировать руководящему персоналу вагонных депо, вагонных отделов отделений дорог и служб вагонного хозяйства дорог.

Различают два вида показателей использования вагонов: количественные (объем работы) и качественные (использование вагонов во времени).

К количественным показателям относят:

- 1) пробег вагонов в вагоно-километрах: груженный, порожний и общий;
- 2) перевозки грузов в тонно-километрах нетто;
- 3) количество погруженных и выгруженных вагонов (за сутки, месяц, год);
- 4) количество принятых (прием) и сданных (сдача) вагонов по границам отделения дороги или дороги.

Основными качественными показателями являются:

- 1) время оборота (оборот), сут;
- 2) полный рейс (за оборот), км;
- 3) среднесуточный пробег, км/сут;
- 4) среднесуточная производительность, тонно-километры нетто.

Перечисленные показатели учитывают и представляют в отчетах специальной формы отделы учета отчетности отделений дорог.

Пробег вагонов учитывают отдельно по участкам и в целом по отделению дороги по схеме, приведенной на рис. 2.2.

Пробег по  $i$ -му участку за период  $t$

$$L_i = n_i(t)m_i l_i \quad (2.3)$$

где  $n_i(t)$  – размеры движения (количество поездов, проследовавших по участку за время  $t$ );

$m_i$  – количество вагонов в составе по норме для  $i$ -го участка;

$l_i$  – длина участка, км.

Общий пробег по всем участкам

$$L_0 = \sum_{i=1}^S L_i = \sum_{i=1}^S n_i(t)m_i l_i \quad (2.4)$$

где  $S$  – количество участков.

В дальнейшем величина  $L_0$  за  $t = 1$  год будет обозначаться упрощенно  $\sum nl$  – годовой пробег вагонов в вагоно-км по участкам обслуживания.

Аналогично, перевозка грузов по участкам обслуживания в тонно-км нетто за год обозначена  $\sum pl$ .

Практически встречающейся задачей инженеров вагонного хозяйства является распределение пробега вагонов по участкам обслуживания депо, если на отделении дороги имеется 2-3 вагонных депо (рис. 2.3).

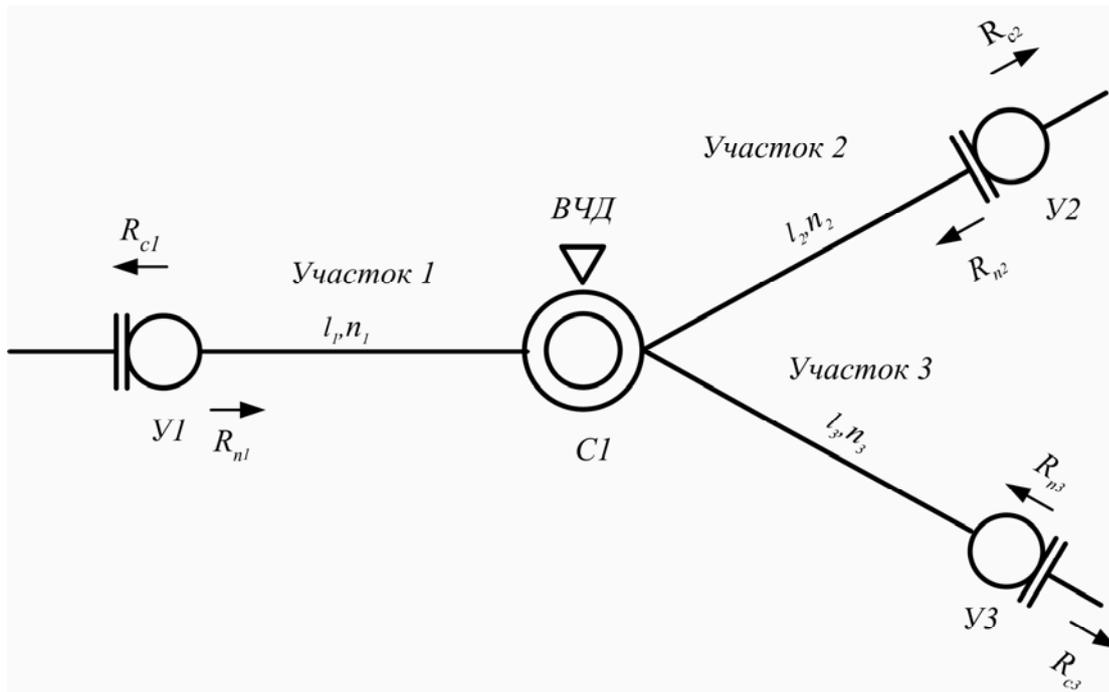


Рис. 2.2. Схема отделения дороги

$R_{\Pi}$  – количество вагонов, принятых с соседнего отделения;

$R_c$  – количество вагонов, сданных на соседнее отделение;

$\nabla$  – вагонное депо; С1 – сортировочная станция; У1, У2, У3

– участковые станции;  $l_1, l_2, l_3$  – длина участков обслуживания вагонов;

$n_1, n_2, n_3$  – размеры движения поездов по участкам

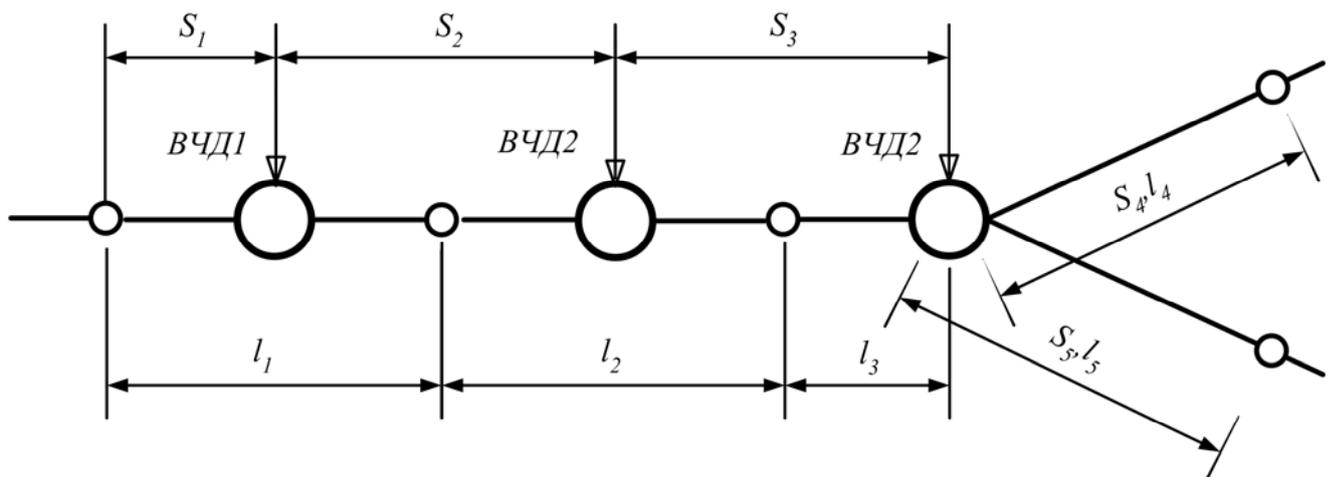


Рис. 2.3. Схема отделения дороги, включающего три вагонных депо: ВЧД1, ВЧД2, ВЧД3

На приведенной схеме  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$  – участки учета пробега, а  $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5$  – участки обслуживания соответствующих депо.

Расчет можно выполнить упрощенно, распределяя пробег пропорционально длине участков обслуживания и размерам движения.

Основным качественным показателем использования вагонов является оборот, т.е. время полного цикла работы вагона от погрузки до следующей погрузки, а для пассажирских – от посадки пассажиров в пункте формирования поезда до следующей посадки в этом пункте.

На числовой оси времени (рис. 2.4) время оборота складывается из трех составляющих:

$t_{\partial}$  – время в движении;  $t_T$  – время простоя для выполнения технических операций (на технических станциях);  $t_r$  – время операций погрузки и выгрузки;  $\mathcal{G}$  – время оборота;  $T_{\Pi}$ ,  $T_r$  – время груженого и порожнего пробега.

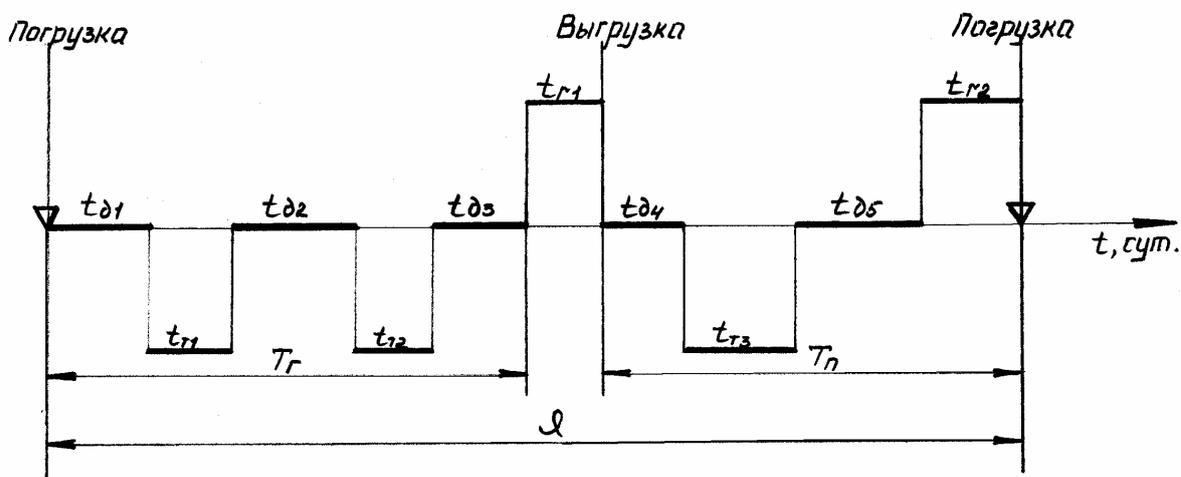


Рис. 2.4. Схема оборота вагона

В соответствии с приведенной схемой время оборота вагона составит

$$\mathcal{G} = \sum_{i=1}^{S-1} t_{\partial i} + \sum_{i=1}^S t_{T_i} + t_{r1} + t_{r2} \quad (2.5)$$

где  $S$  – количество технических станций (сортировочных и участковых).

Приведенная формула раскрывает составляющие оборота, но неприемлема для практических расчетов. Для расчета оборота вагона на дороге или отделении дороги приходится учитывать проследование транзитом груженых и порожних вагонов и собственную погрузку и выгрузку. Расчет выполняют по следующей методике.

Определяют расчетный полный рейс вагона на дороге или отделении дороги

$$l_n = \frac{\sum_1^S n_i l_i}{365R}, \quad (2.6)$$

где  $S$  – количество участков;

$n_i$  – количество вагонов, проследовавших по  $i$  –му участку за год;

$l_i$  – длина  $i$  –го участка;

365 – количество дней в году;

$R$  – работа вагонного парка отделения (дороги).

$$R = R_{\text{п}} + R_{\text{пр}}, \quad (2.7)$$

где  $R_{\text{п}}$  – количество погруженных за год вагонов на отделении (дороге);

$R_{\text{пр}}$  – количество вагонов, принятых с соседних отделений в  
груженом состоянии.

Определяют условное расчетное расстояние между техническими станциями отделения (дороги) – вагонное плечо

$$l_T = \frac{\sum_1^S n_i l_i}{\sum R_T}, \quad (2.8)$$

где  $\sum R_T$  – количество транзитных вагонов, отправленных техническими станциями отделения за год.

Расчетное условное количество технических станций на отделении (дороге) составит

$$k_c = \frac{l_n}{l_T}. \quad (2.9)$$

Для учета количества операций погрузки и выгрузки, приходящихся на каждый вагон, вводится понятие коэффициента местной работы

$$k_m = \frac{R_{\text{п}} + R_{\text{в}}}{R}, \quad (2.10)$$

где, кроме приведенных выше обозначений,  $R_{\text{в}}$  – количество вагонов, выгруженных в течение года на отделении (дороге).

Тогда формула (2.5) преобразуется в виде

$$\mathcal{G} = \frac{1}{24} \left( \frac{l_n}{V_y} + k_c t_T + k_m t_T \right), \quad (2.11)$$

где  $V_y$  – средняя участковая скорость движения поездов на отделении (дороге), км/ч;

$t_T, t_{\Gamma}$  – среднее время на технические операции с вагонами на одной технической станции и среднее время на одну операцию погрузки или выгрузки вагона, ч;

$1/24$  – коэффициент перевода часов в сутки.

Среднесуточный пробег вагона (вагоно-км) на отделении (дороге) определится из выражений:

$$S_B = \frac{l_n}{g} \quad \text{или} \quad S_B = \frac{\sum nl}{365n_p}, \quad (2.12)$$

где  $n_p$  – среднесуточный рабочий парк вагонов на отделении (дороге).

Среднесуточная производительность вагона составит в тонно-км нетто

$$F_B = \frac{\sum pl}{n_p} \quad \text{или} \quad F_B = \frac{P_{\partial} S_B}{1 + \alpha}, \quad (2.13)$$

где  $P_{\partial}$  – динамическая нагрузка вагона рабочего парка;

$\alpha$  – коэффициент порожнего пробега вагонов;

$$P_{\partial} = \frac{\sum pl}{\sum nl} \quad \alpha = \frac{\sum n_n l}{\sum n_{\Gamma} l}$$

(здесь  $\sum n_p l$  – тонно-км; нетто,  $\sum nl$  – вагоно-км,  $\sum n_{\Pi} l$  – пробег порожних и  $\sum n_{\Gamma} l$  – пробег груженых вагонов на отделении).

В соответствии со схемой оборота вагона (см. рис. 2.4) перед погрузкой производят подготовку вагонов к перевозкам на технических станциях - техническое обслуживание и после выгрузки – проверку технического состояния.

Оборот вагона связан с системой технического обслуживания вагонов через величины  $V_y, t_T$  и  $t_{\Gamma}$ .

В случаях вынужденных остановок поездов из-за неисправностей вагонов уменьшается участковая скорость, а при неудовлетворительной организации технического обслуживания возможно увеличение простоя при подготовке вагонов к перевозкам и опоздания поездов, т.е. увеличится время оборота вагона.

Для пассажирских вагонов учитывают количественные показатели использования:

- 1) общий пробег пассажирских составов и пассажирских вагонов, поездо-км и вагоно-км;
- 2) перевозки пассажиров, пассажиро-км.

Качественные показатели:

- 1) оборот пассажирского состава, сут;
- 2) среднесуточный пробег состава, поездо-км;
- 3) средняя населенность вагона, пассажиров/вагон.

Учетные данные фиксируют в ДОП, отделениях и управлениях дорог:

$\sum N l$  – поездо-км, выполненные составами каждого депо;

$\sum n l$  – тоже вагоно-км;

$\sum a l$  – тоже пассажиро-км.

Для получения суммарного пробега составов и вагонов определяют пробег для каждой пары поездов и затем суммируют для всех составов, приписанных к депо. Схема для расчета приведена на рис. 2.5.

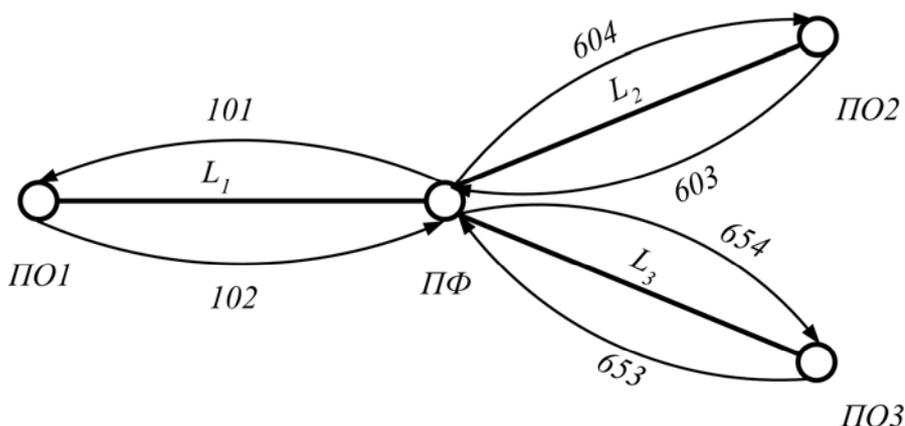


Рис. 2.5. Схема оборота пассажирских составов трех поездов (101/102, 603/604, 653/654)

ПФ – пункт формирования; ПО – пункты оборота;

$L_i$  – расстояние от ПФ до ПО

Оборот  $i$ -го состава и оборот вагона в  $i$ -м составе.

$$g = \frac{1}{24} \left( \frac{2L_i}{V_m} + t_\phi + t_o \right), \quad (2.14)$$

где  $L_i$  – расстояние от пункта формирования до пункта оборота  $i$ -го состава, км;

$V_m$  – маршрутная скорость, км/ч;

$t_\phi, t_o$  – время нахождения состава в пунктах формирования и оборота соответственно.

При ежедневном отправлении  $i$ -го поезда количество составов, потребное для обслуживания одного поезда, равно количеству суток оборота состава (рис. 2.6).

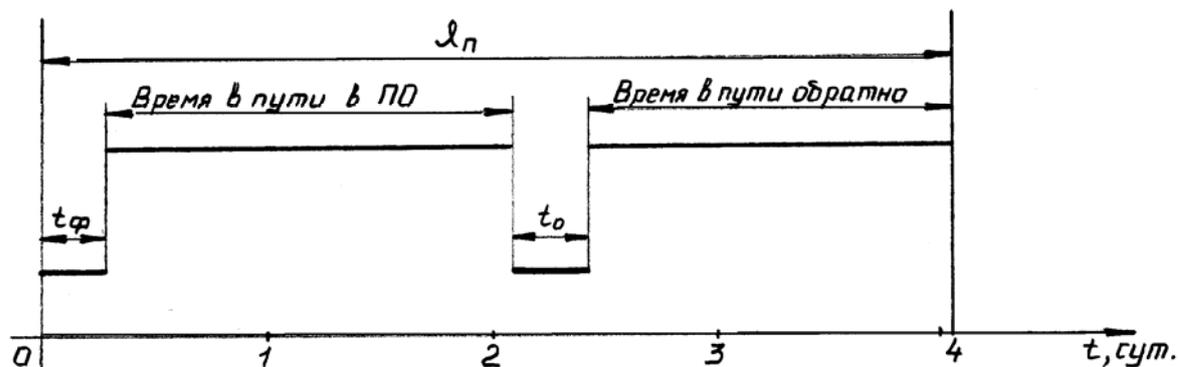


Рис. 2.6. Схема оборота пассажирского состава

Следует учитывать регулярность отправления поезда. Количество составов для  $i$ -го поезда

$$N_i = k_{pi} \mathcal{G}_i, \quad (2.15)$$

где  $k_p$  – коэффициент регулярности отправления составов (при ежедневном отправлении  $k_p = 1$ , через день  $k_p = 0,5$ ).

Суточный пробег составов  $i$ -го поезда

$$(Nl)_i = \frac{2L_i N_i}{\mathcal{G}_i}.$$

Общий среднесуточный пробег составов, приписанных к депо (поездо-км)

$$\sum Nl = 2 \sum_1^S \frac{L_i N_i}{\mathcal{G}_i}, \quad (2.16)$$

где  $S$  – количество пар поездов, обслуживаемых депо.

Суточный пробег вагонов  $i$ -го поезда

$$(\sum n l)_i = (N l)_i n_i,$$

где  $n_i$  – количество вагонов в составе  $i$  –го поезда.

Населенность пассажирского вагона – среднее количество пассажиров, приходящееся на один вагон, занятый под перевозки

$$a_n = \frac{\sum al}{\sum nl} \quad (2.17)$$

Различают следующие виды парка вагонов: инвентарный, наличный, рабочий, нерабочий.

Инвентарный парк дороги составляют вагоны, приписанные к дороге, а для рефрижераторных и пассажирских депо – вагоны, приписанные к этим депо.

Наличный парк отделения (дороги) или станции составляет среднее количество вагонов, находящееся ежедневно в течение некоторого периода (суток, года) на этих подразделениях.

Рабочий парк составляют исправные вагоны, занятые под перевозками.

Нерабочий парк включает вагоны: неисправные (изъятые для ремонта); исправные в резерве и выделенные для хозяйственных нужд.

Рабочий среднесуточный парк грузовых вагонов определяется по одной из приведенных ниже методик.

Аналогично обороту вагона (для отделения или дороги) рабочий парк составит

$$n_p = \frac{1}{24} \left( \frac{\sum nl}{V_y} + \sum n_{\Gamma} t_{\Gamma} + \sum n_{T} l_{T} \right) \quad (2.18)$$

где  $\sum n_{\Gamma} t_{\Gamma}$  – время нахождения вагонов на технических станциях (за рассматриваемый период);

$\sum n_{T} l_{T}$  – тоже – под грузовыми операциями.

С использованием данных о среднесуточном пробеге или среднесуточной производительности вагона.

$$n_p = \frac{\sum nl}{S_B} = \frac{\sum pl}{F_B} \quad (2.19)$$

Для оперативной работы (упрощенный расчет)

$$n_p = \mathcal{GR}. \quad (2.20)$$

Наличный парк определяют из выражения

$$n_n = n_p(1 + \beta), \quad (2.21)$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий вагоны нерабочего парка  
( $\beta = 0,1 - 0,12$ ).

Потребный рабочий парк пассажирских вагонов для формирования составов  $i$ -го поезда

$$n_{pi} = k_{pi} g_i n_i \quad (2.22)$$

Рабочий парк вагонов пассажирского депо (общая потребность вагонов для  $S$  поездов)

$$n_{po} = \sum_{i=1}^S n_{pi} \quad (2.23)$$

Инвентарный парк пассажирских вагонов для депо

$$n_{и} = n_{po}(1 + \beta_p + \beta_c), \quad (2.24)$$

где  $\beta_p, \beta_c$  - коэффициенты, учитывающие вагоны в резерве, неисправные и специального назначения ( $\beta_p = 0,08 - 0,12$ ;  $\beta_c = 0,01 - 0,02$ ).

Исходные данные для расчета показателей использования вагонов и расчетные показатели содержатся в отчетных материалах дорог и отделений дорог.

#### **2.4. Связь показателей надежности вагонов с системой их технического обслуживания**

Требования к системе технического обслуживания и ремонта вагонов формулируются с позиций теории надежности. Система должна обеспечивать:

- заданный для существующих условий эксплуатации уровень надежности вагонов, т.е. установленные численные значения показателей надежности;
- недопущение последствий отказов вагонов – нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе;
- восстановление надежности вагонов в случае отказов;
- плановый ремонт вагонов (восстановление надежности и предупреждение отказов на межремонтный период).

Следует также учесть особенности эксплуатации грузовых вагонов ОАО «РЖД» (за исключением изотермических):

- вагоны не приписаны к конкретным депо;

– предприятия вагонного хозяйства занимаются техническим обслуживанием и ремонтом вагонов, а вопросами погрузки, выгрузки и передвижения их занимаются другие службы: грузовая и организации перевозок, заинтересованные в интенсивном использовании вагонов;

– погрузку и выгрузку вагонов производят в основном клиенты железнодорожного транспорта – различные промышленные предприятия, также заинтересованные в интенсивном использовании вагонов.

В результате, грузовые вагоны часто повреждаются при погрузке, выгрузке, маневровых работах и возникает необходимость контроля за их сохранностью. Такой контроль возложен на службы вагонного хозяйства, вагонные отделы отделений дорог и вагонные депо. В перечисленных подразделениях имеется штат инспекторов по сохранности вагонного парка.

Федеральным законом РФ «Устав железных дорог РФ» предусмотрена ответственность пользователей вагонами ОАО «РЖД», отправителей и получателей грузов за повреждение вагонов железных дорог. Предусмотрена также ответственность железных дорог за повреждение вагонов – собственности предприятий и организаций. В случае повреждения вагона предприятие обязано отремонтировать его своими средствами в соответствии с нормативами железных дорог или уплатить штраф за поврежденные детали вагона в пятикратном размере.

Предусмотрены требования к сохранности вагонов, регламентированные ГОСТ 22235-76 «Общие требования по обеспечению сохранности грузовых вагонов при производстве погрузки, разгрузки и маневровых работ». В стандарте содержатся требования:

– к способам погрузки, выгрузки, зачистки и восстановления сыпучести смерзающихся грузов;

– к устройствам погрузки и выгрузки, взаимодействующим с вагонами (вагоноопрокидыватели, вибраторы, тепляки-размораживатели и т.д.).

Система технического обслуживания и ремонта вагонов является сложной системой, и для ее рассмотрения следует использовать системный подход. В соответствии с понятиями теории надежности [2], вагоны, являющиеся объектами технического обслуживания, в процессе эксплуатации в результате эксплуатационных воздействий могут находиться в различном техническом состоянии: исправном или неисправном, работоспособном или неработоспособном, предельном.

Переход вагона в неработоспособное состояние с позиций теории надежности – отказ, а в практике работы – отцепка вагона в текущий ремонт (ТР1, ТР2) с перечислением на время ремонта из рабочего парка в нерабочий ухудшает показатели безотказности вагона: параметр потока отказов и наработку на отказ. Одновременно ухудшается показатель использования вагонов – оборот вагона. Средняя наработка вагона на отказ на участках обслуживания депо за период  $t$  составит

$$l_0(t) = \frac{\sum_1^S n_i(t) l_i}{\sum_1^S n_{oi}(t)}, \quad (2.25)$$

где  $n_i(t)$  – количество вагонов, проследовавших по  $i$ -му участку за период  $t$ ;

$l_i$  – длина  $i$ -го участка;

$S$  – количество участков;

$n_{oi}(t)$  – количество отказов вагонов на  $i$ -м участке за период  $t$ .

Если вагон отцеплен в текущий ремонт на сортировочной или участковой станции, то увеличивается время оборота вагона (см. выражения 2.5 и 2.11) за счет увеличения времени простоя вагона для выполнения технических операций –  $t_r$  (к установленному времени простоя вагона добавляется простой вагона в ремонте).

В случае отцепки вагона из-за неисправности его на промежуточной станции или в случае вынужденной остановки в пути следования из-за неисправности вагона простаивает состав вагонов. Из выражения (2.11) следует, что время оборота вагона увеличивается также за счет уменьшения участковой скорости  $V_y$ .

В результате ухудшаются качественные показатели работы: среднесуточный пробег и среднесуточная производительность.

Увеличивается также срок доставки груза, возрастают издержки: расходы на ремонт вагона, маневровые работы.

В практике работы обычно не определяют численные показатели надежности вагонов, используя сравнительные абсолютные или относительные показатели работы предприятий вагонного хозяйства: количество нарушений безопасности движения поездов (в отношении к наработке вагонов – общему пробегу), количество задержек и опозданий поездов, простой вагонов в ремонте, остаток неисправных вагонов в ремонте, количество вагонов, поступивших в текущий ремонт в течение шести месяцев после деповского ремонта (коэффициент качества ремонта) и т.д.

Наиболее объективны относительные показатели, т.е. абсолютные, отнесенные к единице наработки (обычно 1 миллион или 1 миллиард вагоно-километров) или к одному вагону. В этих случаях допустимо сравнивать показатели разных депо и разных эксплуатационных подразделений депо и показатели работы вагонного хозяйства дорог. Абсолютные показатели могут быть использованы для оценки работы одного подразделения за различные годы или части года.

Как уже упоминалось, в процессе технического обслуживания и ремонта вагонов широко используется понятие «предельное состояние».

Различают предельное состояние восстанавливаемое и невосстанавливаемое.

Предельное невосстанавливаемое состояние объекта (вагона или его элемента) соответствует физическому или моральному старению, когда затраты на ремонт существенно повышаются, а также может быть следствием крушений и аварий (частичное или полное разрушение вагона). Такие вагоны исключают из инвентарного парка и разделявают в металлолом. Правила исключения из инвентаря вагонов регламентированы специальной инструкцией [5]. В соответствии с этой инструкцией исключают из инвентаря кузова грузовых, рефрижераторных и пассажирских вагонов. Исключение из инвентаря колесных пар производится в соответствии с инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар [6], исключение тележек грузовых вагонов – в соответствии с инструкцией по ремонту тележек [7], деталей автосцепного устройства – в соответствии с инструкцией по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства [8], роликовых подшипников и корпусов букс – по инструктивным указаниям по эксплуатации и ремонту вагонных букс [9].

Для вагонов и их основных частей: несущих деталей тележек, осей, колес государственными стандартами и нормативной документацией установлен заданный срок службы, по истечении которого эксплуатация вагонов и их частей не допускается.

Исключение вагонов и их частей из инвентаря выполняется в основном работниками вагоноремонтных депо. В случае повреждений вагонов в процессе эксплуатации (в поездах, при маневровых работах, погрузке, выгрузке и т.д.) работники эксплуатационных депо должны уметь определять возможность исключения из инвентаря вагонов или их частей.

Инструкцией по исключению вагонов из инвентаря предусмотрено исключение вагонов по техническому состоянию кузова и рамы. В инструкции приведены признаки – критерии предельного невосстанавливаемого состояния: деформации, изломы и трещины несущих элементов или глубина коррозии. В случаях пожаров и нарушения безопасности движения: крушений и аварий для оценки технического состояния поврежденных вагонов используются эти же критерии.

На исключение вагона из инвентаря составляется акт формы ВУ-10 для грузовых и формы ВУ-10Б – для пассажирских вагонов. В случае повреждения вагона при пожаре к акту ф. ВУ-10 прилагается копия протокола оперативного совещания под председательством начальника дороги. К акту на исключение поврежденного вагона должна прикладываться копия акта ф. ВУ-25 о повреждении вагона. К акту на исключение пассажирских вагонов прикладываются фотографии поврежденных мест и узлов и экономическое обоснование нецелесообразности восстановления вагона. После составления акта на исключение вагона из инвентаря на кузов вагона наносится белой масляной краской надпись «Подлежит исключению из инвентаря».

Исключение из инвентаря ответственных деталей ходовых частей и автосцепного устройства производится также по их техническому состоянию или по заданному сроку службы по правилам, изложенным в перечисленной

выше нормативной документации. В случае нарушений безопасности движения оценка технического состояния поврежденных деталей производится по этим же правилам.

Система технического обслуживания и ремонта вагонов совместно с объектом обслуживания и ремонта – вагонами – представляют сложную систему взаимодействия вагонов и системы обслуживания.

В соответствии с основной концепцией теории надежности вагоны, выполняя требуемые функции, расходуют технический ресурс, назначенный при их проектировании и изготовлении и случайным образом, с течением времени переходят в неисправное, неработоспособное или предельное состояние. В системе технического обслуживания и ремонта восстанавливают надежность вагонов и переводят их обратно в работоспособное исправное состояние.

Событие, заключающееся в нарушении работоспособности, т.е. переход из работоспособного состояния в неработоспособное, считают отказом, а переход из исправного состояния в неисправное – повреждением. Эти переходы являются следствием воздействия на вагон большого количества эксплуатационных факторов, что обуславливает случайный (вероятностный) характер отказов. Восстановление работоспособного или исправного состояния в системе технического обслуживания вагонов организовано и выполняется по определенной технологии, однако случайный характер отказов и повреждений определяет процесс восстановления также в известной мере как случайный.

Вагон и его основные элементы являются ремонтируемыми (восстанавливаемыми) объектами. Таким образом, функционирование сложной системы взаимодействия вагона и системы его технического обслуживания и ремонта характеризуется состоянием вагона и переходами из одного состояния в другое.

Численные характеристики состояний и переходов могут быть рассчитаны в виде вероятностей состояний в произвольный момент времени и интенсивностей переходов, т.е. количества переходов из одного состояния в другое в единицу времени. Вероятности состояний и интенсивности переходов рассчитывают для одного среднестатистического вагона наличного парка рассматриваемого полигона (станции, отделения дороги или дороги). Возможные состояния и переходы вагона из одного состояния в другое удобно изображать с помощью графа состояний.

В соответствии с теорией графов, граф – это система точек, называемых вершинами, соединенных линиями – дугами. Вершины и дуги имеют численные значения, а если дуги имеют направление, то граф называют ориентированным.

На рис. 2.7 приведен граф состояний вагона в системе технического обслуживания и ремонта вагонов. Вершины графа соответствуют состояниям, а дуги переходам. Состояния обозначены  $S_i$ , вероятности состояний –  $P_i$ , ин-

тенсивности переходов из исправного работоспособного в другие состояния -  $\lambda_{1i}$ , интенсивности обратных переходов (восстановление) -  $\mu_{i1}$ .

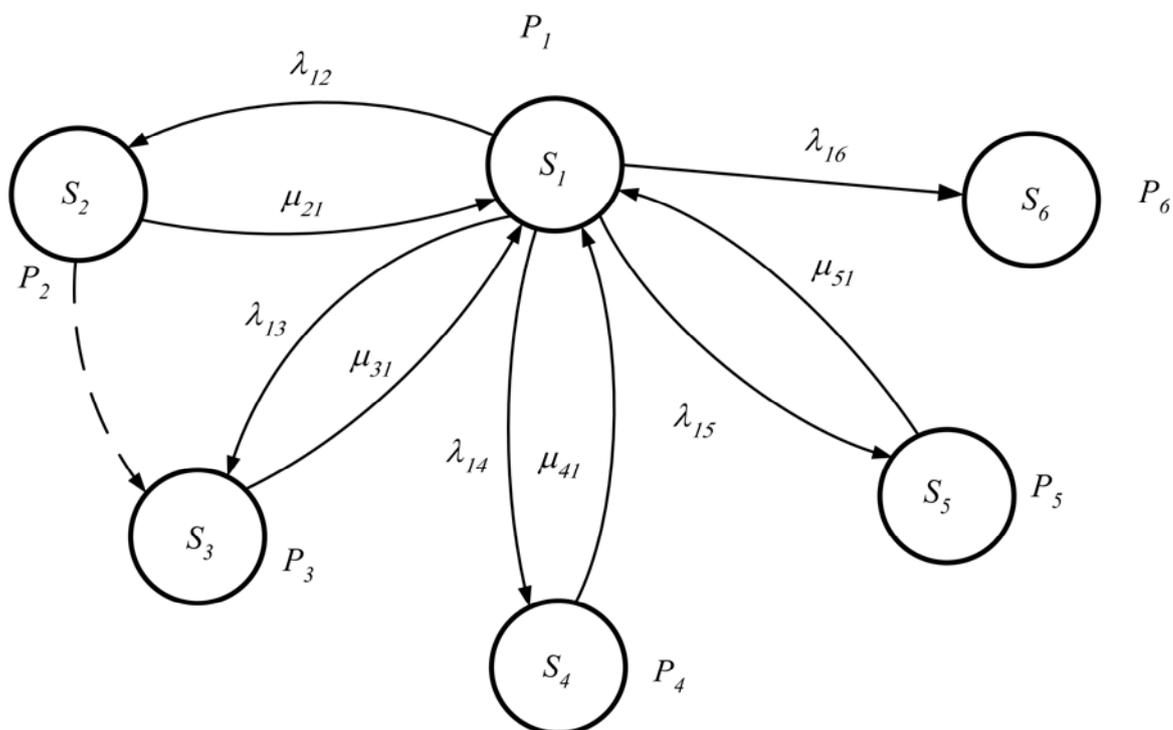


Рис. 2.7. Граф состояний вагона в системе технического обслуживания и ремонта

Виды состояний на графе:  $S_1$  – исправное работоспособное, контролируемое при техническом обслуживании (ТО);  $S_2$  – неисправное работоспособное;  $S_3$  – неработоспособное неисправное;  $S_4$  – предельное, восстанавливаемое текущим ремонтом (ТР); ;  $S_5$  – предельное, восстанавливаемое плановым (деповским или капитальным) ремонтом (ДР, КР); ;  $S_6$  – предельное, не восстанавливаемое (исключение из инвентаря)

Для численного расчета вероятности состояний используют учетные и отчетные данные отделения дороги и вагонного депо: среднесуточный наличный парк грузовых вагонов и среднесуточное количество вагонов, отремонтированное соответствующим видом ремонта для перевода в работоспособное состояние.

Среднесуточный наличный парк составит

$$N = \frac{1}{365} \sum_1^{365} N_i \quad ,$$

где  $N_i$  – наличный парк в  $i$ -е сутки;  
365 – количество дней в году.

Обозначим количество вагонов, соответствующее состояниям  $S_1 - S_6$  на рассматриваемом полигоне (отделение дороги, станция):

$n_1$  – среднесуточное количество вагонов в исправном, работоспособном состоянии;

$n_2$  – отремонтированных текущим безотцепочным ремонтом (в составах поездов);

$n_3 + n_4$  – отремонтированных текущим ремонтом (с отцепкой) ТР-1 и ТР-2;

$n_5$  – отремонтированных деповским и капитальным ремонтом (отправленных в капитальный ремонт);

$n_6$  – исключенных из инвентаря.

В целом для полигона должно быть

$$n_1 + n_2 + \dots + n_6 = \sum_{i=1}^{k=6} n_i = N, \quad (2.26)$$

где  $k = 6$  – количество состояний.

Из (2.26) следует

$$n_1 = N - \sum_{i=1}^{k=6} n_i.$$

Статистические характеристики состояний вагона – частоты (относительные частоты)

$$\omega_i = \frac{n_i}{N}. \quad (2.27)$$

Для достаточно больших значений  $N$  частоты можно принять за вероятности.

В соответствии с предельными теоремами теории вероятностей, вероятность ошибки ( $\varepsilon$ ) от замены частоты вероятностью составит

$$P \mid (\omega - p) \leq \varepsilon \mid \geq 1 - \delta, \quad (2.28)$$

где  $\varepsilon, \delta$  – сколь угодно малые величины.

При увеличении  $N$  ( $N \rightarrow \infty$ ),  $\varepsilon \rightarrow 0$  и  $P \rightarrow 1$ .

Величины  $P$  и  $\varepsilon$  для различных  $N$  приводятся в таблицах достаточно больших чисел. Например, для  $\varepsilon = 0,05$  и  $P = 0,9$ ,  $N = 270$ .

Так как наличный парк крупных сортировочных станций и отделений дорог составляет величину порядка  $10^3$ , ошибку от замены частоты вероятностью можно не учитывать.

Из формулы (2.26) следует (см. рис. 2.7)

$$\sum_{i=1}^{k=6} P_i = 1, \quad P_1 = 1 - \sum_{i=2}^{k=6} P_i.$$

Переход вагона из одного состояния в другое можно определить как поток событий переходов, т.е. последовательность однородных событий, происходящих одно за другим в случайные моменты времени. Поток событий переходов, например, поток отказов вагонов или переход из состояния  $S_1$  в  $S_3$ , для множества  $N$  (среднесуточный наличный парк) характеризуется численным значением интервала между событиями, которые являются случайной величиной. Пример такого потока приведен на числовой оси времени (рис. 2.8).

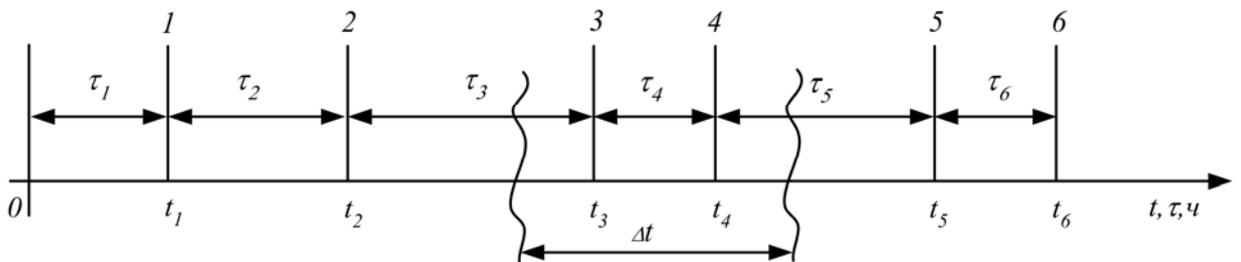


Рис. 2.8. Схема формирования потока событий (отказов):

1,2,3 ... – порядковые номера событий;  $t_1, t_2 \dots$  – время события;  
 $\tau_1, \tau_2 \dots$  – интервалы между событиями

Величины  $\tau_1 = t_2 - t_1$ ;  $\tau_2 = t_3 - t_2$  и т.д. являются случайными. В этом случае поток называют нерегулярным. Если интервалы постоянны, то имеет место регулярный поток.

Для статистической оценки интенсивности переходов следует зафиксировать количество событий (переходов) за время  $\Delta t$  (см. рис. 2.8).

Статистическая оценка интенсивности переходов

$$\hat{\lambda}_{li} = \frac{n_{li}(\Delta t)}{N(\Delta t)}, \quad (2.29)$$

где  $n_{li}(\Delta t)$  – количество переходов из работоспособного исправного состояния в другие состояния за время  $\Delta t$  из множества  $N$ .

Для вагонов как ремонтируемых объектов, интенсивность перехода из состояния  $S_1$  в состояние  $S_3$  будет величиной параметра потока отказов

$$\omega_{li} = \frac{n_{li}(\Delta t)}{N(\Delta t)}. \quad (2.30)$$

Если принять  $\Delta t = 1$  (единице времени), то для практических расчетов

$$\hat{\lambda}_{1i} = \frac{n_{1i}}{N} . \quad (2.31)$$

Вероятностная оценка

$$\lambda_{1i} = \frac{f(t)}{p(t)} , \quad (2.32)$$

где  $f(t)$  – дифференциальная функция (плотность) распределения случайной величины;

$p(t)$  – для перехода  $S_1 - S_3$  – вероятность безотказной работы вагона за наработку.

Допустимо использовать статистическую оценку интенсивностей переходов. Следует помнить, что интенсивность перехода отнесена к одному среднестатистическому вагону наличного парка  $N$  за период  $t$ .

Обратный переход вагона в работоспособное состояние обеспечивают ремонт в системе технического обслуживания и ремонта.

Интенсивность обратного перехода

$$\mu_{i1} = \frac{n_{i1}}{N} , \quad (2.33)$$

где  $n_{i1}(\Delta t = 1)$  – количество переходов в работоспособное состояние из  $i$ -го состояния за время  $t = 1$  из множества  $N$ .

Величина  $n_{i1}$  представляет количество отремонтированных в единицу времени вагонов.

Из приведенных данных следует, что для обслуживания среднесуточного наличного парка вагонов  $N$  необходимы условия:

$$n_{21} \geq n_{12}; \quad n_{31} + n_{41} \geq n_{13} + n_{14} ,$$

или для каждого прямого и обратного переходов на графе состояний соблюдалось условие

$$\lambda_{1i} \leq \mu_{i1} .$$

Если обозначить

$$\rho_i = \frac{\lambda_{1i}}{\mu_{i1}} , \quad (2.34)$$

где  $\rho_i$  – коэффициент загрузки системы, то необходимо условие  $\rho < 1$ .

Это условие означает, что система технического обслуживания и ремонта вагонов должна иметь производственную мощность, обеспечивающую ремонт и обслуживание всех вагонов, поступающих в систему для ремонта и обслуживания. В случае  $\rho > 1$  система не обеспечивает ремонт и обслуживание вагонов в потребном объеме.

Граф состояний вагонов, приведенный на рис. 2.7, характеризует вероятности состояний и интенсивности переходов для вагона. Аналогичные характеристики для системы обслуживания и ремонта вагонов рассчитывают на основе теории массового обслуживания (см. главу 6).

Техническое обслуживание вагонов в пути следования поездов организовано на технических станциях (сортировочных и участковых), где графиком движения поездов предусмотрены стоянки для технических операций: коммерческих и по обслуживанию локомотивов и вагонов.

Контроль за техническим состоянием вагонов в проходящих поездах (без остановки) требуется также на отдельных промежуточных станциях грузонапряженных участков, вследствие недостаточной надежности ответственных узлов вагона: буксового и автотормоза.

В связи со спецификой эксплуатации вагонов: требованием обеспечения безопасности движения, сезонными особенностями (зимой или летом), периодической погрузкой и выгрузкой, непрерывной работой агрегатов рефрижераторных вагонов – необходимы дополнительные виды технического обслуживания. Для грузовых вагонов – подготовка порожних вагонов к погрузке и промежуточная ревизия (между плановыми ремонтами) отдельных узлов с низкой надежностью (буксового, автотормоза). Для рефрижераторных вагонов – периодическая проверка состояния дизель-генераторов и компрессоров. Для пассажирских вагонов необходимо сезонное обслуживание систем отопления, электроснабжения и вентиляции при подготовке к зиме и по окончании зимы, а также ревизия ответственных частей вагона в период между плановыми ремонтами.

В соответствии с этими требованиями в правилах технического обслуживания предусмотрены специальные виды обслуживания. Организация этих видов обслуживания подробно рассмотрена в разделе 2.5 и в третьей части настоящего пособия.

## **2.5. Виды и периодичность технического обслуживания вагонов**

В соответствии с ГОСТ 18322 [1] техническое обслуживание (ТО) – это комплекс технических и организационных мероприятий в процессе эксплуатации вагонов для обеспечения эффективного выполнения заданных функций. Система ТО и ремонта – это совокупность взаимосвязанных средств, документации, исполнителей для поддержания и восстановления качества изделий (вагонов), входящих в эту систему.

Принципиальное отличие ТО от ремонта заключается в том, что при ТО не предусмотрено восстановление технического ресурса изделия [2]. Практически в процессе ТО вагонов производится контроль технического состояния вагонов, регулировка, крепление и смена мелких и быстроизнашиваемых деталей, например, тормозных колодок.

Существует понятие «текущий безотцепочный ремонт вагонов», т.е. выполнение текущего ремонта без отцепки вагона от состава. По ГОСТ 18322 текущий неплановый ремонт предназначен для обеспечения или восстановления работоспособного состояния объектов и заключается в замене или восстановлении отдельных частей вагона. В практике работы нет четкого распределения видов отцепочного и безотцепочного ремонта вагонов. В типовом технологическом процессе технического обслуживания вагонов [10] приведен рекомендуемый перечень неисправностей, устраняемых отцепочным ремонтом. На ПТО крупных сортировочных станций в 80-90-х гг. наблюдалась тенденция к увеличению номенклатуры работ, выполняемых с отцепкой. Существенную роль в этом играли специализированные пути текущего ремонта вагонов в парках формирования горочных сортировочных станций. Особенно часто на этих путях выполняют работы по соединению цепочек расцепного привода автосцепки, ремонту механизма автосцепки, смене корпусов автосцепки, замене клиньев тягового хомута. Выполнение таких работ в парках отправления экономически не выгодно, т.к. требует растяжки состава, а работы выполняют преимущественно вручную.

По ГОСТ 18322 периодичность ТО – интервал времени или наработка между данными видами ТО.

Вид ТО выделяют по одному из признаков: этапу существования, периодичности, объему работ, условиям эксплуатации.

Для грузовых вагонов, кроме рефрижераторных, действующей нормативной документацией (приказ № 7 ЦЗ от 18.12.95 г.) установлен один вид технического обслуживания – ТО вагонов, находящихся в сформированных составах или в транзитных поездах, а также порожних вагонов при подготовке к перевозкам без отцепки их от состава или группы вагонов. Таким образом, вагон за время оборота подвергается один раз ТО при подготовке под погрузку и несколько раз – при прохождении в составе поезда через пункты технического обслуживания вагонов (см. рис. 2.1). Размещение ПТО сложилось исторически, маршруты следования вагонов различны, поэтому ТОВ производится фактически по наработке (пробегу в вагоно-километрах), следования между ПТО. В случаях большой протяженности участков между ПТО предусмотрены посты опробования тормозов (ПОТ), на которых также производится контрольный осмотр вагонов (проверка технического состояния наиболее ответственных частей вагона).

Для рефрижераторного подвижного состава установлена периодичность ТО двух видов: по наработке и по календарному сроку службы. Для рефрижераторных секций установлены следующие виды ТО внутреннего оборудования:

- дизелей, по наработке в часах, ТО-1 – через 100-150; ТО-2 – через 200-300; ТО-3 – через 400-600;

- электрооборудования, по календарному сроку: ежедневное, ТО-1, через 10 дней, ТО-2 – ежемесячно; ТО-3 – через 3 месяца;

- холодильных установок на хладоне – ТО-1 – через неделю; ТО-2 – через месяц.

Периодичность ТО автономных рефрижераторных вагонов:

- ТО-1 – перед загрузкой;

- ТО-2 – в пути через 24-30 ч на станциях, где имеются ПТО АРВ;

- ТО-3 – после разгрузки.

Автономным рефрижераторным вагонам предусмотрено также укрупненное техническое обслуживание (УТО):

- УТО-1 – через 200 ч работы оборудования;

- УТО-2 через 400-600 ч.

При следовании рефрижераторного подвижного состава в поездах на ПТО производится ТО по технологии, общей для грузовых вагонов.

Операции по ТО рефрижераторного подвижного состава приведены в инструкциях по его эксплуатации.

Для железнодорожных транспортеров приказом МПС №25Ц 98 г. установлены следующие виды ТО:

- ТО-1 – при подготовке в рейс, при контроле технического состояния во время приема-передачи по межгосударственным передаточным станциям, после выгрузки;

- ТО-2 – перед погрузкой сочлененного и сцепного типа транспортеров грузоподъемностью 120-500 т в специализированных депо, других типов – на ПТО:

- ТО-3 – единая техническая ревизия и укрупненный ремонт специального оборудования только транспортеров сочлененного типа грузоподъемностью 150-500 т один раз в год в рефрижераторном депо Лиски Юго-Восточной ж.д.

Для пассажирских вагонов предусмотрено три вида технического обслуживания:

- ТО-1 – техническое обслуживание при подготовке составов в рейс на пунктах формирования и оборота, а также в пути следования на ПТО пассажирских станциях;

- ТО-2 – сезонное обслуживание, связанное с подготовкой вагонов к работе в летних или в зимних условиях;

- ТО-3 – или единая техническая ревизия (ЕТР) – по календарному сроку службы, через шесть месяцев после постройки, планового ремонта или предыдущего ТО-3.

Перечни работ по видам ТО пассажирских вагонов приведены в нормативно-технической документации. Требования к различным видам ТО различных вагонов рассмотрены более подробно в главе 12.

Для вагонов промышленного железнодорожного транспорта (ПЖТ) установлены другие виды ТО [11], перечисленные в главе 14.

Текущий отцепочный ремонт (по ГОСТ 18322 – текущий неплановый) грузовых вагонов железных дорог предусмотрен приказом МПС № 7 ЦЗ 1995 г.:

- ТР-1 – порожним вагонам при подготовке вагонов к перевозкам;
- ТР-2 – груженым и порожним вагонам с отцепкой от состава сформированных поездов.

Текущий ремонт пассажирских вагонов (ТР) производится с отцепкой от состава.

Предусмотрено два способа:

- с отцепкой от состава поезда – в основном на пунктах формирования и оборота;
- с отцепкой от состава, подачей на механизированный пункт ремонта вагонов для ремонта (без высадки пассажиров) и прицепкой к составу по окончании ремонта.

## Глава 3. Оценка технического состояния вагонов

### 3.1. Виды технического состояния и способы контроля

В соответствии с ГОСТ 20911 [12] понятие «техническое состояние» обозначает совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризующихся в определенный момент времени признаками, установленными технической документацией на этот объект. В практике работы это характеристика соответствия объекта требованиям конструкторской и нормативно-технической документации в определенный момент времени.

Контроль технического состояния объекта – проверка соответствия значений параметров объекта требованиям нормативно-технической и конструкторской документации и определение вида технического состояния.

Для контроля технического состояния вагонов используют следующие основные способы:

- органолептический;
- инструментальный;
- с помощью средств технической диагностики (ТСД).

До сих пор основным видом контроля является органолептический: визуально, на слух и ощупыванием. Инструментальный контроль производят с использованием шаблонов (для измерения колесных пар, автосцепки, элементов тормоза), как правило, не сплошной, а для точного определения предельного состояния.

Классификация видов технического состояния объектов техники приводится в ГОСТ 27.002.

Возможны виды технического состояния:

- работоспособное или неработоспособное;
- исправное или неисправное;
- предельное.

Предельным называют состояние, когда дальнейшая эксплуатация вагона экономически нецелесообразна или технически невозможна. Введение понятия предельного состояния связано с тем, что постепенное накопление количественных изменений объекта при достижении некоторого значения вызывает переход в новое качественное состояние. Например, прокат колесной пары – естественный износ до некоторой величины (для грузовых вагонов – 9 мм) не представляет опасности. Если глубина проката более 9 мм, то при проходе колесом стрелочных переводов возможно качение колеса с опорой на гребень по желобу крестовины. На такую нагрузку не рассчитаны ни колесо, ни крестовина. Поэтому размер проката 9 мм и более регламентирован как недопустимый, а при достижении такого проката колесо переходит в предельное состояние и должно быть выявлено, а колесная пара изъята для ремонта. Такое колесо ремонтируют обточкой, в результате колесная пара из

предельного состояния переводится в работоспособное, т.е. восстанавливается ее работоспособность.

Существует понятие критерия предельного состояния. Это признак предельного состояния с указанием его численной величины, например, прокат колес 9 мм и более.

В соответствии с установленной классификацией вагон может находиться в неисправном, но работоспособном состоянии.

Одной из главных задач технического обслуживания вагонов является периодическая оценка технического состояния вагонов с целью выявления на ранней фазе развития неисправностей, которые могут вызвать отказ вагона в пути следования и нарушения безопасности движения в поездной и маневровой работе. Основные задачи контроля технического состояния вагонов:

- выявление предельного состояния и неисправностей вагонов, возникших в процессе их эксплуатации;
- оценка выявленных неисправностей с позиций безопасности движения для принятия решения о ремонте (безотцепочный ремонт в процессе ТО или отцепка в текущий неплановый ремонт).

С учетом особенностей эксплуатации вагонов необходимы и возможны следующие виды контроля:

- полный осмотр вагонов, включая встречу прибывающего поезда и осмотр вагонов в движении и с пролазкой (т.е. осмотром частей вагона под кузовом: осей колесных пар, автосцепного и автотормозного оборудования);
- контрольный осмотр (т.е. частичный) в основном ответственных и недостаточно надежных элементов (букс, колес, автотормозного оборудования);
- осмотр вагонов в движущихся поездах (на ходу) для выявления отказов ответственных элементов с целью предупреждения нарушений безопасности движения поездов (перегрев букс, заклинивание колесных пар, падение деталей на путь).

Периодичность перечисленных видов контроля обоснована ниже (раздел 6.1). Каждый из этих видов контроля производится различными подразделениями эксплуатационных вагонных депо: первый – пунктами подготовки вагонов к перевозкам и пунктами технического обслуживания вагонов, второй – пунктами опробования тормозов, третий - постами безопасности. Характеристика этих подразделений, их функции, размещение и расчет параметров функционирования подробно рассмотрены ниже (раздел 6.2).

Предусмотрен совместный контроль технического состояния вагонов, подаваемых под погрузку или выгрузку, осмотрщиками вагонов железной дороги и работниками предприятия грузоотправителя или грузополучателя для контроля сохранности вагонов. Этот вид контроля производится на пунктах технической передачи вагонов (ПТПВ) дважды: перед подачей вагонов на подъездные пути предприятия и после выводки. В процессе этого контроля проверяют части вагона, которые могли быть повреждены при погрузке, выгрузке и маневровых работах на подъездных путях предприятия.

Вагоны, поступающие из соседних стран или передаваемые в эти страны, подлежат совместному осмотру на передаточных станциях осмотриками обеих стран. Допускается передача вагонов только в исправном техническом состоянии.

В настоящее время в вагонном хозяйстве используют два способа технического обслуживания вагонов:

- включающий операции контроля технического состояния, текущего безотцепочного ремонта и проверки качества безотцепочного ремонта в обязанности одного работника – осмотрика-ремонтника;
- с разделением функций контроля технического состояния вагона, выполняемого осмотриком вагонов и текущего безотцепочного ремонта, выполняемого слесарями.

Первый из приведенных способов начали применять с середины 60-х гг. (так называемый Северо-Кавказский метод). Этот способ подвергался критике в 70-80-х гг. как не обеспечивающий качества ТОВ. В принципе, для контроля качества ТОВ и ТР должен применяться (по терминологии ГОСТ 16504) сплошной, приемочный контроль, в основном визуальный.

В системе ТОВ предусмотрен также инспекционный, выборочный контроль качества ТОВ руководящими работниками депо и эксплуатационных подразделений, в особенности инструкторами, а также работниками ревизорского аппарата по безопасности движения. Инспекционный контроль качества ТОВ проводится также в случаях аттестации ПТО.

Различают следующие основные способы контроля технического состояния объектов:

- органолептические, т.е. с помощью органов чувств человека (визуально, на слух, ощупыванием);
- инструментальные, т.е. с помощью измерительных инструментов;
- средствами технической диагностики.

С помощью средств технической диагностики производится также оценка правильности функционирования объектов, т.е. параметров функционирования и сравнения их с нормативами.

Средства неразрушающего контроля материалов и изделий по назначению и в современном исполнении относятся к техническим средствам диагностирования. Такие средства начинают использовать в процессе ТОВ, например, вихретоковые дефектоскопы для выявления трещин в дисках колес вагонов.

Существенным недостатком средств технического диагностирования и неразрушающего контроля является отсутствие прогнозирования остаточного технического ресурса. Практически при всех способах технического контроля определяется вид технического состояния в момент контроля. В тоже время в результате контроля, например, при ТОВ на ПТО, необходимо оценить вероятность безотказного следования вагона в пределах гарантийного участка. Проблематично выявление трещин в деталях вагонов визуальным контролем в поездах. Осмотрики вагонов используют косвенные признаки,

например, лопнувшая краска над трещиной. Необходима разработка методов и средств контроля нарушений сплошности металла деталей в процессе планового ремонта, гарантирующих эксплуатацию этих деталей до следующего планового ремонта.

В тех случаях, когда правильность функционирования не регламентирована нормативно-технической документацией, т.е. не заданы численные значения параметров функционирования, средства технического диагностирования можно настраивать на выявление технического состояния объекта, не являющегося неисправным, с целью раннего выявления развивающегося дефекта. Например, нормальная температура рабочего нагрева вагонных букс документацией не установлена. Известна предельно-допустимая температура нагрева букс. Поэтому для раннего выявления развивающихся неисправностей букс, аппаратуру автоматического контроля букс тепловым методом настраивают на температуру ниже предельно допустимой и выше нормальной.

Высокоэффективным является метод мониторинга (слежения) за температурой нагрева букс (АСКПС) при прохождении вагонов в составе поезда через контрольные посты на расстоянии 25-35 км ( на промежуточных станциях). При этой системе оператор центрального поста имеет возможность следить на экране монитора за изменением температуры букс и останавливает поезд на одном из постов, не допуская разрушения буксы.

Однако в настоящее время практически все детали и сборочные единицы вагона в процессе технического обслуживания контролируются визуально. В таких условиях своевременное выявление неисправностей вагонов зависит в основном от квалификации и профессионализма осматривающих вагонов. Осматривающие вагоны используют приемы, связанные с особенностями конструкции вагона, взаимодействия его частей, времени года и т.д. Основой их приемов работы являются положения, вытекающие из длительной практической работы.

В практике работы по контролю вагонов визуальным способом (отсюда название – осматривающие вагоны) широко используют способ осмотра прежде всего мест, где наиболее вероятно образование неисправностей.

Основные места образования неисправностей соответствуют особенностям работы деталей вагона:

- трещины в зонах наибольших знакопеременных нагрузок, например, у края подступичной части оси, посередине оси;
- трещины в зонах с наибольшими растягивающими напряжениями от ударных нагрузок, например, корпус автосцепки, тяговый хомут;
- выкрашивание металла в зонах контактных напряжений, например, поверхность качения колеса или ролика подшипника;
- трещины в местах концентрации напряжений (галтели, переходы, изменение формы и размеров сечения деталей);
- трещины в зонах краевого эффекта при резком переходе от нагруженной к ненагруженной зоне, например, в подступичной части оси;

- износ в зонах коррозии трения (фреттинг-коррозии), например, на посадочных поверхностях шеек осей и внутренних колец подшипников;
- нарушения сплошности металла в несущих деталях с большим сроком службы (усталостные явления).

Литые детали и сварные детали плохо переносят ударные нагрузки, поэтому наиболее вероятные места образования трещин в литых деталях и в зоне сварных швов.

На основании обобщения опыта работы осмотрщиков вагонов можно сформулировать следующие основные принципы визуального контроля технического состояния вагонов в процессе ТО:

- неисправности (дефекты) трещины и износы, образуются в определенных местах;
- образование неисправностей, в частности трещин, наиболее вероятно при определенных размерах некоторых элементов вагона;
- для выявления трещин в металле, обычно плохо видимых, используются косвенные признаки (износы, состояние покрытия детали – краски, выход продуктов износа из трещины, скопление грязи или инея над трещиной и т.д.);
- скрытые и опасные дефекты одних деталей связаны с техническим состоянием некоторых других деталей, например, если разработано отверстие для валика подвески башмака или износ валика может быть ползун на колесе или разрушение подшипника в буксе;
- необычное состояние или положение какой-либо детали, например, износ опорной поверхности корпуса буксы, износ и забоины кромки буксового проема боковой рамы тележки – в результате пропеллерности (скручивания в вертикальной плоскости) боковой рамы;
- в разное время года в разную погоду могут быть разные неисправности или разные признаки дефекта, например, в зимнее время отсутствие снега на одной из букс может указывать на нагрев буксы в пути следования;
- в процессе движения вагона (при встрече поезда с ходу) слышатся необычные звуки (удары, скрежет и т.д.) или наблюдаются увеличенные перемещения частей вагона (колебания вагона, тележки и колесной пары);

Передовые методы осмотра вагонов систематически обобщаются через дорожные центры научно-технической информации (ДЦНТИ) и распространяются на дорогах.

### **3.2. Классификация неисправностей вагонов и причины их образования**

В соответствии с ГОСТ 27.002 событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния, определяют термином «повреждение». В нормативно-технической документации для определения вида повреждения используют термин «неисправ-

ность», например, неисправности рамы вагона: трещины, изломы, изгибы балок и т.д. Используют также термин «дефект». В соответствии с ГОСТ 15467 это понятие обозначает каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям, т.е. более широкое понятие, аналогичное понятию «неисправность». Этот термин широко используют в диагностике (дефектоскопии).

Главное значение в организации технического обслуживания вагонов имеет период от начала образования неисправности до разрушения детали. Это состояние принято называть живучестью, т.е. приспособленностью сохранять работоспособное состояние при наличии неисправности. Некоторые неисправности, например, усталостные трещины в литых боковых рамах тележек или в осях колесных пар, развиваются в течение нескольких месяцев.

Живучесть позволяет выявить неисправности на стадии их развития и предотвратить разрушение элемента, т.е. отказ элемента и отказ вагона.

Классификация неисправностей по основным узлам (сборочным единицам) грузового вагона показывает, что насчитывается около 85 видов основных неисправностей. Из их числа 15 видов являются причиной почти 80% отказов вагонов.

Особо опасными неисправностями с аварийными последствиями являются 4%, в том числе:

- 1) трещины в осях и колесах;
- 2) неисправности осевых роликовых подшипников;
- 3) трещины несущих литых деталей тележек грузовых вагонов;
- 4) ползуны на поверхности катания колес;
- 5) падение деталей вагонов на путь.

Распределение неисправностей, являющихся причинами отказов вагонов и поступления их в текущий отцепочный ремонт, по данным Свердловской железной дороги (2000 г.) в процентах:

- колесные пары – 38,3;
- буксовый узел – 4;
- тележки – 6,3;
- кузов и рама – 26,8;
- тормоза – 10,6;
- автосцепка – 2,3;
- прочие причины – 11,7.

В табл. 3.1 приведено распределение причин отцепки вагонов в пути следования (нарушения безопасности движения) на дорогах ОАО «РЖД» в 2003 г.

Таблица 3.1

Виды и количество неисправностей, послуживших причинами отцепки вагонов в пути следования

Причины отцепки вагонов по техническим неисправностям	Количество случаев, %
1. Грение букс	83
2. Неисправности тормозного оборудования, всего	12
в том числе	
- нарушение целостности тормозной магистрали (обрыв, разъединение)	7,6
- заклинивание колесных пар, приведение к образованию ползунов и наваров металла на ободы колес	4,3
3. Неисправности выгрузочных устройств специализированных вагонов	0,11
4. Неисправности колесных пар (неравномерный прокат, выщербины, тонкий гребень, подрез гребня, остроконечный накат и т.д.)	0,08
5. Неисправности тележек	0,07
6. Неисправности автосцепного устройства	0,05
7. Обрыв дверей	0,045
8. Неисправности кузова (излом стоек или обвязки, перекося, задир крыши)	0,039
9. Несоответствие зазоров между скользунами установленным нормам	0,035
10. Обрыв пояса котла цистерны	0,025
11. Трещины элементов рамы	0,025

Неисправности вагонов вызывают также задержки поездов (опоздания), т.е. нарушения графика движения, вследствие чего снижается участковая скорость, увеличивается оборот вагона и сроки доставки грузов.

Ниже, для примера, приведено распределение задержек поездов из-за технических неисправностей вагонов на дорогах ОАО «РЖД» в 2003 г. (в процентах):

- заклинивание колесных пар – 22,9;
- обрывы или разъединения тормозной магистрали – 19,4;
- обрывы соединительных воздушных рукавов, срывы концевых кранов, неисправности кранов – 14,9;
- обрыв подводящих труб – 14,2;

- самопроизвольное срабатывание тормозов – 8,7;
- другие неисправности тормозного оборудования – 6,9;
- неисправности букс – 3,5;
- неисправности автосцепного устройства – 2,8;
- открытие люков разгрузочных устройств специализированных вагонов – 1,7;
- неисправности кузова – 1,4;
- прочие – 3,6;

Основная часть неисправностей, угрожающих безопасности движения и вызывающих задержки поездов, выявляется в процессе технического обслуживания и устраняется текущим ремонтом. На сортировочных и участковых станциях выявляют около 99% неисправных вагонов, требующих текущего отцепочного ремонта.

Текущий отцепочный ремонт грузовых вагонов (ТОР) в процессе подготовки вагонов к перевозкам (ТО-1) и отцепленных в ремонт от поездов (ТО-2) составляет существенный объем работ по техническому обслуживанию вагонов. Поступление вагонов в ТОР постоянно сокращается. Так, в 1997 г. каждый вагон рабочего парка поступал в ТОР в среднем 11,2 раза, в 2001г. – 3,54 раза.

Анализ технического состояния вагонов, поступающих в текущий отцепочный ремонт, показывает, что по характеру неисправности можно разделить на четыре группы:

- износ деталей - 20%;
- трещины и изломы литых деталей - 20%;
- трещины и изломы сварных деталей - 25%;
- утеря (отсутствие) деталей - 5%.

По физической природе основные неисправности разделяют на следующие группы:

1) Усталостные, т.е. связанные с явлениями усталости металла в условиях циклических, контактных и знакопеременных нагрузок:

- а) трещины, изломы, разрывы деталей;
- б) выкрашивание металла (выщербины, раковины).

2) Износосвые, т.е. изменение формы и размеров деталей в результате трения:

а) износ трущихся поверхностей (прокат колес, ползуны, уменьшение толщины тормозных колодок и т.д.);

б) задиры и надирь (на торцах роликов и бортах колец подшипников в челюстях буксового проема и т.д.).

3) Разрушения от нагрузок, при которых напряжения в элементах превышают предел прочности материала, в особенности при действии ударных нагрузок и при наличии концентраторов напряжений:

- а) изломы (хрупкое разрушение);
- б) раздавливание (пластические деформации);

в) сколы (отколы) металла на деталях из твердых сталей (ободы колес, детали роликовых подшипников).

4) Последствия перегрева в узлах трения:

а) термические трещины на ободах колес;

б) навар металла на поверхности качения колес;

в) заклинивание роликов в подшипнике;

г) изменение физико-химических свойств консистентных смазок в буксах;

д) разрушение подшипников и излом шеек осей.

5) Коррозионные:

а) атмосферная коррозия (ржавление);

б) фреттинг-коррозия в местах неподвижного контакта деталей за счет относительных микроперемещений (поверхности подступичной части оси и ступицы; посадочные поверхности корпуса буксы и наружного кольца подшипника).

6) Электроожоги подшипников.

Основные причины неисправностей можно классифицировать по следующим группам:

1) Ударные нагрузки, т.е. нагрузки о времени действия порядка  $10^{-3}$  с и скоростью деформации, сопоставимой со скоростью звука в металле ( $5 \cdot 10^3$  м/с).

2) Нагрузки, превышающие расчетные по нормам расчета вагонов на прочность.

3) Неудовлетворительная конструкция элементов, например, узла сочленения хребтовой и шкворневой балок рамы вагона.

4) Использование материалов, не соответствующих эксплуатационным требованиям, например, деревянная обшивка вагонов.

5) Нарушения технологии изготовления технического обслуживания и ремонта вагона, например, постановка на вагон разнотипных тормозных колодок (чугунных и композиционных).

Из приведенных выше данных о видах неисправностей вагонов следует, что около 45% составляют трещины, изломы и разрывы сварных и литых деталей. Такие детали плохо переносят ударные нагрузки, литые – из-за часто встречающихся в них нарушений сплошности металла анизотропности и поверхностных концентраторов напряжений; сварные – из-за анизотропности материала в зоне сварных швов вследствие остаточных напряжений, неоднородности металла и наличия концентраторов напряжений.

Ударные нагрузки нечетко и недостаточно регламентированы в нормах расчета вагонов на прочность. Допускают частое нарушение правил, регламентирующих ударные нагрузки: превышение скорости соударения вагонов в процессе сортировки на горках; неправильное использование тормозных башмаков на позициях сортировочных горок; превышение массы отдельных глыб груза и высоты их падения при погрузке; скорость поворота роторных

вагоноопрокидывателей, а также нарушение правил и использования грузовых механизмов, повреждающих вагоны.

### **3.3. Признаки, используемые для оценки технического состояния вагонов**

Оценка технического состояния объектов (вагона или его частей) в процессе технического обслуживания производится в основном двумя способами:

- визуально, в том числе с использованием измерительных инструментов;
- средствами технического диагностирования (СТД) с выдачей информации о техническом состоянии объекта на экране, на бумажной ленте, световым индикатором, звуковым сигналом, стрелочным прибором и т.д.

Для оценки технического состояния используют признаки, характеризующие соответствия объекта требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Для контроля вагонов и их элементов преимущественно используют следующие параметры:

- геометрические, т.е. линейные размеры, углы, отклонения от заданной формы в результате деформации и износов;
- доступные для визуального контроля нарушения сплошности материала деталей: изломы, разрывы, отколы, трещины, выкрашивания; коррозионные повреждения;
- разъединение деталей, ослабление болтовых и заклепочных соединений;
- неправильное функционирование, например, не действует предохранитель от саморасцепа автосцепки или утечки воздуха из поездной магистрали.

В процессе ТОВ приходится контролировать большое количество параметров.

Например, в инструкции осмотрику вагонов перечислено около 250 видов неисправностей вагонов, с которыми не допускается следование вагона в поезде.

Различают количественные и качественные признаки. Для количественных признаков задано предельное значение, при достижении которого деталь переходит в предельное состояние. Например, глубина проката колеса грузового вагона допускается не более 9 мм. При величине проката 9 мм и более вагон не может следовать в составе поезда и должен быть отцеплен в текущий ремонт для смены колесной пары. При подготовке вагонов к погрузке могут быть другие нормы предельного значения параметров. Например, прокат колеса должен быть не более 8,5 мм.

К качественным относятся признаки, для которых численное значение параметра не играет роли, например, трещины в осях и колесах.

В случаях использования технических средств диагностирования применяются диагностические признаки. Эти признаки делятся на две группы:

- прямые, совпадающие с признаками, заданными в нормативно-технической документации;

- косвенные, не совпадающие с признаками технического состояния, но связанные с ними функциональной или статистической зависимостью.

Например, глубину ползуна на колесе можно измерять как геометрический параметр, т.е. определить высоту сегмента, образованного ползуном. Здесь будет использоваться прямой признак – абсолютная глубина ползуна, т.е. линейный размер указанный в НТД.

В диагностической аппаратуре для выявления неисправностей колес по кругу катания (ДИСК-К) глубина ползуна определяется по амплитуде виброускорения колебаний рельса при ударе ползуна на колесе о рельс. Имеется статистическая (корреляционная) связь между виброускорением колебаний рельса от удара и глубиной ползуна. Преимущество этого метода перед прямым измерением заключается в том, что виброускорение рельса легко измерить с помощью пьезоэлектрического акселерометра при высокой скорости движения вагона (60 км/ч и более). Технические средства, используемые в процессе ТО вагонов, подробно рассмотрены в главе 9.

При оценке технического состояния объекта любым методом используется понятие «пороговое значение признака», т.е. численное значение контролируемого параметра, являющееся границей классов состояния: исправного и неисправного, работоспособного и неработоспособного, работоспособного и предельного. Используется также понятие «критерий предельного состояния», т.е. численное значение признака, являющееся границей классов состояний: работоспособного и предельного.

Теоретической основой диагностирования изделий, в том числе вагонов, любым способом, в том числе и органолептическим, является теория распознавания. В соответствии с положениями этой теории для организации технического обслуживания объектов техники необходимо определить виды и признаки технического состояния, а также обосновать численные значения признаков, соответствующие границам классов состояния (пороговых значений).

Конкретные численные значения признаков, соответствующие переходу вагона из исправного работоспособного состояния в неисправное, неработоспособное или предельное, сложились в вагонном хозяйстве исторически, в течение длительного времени, на основании практического опыта и многочисленных исследований, выполнявших научными организациями железнодорожного транспорта.

Нормы содержания вагонов в эксплуатации в некоторых случаях изменяют, преимущественно в сторону ужесточения.

Средства технического диагностирования вагонов в процессе технического обслуживания на технических станциях не получили широкого распространения не только на железных дорогах РФ, но и в других странах. В качестве альтернативы следует использовать систему: надежный вагон и профилактическое техническое обслуживание вагонов в депо с обеспечением гарантии безотказной работы до следующего обслуживания.

В современных условиях для обеспечения безопасности движения поездов осмотрщики вагонов должны иметь высокую квалификацию. Руководителям вагонного хозяйства следует уделять серьезное внимание обучению осмотрщиков вагонов, повышению их квалификации, обмену опытом работы и улучшению условий труда.

На основании многолетней практики работы осмотрщиков вагонов можно сформулировать следующие основные принципы их успешной работы:

- хорошо знать конструкцию вагона, места образования дефектов, косвенные признаки дефектов и связь дефектов деталей с техническим состоянием других деталей, а также нормы параметров технического состояния;
- соблюдать эффективные сложившиеся приемы органолептического контроля: осмотр прибывающего и отправляемого поезда на ходу, одновременный осмотр вагонов в поезде с двух сторон, получение информации от машиниста локомотива.

Дорожные центры научно-технической информации (ДЦНТИ) выпускают информационные сообщения о передовом опыте осмотрщиков вагонов. Эти сообщения представляют ценный материал для обучения и повышения квалификации осмотрщиков вагонов.

В технических средствах диагностирования, как правило, не используют прямые признаки. До сих пор показания диагностической аппаратуры, даже предназначенной для автоматического выявления неработоспособного состояния вагонов, контролируются визуально, на слух или ощупыванием. Например, показания автоматической аппаратуры для выявления неисправных букс в поездах тепловым методом (по инфракрасному излучению корпуса буксы) по действующей НТД должны проверять осмотрщики вагонов. Другого (не теплового) метода контроля букс не существует. Такая система должна быть изменена. Показания автоматической диагностической аппаратуры вообще не должны проверяться человеком, т.к. такая проверка означает выявление недостатков конструкции или неисправностей аппаратуры.

Екатеринбургским предприятием «Микроакустика» разработан миниатюрный бесконтактный прибор для измерения температуры корпуса буксы. Поэтому целесообразно обеспечить осмотрщиков вагонов такими карманными приборами. В этом случае показание одного прибора будет проверяться другим аналогичным прибором, т.е. неисправность или ложные показания первого прибора с большой вероятностью будут выявлены.

Технические средства диагностирования вагонов в поездах, прибывающих на сортировочную станцию, интенсивно разрабатывались Ураль-

ским отделением ВНИИЖТ в 70-80-х гг. Разработана аппаратура для передачи информации о неисправностях вагонов в прибывающих поездах с поста осмотра вагонов в горловине парка прибытия. В этом случае для осмотрщика, встречающего и осматривающего вагоны на ходу поезда, устанавливался пульт с кнопками, каждая из которых соответствовала одному из видов дефектов вагона. Если осмотрщик замечал признаки неисправного технического состояния вагона, например, уширение кузова полувагона, или слышал звук при движении неисправного вагона, например, удары ползуна о рельс, то он нажимал соответствующую кнопку, и аппаратура передавала оператору ПТО информацию: порядковый номер вагона в составе, вид неисправности с указанием стороны вагона. Однако такая аппаратура распространения не получила.

Для выявления мест утечки воздуха из поездной магистрали был разработан миниатюрный (карманный) прибор, работающий по принципу улавливания и регистрации шума выходящего воздуха. Этот признак используют осмотрщики-автоматчики. Прибор не получил распространения.

Подробные материалы по техническим средствам диагностирования технического состояния вагонов в процессе эксплуатации приведены в главе 9 настоящего пособия.

## **Глава 4. Обеспечение безопасности движения в поездной и маневровой работе**

### **4.1. Проблемы обеспечения безопасности движения в вагонном хозяйстве**

Обеспечение безопасности движения на железнодорожном транспорте является одним из основных резервов в стабилизации и развитии экономики транспорта. Из-за нарушений безопасности движения создается угроза жизни и здоровью людей, наносится значительный материальный ущерб, утрачиваются грузы, выводится из строя дорогостоящая техника. Поэтому состояние безопасности движения является одним из основных качественных показателей работы железных дорог.

В постановлении Правительства Российской Федерации от 08.09.97 г. № 1143 «Об одобрении Концепции государственной транспортной политики Российской Федерации» поставлена задача обеспечить уровень безопасности и экологичности транспорта, соответствующий показателям передовых стран. Задача должна быть решена ужесточением контроля выполнения нормативных требований эксплуатации технических средств; учетом этих требований при их сертификации и лицензировании транспортной деятельности; внедрением системы диагностирования; заменой устаревших транспортных средств более надежными; повышением квалификации и ответственности обслуживающего персонала.

При перечислении требуемых (заданных) функций вагона первой названа функция обеспечения безопасности движения в поездной и маневровой работе. Обеспечение безопасности движения означает такую организацию технического обслуживания и ремонта вагонов, при которой исключаются повреждения подвижного состава и других технических средств железнодорожного транспорта и исключается угроза здоровью или жизни пассажиров и обслуживающего персонала.

С позиций обеспечения безопасности движения, опасными являются последствия не выявленных отказов вагонов: столкновения и сходы подвижного состава или аварийные ситуации, например, при наезде на детали вагонов, упавшие на путь, изломах шеек осей, изломах и разрывах литых деталей тележек и автосцепки и т.д.

В вагонном хозяйстве существует проблема обеспечения безопасности движения в условиях непрерывного увеличения длины гарантийных участков пунктов технического обслуживания вагонов.

Безотказная работа вагонов на гарантийных участках на основании многолетнего опыта может быть обеспечена:

1) путем повышения показателей надежности вагонов (производство новых вагонов, модернизация старых);

2) высоким уровнем восстановления надежности при плановом, неплановом ремонте и техническом обслуживании;

3) применением современной технологии ремонта и технического обслуживания, для выявления дефектов на ранней стадии развития и прогнозирования остаточного технического ресурса;

4) использованием технических средств контроля технического состояния вагонов в пути следования, по прибытии в парки прибытия и на сортировочных станциях при выводке сформированных составов в парк отправления.

Первые два направления используются недостаточно и требуют длительного времени для получения эффекта. Более широкое распространение получили средства и системы контроля технического состояния вагонов в процессе ремонта и при движении в поездах.

В течение последних 12-15 лет многочисленными научно-производственными организациями разработано большое количество видов средств неразрушающего контроля материалов и изделий и автоматизированные системы точных измерений линейных и геометрических параметров деталей и сборочных единиц вагонов. Появились и используются некоторые технические средства диагностирования вагонов, например, виброакустическая система контроля подшипников без демонтажа букс; акустико-эмиссионная система контроля литых несущих деталей вагонов; системы контроля параметров электрооборудования пассажирских вагонов и т.д.

Широкое распространение получили технические средства контроля технического состояния вагонов в поездах.

Разработаны комплексные контрольно-диагностические системы, включающие несколько подсистем, каждая из которых контролирует состояние какой-либо части вагона или конкретные параметры. Использование таких систем связано с необходимостью передачи информации от аппаратуры, принимающей сигналы, до регистраторов, в некоторых случаях, на значительное расстояние, с использованием общих каналов связи.

Разработано оборудование для включения контрольной аппаратуры в систему сигнализации станций в виде индикаторов на выходных светофорах. Получили распространение системы слежения (мониторинга) за техническим состоянием букс вагонов в поездах.

Более подробно технические средства диагностирования вагонов в процессе технического обслуживания вагонов рассмотрены в дисциплине «Техническая диагностика вагонов», а также в главе 9 настоящего пособия.

Аппаратура для контроля технического состояния вагонов в поездах, прибывающих на станцию, устанавливается в горловинах парков прибытия. Информация о техническом состоянии вагонов передается по каналам связи оператору парка прибытия, а при наличии АСУ ПТО используется в этой системе. Разработаны отдельные устройства, не получившие широкого распространения.

Между тем, такие диагностические устройства перспективны и могут быть объединены в комплекс, общий с автоматической аппаратурой, установленной на перегонах.

Существует проблема выявления дефектов, которые в настоящее время невозможно контролировать визуально и для выявления которых в процессе технического обслуживания вагонов не имеется технических решений. К этим дефектам относятся трещины усталостного происхождения или от нагрузок, превышающих расчетные, износы в труднодоступных местах, изменение свойств смазки и буксовых узлах.

Выявление таких дефектов в настоящее время производится в процессе планового ремонта вагонов с разборкой, но даже в таких условиях представляет сложность. Решение связано с определением времени от начала образования дефекта до разрушения или до предельного состояния, представляющего опасность, т.е. от живучести. Вопросы живучести деталей вагонов до сих пор исследованы недостаточно. Условия испытаний, например, литых боковых рам тележки, на испытательных машинах на усталостную прочность не учитывают случайных нагрузок. При испытаниях на соударение вагонов были зарегистрированы нагрузки, превышающие предел текучести стали. В литых деталях вероятны внутренние дефекты отливки типа раковин и рыхлот, являющиеся концентраторами напряжений.

Поэтому при эксплуатации большого количества таких деталей (миллионы) существует вероятность, что трещина в детали образуется и разовьется до предельного состояния в период между плановыми ремонтами вагона, т.е. после очередного контроля средствами НК.

Положение усугубляется тем, что увеличивается средний возраст вагонов и нормативно увеличивается установленный срок службы вагонов и отдельных частей вагона (тележек). Дефектоскопия литых деталей тележек при увеличении срока их службы не гарантирует появления трещин в период между плановыми ремонтами вагона. Особенно выделяется проблема схода вагонов в поездах, так как она связана с техническим состоянием пути и с режимом движения поезда.

Сходы распределяются в основном на два хозяйства: пути и вагонное. По причинам, относящимся к вагонному хозяйству, в течение последних лет за год происходило до 20 случаев схода в поездах, однако в 2001 г. зарегистрировано 37 случаев.

В материалах служебного расследования случаев схода, отнесенных к вагонному хозяйству, приводится множество причин, в основном не соблюдение норм содержания ходовых частей вагона. Отдельные случаи происходят из-за наезда на детали, упавшие с вагона, а также в результате изломов литых деталей тележек, изломов шеек осей и колес.

Особенностью сходов вагонов в поездах является сход порожних вагонов в летнее время. Часто при сходах на месте схода путь имеет допускаемые отступления от норм содержания.

Анализ статистических данных по сходам порожних вагонов показывает, что при расследовании таких сходов следует рассматривать комплекс причин: отступления в содержании пути, износы ходовых частей и узла пятник-подпятник вагона, не контролируемые при техническом обслуживании, а также режим движения поезда в зависимости от продольного профиля пути и правильное построение продольного профиля на уклонах.

Существует проблема износа пятника вагона и подпятника надрессорной балки тележки. Эти износы невозможно контролировать в процессе технического обслуживания, т.к. необходимо поднять вагон и выкатить тележку. Величина износов по высоте и по диаметру имеет большое рассеивание. Предельный износ не регламентирован. При больших износах увеличивается амплитуда боковых колебаний вагонов, особенно с высоким центром тяжести, что увеличивает вероятность схода вагона.

Представляют проблему обрывы автосцепки (корпуса, тягового хомута или клина). Так, например, с 1999 г. за пять лет произошло 310 случаев. Известны единичные случаи схода вагонов из-за наезда на упавший корпус автосцепки. Существенной причиной большого количества обрывов является неограниченный срок службы корпуса автосцепки (срок службы тягового хомута при наличии трещин ограничен – до 20 лет). Эта проблема также должна решаться изменением конструкции автосцепки и использованием новых технологий.

Другая проблема с автосцепным устройством – саморасцепы автосцепки. Количество саморасцепов на дорогах с 1996 г. не уменьшается.

Для выявления неисправностей механизма автосцепки в 80-х гг. разработанная специальная аппаратура, устанавливаемая в парках прибытия. Эта аппаратура не получила широкого распространения.

## **4.2. Классификация нарушений безопасности движения**

Нарушения безопасности движения поездов влекут дисциплинарную, административную или уголовную ответственность, поэтому нормативной документацией железных дорог установлены четкие юридические определения, что считать такими нарушениями, и существует классификация нарушений по их тяжести. Система классификации с 1922 г. (образование СССР) неоднократно менялась, поэтому в настоящее время невозможно сравнивать данные о количестве случаев нарушений безопасности движения и распределении их по видам за различные периоды до 70-х гг. К этому же периоду изменился состав вагонного парка: не стало двухосных вагонов и происходила интенсивная замена старотипных тележек и перевод вагонов на роликовые подшипники.

Нормативно-технической документацией с 80-х гг. до настоящего времени нарушения безопасности движения разделены на четыре вида:

- 1) крушения;

- 2) аварии;
- 3) особые случаи брака;
- 4) случаи брака в работе.

К крушениям поездов относятся столкновения пассажирских или грузовых поездов с другими поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в пассажирских или грузовых поездах на перегонах и станциях, если в результате погибли или получили тяжкие телесные повреждения люди или повреждены локомотивы или вагоны до степени исключения их из инвентаря.

К авариям относятся: столкновения пассажирских поездов с другими поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в пассажирских поездах на перегонах и станциях, не имеющие последствий, указанных для крушений, но в результате которых повреждены локомотивы или вагоны соответственно в объемах ремонта ТР-2 и деповского или более сложных ремонтов; столкновения грузовых поездов с другими грузовыми поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в грузовых поездах на перегонах или станциях двухпутных участков, не имеющие последствий, указанных для крушений поездов, но в результате которых допущено повреждение локомотивов и вагонов в объеме капитального ремонта; столкновения и сходы подвижного состава при маневрах, экипировке и других передвижениях, если в результате погибли или получили тяжкие телесные повреждения люди или повреждены локомотивы или вагоны до степени исключения из инвентаря.

К особым случаям брака по вагонному хозяйству относятся:

- столкновения пассажирских или грузовых поездов с другими поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в пассажирских или грузовых поездах на перегонах и станциях, не имеющие последствий, указанных для крушений и аварий;

- повреждение или отказ вагона: излом оси, осевой шейки или колеса; излом боковины или надрессорной балки тележки вагона; обрыв хребтовой балки подвижного состава; отцепка вагона от пассажирского поезда в пути следования из-за технических неисправностей; отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами.

К случаям брака в работе относятся: отцепка вагона от грузового поезда в пути следования из-за технических неисправностей, саморасцеп автосцепок, обрыв автосцепки, падение на путь деталей подвижного состава; неисправности подвижного состава, в результате которых допущена задержка поезда на перегоне хотя бы по одному из путей или на станции сверх времени, установленного графиком движения, на один час и более; сходы и столкновения подвижного состава при маневрах, экипировке и других перемещениях, не имеющие последствий, относящихся к авариям, но при которых повреждены локомотивы в объеме ТР-1 или вагоны в объеме ТР.

По всем хозяйствам железнодорожного транспорта в классификаторе приведено 30 видов особых случаев брака и случаев брака, из них 9 видов,

относятся к вагонному хозяйству. Классификация случаев нарушения безопасности движения на железнодорожном транспорте сложилась в течение длительного периода времени, в настоящее время удовлетворяет практическим требованиям и позволяет четко учитывать состояние безопасности движения по каждому из хозяйств.

С 1999 г. на дорогах используется автоматизированная система управления безопасностью движения поездов на уровне дорог (АСУ РБ). В автоматизированной базе данных (АБД) этой системы классификатор нарушений безопасности движения содержит 45 наименований видов нарушений безопасности движения (коды от 01 до 45). Классификатор АСУ РБ соответствует действующему классификатору по приказу МПС № 1Ц-95 г. (сейчас центрального аппарата управления ОАО «РЖД»), но в нем приведено разделение некоторых видов брака на подвиды. Например, особый случай брака «излом осевой шейки» дополнен – «в том числе со сходом», или «отцепка вагона от пассажирского поезда» дополнена тремя подвидами «в том числе»: из-за неисправности буксы, привода генератора, тормоза.

В перечне нарушений безопасности движения имеются случаи, когда причиной нарушения стала неисправность технических средств или нарушения правил персоналом одной из нескольких служб. Например, сход вагона в грузовом поезде может произойти из-за неисправности пути, неисправности вагона или из-за нарушения правил ведения поезда машинистом. Проезд запрещающего сигнала или предельного столбика может быть вследствие неисправности тормозов вагонов в составе (например, отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами), или при изменении показания сигнала на входном светофоре, или из-за нарушения машинистом локомотива правил ведения поезда. Поэтому в классификаторе приводится только название случая в терминах, принятых на железнодорожном транспорте.

Специалисты вагонного хозяйства должны знать классификацию нарушений безопасности движения. Причины нарушений приведены ниже в разделе 4.3.

### **4.3. Теоретический анализ причин нарушений безопасности движения**

С позиций теории надежности в большинстве случаев нарушение безопасности движения – это отказ вагона [2] из-за отказа какой-либо детали или сборочной единицы.

Из многолетнего анализа нарушений безопасности движения по вагонному хозяйству следует, что в основном происходят отказы в результате постепенного развития дефекта до предельного состояния, после чего происходит разрушение детали или сход вагона. Время развития дефекта до предельного состояния (до отказа) представляет время живучести детали или сборочной единицы.

По принципу использования этого свойства применяется дискретная система контроля технического состояния вагона, т.е. через некоторые промежутки времени или некоторую наработку (пробег в километрах). Поэтому очень важно обосновать периодичность такого контроля, т.е. расстояние между пунктами контроля, и требования к методам контроля.

По этому же принципу сформирована система планового ремонта вагона. Конструкция вагона в заданных условиях эксплуатации должна обеспечить безотказность элементов вагона, т.е. работоспособное состояние (ГОСТ 27.002) вагона на следующий межремонтный период.

Выявление деталей и сборочных единиц вагона с предельным состоянием или их отказов в период между плановыми ремонтами указывает на несовершенство конструкции и на несовершенство методов восстановления показателей надежности в процессе планового ремонта. Поэтому система технического обслуживания в существующих условиях предназначена не только для выполнения регламентированных работ по техническому обслуживанию, но и для выявления предельного состояния деталей и отказов элементов вагона.

Появление отказов вагонов в пути следования – нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе – указывает на несовершенство всей сложной системы: вагон (система) – система его ремонта и технического обслуживания. Поэтому в современных условиях и в ближайшей перспективе имеется необходимость использовать устройства для контроля технического состояния вагонов на уровне технического обслуживания в поездах, представляющие последнюю ступень в системе обеспечения безопасности движения по вагонному хозяйству. Их назначение – своевременное выявление предельного состояния, повреждений [2] и отказов элементов вагонов с целью недопущения последствий: разрушения дефектной детали, схода или повреждения вагона и других технических средств железнодорожного транспорта.

Результаты анализа нарушений безопасности движения по вагонному хозяйству за длительный период (с 1988 по 2003 г.) показывают, что количество крушений за этот период по причинам распределилось следующим образом (в процентах к общему количеству)

- излом литых деталей тележек – 25,5;
- излом шеек осей – 24;
- излом колес – 18,5;
- неисправности (износ) узла пятник–подпятник – 8;
- падение деталей вагона – 8;
- прочие причины – 18.

Из перечисленных причин крушений изломы литых деталей тележек, изломы колес и неисправности узла пятник-подпятник, составляющие 52% случаев, относятся к числу трудно выявляемых при осмотре осмотрщиками вагонов. Для выявления их при техническом обслуживании нет технических средств. Характерно также, что в результате этих отказов часто бывают тя-

желые последствия. Так, количество изломов литых деталей тележек без последствий, квалифицируемое как особые случаи брака, составляет около 78% от общего количества случаев изломов (22% приводит к крушениям). Из общего количества изломов колес около 8-9 % приводят к крушениям.

Иначе положение с изломами шеек осей. Причиной излома является в основном перегрев буксового узла. За период 1988-2003 гг. на дорогах зарегистрировано более 23000 случаев отцепки вагонов из-за грения букс, квалифицируемых как брак в работе. Из этого количества случаи изломов шейки оси составляют около 2%, а изломы шеек с тяжелыми последствиями – крушения – 0,1%. Это объясняется использованием аппаратуры теплового контроля букс на сети дорог (количество установок свыше 3000).

Многолетний анализ причин грения букс показывает, что основное количество случаев связано с полной и промежуточной ревизией букс в процессе планового ремонта вагонов.

В определении основных факторов, влияющих на безопасность движения по вагонному хозяйству, как это следует из приведенного анализа, значительный интерес представляют причины перегрева (грения) букс. Статистические данные по материалам служебного расследования случаев отцепки по нагреву противоречивы. В разные годы указывается разное распределение по причинам. Это связано со сложностью определения действительных причин в случаях, когда буксовый узел в результате нагрева получил повреждения, а также с особенностями массового использования аппаратуры теплового контроля букс в поездах. Аппаратура настраивается на сравнительно низкую температуру нагрева букс с целью выявления нагрева в ранней стадии. Поэтому появляется много ложных показаний. Принципиальным недостатком аппаратуры является то, что правильность ее показаний должен проверить человек: осмотрщик вагонов или помощник машиниста локомотива (на пунктах, где нет осмотрщиков). Проверка визуальная, в отдельных случаях снимается смотровая крышка. При этом без каких-либо приборов субъективно решается вопрос, может ли вагон следовать дальше или его нужно отцепить из-за грения буксы. В некоторых случаях осмотрщики, не желая брать на себя ответственность, предпочитают отцепить вагон в ремонт.

Отказы букс происходят в основном под полувагонами, хопперами и цистернами – 63% (от общего количества) соответственно 41%; 12% и 10%. В 26% случаев определить причину не представлялось возможным.

Основное количество отказов букс происходит с января по май (60%), в том числе – из-за неудовлетворительного состояния смазки примерно 30-35%, из-за неисправностей подшипников – от 7 до 20%, из-за неисправностей торцевого крепления подшипников – от 20 до 40%. Большое рассеивание количества случаев, связанных с разными причинами, можно объяснить субъективностью оценки при служебном расследовании, большей частью до демонтажа повреждаемого узла и недостаточным опытом специалистов вагонных депо, производящих расследование.

В указанном выше анализе приведено распределение отцепленных вагонов по сроку эксплуатации после формирования или полного освидетельствования колесных пар:

- от одного года – около 35%;
- от одного до двух лет – 26%;
- от двух до трех лет – 14%.

Такое распределение указывает, что основными причинами отказов служат недостатки монтажа при полной ревизии букс в депо и на вагоноремонтных заводах.

Этот вывод подтверждается также тем, что по результатам служебного расследования отказов буксового узла более половины случаев относят на учет вагонных депо или вагоноремонтных заводов. Так, в 2002 г. Свердловской дороге на учет передано с других дорог 60% от общего количества учтенных дорогой случаев нарушений безопасности движения из-за отказов буксового узла.

Дальнейший анализ показывает, что основными причинами отказов буксового узла являются несоблюдение технологии монтажа букс и технологии промежуточной ревизии букс, а также несовершенство технологических процессов и недостатки конструкции торцевого крепления подшипников. Так, из 41% отказов букс из-за неисправности торцевого крепления подшипников 35,6% произошли на осях РУ1 (крепление гайкой); 4,4% - на осях РУ1Ш (крепление шайбой). Технология крепления подшипников торцевой гайкой включает ручные операции с субъективным контролем их параметров и требует большого опыта и высокой квалификации персонала.

Несовершенна технология установки внутренних колец подшипников способом горячей посадки.

Допускаются ошибки в процессе измерения диаметра посадочной поверхности внутренних колец и шеек осей ручными инструментами, ошибки в измерении радиальных и осевых зазоров подшипников щупами, измерения роликов вручную при сортировке.

Кроме перечисленных в начале раздела 2 случаев излома ответственных деталей, в числе особых случаев брака в большом количестве происходят сходы вагонов в поездах. В период 1998-2003 гг. среднегодовое количество составило 19 случаев (в 1998 г. – 11, в 2001 г. – 37). В анализе приводится большое количество причин схода вагонов по вагонному хозяйству:

- отступления от допускаемых размеров по разности баз боковых рам тележек;
- неисправности фрикционного узла рессорного подвешивания, в т.ч. сверхнормативное завышение фрикционных клиньев относительно наддрессорной балки;
- несоответствие зазоров между скользунами установленным нормам;
- излом боковой рамы тележки;
- неисправность узла пятник-подпятник;
- излом шейки оси;

- излом колеса;
- падение на путь корпуса автосцепки;
- падение створки двери вагона;
- остроконечный накат на гребне колеса;
- падение тормозной колодки;
- дефекты на поверхности катания колес (ползуны, навар металла, неравномерный прокат);
- падение тяги разгрузочного люка минераловоза;
- падение плиты фитингового упора платформы;
- открытие люка хоппер-дозатора и удар его о контррельс;
- перекос кузова вагона.

Почти все из перечисленных причин связаны с различными дефектами или отступлениями от норм и могли быть выявлены в процессе технического обслуживания вагонов.

С целью своевременного выявления схода вагонов на подходах к станциям (до входного светофора) получили массовое распространение устройства контроля схода подвижного состава (УКСПС).

Для оценки причин схода порожних вагонов в 2002 г. были введены посты выявления порожних грузовых вагонов с увеличенной амплитудой колебаний кузова по типу боковой качки с перевалкой на плите подпятника тележки. Разработана методика выявления таких вагонов.

Существенное значение в обеспечении безопасности движения имеет автосцепное оборудование. Допускается большое количество обрывов автосцепки (корпуса автосцепки, тягового хомута, клина) и саморасцепов автосцепки. С 1998 по 2004 г. произошло 310 обрывов и 460 саморасцепов, квалифицируемых как брак в поездной работе. Известны случаи схода вагонов из-за наезда на выпавшую автосцепку.

Причиной обрыва являются трещины и износ деталей. В условиях ударных нагрузок есть вероятность образования и развития трещин в период между плановыми ремонтами вагонов. Выявление трещин при техническом обслуживании вагонов производится осмотрщиками вагонов визуально, затруднено из-за недоступности отдельных элементов для осмотра.

Саморасцепы автосцепки происходят вследствие большого количества причин. Основная причина – неисправность деталей механизма, предназначенных для предохранения от саморасцепа (износ, деформации, изломы).

Для контроля механизма при техническом обслуживании вагонов используется метод ручной проверки с помощью ломика, который при правильном исполнении дает хорошие результаты. Автоматический прибор проверки предохранителя от саморасцепа, разработанный в 80-х гг., обеспечивает недостаточно высокую достоверность и не получил распространения.

Опасным нарушением безопасности движения является отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами – особый случай брака. В этом случае имеет место так называемый человеческий фактор, т.е. прямое невыполнение служебных обязанностей. Перекрытые концевые краны должны

выявляться при сокращенном опробовании тормозов, т.е. в допущенном нарушении правил участвуют два человека.

Оценка состояния безопасности движения в поездной и маневровой работе по отдельным хозяйствам железнодорожного транспорта в целом на дорогах, а также по отдельным предприятиям каждого хозяйства производится преимущественно сравнением количества случаев нарушения безопасности движения за истекший и предыдущие периоды (месяцы, кварталы, годы).

Анализ безопасности движения по вагонному хозяйству выполняется также в относительных единицах: количество случаев, приходящееся на единицу наработки – пробега вагонов в миллиардах вагоно-километров.

Недостатком такого способа является невозможность сравнительной оценки значимости отдельных видов нарушений в целом по хозяйству, по отдельным дорогам и предприятиям для принятия управленческих решений.

Следует учитывать особенности эксплуатации грузовых вагонов:

- 1) вагоны курсируют по дорогам и не закреплены за конкретными депо;
- 2) ГВЦ РЖД осуществляет понумерной учет выполненного пробега вагонов (груженный, порожний и общий);
- 3) ГВЦ РЖД осуществляет понумерной учет планового и текущего ремонта вагонов;
- 4) причины нарушений безопасности движения во многих случаях связаны с нарушением требований при выпуске вагонов из планового или текущего ремонта и не могут быть выявлены в процессе технического обслуживания.

В соответствии с анализом причин нарушения безопасности движения по вагонному хозяйству эти причины разделены на группы:

- 1) отказы вагонов (технические причины);
- 2) невыполнение или нарушения персоналом правил технической эксплуатации вагонов или ошибки в действиях персонала, то, что принято называть «человеческий фактор»;
- 3) сбои работы, отказы диагностического автоматического оборудования контроля подвижного состава на ходу поезда;
- 4) несовершенство технологии ремонта и технического обслуживания вагонов – отсутствие методов технического контроля при ремонте, гарантирующих безотказную работу вагона в межремонтный период и методов выявления отказов, связанных с наработкой вагона в этот период (например, усталостных, износных).

Для сравнительной численной оценки состояния безопасности движения на гарантийных участках и участках обслуживания в границах депо в целом, а также по отдельным видам нарушений используется единичный показатель: средняя наработка вагона на отказ:

$$l(t) = \frac{L(t)}{M[r(t)]}, \quad (4.1)$$

где  $L(t)$  – общая наработка вагонов в вагоно-километрах за период  $t$ ;

$r(t)$  – число случаев за период  $t$ ;

$M[r(t)]$  – математическое ожидание числа отказов за период  $t$ .

По аналогичному показателю следует оценивать обеспечение безопасности движения ремонтными депо или ремонтными подразделениями депо по нарушениям, переданным с участков обслуживания дороги или с других дорог на учет депо, в случаях установления вины депо по результатам служебного расследования.

В этом случае наработка на отказ составит

$$l_i(t) = \frac{\sum_{j=1}^m l_{ij}}{M[r(t)]}, \quad (4.2)$$

где  $m$  – количество переданных случаев  $i$  – го вида;

$l_{ij}$  – пробег  $j$  – го вагона от окончания планового ремонта до случая нарушения безопасности  $i$  – го вида.

Для сравнительной оценки количества нарушений безопасности движения из-за отказов и повреждений основных узлов вагона и некоторых несущих элементов, с целью выбора приоритетных направлений совершенствования конструкции вагонов или их модернизации, совершенствования технологии ремонта и технического обслуживания разработана специальная методика.

Рекомендуется использовать комплексный расчетный показатель для численной оценки риска (значимости) конкретных нарушений безопасности движения по  $i$  – му узлу вагона (букса, колесная пара, тележка и т.д.) за период  $t$

$$A_i(t) = p_i(t)P_i(T), \quad (4.3)$$

где  $p_i(t)$  – частота (вероятность) нарушений безопасности по отказам  $i$  – го узла вагона за период  $t$  (в отношении к общему количеству отказов всех видов за этот период)  $t = 1$  год;

$P_i(T)$  – базовый показатель – частота (вероятность) опасных видов нарушений по  $i$  – му узлу – крушений и аварий в течение продолжительного периода  $T = 5 \div 10$  лет, в отношении к

общему количеству нарушения безопасности движения  $i$  – го вида.

Величина  $A_i$  представляет численную оценку риска (вероятность) крушения или аварии из-за отказов  $i$  – го вида за период  $t$ .

Величины  $p_i(t)$  и  $P_i(T)$  определяются из выражений:

$$p_i(t) = \frac{n_i(t)}{\sum_{i=1}^s n_i(t)}, \quad (4.4)$$

где  $n_i(t)$  – количество нарушений безопасности движения из-за отказов  $i$  – го узла вагона за период  $t$ ;

$s$  – количество учтенных видов нарушений безопасности движения (по принятой классификации)

$$P_i(T) = \frac{N_i(T)}{n_i(T)}, \quad (4.5)$$

где  $N_i(T)$  – количество крушений и аварий из-за отказов  $i$  – го узла вагона за длительный период  $T$  (10 лет);

$n_i(T)$  – количество нарушений безопасности движения из-за отказов  $i$  – го узла вагона за длительный период  $T$ .

Для оценки общего уровня состояния безопасности движения по узлам и деталям вагона величины  $A_i$  следует просуммировать.

В случае, если из анализа статистических данных  $n_i(t) = 0$ , то для расчета принимается  $n_i(t) = 1$ , если  $\sum n_i$  достаточно велика.

В случае, если из анализа статистических данных  $N_i(T) = 0$ , но есть информация о возможности единичных случаев, то для расчета принимается  $N_i(T) = 1$ .

По численным значениям показателей  $A_i$  может быть выполнено ранжирование нарушений безопасности движения из-за отказов отдельных узлов вагона для выбора приоритетных направлений разработки мероприятий.

С целью ранжирования опасности отдельных видов отказов вагонов на перспективу произведена численная оценка опасности (риска) нарушений безопасности с тяжелыми последствиями по статистическим данным учета с 1993 по 2002 г.:

- 1) излом шейки оси из-за перегрева буксы, отцепка вагонов в пути следования из-за неисправностей (грения букс);
- 2) изломы колес;

3) изломы боковой рамы (боковины) или надрессорной балки тележки (модели 18-100).

Расчетные данные составляют:

– для изломов шейки оси и отцепки вагонов из-за неисправностей букс в 2002 г.

$$p_{\delta} = 0,57; P_{\delta} = 4,2 \cdot 10^{-4}; A_{\delta} = 24,3 \cdot 10^{-5};$$

– для изломов колес

$$p_{\kappa} = 0,555 \cdot 10^{-3}; P_{\kappa} = 0,154 \cdot 10^{-2}; A_{\kappa} = 9,1 \cdot 10^{-5};$$

– для изломов боковой рамы и надрессорной балки тележки

$$p_{\Gamma} = 0,554 \cdot 10^{-3}; P_{\Gamma} = 0,213; A_{\Gamma} = 11,8 \cdot 10^{-5};$$

По расчету для случаев обрыва автосцепки (брак в работе)  $p_a = 2,9 \cdot 10^{-3}$ ;  $P_a = 0,79 \cdot 10^{-3}$ ;  $A_a = 2,4 \cdot 10^{-5}$ ; для случаев падения деталей (брак в работе)  $p_n = 0,94 \cdot 10^{-2}$ ;  $P_n = 0,46 \cdot 10^{-2}$ ;  $A_n = 4,23 \cdot 10^{-5}$ ; для случаев отправления поезда с перекрытыми концевыми кранами (особый случай брака)  $p_o = 0,56 \cdot 10^{-3}$ ;  $P_o = 0,525$ ;  $A_o = 2,9 \cdot 10^{-5}$ ;

Наиболее опасными являются (по рангу):

- 1 – отказы буксового узла;
- 2 – случаи излома литых деталей тележек;
- 3 – изломы колес;
- 4 – падение деталей вагонов.

Для расчета риска случаев сходов вагонов в поездах предлагаемая методика не применена, вследствие множества причин. Выше приведены 16 причин, указываемых в статистических данных, в том числе учтенные при ранжировании отказов: излом шейки оси, излом колеса, излом боковой рамы тележки, падение деталей вагона на путь. Некоторые нарушения безопасности движения: изломы деталей, излом шейки оси, излом боковых рам и надрессорных балок тележек, излом колес, большие ползуны на колесах могут происходить без схода подвижного состава. В учетных данных ревизорского аппарата перечисленные случаи выделяются (указывают общее количество случаев, в том числе со сходом).

Количество сходов достаточно велико, вероятность тяжелых последствий при сходе достаточно большая. Недостаточно изучены причины схода порожних вагонов (зависимость вероятности схода от сочетания допускаемых отступлений в содержании пути и неконтролируемых при техническом обслуживании износов элементов вагона).

Приведенные выше расчеты показывают, что приоритетным направлением обеспечения безопасности движения по вагонному хозяйству остается буксовый узел. Несмотря на массовое использование аппаратуры теплового

контроля букс изломы шеек осей из-за перегрева букс имеют место. Количество браков из-за неисправностей букс в пути следования составляет около 60% от общего количества нарушений безопасности движения по вагонному хозяйству.

#### **4.4. Система обеспечения безопасности движения**

Правилами технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ) [14] регламентированы основные обязанности работников железнодорожного транспорта: удовлетворение потребностей в перевозках пассажиров, грузов, грузо-багажа и багажа при безусловном обеспечении безопасности движения, соблюдение требований охраны окружающей природной среды.

Железнодорожный транспорт представляет повышенную опасность для людей и среды обитания, поэтому в процессе организации всей перевозочной работы предусматриваются мероприятия по обеспечению безопасности движения и недопущению экологических катастроф. Предусмотрена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность за последствия нарушений безопасности движения. В практике работы железнодорожного транспорта известны тяжелые последствия нарушений безопасности движения: гибель людей, большие убытки из-за утери груза и разрушения технических средств транспорта, загрязнения окружающей среды. Например, на станции Каменская Северо-Кавказкой железной дороги в 1981 г. произошло столкновение грузового поезда, отправленного со ст. Лихая с перекрытыми концевыми кранами, с пассажирским поездом. В результате погибло более ста человек.

В 1965 г. на перегоны возле станции Шумиха Южно-Уральской железной дороги произошел излом шейки оси вагона в грузовом поезде, сход 21 вагона и столкновение встречного поезда, следовавшего по нечетному пути, с сошедшими вагонами. В результате схода и столкновения из трех цистерн, находившихся в составе поезда, груженных фтористым водородом – чрезвычайно ядовитым веществом, вылилась эта жидкость и стала испаряться. В результате двухпутный перегон грузонапряженного участка был закрыт почти на трое суток. После восстановления движения около месяца развозили скопившиеся вагоны на станциях Южно-Уральской, Западно-Сибирской и Свердловской железных дорог, что принесло колоссальные убытки.

На железных дорогах исторически сложилась система обеспечения безопасности движения в поездной и маневровой работе и контроля управляющих структур за обеспечением безопасности движения и экологии. В период перехода к рыночной экономике вопрос о безопасности движения рассматривался Правительством РФ, и в 1992 г. было принято постановление Правительства № 933 «О повышении безопасности движения на железнодорожном транспорте России». Важнейшим мероприятием по улучшению

безопасности движения стало введение ведомственных стандартов сертификации технических средств железнодорожного транспорта (ССЖДТ) с 1999 г.

Непосредственно в ремонтных подразделениях вагонных депо контроль за обеспечением безопасности движения является частью технического контроля за выпускаемой продукцией: отремонтированных вагонов и вагонов, которым произведено техническое обслуживание. В процессе технического контроля проверяются выборочно отдельные технологические операции, правильность которых не может быть проверена при приемке готовой продукции.

Общие принципы технического контроля ремонта вагонов:

- мастер принимает отремонтированные вагоны и их части от исполнителей( выборочно или полностью);
- заместитель начальника депо принимает отремонтированные вагоны от мастера (выборочно);
- инспектор-приемщик вагонов выборочно принимает вагоны от заместителя начальника депо (начальника депо).

В перспективе предполагается замена приемщиков вагонов на отделы технического контроля.

Мастера, инженеры-технологи, руководители депо и приемщики вагонов периодически и выборочно проверяют выполнение отдельных технологических операций, от которых зависит качество продукции.

На каждый технологический процесс должна быть разработана техническая документация в соответствии с типовыми технологическими процессами и другой нормативной документацией. Исполнители должны быть обучены и испытаны в знании технической документации. Выписки из технологических процессов должны быть вывешены на рабочих местах.

В процессе технического обслуживания вагонов в тех случаях, когда имеются осмотрщики вагонов и слесари, осмотрщики контролируют выполнение работ слесарями. В случае использования осмотрщиков-ремонтников такого контроля нет.

Старшие осмотрщики вагонов, сменные мастера пунктов технического обслуживания вагонов (ПТО), начальники ПТО, инструкторы ПТО контролируют работу осмотрщиков-ремонтников, осмотрщиков и слесарей периодически, выборочно.

За движением вагонов в поездах следят дежурные инженеры вагонного отдела по графику движения поездов. В случаях нарушения безопасности движения они могут давать указания линейным работникам вагонного хозяйства – сообщают руководителям вагонного отдела и вагонного депо.

При использовании автоматизированной системы контроля подвижного состава (АСКПС) дежурный по центральному посту по линии связи с контрольными постами или через поездного диспетчера передает указания о необходимости остановки поездов и осмотра вагонов, показанных автоматической аппаратурой как неисправные.

В процессе ремонта вагонов и их технического обслуживания некоторые процессы документально регистрируют, например, автоматически записывается диаграмма запрессовки колес на оси или процесс полного опробования тормозов аппаратурой. В некоторых случаях о выполнении операций ремонта и технического контроля делается запись в специальных журналах, с указанием параметров объекта и результатов контроля, например, в процессе дефектоскопирования деталей.

Во многих случаях параметры технологических операций не регистрируются, например, параметры сварочных и наплавочных работ, параметры операций по сборке узлов крепления подшипников в буксе.

В последнем случае нарушения технологии работ проходят незамеченными и при служебном расследовании нарушений безопасности движения сложно установить и обосновать причину нарушений.

Ряд нарушений безопасности движения связан с комплексом причин технического состояния вагона, пути и режима движения поезда, например, сходы порожних вагонов. Для таких случаев не сложилась методика определения значимости причин каждого хозяйства и некоторые нормы содержания вагонов, пути и режимов движения поездов устарели.

Существует проблема контролепригодности вагонов, т.е. приспособленности вагонов для контроля технического состояния. Например, крайне сложно контролировать в процессе ТОВ состояние тягового хомута, поглощающего аппарата, боковых рам тележек.

Существует проблема ремонтнопригодности вагонов и пригодности их к эксплуатации и обслуживанию. Например, разъединение и соединение соединительных тормозных рукавов, перекрытие и открытие концевых кранов производится вручную, в крайне неудобном месте. Это одна из причин особых случаев брака – отправления вагонов в поезде с перекрытыми концевыми кранами.

В вагонных депо имеется штат инструкторов на пунктах технического обслуживания вагонов и инженеры по безопасности движения, в обязанности которых входит контроль за состоянием безопасности движения, по вагонному хозяйству.

На железнодорожном транспорте исторически сложился аппарат ревизоров по безопасности движения, не подчиняющийся руководству контролируемых подразделений: линейных предприятий, служб и департаментов. Этот аппарат объединяется Департаментом безопасности движения и экологии. В его задачи входит также сертификация технических средств транспорта.

На уровне дорог имеются дорожные ревизоры по безопасности движения, на уровне отделений дорог – участковые ревизоры. В ревизорский аппарат на всех уровнях входят помощники ревизора по хозяйствам: перевозок пути, локомотивному, вагонному, сигнализации и связи (рис. 4.1).

Ревизоры по безопасности движения постоянно контролируют работу линейных предприятий. В вагонных депо имеются книги ревизорских указа-

ний, в которые ревизоры записывают замечания по обеспечению безопасности движения поездов в адрес руководства вагонных депо.

Периодически проводятся ревизии вагонных депо или их производственных участков и пунктов технического обслуживания с участием работников вагонных отделов отделений дорог. По результатам ревизий составляются акты с предложениями по ликвидации выявленных нарушений технологии ремонта и технического обслуживания вагонов.

Для контроля обеспечения безопасности движения в вагонном хозяйстве имеются специалисты на уровнях:

а) линейных подразделений – вагонных депо – инженер по безопасности движения;

б) на уровне отделений дороги – инженер вагонного отдела отделения дороги;

в) на уровне дороги – ревизор службы вагонного хозяйства.

Перечисленные специалисты готовят и контролируют комплекс мероприятий по обеспечению безопасности движения по подразделениям хозяйства и оформляют материалы служебного расследования случаев нарушений безопасности движения.

Служебное расследование столкновений и сходов пассажирских поездов производится под руководством начальника дороги. Другие случаи крушений аварий и особых случаев брака расследуют комиссии под руководством заместителя начальника дороги, начальника отделения дороги и заместителя начальника отделения дороги.

Случаи брака в работе расследуют под руководством начальника депо.

В комиссии по расследованию участвуют ревизоры по безопасности движения.

По результатам расследования крушений или аварий начальником отделения дороги и главным ревизором отделения дороги составляется акт формы РБУ-1, который утверждает начальник дороги. По результатам расследования брака составляется акт формы РБУ-3.

Порядок служебного расследования случаев нарушения безопасности движения и разбор случаев нарушений безопасности движения регламентированы специальной инструкцией.

Оценка состояния безопасности движения в поездной и маневровой работе по отдельным хозяйствам железнодорожного транспорта, по дорогам и по отдельным предприятиям производится преимущественно сравнением количества нарушений безопасности движения за истекший и предыдущие периоды.

Анализ безопасности движения по вагонному хозяйству выполняется в относительных единицах: количество случаев, приходящееся на пробег вагонов в вагоно-километрах.

Недостатком такого способа является невозможность сравнительной оценки значимости отдельных видов нарушений в целом по хозяйству, по отдельным дорогам и предприятиям для принятия управленческих решений.

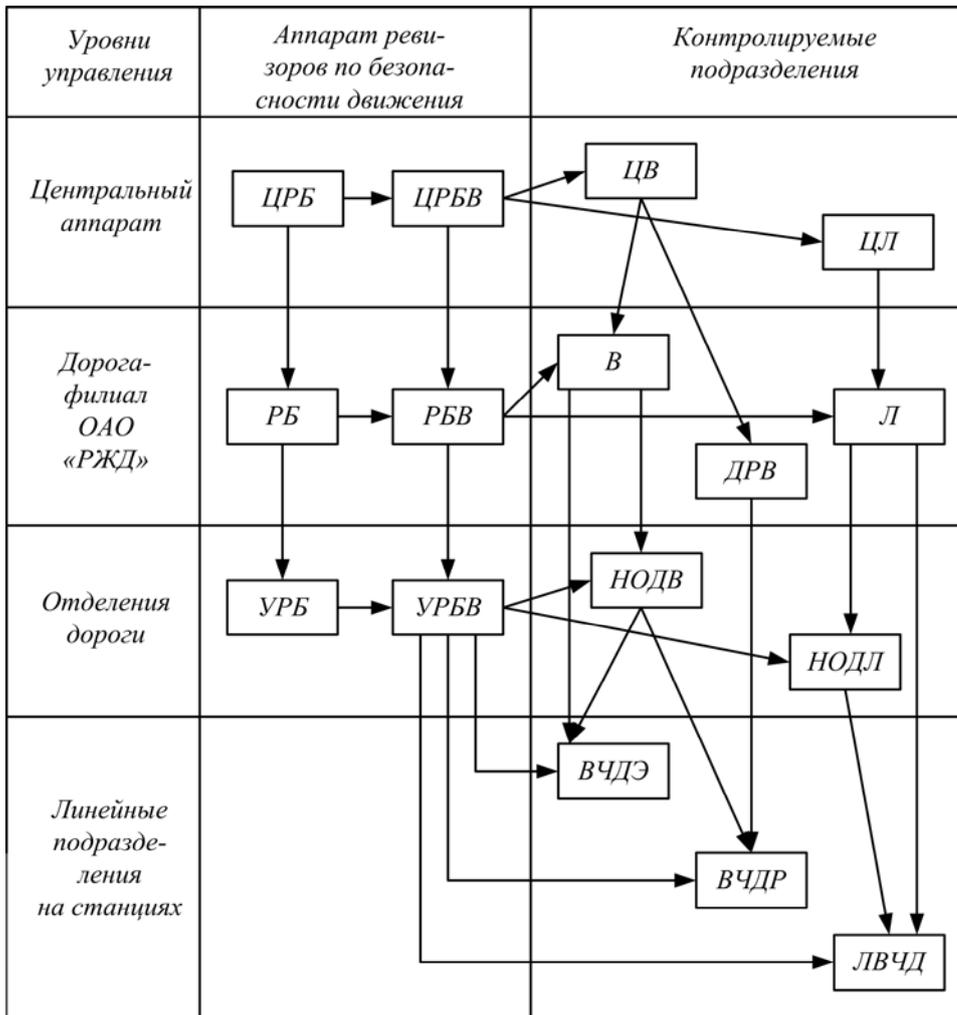


Рис. 4.1. Схема контроля безопасности движения поездов в вагонном хозяйстве

Обозначения: ЦРБ – начальник Департамента обеспечения безопасности движения ; ЦРБВ – ревизор по вагонному хозяйству; РБ – главный дорожный ревизор – заместитель начальника дороги; РБВ – помощник дорожного ревизора по вагонному хозяйству; УРБ – участковый ревизор – заместитель начальника отделения дороги; УРБВ – помощник участкового ревизора по вагонному хозяйству; ЦВ – Департамент вагонного хозяйства; ЦЛ – Департамент пассажирских перевозок; В – служба вагонного хозяйства; ДРВ – дирекция по ремонту грузовых вагонов; Л – служба пассажирских перевозок; НОДВ – вагонный отдел отделения дороги; НОДЛ – пассажирский отдел отделения дороги; ВЧДЭ – депо по эксплуатации грузовых вагонов; ВЧДР – депо по ремонту грузовых вагонов; ЛВЧД – депо по ремонту пассажирских вагонов

Анализ случаев нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе железнодорожного транспорта показывает, что основными причинами аварийности являются:

- нарушения нормативно-технической документации (НТД) по ремонту и техническому обслуживанию вагонов;
- несовершенство способов контроля и оценки технического состояния вагонов.

Обеспечение безопасности движения по вагонному хозяйству осуществляется системой специальных мероприятий, включающих:

- оснащение подразделений депо, выполняющих техническое обслуживание вагонов техническими средствами диагностики вагонов, механизации работ, связи, освещения парков станции и т.д.;
- обучение персонала, занятого ТОВ, использование передовой технологии, инструктаж на рабочих местах;
- контроль за соблюдением должностных инструкций и технологического процесса путем контрольного осмотра и сопровождения поездов, внезапных ночных проверок, ревизий работы эксплуатационных подразделений, смен и т.д.
- служебное расследование случаев брака в работе, аварий и крушений поездов с выводами о причинах и разработкой мер по их устранению.

С целью уменьшения нарушений безопасности движения, связанных с нарушениями НТД, руководителям служб вагонного хозяйства дорог, вагонных отделов отделений дорог, вагонных депо следует активно осуществлять подготовку кадров:

- подбор;
- обучение и повышение квалификации;
- соблюдение исполнительской дисциплины;
- обеспечение нормальных условий труда и отдыха.

Ежегодно руководством вагонных отделов отделений с участием инструкторов, инженеров и руководителей депо производится проверка знаний правил технической эксплуатации железных дорог, инструкции по сигнализации и должностных инструкций всеми работниками депо, связанными с движением поездов.

Руководящий персонал сдает экзамены в дорожной или отделенческой комиссии.

На основании постановления расширенной коллегии МПС в 2002 г. разработана концепция построения и технические решения для построения многоуровневой системы управления и контроля безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Основные положения концепции распространяются на бортовые системы обеспечения безопасности, устройства железнодорожной автоматики, средства связи и радиосвязи. Концепция определяет общие требования к вновь создаваемым системам автоматики, телемеханики и обеспечения безопасности движения поездов, технические и технологические аспекты органи-

зации перевозочного процесса, методы предотвращения нарушения условий безопасности пропуска поездов.

Оборудованию многоуровневой системой подлежат участки с интенсивным движением, движением средней интенсивности и малодеятельные. Набор технических средств для создания максимального эффекта от применения многоуровневой системы определяется исходя из фактического оснащения конкретной железнодорожной линии средствами СЦБ и связи, а локомотивный парк приборами безопасности. Протяженность полигонов, подлежащих оборудованию многоуровневой системой, определяется из необходимости непрерывности действия системы в пределах участка с замкнутым технологическим циклом.

Цель разработки многоуровневой системы (МС) – объединение технических возможностей вновь созданных в последнее время устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), управления и контроля движения поездов, использование спутниковой навигации, радиоканала для связи стационарных и подвижных объектов.

Появление на железных дорогах микропроцессорных устройств интегрального регулирования, электрической и диспетчерской централизации, передача управляющих команд в цифровом виде создали условия для разработки интегрированных систем управления и обеспечения безопасности движения.

В вагонном хозяйстве используют две системы управления и обеспечения безопасности движения на первом (нижнем уровне): автоматизированную систему управления ПТО (АСУ ПТО) и автоматизированную систему контроля подвижного состава (АСКПС), точнее, централизованную систему слежения за техническим состоянием подвижного состава в пути следования на базе технических средств диагностики ДИСК, ДИСК-2, КТСМ. ПТО вагонов включены в автоматизированную систему ДИСПАРК, контролирующую выполненный пробег грузовых вагонов и учитывающую плановый и текущий ремонт вагонов через главный вычислительный центр (ГВЦ) железных дорог и дорожные вычислительные центры (ДВЦ).

В перспективе предполагается создание автоматизированной системы управления вагонным хозяйством (АСУВ) с включением ее в АСУМС.

При разработке системы управления и контроля безопасности движения по вагонному хозяйству необходимо учитывать, что более 80% случаев нарушения безопасности движения по вагонному хозяйству связаны с отказами вагонов. Причинами отказов являются:

- конструктивные недостатки вагонов (недостаточно высокие показатели безопасности и контролепригодности);
- недостаточно современная система планового (профилактического) ремонта, не обеспечивающая высокие показатели безотказности вагонов на межремонтный период.

Ранее выполнявшиеся исследования ВНИИЖТ и зарубежный опыт показывают, что экономически целесообразнее использовать вагоны с высоки-

ми показателями надежности, чем содержать дорогостоящую систему выявления повреждений и отказов вагонов в период эксплуатации между ремонтами.

Поэтому при разработке многоуровневой (комплексной) системы управления и контроля безопасности движения по вагонному хозяйству необходимо систематически совершенствовать конструкцию вагонов с целью улучшения показателей надежности и контролепригодности и совершенствовать технологию профилактического и восстановительного ремонта с целью обеспечения уровня безотказности в межремонтный период.

#### **4.5. Организация ликвидации последствий нарушения безопасности движения, аварийных и нестандартных ситуаций**

В результате некоторых нарушений безопасности движения: столкновений и сходов подвижного состава, развала груза, прохождения по участку пути вагона с большими ползунами на колесах – повреждаются технические средства транспорта, путь и искусственные сооружения, подвижной состав, устройства электроснабжения, системы сигнализации, централизации, блокировки, связи и т.д. При этом возможно возгорание груза, вытекание или рассыпание опасных грузов.

Для ликвидации перечисленных последствий используют восстановительные и пожарные поезда, находящиеся в постоянной готовности. Места дислокации этих поездов предусмотрены на крупных узловых сортировочных станциях. На отделении дороги может быть от одного до трех восстановительных и столько же пожарных поездов.

Восстановительные поезда обеспечены специальной техникой: 75-100, тонными подъемными кранами, бронированными тягачами, домкратами, газорезательным оборудованием для разбора завалов, очистки пути, восстановления пути.

Восстановительные работы регламентированы специальной инструкцией по организации восстановительных работ при ликвидации крушений, аварий и сходов подвижного состава на железных дорогах.

В процессе эксплуатационной работы возможны аварийные и нестандартные ситуации, перечень которых приведен в специальном регламенте действий работников, связанных с движением поездов.

В регламенте и другой нормативно-технической документации перечислены следующие виды таких ситуаций.

1. Осложнение эксплуатационной обстановки нарушением графика движения поездов.

2. Пропуск пассажирского поезда по участку, не предусмотренного расписанием движения.

3. Поезд, следующий на станцию, в том числе с перегона, имеющего затяжной спуск, потерял управление тормозами.

4. Уход вагонов со станции на перегон.

5. Вынужденная остановка поезда на перегоне из-за самопроизвольного срабатывания тормозов, в том числе на затяжных подъемах с угрозой ухода подвижного состава в сторону станции отправления.

6. Сход вагонов на перегоне с выходом за габарит.

7. Внезапное повреждение контактной сети и других устройств электроснабжения.

8. Обнаружение неисправности пути («толчка»)

9. Пропуск поездов по перегону, имеющему затяжной спуск.

Перечисленные ситуации могут быть причиной серьезных последствий: сходов и столкновений подвижного состава с повреждением технических средств транспорта и угрозой для здоровья и жизни людей.

Серьезная экологическая опасность возникает в случаях нарушения безопасности движения при перевозке опасных грузов.

В соответствии с ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» вагоны и контейнеры для перевозки опасных грузов должны иметь специальную цветную маркировку.

Для 9 групп, включающих 25 подгрупп опасных грузов, используется 12 видов маркировки, в основном ярких цветов. Допускается наносить маркировку на кузове вагона, на контейнерах и крупногабаритной таре в нижней части или на табличках.

На рис. 4.2. приведены образцы маркировки опасных грузов

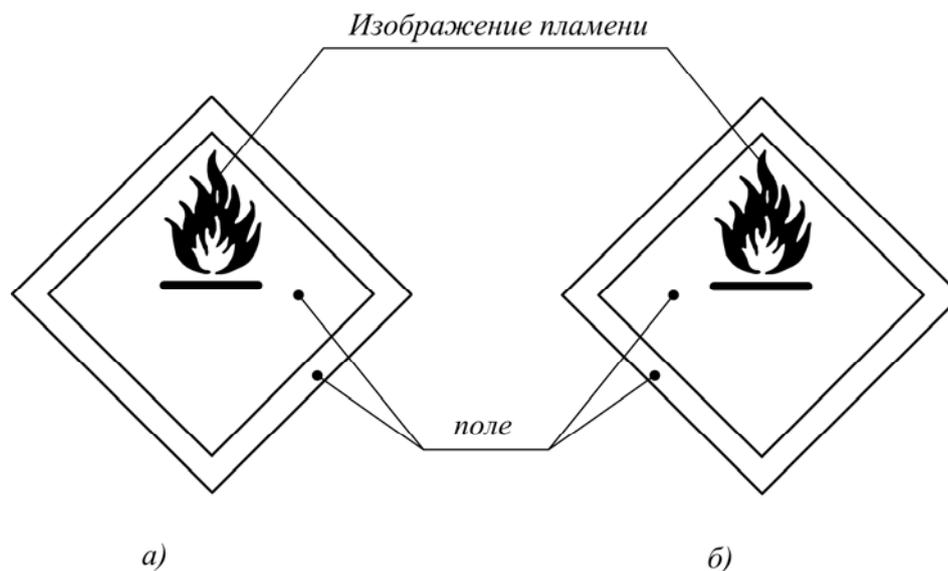


Рис. 4.2. Пример знаков маркировки опасных грузов:

а) легко воспламеняющиеся жидкости ( подгруппы 3.1; 3.2; 3.3), цвет поля знака - красный; б) груз, опасный при увлажнении (подгруппа 4.3), цвет поля знака синий; изображение пламени на обоих знаках черного цвета

На перевозимый опасный груз должно быть аварийная карточка, в которой содержатся сведения:

а) указания по применению средств индивидуальной защиты;

б) указания по действиям в аварийной ситуации;

- общего характера,

- при утечке, разливе, рассыпании груза;

в) указания по нейтрализации;

г) указания по мерам первой помощи.

Специализированные вагоны для перевозки опасных грузов должны иметь на корпусах автосцепки ограничители вертикальных перемещений, предохраняющие от саморасцепа.

Перевозки опасных грузов регламентированы нормативной документацией:

- «Правила перевозки опасных грузов по железным дорогам» (ЦМ-309 1996 г.);

- «Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам» (№03-35/2 87 г.);

- «Правила безопасности при перевозках опасных грузов железнодорожным транспортом» (Утверждено Госгортехнадзором 16.08.1994 г., № 50).

В последнем из перечисленных документов приведены требования к подвижному составу и специальным контейнерам для перевозки опасных грузов.

В правилах безопасности при перевозках опасных грузов сформировано понятие «аварийная ситуация». Под этим понимаются условия отличные от условий нормальных перевозок грузов, связанные с загоранием, утечкой, просыпанием опасных веществ, повреждением тары или подвижного состава с опасным грузом, которые могут привести или привели к взрыву, пожару, отравлению, облучению, заболеванию, ожогам, обморожению, гибели людей или животных, опасным последствиям для природной среды, а также случаи, когда в зоне аварии оказались вагоны, контейнеры и грузовые места с опасными грузами.

Конкретные меры безопасности должны соблюдаться при ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами на основании сведений в аварийных карточках (индивидуальных или групповых).

Более подробно особенности технического обслуживания вагонов при перевозке опасных грузов рассмотрены в главе 14.

## **Глава 5. Показатели надежности вагонов**

### **5.1. Особенности оценки показателей надежности вагонов**

Система технического обслуживания и ремонта вагонов связана с показателями их надежности, которые определяют вероятность состояния и характеристики переходов из одного состояния в другое. Поэтому для формирования системы технического обслуживания вагонов существенное значение имеет оценка численных значений показателей надежности. Это понятие включает выбор единичных и комплексных показателей свойств, характеризующих надежность, определение и нормирование их численных значений.

Задачи выбора и оценки показателей надежности вагонов включают:

- технико-экономическую характеристику вагонов (эффективность их эксплуатации) – затраты ресурсов на изготовление, ремонт и обслуживание, включаемые в себестоимость перевозок;
- организацию системы технического обслуживания и ремонта вагонов;
- разработку эксплуатационных требований к конструкции новых вагонов и модернизации морально устаревших;
- сравнение показателей работы служб вагонного хозяйства дорог и вагонных депо.

Оценка показателей надежности вагонов выполняется научно-исследовательских институтом железнодорожного транспорта. В проектно-конструкторском бюро ЦВ есть отдел надежности вагонов.

Оценка надежности грузовых вагонов имеет особенности:

- большой срок службы вагонов (20 – 40 лет);
- эксплуатацию вагонов на сети дорог без приписки к конкретным депо;
- обезличку основных элементов вагонов в процессе ремонта.

За период большого срока службы существенно меняются условия эксплуатации вагонов, а обезличка основных узлов (за исключением рам тележек) усложняет расчет численных значений показателей.

Поэтому натурное обследование вагонов для сбора данных о надежности вагонов производят по группам, в зависимости от срока службы после постройки или предыдущего планового ремонта, а также по основным узлам: кузов, автосцепка, тележка, колесные пары и т.д. Оценка надежности вагонов позволяет получить надежные данные, выявить тенденции и определить методы прогнозирования.

В процессе сбора и обработки информации о надежности основными исходными данными являются данные об отказах и наработке вагонов, а также о причинах отказов.

В качестве основного измерителя наработки используют пробег вагонов в вагоно-километрах.

Отказом вагона в практике считается поступление его в текущий неплановый (отцепочный ремонт). В используемых документах учета и отчет-

ности (уведомление об отцепке вагона ф. ВУ-23, книга нумерного учета исправных вагонов ф. ВУ-31, уведомление о выпуске вагона из ремонта ф. ВУ-36) содержится подробная информация о вагоне и причинах отцепки. Нарботку определяют по времени эксплуатации вагонов и учетным данным о годовом пробеге вагонных разных типов.

Классификация отказов вагонов приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Классификация отказов вагонов

Группы отказов	Виды отказов		
1. По месту зарождения	1.1.Конструкционные	1.2.Производственные	1.3.Эксплуатационные
2. По сроку службы вагона и его основных узлов	2.1.Приработочные	2.2. Случайные	2.3. Износые и усталостные
3. По продолжительности развития	3.1. Внезапные	3.2. Постепенные	
4. По связи между отказами	4.1. Независимые	4.2. Зависимые	
5. По последствиям	5.1. Текущий безотцепочный ремонт	5.2. Текущий отцепочный ремонт	5.3. Нарушения безопасности движения

Под конструкционными понимают отказы, связанные с конструктивными недостатками вагона или несоответствием применяемых материалов эксплуатационным требованиям. Например, деревянная обшивка полувагонов служила причиной большого количества их отказов из-за неисправностей обшивки, вследствие чего проведена модернизация – замена деревянной обшивки на металлическую. Под производственными понимают отказы, являющиеся следствием нарушений технологии изготовления и ремонта. Например, нарушение режимов сварочных работ является причиной трещин в сварных соединениях.

Эксплуатационными считают отказы, причинами которых являются эксплуатационные воздействия, преимущественно – ударные нагрузки в результате нарушений правил погрузки, выгрузки и маневровых работ.

Приработочные отказы после перехода на роликовые подшипники в целом для вагона, выражены нечетко и представляют в основном результаты нарушения технологии ремонта.

Случайные отказы имеют место в основном в период нормальной эксплуатации вагона, т.е. после приработки элементов и до наступления влияния износных и усталостных явлений. Причиной этих отказов являются, главным образом, нарушения правил эксплуатации.

Отказы, причиной которых являются износы и усталость металла, характерны для деталей с большим сроком службы, а также возможны из-за нарушений технологических режимов в процессе ремонта или неправильной сборки. Внезапными считают отказы, развивающиеся в течение короткого периода, например, при ударе. Независимыми называют такие отказы деталей, которые не приводят к отказу вагона в целом или других деталей вагона.

При наступлении отказа деталь или сборочная единица вагона переходит в неработоспособное или предельное состояние. В большинстве случаев в результате отказа детали или узла вагон переходит в неработоспособное состояние (не может следовать в составе поезда, не может быть подан под погрузку).

Восстановление надежности возможно в процессе текущего безотцепочного ремонта за время технического обслуживания или с отцепкой в текущий отцепочный ремонт.

В случае больших повреждений кузова при нарушениях безопасности движения для восстановления надежности может потребоваться деповской или капитальный ремонт.

Для практических целей выбирают и используют небольшое количество показателей трех видов:

- единичные, т.е. характеризующие одно из свойств надежности;
- комплексные, характеризующие не менее двух свойств;
- обобщающие технико-экономические, характеризующие сравнительную эффективность вагонов.

В качестве единичных показателей безотказности используют следующие:

- вероятность безотказной работы, т.е. вероятность, что в пределах заданной наработки отказ не возникает;
- наработка на отказ (средняя наработка на отказ) – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа отказов в течение наработки;
- параметр потока отказов – отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую наработку к значению наработки;
- интенсивность отказов – условная плотность вероятности отказа восстанавливаемого объекта.

Вероятность безотказной работы определяется в предположении, что в начальный момент времени исчисления конкретной заданной наработки объект был работоспособен. Согласно ГОСТ 27.002 [2] вероятность безотказной работы  $P(t_0)$  в интервале от 0 до  $t_0$  определяется по формуле

$$P(t_0) = 1 - F(t_0), \quad (5.1)$$

где  $F(t_0)$  – функция распределения наработки до отказа.

Этот показатель удобно использовать для определения показателей надежности вагонов на гарантийных участках. За единицу наработки принимают вагоно-километры, которые можно пересчитать в вагоно-часы.

Можно использовать также показатель «вероятность отказа», т.е. вероятность того, что вагон откажет хотя бы один раз в течение заданной наработки. Вероятность отказа  $Q(t_0)$  в интервале от 0 до  $t_0$  определяется из выражения

$$Q(t_0) = F(t_0) = 1 - P(t_0) . \quad (5.2)$$

Вероятность безотказной работы может быть определена для состава поезда за наработку поезда в поезде-километрах.

В практике численную оценку  $P(t_0)$  определяют из выражения [15]

$$P(t_0) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} , \quad (5.3)$$

где  $N_0$  – число наблюдаемых вагонов в начале испытания;

$n(t)$  – число вагонов, отказавших за время  $t$ .

Средняя наработка на отказ  $l(t)$  – отношение наработки восстанавливаемого объекта (вагона и его частей) к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

$$l(t) = \frac{L(t)}{M[r(t)]} , \quad (5.4)$$

где  $L(t)$  – наработка вагона за период  $t$  (пробег в вагоно-километрах);

$M$  – символ математического ожидания;

$r(t)$  – число отказов за время  $t$ .

Параметр потока отказов используют для оценки безотказности восстанавливаемых объектов. Для таких объектов характерен поток отказов на оси непрерывного времени. Для характеристики потока используют ведущую функцию  $\Omega(t)$  потока – математическое ожидание числа отказов за время  $t$ .

$$\Omega(t) = M[r(t)] ,$$

где  $M$  – символ математического ожидания;

$r(t)$  – число отказов за время  $t$ .

Параметр потока отказов  $\omega(t)$  характеризует среднее число отказов, ожидаемое в малом интервале времени ( $\Delta t \rightarrow 0$ ).

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{M[r(t + \Delta t) - M[r(t)]]}{\Delta t}. \quad (5.5)$$

В практике широко используют показатель безотказности – среднее количество отказов, приходящееся на единицу наработки

$$\omega(t) = \frac{n(t)}{L(t)}, \quad (5.6)$$

где  $n(t)$  – количество отказов вагона за период  $t$ ;  
 $L(t)$  – наработка вагона в календарный период  $t$   
 в вагоно-километрах или вагоно-часах.

Для сравнительной оценки состояния безопасности движения в вагонном хозяйстве используется показатель: количество нарушений безопасности, отнесенное к общему пробегу вагонов (в миллиардах вагоно-км).

В этом случае величина показателя является обратной величиной средней наработки на отказ.

Интенсивность отказов определяют из выражения

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}, \quad (5.7)$$

где  $f(t)$  – плотность распределения наработки на отказ;  
 $P(t)$  – вероятность безотказной работы за период  $t$ .

Методика определения  $\lambda(t)$  для практических приложений приведена ниже.

В качестве показателей долговечности в основном используют следующие показатели:

- средний срок службы объекта – математическое ожидание срока службы;
- гамма-процентный ресурс – наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с вероятностью  $\gamma\%$ .

Техническим ресурсом считают наработку изделия от начала до перехода в предельное (невосстанавливаемое) состояние.

Средний срок службы вагона определяется по формуле

$$\bar{T} = \int_0^{\infty} T f(T) dT = \int_0^{\infty} T dF(T) = \int_0^{\infty} [1 - F(T)] dT, \quad (5.8)$$

где  $\bar{T}$  – средний срок службы;

$F(T)$  – функция распределения срока службы;  
 $f(T)$  – плотность распределения срока службы.

В практике средний срок службы вагона или его узла  $\bar{T}$  обычно определяется как среднее арифметическое для достаточно большого количества объектов

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N},$$

где  $N$  – наблюдаемое число объектов;

$T_i$  – срок службы  $i$ -го объекта из общего количества  $N$ .

Ошибка может быть оценена по методу расчета ошибки от замены вероятности частотой.

Расчетный средний срок службы сравнивают с назначенным сроком службы в процессе оценки надежности вагона и его частей.

Гамма-процентный ресурс используют для оценки надежности некоторых изделий, замена которых производится после выработки определенного ресурса, независимо от технического состояния. К числу таких изделий в вагонном хозяйстве развитых стран относят осевые подшипники качения. Понятие «гамма-процентный ресурс» означает наработку, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах. Например, для вагонных осевых подшипников качения для грузовых вагонов предполагалось установить наработку 1, 2 миллиона вагоно-километров общего пробега, в течение которой 90% подшипников не достигнет предельного состояния (не произойдет отказа).

Этот показатель определяют из уравнения [2]

$$1 - F(t_\gamma) = 1 - \int_0^{t_\gamma} f(t) dt = \frac{\gamma}{100}, \quad (5.9)$$

где  $t_\gamma$  – гамма - процентный ресурс;

$f(t)$  – плотность распределения ресурса.

Используемые показатели ремонтпригодности:

- вероятность восстановления работоспособного состояния – вероятность, что время восстановления не превысит заданного;
- среднее время восстановления работоспособного состояния.

Недостатком используемых показателей ремонтпригодности применительно к вагонам является то, что эти показатели никогда не определялись при проектировании вагонов. Не учтена возможность механизации работ по техническому обслуживанию. Например, часто выполняемая в процессе ТОВ

операция – смена тормозной колодки – выполняется вручную, примитивными инструментами (молоток, ломик) в крайне неудобном для работы месте. Для возможности механизации этой операции необходимо изменение конструкции тележки и способы крепления колодки.

Численные показатели, характеризующие работу вагона, т.е. безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость связаны с численными характеристиками состояний: работоспособного и неработоспособного (включая предельное восстанавливаемое).

Схема связи состояний (см. рис. 2.7) и свойств надежности вагона по времени за срок службы вагона приведена на рис. 5.1 и в табл. 5.2.

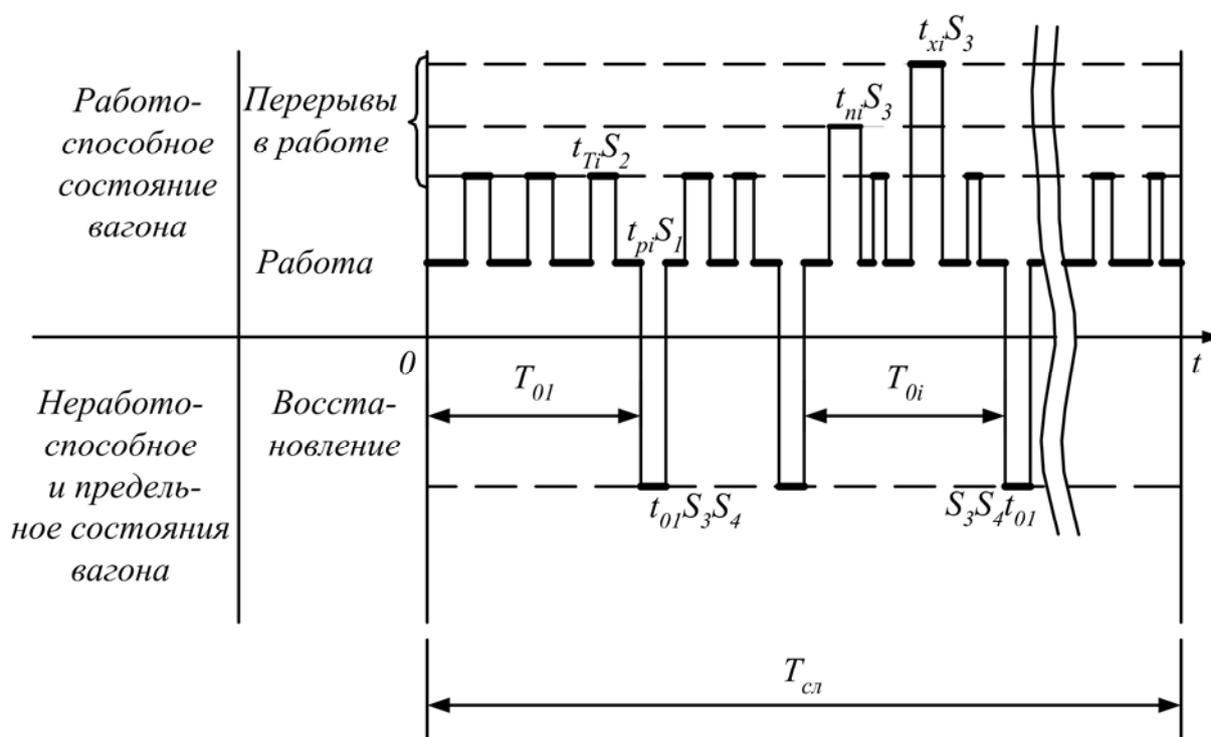


Рис. 5.1. Схема связи состояний и свойств вагона

Суммарное время:  $\Sigma t_p$  – работы;  $\Sigma t_r$  – перерывов на ТО,  $\Sigma t_n$  – перерывов на плановый ремонт,  $\Sigma t_x$  – хранения и транспортировки;  $\Sigma t_0$  – восстановления работоспособного состояния после отказов;  $S_i$  – состояние вагона (см. рис. 2.7)

Таблица 5.2

Связь свойств надежности и состояний вагона за срок службы

Свойство	Показатели свойств (обозначения на рис. 5.1) или время, учитываемое в расчете показателей	Конечное состояние
Долговечность	Срок службы - $T_{сл}$	Предельное, невосстанавливаемое
Безотказность	Непрерывное время работы - $t_{pi}$	Работоспособное или неработоспособное
	Наработка до отказа (первого) - $T_{oi}$	Неработоспособное (предельное восстанавливаемое)
	Наработка между отказами - $T_{oi}$	Неработоспособное (предельное восстанавливаемое)
Ремонтопригодность	Перерывы в работе для технического обслуживания - $t_{ri}$	Работоспособное или неработоспособное
	Перерывы для планового ремонта - $t_{ni}$	Работоспособное
	Время восстановления работоспособного состояния - $t_{oi}$	Работоспособное
Сохраняемость	Время хранения (нахождения вагона в резерве) или транспортировки - $t_{xi}$	Работоспособное

Количество случаев  $t_{oi}$ ,  $t_{ri}$ ,  $t_{ni}$  и их продолжительность, а также наработка вагона  $\Sigma t_p$  являются исходными данными для расчета вероятности состояний, интенсивности перехода (см. рис. 2.7) и для расчета показателей надежности.

Для оценки эксплуатационной надежности вагонов и их узлов (т.е. в процессе их эксплуатации) обычно выбирают 2 – 4 показателя, чаще всего наработку на отказ и параметр потока отказов.

Для оценки надежности вагонов используют следующие комплексные показатели [2].

Коэффициент готовности – вероятность, что вагон откажется работоспособным в произвольный момент времени

$$K_{\Gamma} = \frac{T_o}{T_o + T_B}, \quad (5.10)$$

где  $T_o$  – наработка на отказ;

$T_B$  – среднее время восстановления;

Коэффициент технического использования – отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к этому периоду, включающему простой для технического обслуживания и ремонта

$$K_T = \frac{\sum_{pi}^T t_{pi}}{\sum_{pi}^T t_{pi} + \sum_{Ti}^T t_{Ti}}, \quad (5.11)$$

где  $T$  – период эксплуатации;

$\sum_{pi}^T t_{pi}$  – период нахождения в работоспособном состоянии между ремонтами и техническим обслуживанием за период  $T$ ;

$\sum_{Ti}^T t_{Ti}$  – продолжительность технического обслуживания и ремонта за период  $T$ .

В качестве технико-экономического показателя эффективности использования вагона можно принять средние затраты на изготовление, ремонт и обслуживание вагона, отнесенные к его полезной работе в т-км нетто за срок службы

$$C_o = \frac{C_H + \sum_{ki}^n C_{ki} + \sum_{di}^m C_{di} + TC_T}{\sum Pl}, \quad (5.12)$$

где  $C_H$  – стоимость изготовления;

$C_{ki}, C_{di}$  – расходы на  $i$ -й капитальный и  $j$ -й деповской ремонты соответственно;

$n, m$  – количество капитальных и деповских ремонтов за период  $T$  соответственно;

$C_T$  – годовая стоимость технического обслуживания;

$T$  – срок службы;

$\sum Pl$  – суммарная работа вагона за срок службы в тонно-км нетто.

Анализ, выполненный по полувагонам, показал, что расходы в среднем за срок службы полувагона, превышают начальную стоимость вагона. В со-

временных условиях также непрерывно возрастает стоимость планового ремонта за счет использования средств неразрушающего контроля, ужесточения норм при выпуске вагонов из ремонта, работ по модернизации тележек грузовых вагонов и т.д. Поэтому в перспективе нуждается в пересмотре концепция оценки соответствия конструкции вагонов и системы их технического обслуживания и ремонта условиям эксплуатации.

Некоторую часть задач по оценке надежности вагонов приходится решать инженерам служб вагонного хозяйства, вагонных отделов отделений дорог и вагонных депо. К ним относятся задачи, связанные с обеспечением безопасности движения в случае существенного изменения условий эксплуатации вагонов: увеличения массы поездов и осевой нагрузки; изменения длины гарантийных участков и участков безостановочного движения поездов; изменения технологии технического обслуживания и ремонта вагонов.

Главной задачей технического обслуживания вагонов на ПТО является обеспечение высокой вероятности безотказного следования вагонов по гарантийному участку. На рис. 5.2 приведена схема гарантийных участков для двух соседних ПТО. Длина участка  $l_2$  км.

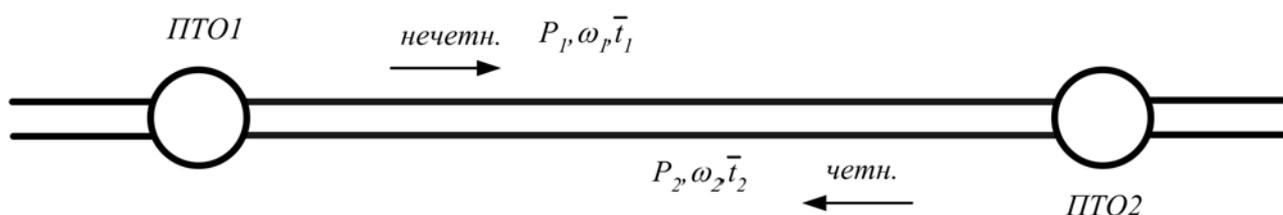


Рис. 5.2. Схема гарантийных участков ПТО.

Расчетные показатели: ПТО1 (в нечетном направлении)  $P_1$  – вероятность безотказной работы вагонов;  $\omega_1$  – параметр потока отказов;  $\bar{t}_1$  – средняя наработка на отказ; тоже ПТО2 (в четном направлении)  $P_2$ ,  $\omega_2$ ,  $\bar{t}_2$  – соответственно

Наработка каждого вагона, проследовавшего через участок -  $l_T$  вагоно-км или  $t_T$  – вагоно-часы

$$t_{\Gamma} = \frac{l_{\Gamma}}{V_y}, \text{ вагоно-ч,}$$

где  $V_y$  – участковая скорость, км/ч.

Каждый пункт обеспечивает в заданном направлении (нечетном или четном) какую-то вероятность безотказной работы вагонов  $P_1$  и  $P_2$ , параметр потока отказов вагонов  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  и наработку вагона на отказ  $\bar{t}_1$ ,  $\bar{t}_2$ . Эти показатели сравнительно легко могут быть рассчитаны по данным учета о наработке вагонов и количестве отказов вагонов на участке в каждом направлении. Более сложным является определение перечисленных показателей как функции наработки. В этом случае необходимо знать распределение случайной величины – наработки на отказ. Математические методы оценки показателей надежности с использованием распределения наработки на отказ приведены в следующем разделе.

## 5.2. Математические методы оценки показателей надежности

Известно, что срок службы сложных технических изделий, в том числе вагона, включает три периода: приработки -  $T_1$ , нормальной эксплуатации -  $T_2$  и влияния износов и усталостных явлений в металле –  $T_3$ . В период  $T_2$  интенсивность или параметр потока отказов является постоянной величиной, так как преобладают случайные отказы (рис. 5.3). Для вагонов период  $T_1$  после перевода на осевые роликовые подшипники, выражен нечетко.

Период износовых и усталостных отказов для вагона также выражен нечетко вследствие следующих причин:

- срок службы кузова вагона больше, чем остальных частей вагона;
- узлы и детали вагона, кроме кузова и рамы тележек, обезличены и перемешиваются в процессе ремонта.

Поэтому более правильно считать показатели надежности за длительный срок службы отдельно для узлов и деталей. В то же время за короткие периоды работы (см.рис. 5.1) необходимо определять показатели надежности в целом для вагона. В обоих случаях, в целом для вагона, для его узлов и деталей единицей наработки остаются вагоно-ч, или вагоно-км.

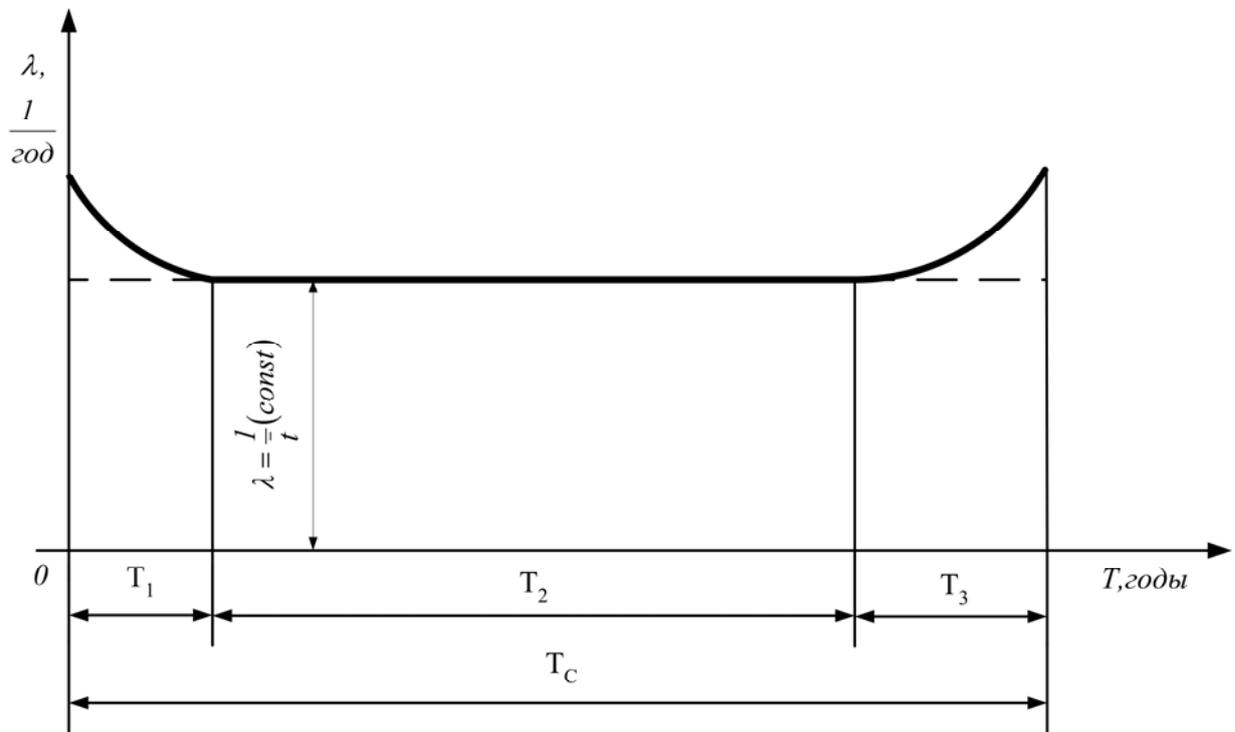


Рис. 5.3. Интенсивность отказов, как функция времени эксплуатации вагона

$T_c$  – срок службы,  $\bar{t}$  – наработка на отказ

Для вывода формулы функции распределения наработки до отказа используют следующие исходные данные:

$N$  – количество эксплуатируемых вагонов;

$t$  – период эксплуатации;

$n_o$  – количество отказов вагонов из множества  $N$  за период  $t$ ;

$n_u$  – условное количество вагонов, не имевших отказов за период  $t$ :

$$n_u = N - n_o.$$

Вероятность отказа за период  $t$

$$Q(t) = \frac{n_o}{N}. \quad (5.14)$$

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = \frac{n_u}{N} = 1 - \frac{n_o}{N}. \quad (5.15)$$

Дифференцируя обе части по  $t$ , получим

$$\frac{dP}{dt} = -\frac{1}{N} \cdot \frac{dn_o}{dt} \text{ и } \frac{dQ}{dt} = \frac{1}{N} \cdot \frac{dn_o}{dt},$$

откуда

$$\frac{dn_o}{dt} = -N \frac{dP}{dt} = N \frac{dQ}{dt}. \quad (5.16)$$

Поделив обе части уравнений (5.16) на  $n_u$ , получим

$$\frac{1}{n_u} \cdot \frac{dn_o}{dt} = -\frac{N}{n_u} \cdot \frac{dP}{dt} = \frac{N}{n_u} \cdot \frac{dQ}{dt} \text{ или}$$

$$\frac{1}{n_u} \cdot \frac{dn_o}{dt} = -\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dt} = \frac{1}{P} \cdot \frac{dQ}{dt}$$

В соответствии с определением, сделанным выше (см раздел 2.4),

$$\lambda = \frac{n_o(\Delta t)}{N_c \Delta t}, \quad (5.17)$$

где  $N_c$  – среднее количество объектов, эксплуатировавшихся в течение  $\Delta t$ .  
При  $\Delta t \rightarrow 0$  будет  $n_o(\Delta t) = d n_o$ ,  $N_c \rightarrow n_u$

$$\frac{1}{n_u} \cdot \frac{dn_o}{dt} = \lambda \quad (5.18)$$

или

$$\lambda = -\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dt} = \frac{1}{P} \cdot \frac{dQ}{dt}. \quad (5.19)$$

Это общее выражение интенсивности отказов для любого вида распределения.

Из выражения и (5.16) следует

$$-\frac{dP}{dt} = \frac{dQ}{dt} = f(t), \quad (5.20)$$

где  $f(t)$  – плотность вероятности отказов или дифференциальная функция распределения.

Тогда

$$\lambda = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{f(t)}{1-Q(t)}. \quad (5.21)$$

Из (5.20) следует

$$dQ = f(t)dt,$$

$$Q(t) = \int_0^t f(t)dt,$$

или

$$P(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt. \quad (5.22)$$

Величина  $Q(t) = \int_0^t f(t)dt$  представляет интегральную функцию распределения вероятности отказа.

Графическая интерпретация дифференциальной и интегральной функций распределения наработки до отказа приведена на рис. 5.4. Дифференциальная функция или вероятность в интервале  $\Delta t$ , отнесенная к ширине интервала

$$\frac{\text{Вер} [t_i < t < (t_i + \Delta t)]}{\Delta t} \rightarrow f(t);$$

$$\text{Вер} [t_i < t < (t_i + \Delta t)] = f(t)\Delta t;$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} f(t)\Delta t = f(t)dt. \quad (5.23)$$

Интегральная функция распределения вероятности отказа в пределах  $0 - t_i$  представляет площадь под кривой  $f(t)$  (заштриховано).

$$F(t) = \text{Вер}(t < t_i) = \int_0^{t_i} f(t)dt = 1 - \int_{t_i}^{\infty} f(t)dt \quad (5.24)$$

Площадь под кривой  $f(t)$  в пределах от 0 до  $\infty$

$$F(t) = \int_0^{\infty} f(t)dt = 1$$

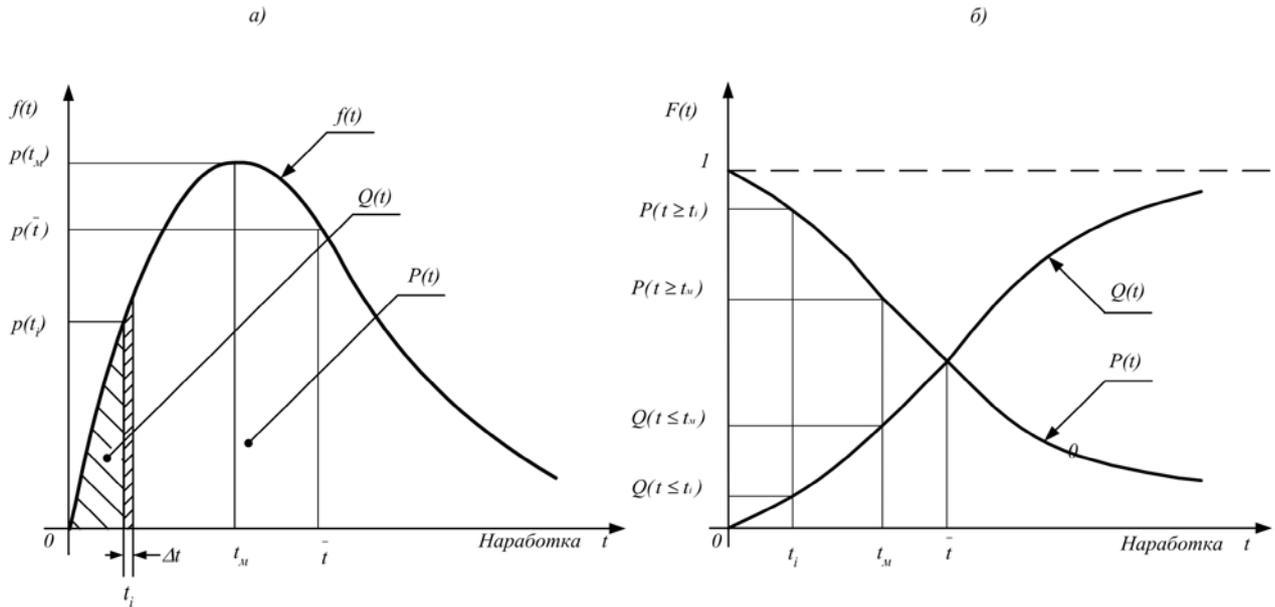


Рис. 5.4. Графики функций распределения  
 а) дифференциальной; б) интегральной: вероятности безотказной работы –  $P(t)$  и вероятности отказа –  $Q(t)$ ;  $t_M$  – наработка, соответствующая модальному значению с вероятностью  $p(t_M)$ ;  $\bar{t}$  – среднее значение наработки

Интегральная функция распределения вероятности отказа в пределах от 0 до  $t_i$

$$Q(t < t_i) = \int_0^{t_i} f(t)dt \quad (5.25)$$

Интегральная функция распределения вероятности безотказной работы в пределах от 0 до  $t_i$

$$P(t < t_i) = 1 - \int_0^{t_i} f(t)dt \quad (5.26)$$

На графике интегральной функции (см. рис. 5.4) каждой точке  $t_i$  на оси  $0 - t$  соответствует точка  $Q(t < t_i)$  и  $P(t < t_i)$  на оси  $0 - P(t)$ ,  $0 - Q(t)$ .

Практический интерес представляет вероятность безотказной работы вагона в период нормальной эксплуатации (см. рис. 5.3), т.е. случай  $\lambda - const$ .

Исследованиями установлено, что в течение небольшой наработки, соответствующей времени движения вагонов по гарантийным участкам длиной до 600 км, распределение вероятности безотказной работы вагона аппроксимируется экспоненциальным (показательным) законом.

Дифференциальная функция этого распределения

$$\left. \begin{aligned} f(t) &= 0 && \text{при } t < 0 \\ f(t) &= \lambda e^{-\lambda t} && \text{при } t \geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (5.27)$$

Интегральная функция распределения отказов

$$\left. \begin{aligned} F(t) &= 0 && \text{при } t < 0 \\ F(t) &= 1 - e^{-\lambda t} && \text{при } t \geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (5.28)$$

Вероятность безотказной работы

$$\left. \begin{aligned} P(t) &= 1 && \text{при } t \leq 0 \\ P(t) &= e^{-\lambda t} && \text{при } t > 0 \end{aligned} \right\} \quad (5.29)$$

Эти функции могут быть получены из общего выражения интенсивности отказов

$$\lambda = -\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dt},$$

откуда

$$\begin{aligned} \lambda dt &= -\frac{dP}{P} \\ \int_0^t \lambda dt &= -\int_0^t \frac{dP}{P} = \ln P, \end{aligned} \quad (5.30)$$

следовательно ,

$$\left. \begin{aligned} P(t) &= e^{-\lambda t} \\ Q(t) &= 1 - e^{-\lambda t} \end{aligned} \right\} \quad (5.31)$$

$$f(t) = \frac{dP}{dt} = \frac{d}{dt}(e^{-\lambda t}) = \lambda e^{-\lambda t}$$

Вероятность безотказной работы за наработку от  $t_1$  до  $t_2$

$$P(t_1 < t < t_2) = e^{-\lambda t_1} - e^{-\lambda t_2} \quad (5.32)$$

Экспоненциальное распределение существует в пределах от 0 до  $\infty$  и имеет один постоянный параметр  $\lambda > 0$ .

Для восстановления изделий в пределах малых значений  $n_0(\Delta t)$  параметр потока отказов  $\omega(t) \approx \lambda(t)$ . Графики распределения приведены на рис. 5.5.

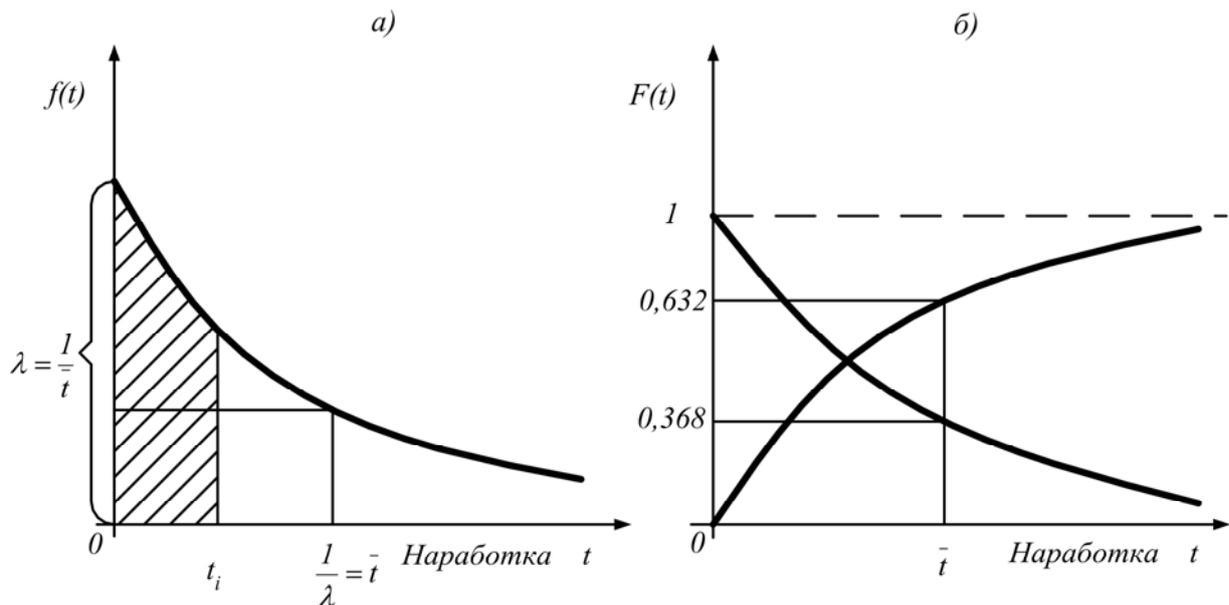


Рис. 5.5. График функций экспоненциального распределения вероятности безотказной работы:  
а) дифференциальной; б) интегральной

Для вагонов наработка  $t$  задается в часах или вагоно-километрах.  
Свойства экспоненциального распределения:

- постоянная интенсивность отказов означает, что вероятность отказа не связана со сроком службы вагона;

- обратная величина интенсивности отказов – средняя наработка на отказ;

- экспоненциальное распределение отказов обычно имеет место для сложных устройств, в которых возможно большое количество отказов различных элементов с различными интенсивностями;

- если отказы элементов распределены по экспоненциальному закону, то отказы системы распределяются по экспоненциальному закону (для независимых отказов), но не наоборот;

- математическое ожидание  $M(t) = \frac{1}{\lambda} = \bar{t}$ , среднеквадратическое отклонение  $\sigma(t) = \frac{1}{\lambda}$ , коэффициент вариации  $\upsilon = 1$ .

Используя экспоненциальное распределение наработки на отказ, рассчитывают показатели безотказности вагона на гарантийных участках ПТО: вероятность безотказной работы и наработку на отказ.

Для определения показателей долговечности: срока службы, гамма-процентного ресурса, используют нормальное распределение. Точнее в этот период действуют все факторы, определяющие случайные отказы, и появляются отказы, связанные с усталостью металла, которые, как это установлено, распределяются по нормальному закону.

Характеристики нормального распределения – дифференциальная функция

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}}, \quad (5.33)$$

интегральная функция

$$F(T) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(T-\bar{T})^2}{2\sigma^2}} dT = 1, \quad (5.34)$$

вероятность отказа

$$Q(T < T_i) = 1 - \int_{t_i}^{\infty} f(T) dt, \quad (5.35)$$

вероятность безотказной работы

$$P(T > T_i) = \int_{t_i}^{\infty} f(T) dt, \quad (5.36)$$

где  $\bar{T}$  – средний срок службы;  
 $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение;  
 $T$  – календарная продолжительность эксплуатации.

Хотя теоретическое распределение существует в пределах от  $-\infty$  до  $+\infty$ , правомерно его использование в ограниченных пределах ( $\pm 3\sigma$  - т.е. с учетом правила «трех сигм») и с нижним пределом, равным нулю. При этом площадь под кривой  $f(T)$  составит 0,997.

Графики нормального распределения срока службы приведены на рис. 5.6.

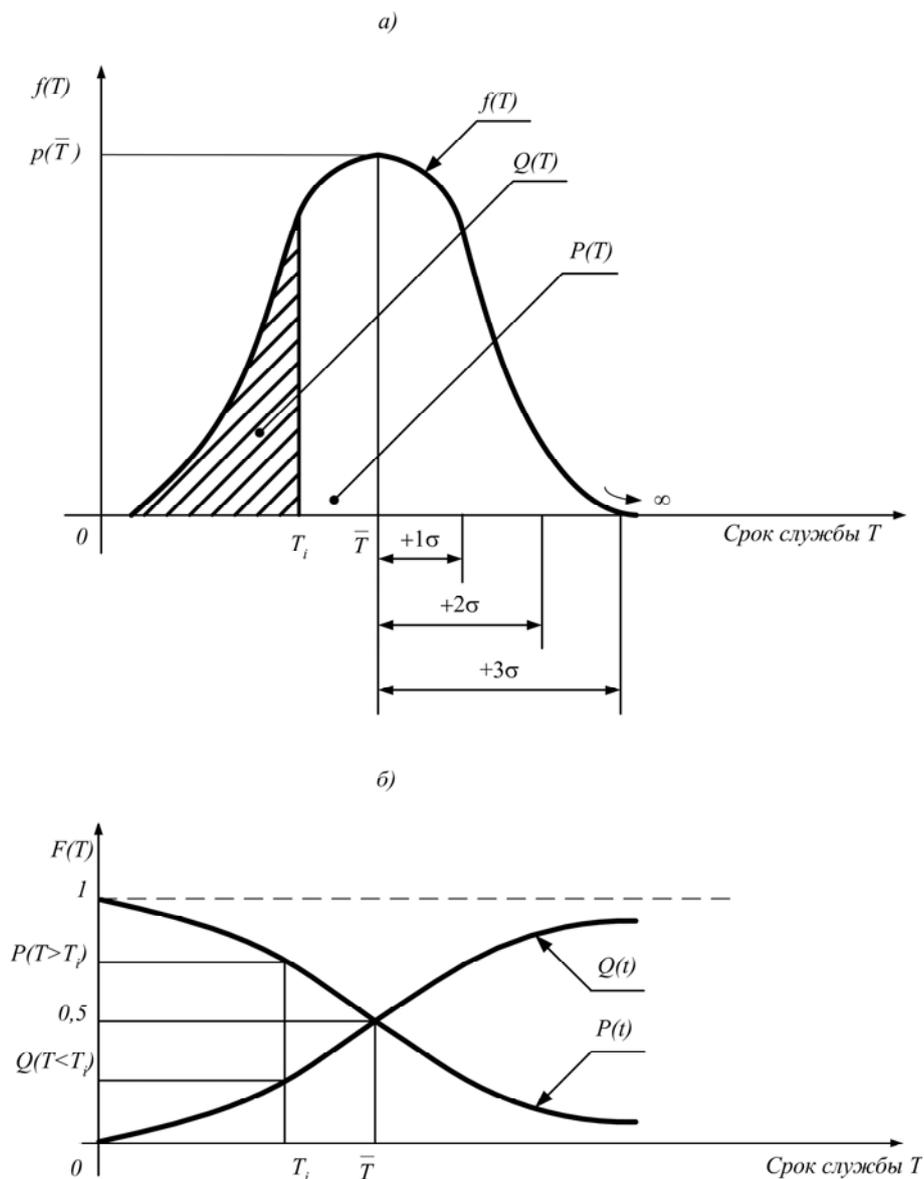


Рис. 5.6. Графики функции нормального распределения срока службы: а) дифференциальной; б) интегральной

Интеграл функции нормального распределения не выражается через известные элементарные функции, поэтому для определения функции надежности используют нормированную интегральную функцию (Лапласа). В практических расчетах удобно также использовать нормированную функцию плотности распределения.

Для нормирования этих функций центр группирования  $T$  переносят в начало координат распределения, т.е. принимают  $\bar{T} = 0$  и выражают функции в долях  $\sigma$ . Нормированная дифференциальная функция

$$\varphi_0(T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{T^2}{2\sigma^2}}, \quad (5.37)$$

нормированная интегральная функция

$$\Phi_0(k_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{k_i} e^{-\frac{v^2}{2}} dv. \quad (5.38)$$

Величина  $\varphi_0(T)$  определена и приводится в таблицах. Для определения  $\varphi_0(T_i)$  выражают  $T_i$  через коэффициент нормированного отклонения  $k_i$  в долях  $\sigma$  (для  $\bar{T} = 0$ )

$$k_i = \frac{T_i}{\sigma}. \quad (5.39)$$

Значения  $\varphi_0(T)$  в виде  $\varphi_0(k)$  приведены в таблицах.

Площадь под кривой  $f(T)$  в пределах от 0 и до  $k_i$  определяют методом механических квадратур, т.е. измеряя площади в заданных пределах  $0 - k_i$  под кривой (вся площадь равна единице). Для заданного верхнего предела  $T_i$  величина  $k_i$  определяется в виде

$$k_i = \frac{T_i - \bar{T}}{\sigma} \quad (\text{для } T_i > \bar{T}) \quad \text{или} \quad k_i = \frac{\bar{T} - T_i}{\sigma} \quad (\text{для } T_i < \bar{T})$$

(Функция  $\Phi_0(k)$  приводится в таблицах обычно для половины площади под кривой распределения, в пределах от 0 до  $\infty$ , т.е.  $\Phi_0(\infty) = 0,5$ ).

Функция Лапласа четная и симметричная, т.е.

$$-\Phi_0(k) = \Phi_0(-k); \quad |\Phi_0(k)| = -|\Phi_0(k)|$$

Интенсивность отказов, в случае нормального распределения можно определить с использованием нормированной функции.

По аналогии с общей формулой интенсивности отказов (5.20) для нормального распределения

$$\varphi_0(T) = \sigma f(T), \quad (5.40)$$

тогда

$$\lambda(T) = \frac{\varphi_0(T)}{\sigma P(T)} \quad \text{для } T = T_i \quad \lambda(T_i) = \frac{\varphi_0(T_i)}{\sigma \Phi(k_i)}$$

В качестве показателей ремонтпригодности в ГОСТ 27.002 приведены:

- вероятность, что время восстановления не превысит заданного;
- среднее время восстановления.

При использовании этих показателей для оценки надежности вагонов в случае ТО возникает формальное противоречие с основным понятием теории надежности, что при ТО надежность не восстанавливается. Это кажущееся противоречие, т.к. при подготовке состава вагонов к отправлению на гарантийный участок (то, что называют техническим обслуживанием) выполняют три вида работ:

- непосредственно техническое обслуживание, т.е. регламентированные работы по регулировке, смазке, креплению деталей, опробованию автотормозов;
- текущий безотцепочный ремонт вагонов – замену отказавших деталей за время, установленное для ТО;
- выявление и отцепку в текущий ремонт вагонов в предельном или неработоспособном состоянии.

Объектом технического обслуживания является состав вагонов.

Вероятность восстановления работоспособного состояния вагонов в составе поезда определяет вероятность безотказного следования состава по гарантийному участку.

Экспериментально установлено, что для гарантийных участков длиной до 600 км распределение времени, необходимого для выполнения всех работ в составе, перечисленных выше при постоянном количестве рабочих, аппроксимируется законом Эрланга [15]:

дифференциальная функция

$$\left. \begin{aligned} f(\tau) &= 4 \frac{\tau}{\bar{\tau}} e^{-2 \frac{\tau}{\bar{\tau}}} \quad \text{при } \tau > 0 \\ f(\tau) &= 0 \quad \text{при } \tau \leq 0 \end{aligned} \right\} \quad (5.41)$$

интегральная функция

$$\left. \begin{aligned} F(\tau < \tau_i) &= 1 - \left(1 + 2 \frac{\tau_i}{\tau} e^{-2 \frac{\tau_i}{\tau}}\right) \quad \text{при } \tau > 0 \\ F(\tau) &= 0 \quad \text{при } \tau \leq 0 \end{aligned} \right\} \quad (5.42)$$

Здесь  $\tau$  – время обслуживания,  $\bar{\tau}$  – среднее время обслуживания.

Удобнее считать этот показатель не по времени обслуживания, а по трудозатратам

$$q = \tau n_p ,$$

где  $n_p$  – количество рабочих (const).

Если ввести коэффициент загрузки бригады

$$\frac{q}{q} = \beta , \quad (5.43)$$

можно получить окончательно (в безразмерной форме)

$$f(\beta) = 4 \beta e^{-2\beta} , \quad (5.44)$$

$$F(\beta < \beta_i) = 1 - (1 + 2\beta_i) e^{-2\beta_i} . \quad (5.45)$$

Величина  $\beta$  обозначает отношение трудозатрат на ТО в конкретном составе к средним.

Если в числителе выражения (5.43) будет

$$q_{oi} = n_{pi} \cdot \tau_o ,$$

где  $n_{pi}$  – количество рабочих в бригаде, обслуживающей состав на  $i$ -ом пункте;

$\tau_o$  – заданное время обслуживания;

$q_{oi}$  – наибольшая трудоемкость ТО, которая может быть выполнена на  $i$ -ом ПТО, то

$$\beta = \frac{q_{oi}}{\bar{q}}$$

представляет отношение наибольших возможных трудозатрат на  $i$ -ом ПТО к среднему объему работ в составе.

Графики функции распределения приведены на рис. 5.7.

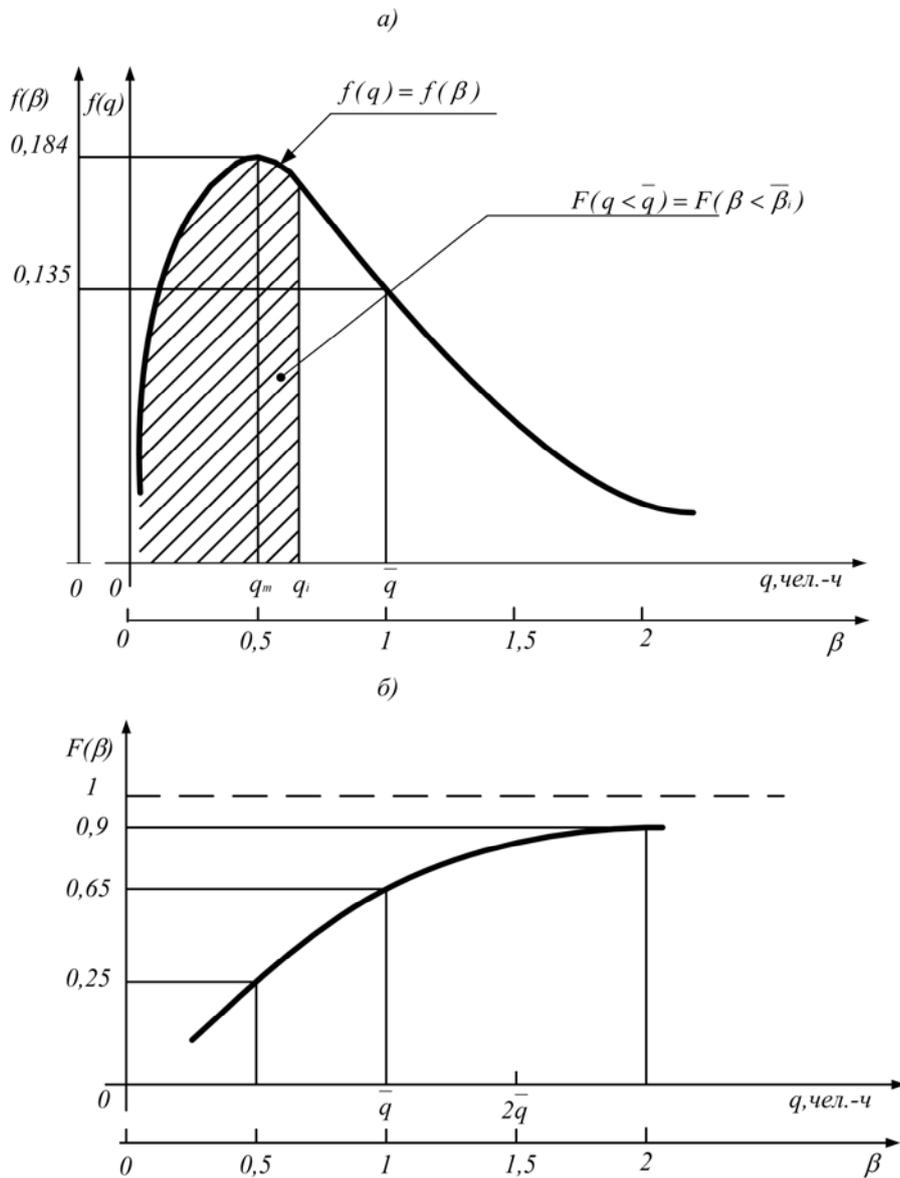


Рис. 5.7. Графики функции распределения трудозатрат на техническое обслуживание вагонов в составе :

а) дифференциальной; б) интегральной

### 5.3. Способы улучшения показателей надежности вагонов

Основными показателями надежности, характеризующими выполнение вагонами основных заданных функций (обеспечение безопасности движения, обеспечения сохранности грузов или комфорта пассажиров), являются показатели безотказности: наработки на отказ или среднее количество отказов на единицу общего пробега вагона, а также вероятность тяжелых последствий отказов. Анализ показывает, что более 80% нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе, а также задержек поездов в пути следования происходит вследствие отказов вагонов в пути следования.

Например, количество брака по вагонному хозяйству на железных дорогах в 2002 г. в процентах к общему количеству, по узлам вагонов составляет:

- отцепки вагонов из-за перегрева букс – 57;
- саморасцеп автосцепки – 5;
- обрыв автосцепки (корпуса, тягового хомута, клина) – 2,9;
- падение деталей вагонов на путь – 0,9;
- сходы вагонов в поездах, вследствие неисправностей (в основном - износов) ходовых частей – 0,9;
- сходы вагонов при маневровых перемещениях – 0,8;
- изломы колес – 0,05;
- изломы несущих литых деталей тележек (надрессорных балок и боковых рам) – 0,06;
- изломы оси и шейки оси – 0,4;
- обрыв хребтовой балки – 0,03.

К числу причин, не связанных с отказом вагонов, относится отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами – 0,008%.

Остальные причины брака – отцепка вагонов от поездов в пути следования по различным техническим причинам, не вошедшим в перечень брака, и задержки поездов в пути следования на 1 час и более из-за неисправностей вагонов (вынужденные остановки для проверки технического состояния вагонов).

Численная оценка вероятности тяжелых последствий (аварий, крушений) для определенного вида нарушений безопасности движения с целью сравнительного анализа опасности различных видов нарушений выполнена в разделе 4.3. Используемый в расчете безразмерный численный показатель определяется на основе статистических данных и представляет частоту опасных последствий для конкретного вида нарушений безопасности движения в форме произведения частот:

1) отношения количества нарушений безопасности движения конкретного вида к общему количеству нарушений всех видов за рассматриваемый период ( в долях единицы);

2) отношения количества случаев нарушений конкретного вида с опасными последствиями к общему количеству нарушений этого вида за длительный период (в долях единицы).

По результатам расчета выполнено ранжирование различных видов нарушений безопасности движения по их опасности.

- 1) излом шейки оси из-за перегрева буксового узла -  $24 \cdot 10^{-5}$ ;
- 2) излом несущих литых деталей тележки (надрессорной балки и боковой рамы) –  $11,8 \cdot 10^{-5}$ ;
- 3) излом колеса -  $9 \cdot 10^{-5}$ ;
- 4) обрыв автосцепки  $2,4 \cdot 10^{-5}$ ;
- 5) падение деталей вагонов на путь (около 10 видов деталей) –  $4,23 \cdot 10^{-5}$ ;
- 6) отправление поезда с перекрытыми кольцевыми кранами –  $2,9 \cdot 10^{-5}$ .

Сходы вагонов в поездах относят или на хозяйство пути, или на вагонное. Практически во всех случаях схода имеются отклонения в содержании пути. По вагонному хозяйству указывают более 15 причин схода, в том числе из-за наезда на упавшие детали вагонов (двери, корпуса автосцепки, тормозные колодки, плиты фитингового упора), а также из-за излома боковой рамы тележки, излома колеса, излома шейки оси, перекоса кузова и т.д. Не достаточно изучено одновременное влияние отступлений в содержании пути и износов частей вагона, не контролируемых в процессе технического обслуживания, а также не контролируемых документально некоторых действий машиниста локомотива в процессе движения поезда по пути со сложным планом и профилем.

Показатели безотказности вагонов, определяющие эффективность их использования, а в конечном итоге экономические показатели вагонного хозяйства в процессе перевозок связаны со множеством факторов:

- должны задаваться и определяться в процессе проектирования и производства вагонов и их отдельных частей для определенных условий работы и проверяться длительными испытаниями в опытных составах;
- зависят от полноты восстановления технического ресурса вагона в процессе планового ремонта;
- могут улучшаться путем модернизации вагонов;
- должны поддерживаться на заданном уровне в процессе технического обслуживания вагонов, включая замену отказавших или поврежденных деталей в процессе технического обслуживания и текущего безотцепочного и отцепочного ремонта; а также за счет использования технических средств диагностики и систем слежения (мониторинга) в пути следования в поездах;
- отказы отдельных деталей вагона служат причиной отказа вагона;
- при увеличении длины и веса поездов ухудшаются показатели безотказности состава поезда из-за большего количества вагонов в составе;
- зависят от условий эксплуатации вагонов: скоростей движения, статической нагрузки, механизации погрузки и выгрузки и т.д.;

- изменяются в процессе развития системы технического обслуживания вагонов, в частности, при удлинении гарантийных участков;
- ухудшаются в результате старения вагонов (выработке технического ресурса).

Основной задачей совершенствования системы технической эксплуатации грузовых вагонов считается обеспечение бесперебойной перевозочной работы, т.е. организация движения поездов без ограничения скорости движения, без вынужденных остановок поездов и без нарушений безопасности движения из-за повреждений и отказов вагонов, при условии приемлемых затрат на их техническое обслуживание и ремонт.

Достижение оптимальных показателей безотказности вагонов исходя из многолетнего опыта работы принципиально возможно по нескольким направлениям:

- 1) разработка и использование вагонов с высокими показателями безотказности;
- 2) модернизация, т.е. замена недостаточно надежных частей вагона на более надежные в течение установленного срока службы вагона;
- 3) разработка и использование системы ремонта вагонов, позволяющей обеспечить безотказную работу в межремонтный период;
- 4) разработка и использование эффективной системы технического обслуживания вагонов.

Конструкция вагонов и система их ремонта и технического обслуживания должны соответствовать условиям эксплуатации вагонов, а перечисленные выше направления совершенствования сложной системы «вагон-система его эксплуатации – система его ремонта и технического обслуживания» должны использоваться комплексно.

Учитывая достаточно большой установленный срок службы вагона (20-40 лет) и ограниченные экономические возможности, быстрая замена морально и физически устаревших вагонов, а также серьезная модернизация (замена крупных узлов, например, тележек) не реальна. Разработки и использование технологии ремонта, обеспечивающей безотказную работу вагона в межремонтный период для вагонов с низкими показателями надежности и с большим сроком службы, мало эффективна.

Мероприятия по улучшению показателей безотказности вагонов за счет совершенствования системы технического обслуживания могут быть эффективными в случае разработки и использования технических средств диагностики. До настоящего времени такие средства не получили распространения, за исключением аппаратуры теплового контроля букс в поездах.

Использование этой аппаратуры не уменьшает количество нарушений безопасности движения из-за неисправностей буксового узла, но почти полностью исключает тяжелые последствия – изломы шеек осей.

Сложность разработки диагностической аппаратуры вагонов заключается прежде всего в том, что аппаратура должна не только выявлять повреждения (дефекты), но и прогнозировать остаточный технический ресурс. Другая

чрезвычайно сложная задача – необходимость контроля технического состояния большого количества деталей за весьма ограниченное время. Например, в составе из 70 вагонов нужно проверить 280 колес на отсутствие трещин в дисках.

Поэтому до сих пор существует система визуального контроля технического состояния вагонов в поездах (осмотр). На осмотрщиков вагонов возлагают обязанности выявить все виды дефектов деталей вагонов при осмотре в любое время суток, и не зависимо от погоды. Такая система существует со времени появления железных дорог, т.е. около 170 лет практически без изменения. В настоящее время, в век электроники, развития информационных технологий, телекоммуникаций, компьютеров, Интернета и т.д., система технического обслуживания вагонов нуждается в немедленном изменении для организации технического контроля с помощью технических средств.

Рассматривая перспективные вопросы организации технического обслуживания вагонов, с позиции системного подхода можно выделить две крайности или две принципиально различные системы организации вагонного хозяйства:

- надежные вагоны с минимальными затратами на их ремонт и техническое обслуживание;
- малонадежные вагоны и сложная, дорогостоящая система их ремонта и технического обслуживания.

Исторически, в течение длительного периода, в особенности начиная с 50-х гг. прошлого века на дорогах России существовала тенденция совершенствования конструкции и модернизации вагонов для улучшения показателей их надежности. Произведена замена старотипных тележек на более надежные модели 18-100, осуществлен перевод вагонов на роликовые подшипники, переход на более совершенное тормозное оборудование, прекращено использование деревянной обшивки. Однако одновременно изменялись условия эксплуатации вагонов: увеличились скорости движения, длина и масса поездов, статистическая нагрузка; удлинялись гарантийные участки, происходило массовое использование средств механизации погрузки и выгрузки вагонов. Изменения условий эксплуатации, особенно переход на электрическую и тепловозную тягу, вызывали изменение требований к вагонам.

Одновременно с совершенствованием конструкции вагонов на железных дорогах проводилась техническая политика совершенствования системы ремонта и технического обслуживания вагонов. Особенно активно эта работа выполнялась в 70-80 х гг. Все вагонные депо в это время реконструированы и приспособлены для ремонта большегрузных вагонов. Построено сравнительно большое количество депо, соответствующих новым строительным нормам и правилам. Получили широкое распространение механизированные пункты подготовки вагонов к перевозкам, механизированные пункты текущего ремонта вагонов, а также специализированные эксплуатационные вагонные депо. Пункты подготовки вагонов к перевозкам, механизированные пункты текущего ремонта вагонов были оснащены вагоноремонтными машинами, са-

моходными ремонтными установками, грузоподъемными кранами. В 70-х гг. принята программа разработки средств технической диагностики вагонов в процессе технического обслуживания. В 90-х гг. необычайно широкое развитие получила разработка, изготовление и использование некоторых средств диагностики, дефектоскопов и электронных измерительных приборов, используемых в процессе ремонта вагонов (более подробно эти средства рассмотрены в главе 9).

В перспективе развития вагонного хозяйства неизбежно возникает необходимость совершенствования конструкции вагонов, а также системы их технического обслуживания и ремонта, с приоритетом мероприятий по замене визуального контроля технического состояния вагонов средствами технического диагностирования. Система ремонта должна обеспечить безотказную работу вагонов в межремонтный период. В качестве временного мероприятия на период замены морально и физически устаревших вагонов используют систему плановой технической ревизии отдельных малонадежных узлов: буксового, автосцепки, тележек. Эта система широко применялась в период второй мировой войны и в послевоенный период, когда вагонный парк находился в неудовлетворительном состоянии.

## **Глава 6. Формирование и совершенствование системы технического обслуживания вагонов**

### **6.1. Обоснование периодичности технического обслуживания вагонов**

Периодичность технического обслуживания грузовых вагонов определяется двумя основными факторами:

- оборотом, т.е. временем полного цикла работы от погрузки до погрузки;
- допустимой величиной пробега груженых и порожних вагонов из условия обеспечения безопасности движения между техническими обслуживаниями.

Оборот вагона в среднем по сети дорог всегда составлял более пяти суток, а для отдельных вагонов в несколько раз больше. За время оборота вырабатывается технический ресурс, возможны повреждения при погрузке, выгрузке и маневровой работе. Под погрузку должен быть подан исправный вагон, обеспечивающий сохранность груза и безопасность движения за время оборота.

Целесообразно организовать техническое обслуживание вагонов перед погрузкой, при подготовке их к перевозкам. Однако большое количество станций имеют незначительные объемы погрузки, иногда единичные вагоны. Поэтому возникает проблема размещения пунктов подготовки вагонов к перевозкам. Эта проблема решается экономическими расчетами. На станциях массовой погрузки размещают пункты подготовки, которые готовят вагоны для станций погрузки. Перед погрузочным районом, включающим множество погрузочных станций с небольшими объемами погрузки, размещают пункт подготовки, который готовит вагоны для всего погрузочного района. Подготовленные вагоны развозят по станциям участка – погрузочного района – участковыми сборными и передаточными поездами.

Для пассажирских вагонов подготовка в рейс совмещается с экипировкой вагонов, т.е. с обеспечением топливом, водой и всем необходимым для обслуживания пассажиров.

Для пассажирских вагонов требуется так называемое сезонное обслуживание, т.е. подготовка вагона к работе в зимних или летних условиях. При этом обслуживании предусматривают соответствующие работы по отопительной системе, вентиляции, окнам, аккумуляторным батареям.

Вследствие большой интенсивности эксплуатации пассажирских вагонов и высоких требований к обеспечению безопасности движения и безопасности пассажиров предусматривается профилактическое обслуживание через полгода после деповского ремонта – единая техническая ревизия. В процессе этой ревизии проверяют по специальным правилам все ответственные части

вагона: тележки, колесные пары, тормоз, автосцепку, электрооборудование – выполняют промежуточную ревизию букс, ревизию приводов электрогенераторов, состояние изоляции электроприводов вагонов с электроотоплением.

В процессе технического обслуживания грузовых вагонов в пути следования периодичность обслуживания определяется длиной гарантийных участков пунктов технического обслуживания, которые размещают на сортировочных и участковых станциях.

В 1995 г. средняя длина гарантийных участков составляла около 350 км для груженых составов и около 600 км для порожняковых.

В 2002 г. средняя длина гарантийных участков составила: для груженых составов – 640 км, для порожняковых – 877 км.

Планируется дальнейшее увеличение длины гарантийных участков.

С позиций теории надежности периодичность ТОВ определяется наработкой вагона в вагоно-км или вагоно-ч между очередными обслуживаниями.

Показателями для обоснования периодичности и для оценки организации ТОВ являются показатели безотказности: наработка на отказ, параметр потока отказов и вероятность безотказной работы вагона на гарантийном участке ПТО. Существующая система ТОВ сложилась исторически, и поэтому существующие показатели надежности грузовых вагонов можно считать допустимыми. В среднем на сети дорог после перевода вагонов на роликовые подшипники, по данным статистического учета, количество случаев брака в поездной работе по вагонному хозяйству составляет около 0,2 на 1 млн вагоно-километров. Для средней длины гарантийного участка 280 км и среднего количества вагонов в составе поезда 55 вероятность безотказной работы вагона составит около 0,99994, а вероятность безотказной работы состава из 55 вагонов – 0,997. Если учитывать все вынужденные остановки поездов в пути из-за неисправностей вагонов (не учитываемые как брак в поездной работе), то в случае выполнения графика движения поездов вагонным хозяйством от 90 до 96%, вероятность безотказной работы вагона составит от 0,998 до 0,9993. При таких высоких показателях безотказности считают допустимым для расчетов использовать распределение вероятности безотказной работы по экспоненциальному закону. В этом случае количество отказов очень мало в сравнении с количеством работающих объектов (вагонов), поэтому параметр потока отказов и интенсивность отказов практически одинаковы.

$$\omega(l) = \lambda(l) = \frac{n_0(l)}{Nl} = \frac{n_0(l)}{Nl_c}, \quad (6.1)$$

где  $l$  – наработка вагона при следовании по участку длиной  $l$ ;

$n_0(l)$  – количество отказов вагонов из числа  $N$ , проследовавших по участку;

$N_c = \frac{2N - n_0(l)}{2}$  – среднее количество вагонов для расчета интенсивности отказов.

Аналогично, если учитывать наработку в вагоно-часах

$$t = \frac{l}{v_y}, \quad (6.2)$$

где  $v_y$  – участковая скорость поездов на участке, то

$$\omega(t) = \lambda(t) = \frac{n_0(t)}{Nl}.$$

Вероятность безотказной работы вагона на  $i$ -ом участке [15]

$$P(l_i) = e^{-\omega_i l_i}, \quad (6.3)$$

где  $l_i$  – наработка вагона на  $i$ -ом участке.

$$\omega_i = \frac{1}{\bar{l}_i}, \quad (6.4)$$

где  $\bar{l}_i$  – средняя наработка на отказ вагона на  $i$ -ом участке, то

$$P(l_i) = e^{-l_i / \bar{l}_i}. \quad (6.5)$$

В практических расчетах величины  $l_i$  и  $\bar{l}_i$  определяют за длительный промежуток времени – год или выборочно в периоды разных времен года.

Для состава поезда из  $m$  вагонов вероятность безотказного проследования через участок

$$P_m(l) = \prod_1^m P(l), \quad P_m(l) = e^{-m\omega l}. \quad (6.6)$$

По данным ВНИИЖТ, для гарантийных участков в среднем (приблизительно)  $P_m(l = 270 \div 280 \text{ км}) = 0,9$ ;  $P_m(l = 130 \div 170 \text{ км}) = 0,97$ .

Из выражения (6.3) можно определить оптимальную длину участка ( $l_0$ ) для заданного  $P(l)$  и среднего  $\omega_c$  [17]

$$P(l) = e^{-\omega_c l_0},$$

откуда

$$\omega_c l_o = -\ln P_m(l),$$

или

$$l_o = -\bar{l} \ln P(l). \quad (6.7)$$

Величину  $\bar{l}$  принимают по данным учета или по данным аналогичных участков.

В случае объединения двух соседних участков ( $l_1$  и  $l_2$ ) в один (удлиненный) с вероятностями безотказной работы вагона  $P(l_1)$  и  $P(l_2)$  вероятность безотказной работы вагонов на удлиненном участке составит

$$P(l_1 + l_2) = 1 - \{[1 - P(l_1)]\} + \{[1 - P(l_2)]\} \quad (6.8)$$

## **6.2. Требования к подразделениям для технического обслуживания вагонов**

Технология технического обслуживания вагонов на пунктах технического обслуживания сортировочных станций определяется особенностями работы этих станций. Транзитные вагоны с переработкой прибывают в парк приема, отправляют из парка отправления. Поэтому имеется необходимость их обслуживания по прибытии для выявления неисправных, требующих отцепочного ремонта и перед отправлением, для выполнения регламентированных операций по техническому обслуживанию. Составы транзитных поездов обслуживают по прибытии на отправление. В задачи ПТО сортировочных станций входит также контроль за сохранностью вагонов при маневровых работах в процессе сортировки.

Необходимость обеспечения безопасности движения поездов потребовала также организации пунктов технического обслуживания вагонов на участках станциях. На этих пунктах предусмотрен контроль наиболее ответственных частей вагона: букс и автотормозов. Эти пункты выполняют также текущий отцепочный ремонт вагонов и подготовку их к перевозкам.

Вследствие низкой надежности буксового узла на дорогах было организовано большое количество специальных подразделений, получивших название «посты безопасности». Эти посты размещены на промежуточных станциях и предназначены для контроля букс и колес в проходящих поездах без ограничения скорости. Посты оснащены приборами теплового контроля букс, а в отдельных случаях устройствами для выявления неисправностей колес.

В связи с особенностями организации перевозочной работы и существенным удлинением плеч оборота локомотивов возникла необходимость организации пунктов полного опробования тормозов на некоторых станциях смены локомотивных бригад.

На станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками, где остановка поезда предусмотрена графиком движения, перед затяжными спусками крутизной 0,018 и более производится полное опробование тормозов от локомотива с выдержкой автотормозов в заторможенном состоянии в течение 10 минут.

В 90-х гг. в связи с существенным сокращением размеров движения часть ПТО на участковых станциях переведена в категорию ПОТ. При этом все функции ПТО: подготовка вагонов к перевозкам, техническое обслуживание вагонов в поездах своего формирования, текущий отцепочный ремонт вагонов – сохраняются.

Для рефрижераторного подвижного состава в пути следования должны быть предусмотрены пункты экипировки через 2-2,5 тыс.км для обеспечения дизельным топливом, хладагентом, смазочными маслами, топливом и водой для бригады.

Техническое обслуживание ходовых частей автотормозов и автосцепки рефрижераторных поездов и секций в пути следования выполняют работники ПТО и ПОТ, а обслуживание внутреннего оборудования – сопровождающие бригады.

Примерная схема размещения подразделений по техническому обслуживанию грузовых вагонов приведена на рис. 6.1.

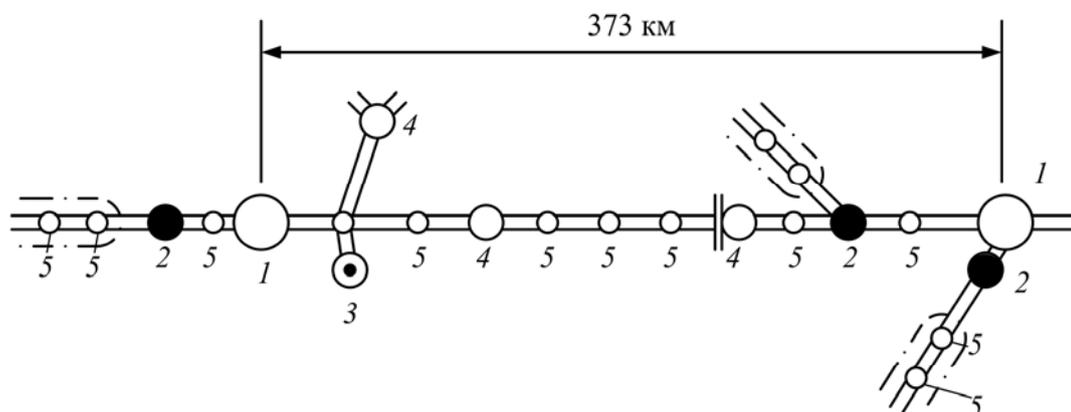


Рис. 6.1. Схема размещения подразделений по техническому обслуживанию грузовых вагонов

Обозначены цифрами:

- 1- ПТО сортировочных станций;
- 2- пункты подготовки вагонов к перевозкам на погрузочных и участковых станциях;
- 3- промывочно-пропарочные станции или пункты для подготовки цистерн и вагонов для перевозки битума;
- 4- ПОТ на участковых станциях;
- 5- контрольные посты на промежуточных станциях

Обслуживание пассажирских составов в пути следования выполняют на специализированных пунктах, в основном на пассажирских станциях.

### 6.3. Мероприятия по улучшению показателей безотказности вагонов на гарантийных участках

Вероятность безотказной работы вагона на участке связана с системой технического обслуживания и ремонта, а с позиции теории надежности – с восстановлением работоспособного состояния вагонов перед отправлением на участок. В главе 5 было показано, что трудоемкость работ по подготовке составов к следованию на участок является случайной величиной и распределяется по закону Эрланга. Количество рабочих в бригаде, выполняющей ТОВ, – постоянно, т.е. их фонд рабочего времени для обслуживания одного состава – постоянная величина  $q_0$ , равная обычно среднему значению ( $\bar{q}$ )

$$q_0 = \bar{q} = n_p t_0, \quad (6.9)$$

где  $n_p$  – количество рабочих в бригаде;

$t_0$  – установленное время ТО – фонд рабочего времени одного рабочего.

Величина  $t_0$  установлена нормативно-технической документацией.

Примерный график дифференциальной функции распределения трудозатрат на ТОВ в составе вагонов приведен на рис. 6.2.

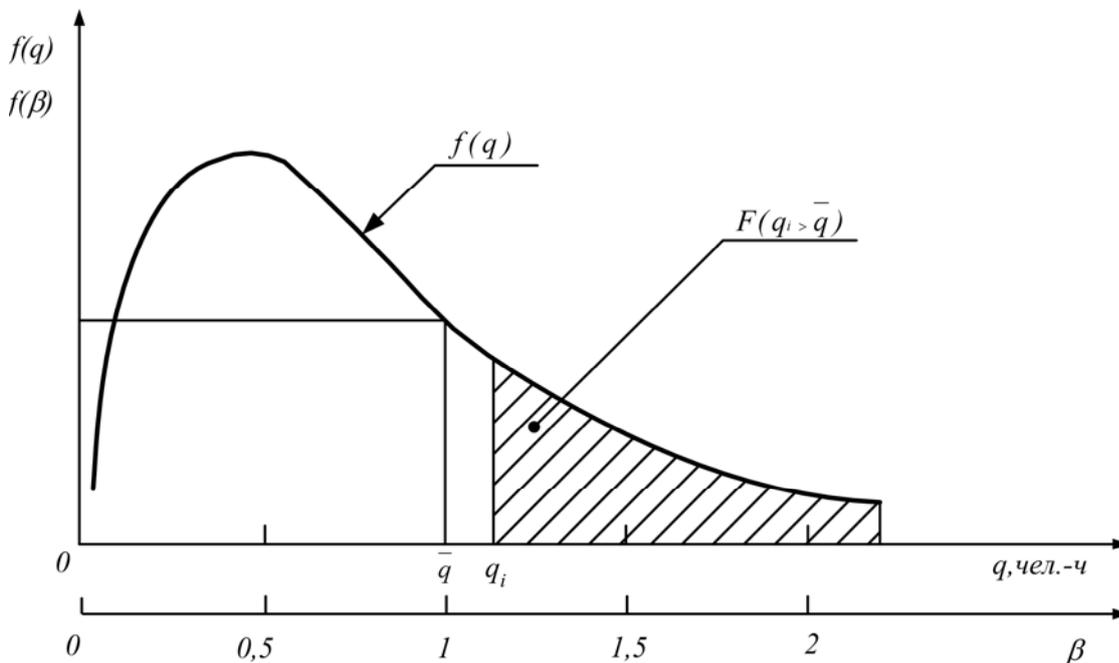


Рис. 6.2. График дифференциальной функции распределения трудозатрат на ТОВ в составе вагонов:

$q_i$  – трудоемкость ТОВ в  $i$ -м составе

Для анализа распределения трудоемкости ТОВ использована безразмерная величина

$$\beta_i = \frac{q_i}{\bar{q}}, \quad (6.10)$$

где  $\bar{q}$  – средние трудозатраты на ТО и безотцепочный ремонт вагонов в одном составе (см. главу 5).

Интегральная функция

$$F(q_i > \bar{q}) = \text{Вер}(q_i > \bar{q}) \quad (6.10)$$

показывает вероятность поступления для обслуживания состава с объемом ремонта больше фонда рабочего времени бригады. Это означает, что состав может быть обслужен за время  $t_i > t_0$  (задержка поезда по отправлению) или восстановление будет неполным и возможны отказы вагона на гарантийном участке (случаи нарушения безопасности движения в поездной работе).

При увеличении количества рабочих в бригаде вероятность случая  $(q_i > \bar{q})$  уменьшается, но одновременно уменьшается загрузка бригады, т.е. ее фонд рабочего времени будет использован не полностью.

Если ввести коэффициент загрузки бригады

$$K_{\sigma} = \frac{\bar{q}}{q_0} = \frac{1}{\beta_{0i}}, \quad (6.11)$$

то в случае  $q_0 = \bar{q}$ ,  $K_{\sigma} = 1$  (полная загрузка за время  $t_0$ ).

В случае  $q_0 > \bar{q}$ ,  $K_{\sigma} < 1$ .

Величина  $q_0$  представляет предел интегрирования в случаях определения вероятностей:

$$\text{Вер}(q_0 < \bar{q}) = \int_0^{q_0} f(q) dq;$$

$$\text{Вер}(q_0 > \bar{q}) = 1 - \int_0^{q_0} f(q) dq.$$

Для характерных точек на графике  $f(\beta)$  величины  $F(q_i \geq \bar{q})$  и  $K_{\sigma}$  составят:

$$\beta_i = 1; q_0 = \bar{q}; F(q_i = q_0) = 0,4; K_{\sigma} = 1;$$

$$\beta_i = 1,5; q_0 = 1,5\bar{q}; F(q_i > q_0) = 0,2; K_{\sigma} = 0,67;$$

$$\beta_i = 2; q_0 = 2\bar{q}; F(q_i > q_0) = 0,09; K_{\sigma} = 0,5;$$

Инструктивными указаниями ЦВ рекомендуется при расчете количества рабочих в бригаде ( $n_p$ ) задавать  $q_0 = \bar{q}$ . Необходимость увеличения  $q_0$  следует определять в каждом конкретном случае, используя показатели нарушений безопасности движения, выполнение графика движения, показатели безотказности вагонов на гарантийном участке и экономический показатель, определяемый коэффициентом использования бригад.

Производительность труда рабочих, занятых ТОВ, а следовательно, уровень восстановления надежности связаны с рядом факторов: квалификацией рабочих, техническим оснащением ПТО, использованием средств технической диагностики и т.д. Поэтому уровень восстановления надежности следует связать с показателями безотказности вагонов на гарантийных участках.

Наиболее простой способ увеличения уровня восстановления – увеличение количества рабочих в бригаде. Например, при увеличении в полтора раза будет  $\beta_0 = 1,5$ , а  $F(\beta_0 = 1,5) = 0,8$ . Возможен другой подход: увеличение производительности труда на ПТО за счет организационно-технических мероприятий.

ВНИИЖТ исследовал возможности увеличения наработки на отказ  $l_{\phi}$  или уменьшения параметра потока отказов  $\omega (l)$  для нескольких значений достигнутого уровня восстановления  $F(q_0 > \bar{q}) = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8$ . Данные приведены в инструктивно-методических указаниях по размещению и совершенствованию работы ПТО и ППВ [16], в том числе по результатам мероприятий:

- совершенствования технологии ТОВ;
- повышения квалификации рабочих;
- механизации работ.

Анализ нарушений безопасности движения показывает, что причинами нарушений в основном являются неисправности вагонов, не выявленные в процессе технического обслуживания.

Главной причиной невыявления неисправностей вагонов на ПТО служит отсутствие технических средств диагностирования. Для контроля технического состояния вагонов до сих пор, практически в течение всей истории железнодорожного транспорта, используется органолептический метод, т.е. непосредственно с помощью органов чувств человека: визуально, на слух, на ощупь. В течение крайне ограниченного времени осмотрщик должен проверить на каждом вагоне десятки позиций – мест, где возможно образование неисправностей. Поэтому одновременно с совершенствованием конструкции вагонов крайне необходимо разрабатывать ТСД для использования в процессе ТО вагонов.

В 80-х гг. УО ВНИИЖТ была разработана концепция создания комплекса средств технического диагностирования вагонов в процессе технического обслуживания на ПТО. В 80-90-х гг. были разработаны ТСД для использования в парках прибытия сортировочных станций. Это оборудование выполняло часть функций осмотрщиков вагонов, обеспечивая более полное выявление неисправностей без увеличения численности осмотрщиков. В частности, были разработаны устройства:

- система автоматического контроля механизма автосцепки (САКМА);
- аппаратура регистрации неисправностей вагонов при встрече поезда с ходом (АРНВ);
- аппаратура для контроля толщины гребней колес;
- автоматическая система выявления неисправностей упряжного устройства автосцепки (АДУ);
- приборы для выявления утечки воздуха из тормозной магистрали поезда (течеискатели);
- аппаратура для выявления перегруза вагонов;
- аппаратура для контроля габарита вагона в верхней части (уширения или перекоса кузова);
- установка для выявления неотпустивших тормозов при отправлении поезда.

Перечисленная аппаратура не получила в 90-х гг. широкого распространения.

Позднее, в 2001 г., ЦВ был разработан регламент технической оснащённости пункта технического обслуживания грузовых вагонов сетевого значения, в котором предполагалось использовать автоматизированный диагностический комплекс для установки в районе входного сигнала парка прибытия сортировочной станции. Этот комплекс по регламенту должен включать около 20 отдельных устройств, из них 5-6 видов реализованы (аппаратура ДИСК2).

Позднее, в частности после реформирования МПС в ОАО «РЖД», концепция развития сетевых ПТО не получила развития. Разработка новых ТСД для технического обслуживания вагонов практически не производится.

В долгосрочном плане развития вагонного хозяйства уменьшение числа отказов вагонов на гарантийных участках, в особенности в случае удлинения участков, возможно за счет комплекса мероприятий, включающих:

- модернизацию парка вагонов – разработку и производство вагонов с высокими показателями надежности: безотказности, ремонтпригодности, включая приспособленность для механизации работ по техническому обслуживанию, а также за счет обеспечения контролепригодности, т.е. приспособленности для диагностирования технического состояния имеющимися средствами;

- разработку и использование комплекса ТСД, который мог бы выполнять основную часть функций осмотрщиков вагонов по контролю технического состояния вагонов.

#### 6.4. Определение параметров пунктов технического обслуживания вагонов

Исходя из основных задач вагонного хозяйства в процессе технической эксплуатации вагонов основными параметрами работы ППВ и ПТО (показателями функционирования) являются параметры, определяющие экономическую эффективность эксплуатации вагонов:

- вероятность и продолжительность простоя составов (групп вагонов) в ожидании ТОВ;

- вероятность и продолжительность простоя обслуживающих бригад.

Подобные задачи, связанные с организацией обслуживания решают методами теории массового обслуживания (ТМО). Эта теория основана на теории вероятностей (теория случайных процессов) и на методах статистического моделирования случайных процессов (с использованием ЭВМ).

С позиций теории массового обслуживания ППВ и ПТО являются системами массового обслуживания.

В соответствии с терминологией ТМО составы или группы вагонов, предъявляемые для ТО, называют заявками (требованиями) на обслуживание, а обслуживающие бригады – каналами обслуживания (бригадой считается группа рабочих, которая может обслуживать одновременно один состав).

Система ТОВ может быть одноканальной (одна бригада) или многоканальной (число бригад две или более).

Системой с ожиданием называют системы, в которых заявки могут ожидать обслуживания.

Каждая система массового обслуживания характеризуется потоками: входящим – заявок на обслуживание и выходящим – обслуженных заявок.

Исследованиями этих потоков ТОВ доказано, что входящий, а следовательно, и выходящий потоки являются потоками Пуассона (простейшими). Такие потоки удовлетворяют следующим требованиям:

- ординарности, т.е. одновременное или близкое по времени поступление двух заявок маловероятно;

- стационарности, т.е. количество заявок в среднем в единицу времени одинаково.

Интервалы времени между заявками распределяются по экспоненциальному (показательному) закону с параметром  $\lambda$ .

$$f(\tau) = \lambda e^{-\lambda\tau} ; F(\tau < \bar{\tau}) = e^{-\lambda\tau} , \quad (6.12)$$

где  $\lambda$  – интенсивность потока заявок;

$\tau$  – интервал поступления заявок;

$$\lambda = \frac{1}{\bar{\tau}} , \quad (6.13)$$

где  $\bar{t}$  – среднее значение (математическое ожидание) интервала поступления заявок.

Вероятность поступления в систему  $k$  заявок за время  $t$

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \text{ при } k \geq 0. \quad (6.14)$$

Такой поток является однородным, т.к. величина  $\lambda$  не зависит от  $t$ .  
Интенсивность потока обслуживания:

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}}, \quad (6.15)$$

где  $\bar{t}$  - среднее время обслуживания.

Если время обслуживания задано ( $t_0$ ), то

$$\mu = \frac{1}{t_0}.$$

Функции распределения времени обслуживания:

дифференциальная –  $f(t) = \mu e^{-\mu t}$ ; (6.16)

интегральная –  $F(t < \bar{t}) = e^{-\mu t}$ . (6.17)

Отношение

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

является характеристикой режима системы обслуживания и называется коэффициентом загрузки системы.

Если  $\rho < 1$  – режим устойчивый. В случае  $\rho > 1$  ( $\lambda > \mu$ ) система не справляется с потоком заявок и очередь на обслуживание растет безгранично.

Графически система ТОВ может быть представлена в виде графа состояний системы с переходами из одного состояния в другое.

Для составления графа состояний представлена железнодорожная станция или парк этой станции (например, парк отправления) с количеством путей  $r$  и количеством каналов обслуживания (бригад)  $n$ .

Далее введены следующие обозначения:

- наибольшее количество составов (заявок) в парке –  $m$ ;
- количество заявок (составов) в парке в произвольный момент времени –  $k$ ;
- состояние системы (по величине  $k$ ) в произвольный момент времени –  $S_i$ ;
- вероятность  $i$ -го состояния –  $P_i$ .

На рис. 6.3 представлена схема парка ( $r = 3$ ); с двумя каналами обслуживания ( $n = 2$ ) для условия  $m = r = 3$ .

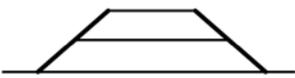
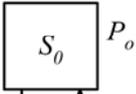
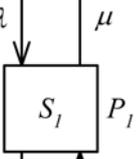
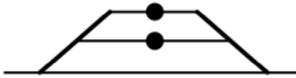
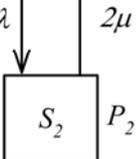
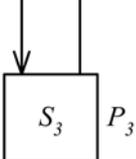
Схема состояния парка	Характеристика состояния системы	Граф состояний
<p>Нет составов. Бригады простаивают</p> 	<p><math>\kappa=0</math> <math>S_0</math> <math>P_0</math></p>	
<p>Один состав. Одна бригада простаивает</p> 	<p><math>\kappa &lt; n</math> <math>S_1</math> <math>P_1</math></p>	
<p>Два состава. Обе бригады заняты</p> 	<p><math>\kappa = n</math> <math>S_2</math> <math>P_2</math></p>	
<p>Три состава. Один состав ожидает ТО</p> 	<p><math>\kappa &gt; n</math> <math>S_3</math> <math>P_3</math></p>	

Рис. 6.3. Схема формирования графа состояний системы ТОВ: наибольшее количество составов (заявок) в парке –  $m = 3$ ; количество путей в парке  $r = 3$ ; количество бригад (каналов обслуживания) –  $n = 2$

Процесс ТОВ в рассматриваемом случае представляет случайный процесс (цепь) Маркова с дискретными состояниями и непрерывным временем. Систему массового обслуживания с потоками Пуассона (простейшими) и дискретными состояниями называют системой Маркова.

Для расчета вероятностей  $k$  состояний ( $k \leq m + 1$ ) системы Маркова (однородной) составляют систему дифференциальных уравнений, используя граф состояний. Применяют мнемоническое правило: дуги графа, направленные к вершине, положительны; от вершины – отрицательны. Количество членов в каждом уравнении равно количеству дуг, направленных к вершинам и из вершины.

В соответствии с этим правилом получается следующая система дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}
 \frac{dP_0(t)}{dt} &= -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t); \\
 \frac{dP_1(t)}{dt} &= \lambda P_0(t) - (\lambda + \mu)P_1(t) + 2\mu P_2(t); \\
 \frac{dP_2(t)}{dt} &= \lambda P_1(t) - 2\mu P_2(t) + 2\mu P_3(t); \\
 \frac{dP_3(t)}{dt} &= \lambda P_2(t) - 2\mu P_3(t).
 \end{aligned}
 \tag{6.18}$$

Систему массового обслуживания называют транзитивной, если на графе состояний нет ни одного состояния без входа или выхода. По теореме Маркова любой транзитивный однородный процесс обладает так называемым эргодическим свойством, т.е. существует предельный стационарный режим, когда распределение вероятностей состояний устанавливается и не меняется во времени.

Для  $t \rightarrow \infty$  существует предельный стационарный режим с предельными вероятностями состояний

$$P_i = \lim_{t \rightarrow \infty} P_i(t) \quad (i = 0, 1, 2, 3 \dots k)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{dP_i(t)}{dt} = 0.$$

Поэтому приведенная выше система дифференциальных уравнений превращается в систему алгебраических уравнений

$$\begin{aligned}
 -\lambda P_0 + \mu P_1 &= 0; \\
 \lambda P_0 - (\lambda + \mu)P_1 + 2\mu P_2 &= 0; \\
 \lambda P_1 - (\lambda + 2\mu)P_2 + 2\mu P_3 &= 0; \\
 \lambda P_2 - 2\mu P_3 &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{6.19}$$

Последнее  $(m + 1)$  уравнение находят из очевидного условия

$$P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = \sum_{i=1}^{k=m+1} P_i = 1 \quad (6.20)$$

Решением системы алгебраических уравнений для постоянных  $\lambda$  и  $\mu$  определяют значения  $P_i$  для стационарного режима.

По численным величинам вероятностей состояний и интенсивностей переходов определяют:

– вероятность простоя составов в ожидании ТО

$$P_3(t_c) = \frac{n_3(t_c)}{N(t_c)}, \quad (6.21)$$

где  $t_c$  – продолжительность смены;

$n_3(t_c)$  – количество заявок (составов), ожидающих ТО за время  $t_c$ ;

$N(t_c)$  – количество заявок за  $t_c$ ;

вероятность простоя бригад:

$$P_0 = 1 - K_{\sigma} = 1 - \frac{N(t_c)t_0}{nt_0}, \quad (6.22)$$

где  $K_{\sigma}$  – коэффициент использования бригад;

$t_0$  – установленное время обслуживания;

$n$  – количество бригад.

Для расчета численных значений параметров используют следующие методы:

- аналитический;
- графоаналитический;
- статистического моделирования (Монте-Карло).

Аналитический метод основан на решении системы уравнений (6.19) для классической системы массового обслуживания с ожиданием.

Теорией массового обслуживания определены расчетные формулы вероятностей состояний системы простоя бригад и ожидания составами обслуживания.

Коэффициент простоя обслуживаемых заявок (составов)

$$K_1 = \frac{M}{m}, \quad (6.23)$$

где  $M$  – среднее количество заявок, ожидающих ТО (длина очереди);

$m$  – наибольшее количество заявок в системе.

Коэффициент простоя каналов обслуживания (бригад)

$$K_2 = \frac{M_2}{n}, \quad (6.24)$$

где  $M_2$  – среднее количество свободных каналов (бригад);  
 $n$  – количество каналов в системе;

$$M_1 = \sum_{k=n+1}^m (k-n)P_k, \quad (6.25)$$

где  $k$  – количество заявок в системе в момент  $t$ ;  
 $P_k$  – вероятность состояния ( $k > n$ );

$$M_2 = \sum_{k=0}^{n-1} (n-k)P_k, \quad (6.26)$$

$$P_k = \frac{m!}{n^{k-n} n!(m-k)!} \rho^k P_0, \quad (6.27)$$

где  $\rho = \lambda / \mu$ ,  
 $P_0$  – вероятность состояния ( $k = 0$ )

$$P_0 = \left\{ \left[ \sum_{k=0}^n \frac{m!}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m!}{n^{k-n} n!(m-k)!} \right] \rho^k \right\}^{-1} \quad (6.28)$$

Вероятности промежуточных состояний ( $k \leq n$ ) определяют по формуле

$$P_{ko} = \frac{m!}{k!(m-k)!} \rho^k P_0 \quad (6.29)$$

Следует иметь в виду, что в случае  $m = k$  выражение  $(m-k)! = 1$  (особенность гамма-функции).

Расчеты по формулам (6.24 – 6.29) могут быть существенно упрощены, если принять

$$\frac{P_k}{P_0} = \frac{m!}{n^{k-n} n!(m-k)!} \rho^k ; \quad \frac{P_{ko}}{P_0} = \frac{m!}{k!(m-k)!} \rho^k$$

и использовать условие

$$P_0 + P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1$$

Обозначив

$$\frac{P_1}{P_2} = a_1 ; \frac{P_2}{P_0} = a_2 \text{ и т.д. ,}$$

получим

$$P_0 = \frac{1}{1 + a_1 + a_2 + \dots + a_n} . \quad (6.30)$$

Если в результате расчетов получатся большие значения  $K_1$  или  $K_2$ , следует изменить количество бригад ( $n$ ).

Графоаналитический способ применяют в случае небольшого объема работы ПТО (до 20 заявок в смену), т.к. расчет выполняют вручную. Для расчета используют график исполненной работы ПТО или график исполненной работы станции.

Расчет производят в следующей последовательности. Определяют интенсивность потока заявок  $\lambda$ . Задаются интенсивностью ТО  $\mu$  (должно быть  $\mu > \lambda$ ). Для заданного времени обслуживания  $t_0$  ориентировочно определяют количество бригад  $n \geq \mu t_0$  (ближайшее целое число, больше  $\mu t_0$ ). Затем график исполненной работы преобразуют к виду, удобному для расчета (рис. 6.4).

На преобразованном графике наносят время ТОВ –  $t_0$  для каждого состава. Из-за неравномерности интервалов между заявками ( $\tau_i$ ) в некоторых случаях бригада закончит работу позднее, чем будет предъявлена следующая заявка. В таком случае возможно ожидание составом ТО (задержка поезда –  $t_3$ ). В других случаях работа будет закончена раньше, чем предъявят следующий состав, и будет простаивать бригада ( $t_n$ ). Количество случаев  $t_3$  за смену составит  $n_3$ , а их продолжительность – время ожидания составом ТО. Суммарное время  $t_n$  определит простой обслуживающих бригад.

Вероятность задержки отправления поезда составит

$$P_3 = \frac{n_3(t_c)}{N(t_c)} , \quad (6.31)$$

где  $t_c$  – продолжительность смены,

$N(t_c)$  – количество поездов, отправленных за смену.

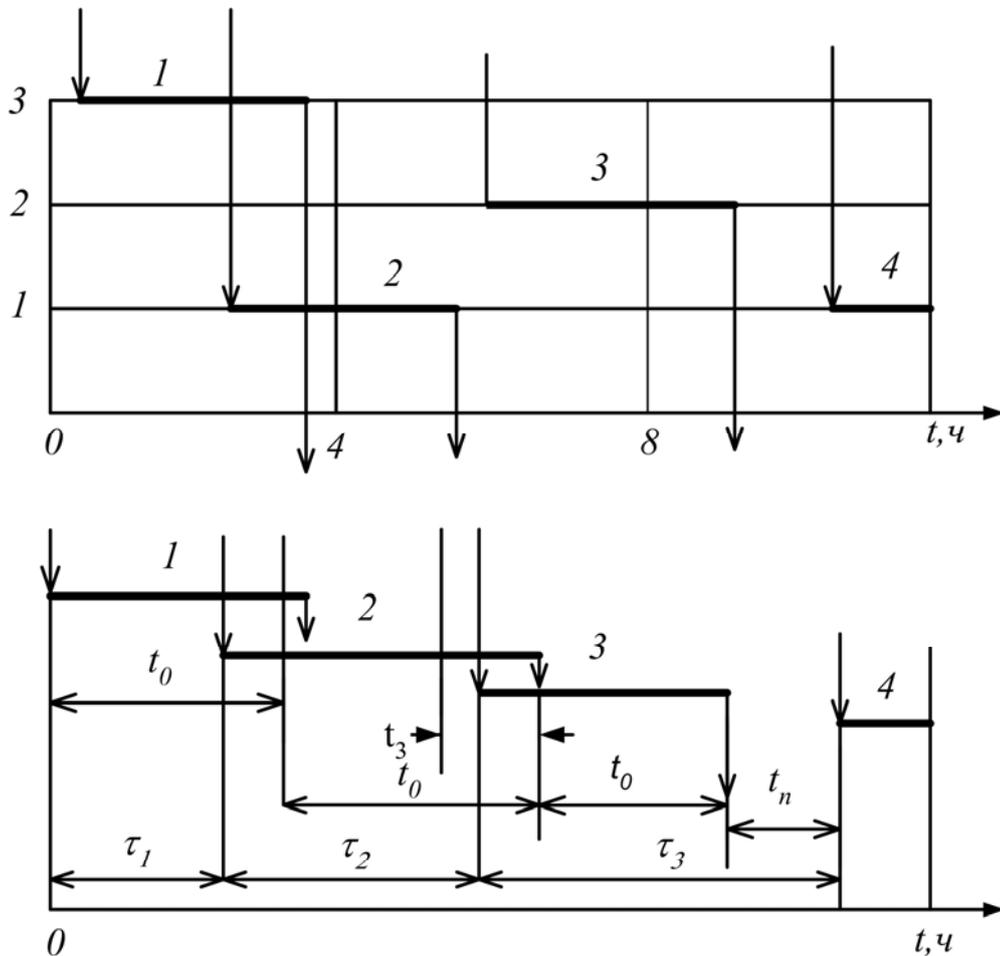


Рис. 6.4. Схема расчета  $P_0$  и  $P_3$  с использованием графика исполненной работы ПТО (I бригада)  
 а) фрагмент реального графика; б) график, преобразованный для расчета

Коэффициент использования бригад ( $n$  – количество бригад)

$$K_{\sigma} = \frac{\sum t_n}{nt_c} \quad (6.32)$$

Метод статистического моделирования (Монте-Карло) в принципе аналогичен графоаналитическому и может быть использован для любых размеров движения в двух случаях:

- для расчета показателей работы крупных ПТО или ППВ при технологическом проектировании;
- для оперативного планирования работы ПТО.

Метод статистического моделирования основан на использовании ЭВМ, в том числе персональных. Поэтому становится возможным планирование работы бригад и коррекция плана оператором ПТО.

Моделирование процесса ТО заключается в последовательном задании интервалов между заявками –  $\tau_i$  ( в часах или минутах), т.е. формировании потока заявок с интенсивностью  $\lambda_i$  и в последующем задании времени обслуживания заявок  $t_0$  , т.е. формирования потока обслуживания с интенсивностью  $\mu$  .

В процессе моделирования определяют количество случаев и продолжительность ожидания обслуживания заявками  $t_{3i}$  , количество случаев простоя бригад и время простоя –  $t_{ni}$  .

Графическая интерпретация моделирования для одного канала ( $n = 1$ ) приведена на рис. 6.5.

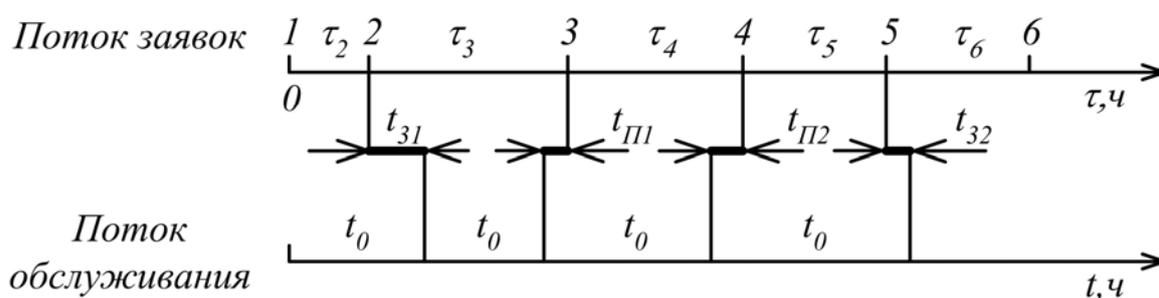


Рис. 6.5. Схема моделирования процесса ТО

$t_{3i}$  – время ожидания составом обслуживания;

$t_{ni}$  – время простоя бригад

В общем случае определяют ожидание составами обслуживания и коэффициент простоя бригад.

В расчетах для технологического проектирования моделируемое время от 0 (начало) до  $T_{кон}$  (конец) определяют исходя из приемлемого количества опытов, т.е. количества интервалов  $\tau_i$  при моделировании. Тогда

$$T_{кон} = \sum_{i=1}^N \tau_i \text{ или } T_{кон} = \frac{N}{\lambda},$$

где  $N$  – количество заявок за время моделирования;

$\lambda$  – интенсивность потока заявок.

По закону больших чисел для  $N = 200 \div 400$  достоверность, т.е. вероятность соответствия частоты и вероятности события, будет около 0,85 – 0,9, что можно считать допустимым.

Время обслуживания ( $t_0$ ) в практике задано постоянным для парков приема, отправления, транзитных и при моделировании задается постоянным, хотя возможен вариант расчетов для переменного  $t_0$ .

Для случаев оперативного планирования работы ПТО время моделирования – смена или часть смены (несколько часов).

Способы задания интервалов  $\tau_i$ ;

Для технологического проектирования:

а) в виде численных значений, соответствующих интегральной функции распределения  $\tau$ ;

б) в форме эмпирического ряда чисел – интервалов, взятых из графика исполненной работы или из планового графика работы станции.

Для оперативного планирования – в форме эмпирического ряда чисел – интервалов предъявления заявок из плана работы станции (парка станции) на текущую смену.

Задание  $\tau_i$  в соответствии с законом распределения выполняют для простейших потоков (экспоненциальное распределение). В программу ЭВМ может быть включен ряд  $\tau_i$  или предусмотрен розыгрыш интервалов  $\tau_i$  по алгоритму с использованием случайных чисел из ряда равномерно распределенных. Эти числа приводятся в специальных таблицах.

Для экспоненциального распределения обозначим

$$\int_0^{\tau_i} \lambda e^{-\lambda \tau} d\tau = a_i, \quad (6.33)$$

откуда

$$a_i = 1 - e^{-\lambda \tau_i},$$

далее

$$-\lambda \tau_i = \ln(1 - a_i). \quad (6.34)$$

Распределение  $a_i$  такое же, как  $1 - a_i$ , поэтому

$$\tau_i = -\frac{1}{\lambda} \ln a_i, \quad (6.35)$$

где  $a_i$  – случайное число из ряда цифр с равномерным распределением.

Величину  $a_i$  представляют в форме

$$a_i = A_1 A_2 10^{-2}, \quad (6.36)$$

где  $A_1$  и  $A_2$  – цифры из таблицы.

Моделирующий алгоритм расчета показателей функционирования ПТО по методу Монте-Карло включает 25 операций.

Обозначения, используемые в алгоритме:

$N(t_c)$  – среднее количество заявок, поступающих за время ( $t_c$ );

$T_k$  – время поступления в систему  $k$ -й заявки;

$k$  – порядковый номер заявки ( $k = 1, 2, 3 \dots N$ );

$n$  – количество каналов обслуживания ( $n \geq 1$ );

$t_c$  – время окончания обслуживания ( $k = 1$ ) заявки каналом  $i$ ;

$i$  – номер канала обслуживания ( $i = 1, 2, 3 \dots n$ );

$T_{кон}$  – время окончания моделирования;

$\tau_k$  – интервал поступления ( $k + 1$ ) заявки;

$T_{ко}$  – время ожидания обслуживания  $k$ -й заявкой;

$T_{кл}$  – момент начала обслуживания заявки с ожиданием;

$t_0$  – заданное время обслуживания;

$\gamma_k$  – случайное число из ряда равномерно распределенных (пара цифр, умноженная на  $10^{-2}$ );

$\lambda$  – интенсивность потока заявок;

$m_b$  – количество заявок, обслуженных в течение установленного времени  $t_0$  за время моделирования процесса;

$m_0$  – тоже, ожидавших обслуживания.

Часть операций объединяется в два цикла:

– обслуживание без ожидания;

– обслуживание с ожиданием.

Предполагается также система с ограниченной очередью ожидающих обслуживания заявок, например, количество заявок, ожидающих обслуживания не более числа каналов обслуживания (бригад).

Упрощенная схема алгоритма с операциями, входящими в циклы, изображенными в виде блоков, приведена на рис. 6.6.

При подготовке к расчету использованы исходные данные:  $t_0$ ;  $N(t_c)$ .

Определено

$$\lambda = \frac{N(t_c)}{t_c},$$

Принято  $N = 200 \div 400$ . Определено

$$T_{кон} = \frac{N}{\lambda}.$$

Принят параметр потока обслуживания  $\mu \geq \lambda$ . Определено число бригад

$$n \geq \mu t_0 - \text{целое число}$$

В начале расчета  $k = 1, T_1 = 0, t_1 = t_2 = \dots = t_n = 0$  (каналы обслуживания свободны). Заявка направляется для обслуживания в канал 1. Расчет выполняется по циклу 1, в счетчике обслуженных заявок фиксируется  $m = 1$ , формируется  $\tau_1$  (рис. 6.6.) и далее  $k = 2, T_2 = \tau_1, t_1 = 0 + t_0$ .

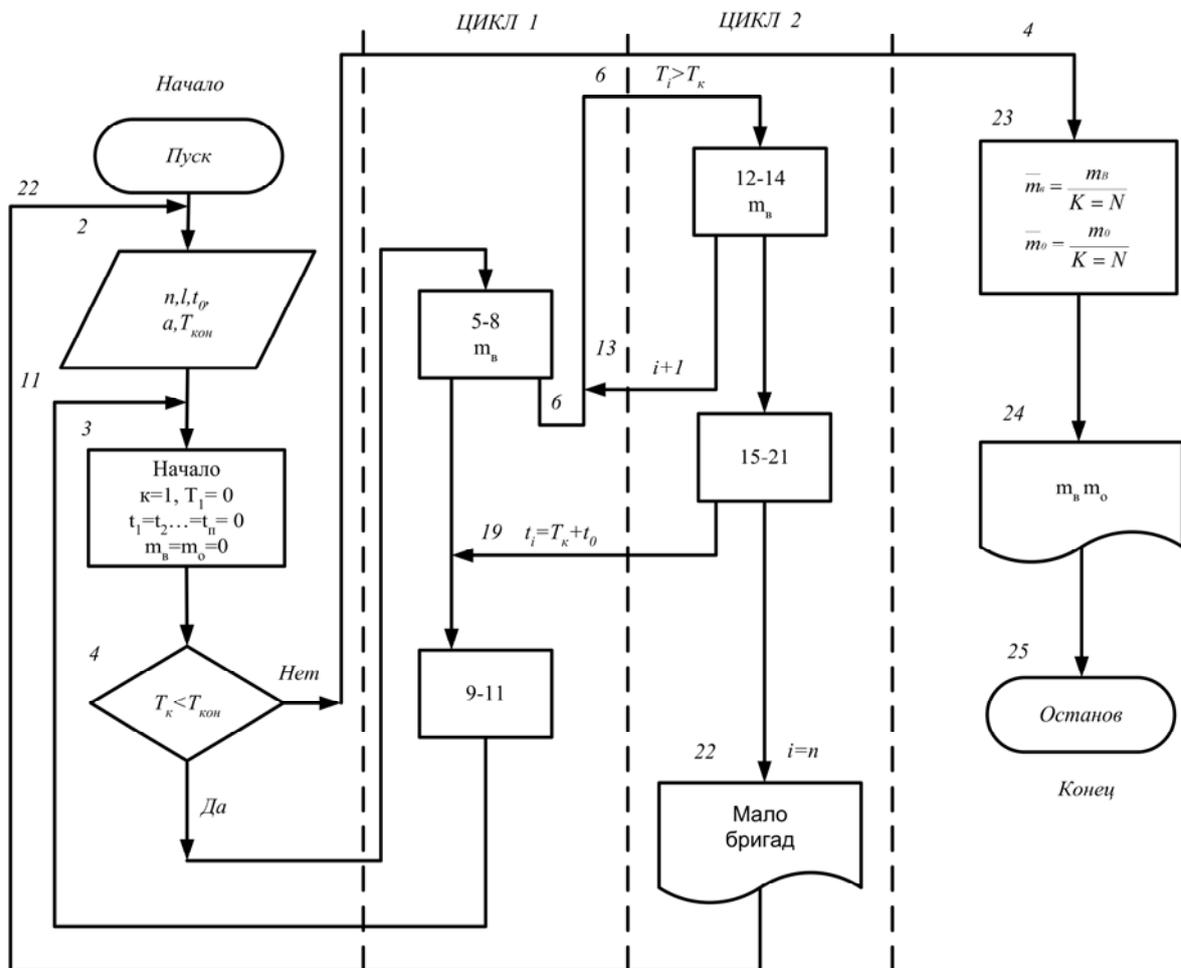


Рис. 6.6. Схема моделирующего алгоритма расчета показателей функционирования системы ТОВ по методу Монте-Карло (цифрами 1,2,3 ... 25 обозначены номера операций);  
 ----- - граница циклов 1 и 2.

Если в момент  $T_2 = \tau_1$  первый канал занят, заявка направляется в канал 2. После каждого цикла 1 сравнивается  $T_k \leq T_{кон}$ . В случае  $T_k = T_{кон}$  моделирование прекращается.

Если оба обслуживающих канала заняты ( $i = n$ ) очередная заявка будет ожидать обслуживания и расчет выполняется по циклу 2. В счетчике заявок, ожидающих обслуживания, фиксируется  $m_0 = 1$ . Если количество заявок, ожидающих обслуживания, превысит установленную величину очереди, то

выдается информация «мало бригад». Следует увеличить  $n$  и выполнить расчет снова. По окончании моделирования ( $T_k = T_{кон}$ ) выдается информация о вероятностях обслуживания с ожиданием или без ожидания.

Если в процессе расчетов для оперативного планирования выявится ситуация, когда состав будет ожидать обслуживания ( $m_0 \geq 1$ ), то оператор или сменный мастер ПТО может предложить стационарному диспетчеру откорректировать план работы парка для исключения возможных задержек поездов. Для этого следует изменить 1-2 интервала между предъявлениями заявок (изменить время предъявления или время отправления). Затем выполняется новый расчет.

Определение количества бригад для ПТО в предварительных расчетах можно выполнить по упрощенной методике.

$$n_б = \frac{t_0}{\tau_p}, \quad (6.37)$$

где  $t_0$  – заданное время ТО;

$\tau_p$  – расчетный интервал предъявления составов для ТО.

Расчетный интервал определяют с учетом неравномерности предъявления составов

$$\tau_p = k \frac{24 \cdot 60}{N_c}, \quad (6.38)$$

где  $k$  – коэффициент неравномерности предъявления составов;

$N_c$  – количество составов, предъявляемое в течение суток;

$24 \cdot 60 = 1440$  минут в сутках.

Величину коэффициента неравномерности предъявления составов можно определить из анализа исполненного графика прибытия и отправления поездов. Распределение величин интервалов прибытия и отправления поездов на сортировочных станциях обычно подчиняется логарифмически-нормальному закону. В этом случае допустимо принять  $k = 0,7 - 0,9$ .

Расчетный интервал  $\tau_p$  может быть определен также непосредственно из анализа графика как средневзвешенный

$$\tau_{pc} = k \frac{\sum_i^s \tau'_i m_i}{m_i}, \quad (6.39)$$

где  $\tau'_i$  – середина  $i$ -го интервала статистической обработки данных;

$m_i$  – частота (повторяемость) в  $i$ -м интервале;

$S$  – количество интервалов статистической обработки данных.

Численный состав бригады (явочный) определяют из выражения

$$M_{я} = \frac{mq}{t_0}, \quad (6.40)$$

где  $m$  – количество вагонов в составе;

$q$  – средняя трудоемкость технического обслуживания одного вагона.

Списочный состав численности служебного персонала пункта составит

$$M_c = M_{я} \cdot K_3 \cdot a_c, \quad (6.41)$$

где  $K_3$  – коэффициент замещения отсутствующих рабочих;

$a_c$  – количество составов бригады с учетом круглосуточной работы.

Принимают в расчетах  $K = 1,1$ ;  $a_c = 4,2$ .

Расчет оптимального количества вагонов в группе и оптимального времени простоя производят нахождением минимума величины обобщенного показателя эффективности работы ППВ – себестоимости обслуживания (в денежном выражении)

$$C_0 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = f(t_{п}, C_{п}, R) \rightarrow \min, \quad (6.42)$$

где  $C_1$  – стоимость простоя вагонов в ремонте;

$C_2$  – стоимость рабочей силы;

$C_3$  – стоимость простоя вагонов под накоплением для подачи на ППВ;

$C_4$  – стоимость маневровых работ;

$t_{п}$  – время обслуживания группы вагонов на ППВ;

$n_{п}$  – количество вагонов в группе;

$R$  – количество рабочих в бригаде ППВ.

Выражение (6.42) для регулярного потока заявок представляют в виде

$$C_0 = N t_{п} e_1 + N q a e_2 + N \frac{t_{н} t_{п}}{t_c} e_1 + \frac{t_{п} t_{с} e}{t_{п}}, \quad (6.43)$$

где  $N$  – план подготовки вагонов на смену;

$t_c$  – продолжительность смены;

$t_{н}$  – параметр накопления вагонов;

$t_l$  – время работы маневрового локомотива;  
 $q$  – средняя трудоемкость подготовки одного вагона;  
 $\alpha$  – коэффициент, учитывающий перерывы в работе бригады;  
 $e_1, e_2, e_3$  – расходные ставки на 1 вагоно-ч, 1 чел.-ч, 1 локомотиво-ч.

Многочлен (6.43) относительно  $t_{\Pi}$  содержит члены, где  $t_{\Pi}$  в числителе и член, где  $t_{\Pi}$  в знаменателе, т.е. функция может иметь экстремальное значение: минимум или максимум.

Графическая интерпретация такой функции приведена на рис. 6.7.

Поиск экстремального значения выполняют по известному методу: определяют первую производную  $C_0$  по  $t_{\Pi}$ , приравнивают к нулю и находят действительные корни  $t_{\Pi}$  из уравнения  $C'_{\Pi} = 0$ .

Первая производная

$$\frac{dC_0}{dt_{\Pi}} = Ne_1 + \frac{Nt_l}{t_c} e_1 - \frac{t_l}{t_{\Pi}^2} e_3 = 0. \quad (6.44)$$

Из выражения (6.44)

$$t_{\Pi} = t_c \sqrt{\frac{t_l e_3}{N(t_c + t_l) e_1}}. \quad (6.45)$$

Тогда

$$n_{\Pi} = N \frac{t_{\Pi}}{t_c} = \sqrt{\frac{N t_l e_3}{(t_c + t_l) e_1}}. \quad (6.46)$$

Явочное количество рабочих в бригаде составит

$$R_{\text{я}} = \frac{n_{\Pi} q \alpha}{t_{\Pi} - t_3}, \quad (6.47)$$

где, кроме приведенных выше обозначений,

$t_3$  – простой бригады во время подачи и уборки вагонов на путь обслуживания.

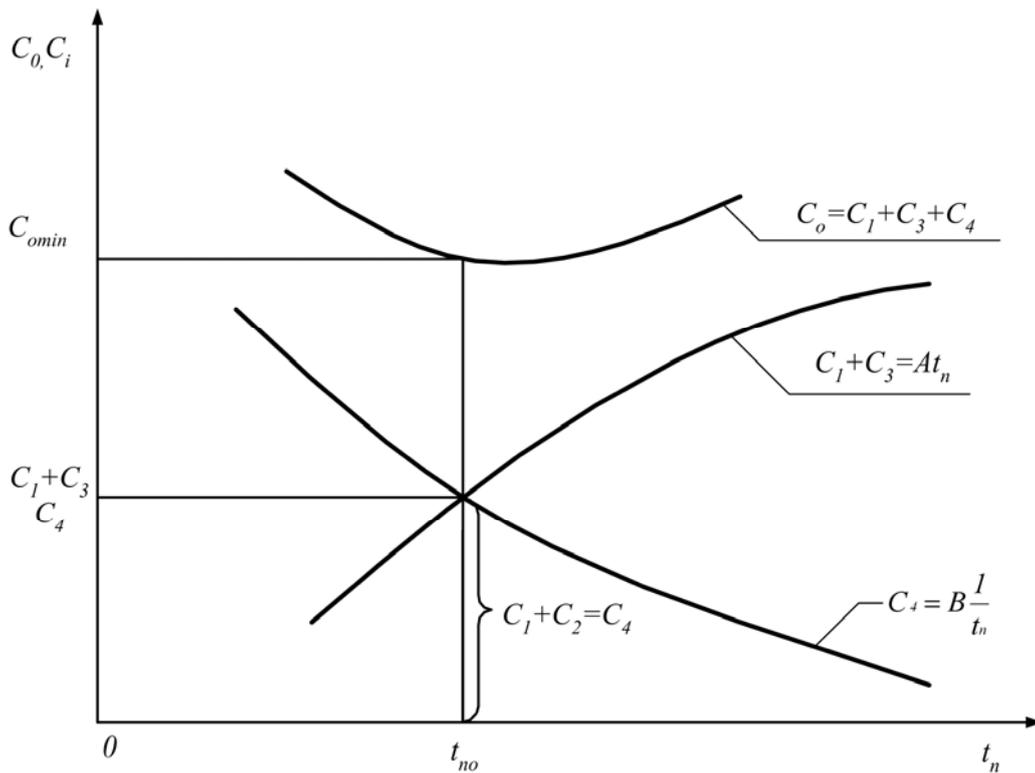


Рис. 6.7. График функции  $C_0 = f(t_{\Pi}) = At_{\Pi} + B\frac{1}{t_{\Pi}} + D$

В случае нерегулярного потока

$$\frac{n_{\Pi i}}{t_{\Pi i}} \neq \frac{N}{N_c}, \quad \sum_1^k t_{\Pi i} < t_c,$$

где  $n_{\Pi i}$  и  $t_{\Pi i}$  – величины  $i$ -й подачи и продолжительности ее обслуживания;

$k$  – количество подач за время  $t_c$ .

Численный состав бригады

$$R' = \frac{n_{\Pi \max} q}{\bar{t}_{\Pi} - t_3} > R, \quad (\text{здесь } \bar{t}_{\Pi} = \frac{t_c}{k}).$$

Себестоимость обслуживания составит

$$C'_{\Pi} = e_1 \sum_1^k n_{\Pi i} t_{\Pi i} + \left[ N + \sum_1^k (n_{\Pi \max} - n_{\Pi i}) \right] q a e_2 + \frac{Nt}{k} e_1 + k t_l e_3. \quad (6.48)$$

Потери рабочего времени вследствие простоя бригады из-за неравномерности подачи групп вагонов для обслуживания

$$\Delta Q = \left[ \sum_1^k (n_{\text{II max}} - n_{\text{III}}) \right] q,$$

разница себестоимости подготовки каждого вагона

$$\Delta C_{\text{пу}} = \frac{C'_{\text{II}} - C_{\text{II}}}{N}. \quad (6.49)$$

В процессе подготовки вагонов к перевозкам используют эстакады – площадки на междупутьях путей обслуживания, поднятые на пунктах подготовки цистерн до уровня верха котла, на пунктах подготовки крытых – до уровня пола.

Пропускную способность эстакад можно рассчитать по формуле

$$N_{\text{э}} = \frac{m_{\text{II}} l_{\text{э}} t_{\text{с}} k_{\text{II}}}{t_{\text{3B}} l_{\text{B}}}, \quad (6.50)$$

где  $N_{\text{э}}$  – количество вагонов, подготовленных в среднем в течение 1 ч.;

$m_{\text{II}}$  – количество эстакадных путей у одной эстакады: один или два;

$l_{\text{э}}$  – длина эстакады;

$t_{\text{с}}$  – время работы эстакады в течение суток;

$k_{\text{II}}$  – коэффициент, учитывающий перерывы в работе эстакады

( $k = 0,8 \div 0,9$ );

$t_{\text{3}}$  – время занятости путей подачей вагонов одной группы

$t_{\text{3}} = t_0 + t_{\text{ПУ}}$ ;

$t_{\text{ПУ}}$  – время на постановку и уборку вагонов одной группы;

$l_{\text{B}}$  – длина вагона.

## 6.5. Требования к подразделениям текущего отцепочного ремонта вагонов

В процессе технического обслуживания вагонов используют два вида текущего ремонта: безотцепочный (в поездах за время стоянки поезда) и отцепочный (с отцепкой вагона от поезда и подачей его на пункт текущего ремонта вагонов или на путь, приспособленный для ремонта вагонов).

Текущий отцепочный ремонт грузовых вагонов производится:

- при подготовке вагонов к перевозкам (порожним вагонам);
- вагонов, отцепленных от поездов (груженых и порожних).

Текущий отцепочный ремонт пассажирских вагонов производится:

- на пунктах формирования и оборота во время отстоя;
- в пути следования без высадки пассажиров, с отцепкой и последующей постановкой после ремонта в состав на станциях, где имеются специализированные пункты текущего ремонта;
- в пути следования с отцепкой и с пересадкой пассажиров, если невозможно отремонтировать вагон в течение непродолжительного времени.

Перечень неисправностей, с которыми вагону производится безотцепочный или отцепочный ремонт, приводится в местных технологических процессах.

Для отцепки вагона в текущий ремонт выдается уведомление на отцепку формы ВУ-23, на основании которого вагон на время ремонта перечисляется в нерабочий парк, а работники станции подают вагон на ремонтный путь. По окончании текущего ремонта в технологический центр станции выдается уведомление об окончании ремонта формы ВУ-36, на основании которого вагон перечисляется в рабочий парк. Установлена норма простоя в ремонте от подачи вагона в ремонт, до выдачи уведомления об окончании ремонта. Станцией учитывается также общее время простоя от отцепки в ремонт до прицепки в состав после ремонта. Простой вагона на станции для производства текущего ремонта ухудшает показатели использования вагонов (см.раздел 2.3).

При подготовке грузовых вагонов к перевозкам в текущий отцепочный ремонт (ТР-1) должны поступать вагоны с большим объемом ремонта, когда простой в ремонте больше установленного времени на подготовку группы вагонов или когда для ремонта вагона требуется специальное оборудование (например, при смене колесных пар). В результате увеличится простой при подготовке к перевозкам только тех вагонов, которые были отцеплены в текущий ремонт (для ТР-1 установлена норма простоя в ремонте).

В процессе технического обслуживания вагонов в поездах целесообразно выполнять текущий безотцепочный ремонт сменой мелких деталей: тормозных колодок, тормозных валиков, шплинтов соединительных рукавов, концевых кранов и т.д. Для выполнения сложного ремонта вагонов пути отправления или приемо-отправочные не приспособлены, нет средств механизации, необходима растяжка состава.

В историческом плане были периоды, когда на некоторых пунктах пытались применять укрупненный текущий ремонт вагонов без отцепки от состава. Производили замену триангелей, механизма автосцепки, корпусов автосцепки, тележечных пружин, колесных пар и т.д. В 70-80 гг. тенденция изменилась, в особенности на горочных сортировочных станциях, где были организованы специализированные пути в парках формирования для ремонта автосцепного устройства, тормозного оборудования, кузовов. На этих путях

простой вагонов в текущем ремонте существенно меньше, чем на путях пункта технического обслуживания вагонов.

В особую группу выделяются пункты текущего ремонта пассажирских вагонов, используемые для смены колесных пар в пути следования. Первоначально пытались организовать ремонт за время стоянки пассажирского поезда по графику. Позднее продолжительность стоянок была сокращена. На все операции замены колесной пары от отцепки вагона до прицепки уходит обычно более 40 мин.

В настоящее время пункты смены колесных пар в пассажирских поездах организованы на некоторых станциях, где размещены ПОТ. Обслуживаются эти пункты персоналом эксплуатационных депо вагонного хозяйства.

Понумерной учет вагонов, поступавших для текущего отцепочного ремонта, выполняет диспетчер депо с записью в книгу формы ВУ-31. Простой вагонов в ремонте регламентирован Департаментом вагонного хозяйства и службой вагонного хозяйства дороги. Например, по различным депо норма простоя вагона в текущем ремонте (от подачи на ремонтный путь до окончания ремонта) составляет в основном 3,5–4 ч. Норма общего простоя на станции (от отцепки до прицепки) в основном от 38 до 39 ч.

Установлена также норма остатка неисправных вагонов в ремонте. Расчет остатка выполняется ежедневно к концу отчетных суток по результатам анализа книги учета ВУ-31.

Для проектирования, реконструкции и организации производственного процесса ПТОР, включая специализированные пути текущего ремонта грузовых вагонов необходимы исходные расчетные данные:

- ожидаемое поступление вагонов в ТОР, среднесуточное и максимальное;
- норма простоя вагонов в ремонте;
- распределение вагонов, поступающих в ремонт, по видам неисправностей: смена колесных пар, правка деформированных элементов кузова; смена элементов автосцепного устройства; смена элементов тормозного оборудования.

Ожидаемое поступление вагонов в ТОР определится по статистическим данным учета конкретной станции. Прогнозирование изменения поступления вагонов в текущий ремонт на краткосрочную перспективу определяется методом экстраполяции. По данным учета Департамента вагонного хозяйства, количество отцепок в ТР каждого вагона рабочего парка составило (по годам): 1997 – 11,2; 1998 – 7,45; 1999 – 5,78; 2000 – 4,11; 2001 – 3,54; 2003 – 1,6. Прослеживается тенденция непрерывного снижения отцепки.

Для ориентировочных расчетов ПТОР могут быть использованы приведенные данные, средние для дорог.

Простой вагонов в ремонте в ориентировочных расчетах можно принять равным 4 ч.

Распределение вагонов, поступающих в ТР-2 по неисправностям основных узлов в расчетах может быть принято в соответствии со статистическими данными ЦВ (в процентах):

- колесные пары – 11;
- буксовый узел – 22;
- тележки – 14;
- автотормозное оборудование – 20;
- кузов (включая автосцепное устройство) – 33.

Трудозатраты на текущий ремонт вагонов определяют нормированием в зависимости от местных условий.

Количество ремонтных позиций на ПТОР определится по формуле

$$n_{\text{п}} = \frac{N_{\text{г}} \tau}{D_{\text{г}} m (t_{\text{с}} - t_{\text{о}})},$$

где  $N_{\text{г}}$  – ожидаемое поступление вагонов в ТР за год;

$\tau$  – норма простоя вагона в ремонте;

$D_{\text{г}} = 365$  – расчетное количество дней в году;

$m$  – количество смен в сутках;

$t_{\text{с}} = 11$  ч. – продолжительность смены;

$t_{\text{о}}$  – продолжительность выводки отремонтированных вагонов и

постановки в ремонт (определяется в соответствии с технологическим процессом работы ПТОР).

На сортировочных станциях с большим объемом работы ПТОР должен иметь 2 ремонтных пути

- первый – для ремонта вагонов с подъемкой;

- второй – специализированный путь для смены деталей автосцепного устройства и тормозного оборудования.

Численность рабочих определяется расчетом по формуле (явочный состав

$$R_{\text{я}} = \frac{N_{\text{г}} q}{\Phi},$$

где  $q$  – нормированная трудоемкость текущего ремонта;

$\Phi$  – годовой фонд рабочего времени одного рабочего.

Техническое оснащение ПТОР должно соответствовать регламенту [22].

Организация работы ПТОР рассмотрена в разделе 3 (глава 11.5).

## **ЧАСТЬ 2. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

### **Глава 7. Информационные технологии управления вагонным хозяйством**

#### **7.1. Информационные технологии: основные понятия, назначение и перспективы развития**

Вагонное хозяйство является основной составляющей инфраструктуры железнодорожного транспорта и предназначено для обеспечения спроса на перевозки исправным подвижным составом. Эффективность решения этой задачи определяется уровнем рационального использования ресурсов на содержание инфраструктуры вагонного хозяйства и парка грузовых вагонов.

Долгое время основным сдерживающим фактором качественного повышения уровня управления вагонным хозяйством являлась удаленность подразделений вагонного хозяйства друг от друга и отсутствие надежной связи между ними. Важнейшим механизмом совершенствования работы вагонного хозяйства и в целом железных дорог России явилось внедрение современных информационных технологий, которые превратились в основной элемент инфраструктуры железнодорожного транспорта. Развитие сети передачи данных и оснащение линейных предприятий средствами вычислительной техники явились предпосылками для широкого внедрения автоматизированных систем управления объектами вагонного хозяйства на всех уровнях управления.

Ниже приведены термины и понятия, являющиеся основополагающими в информационных технологиях.

*АСУ* - автоматизированная система управления (пер. с англ. Computer-aided control system) - автоматизированная система, обеспечивающая эффективное функционирование объекта, в которой сбор и переработка информации, необходимой для реализации функций управления, осуществляется с применением средств автоматизации и вычислительной техники (ГОСТ 24003-84).

*АРМ* - автоматизированное рабочее место (пер. с англ. Workstation) - рабочее место персонала в автоматизированной системе, оборудованной средствами, обеспечивающими участие человека в реализации функций АСУ (ГОСТ 24003-84).

*Информация* – сведения, не известные до их получения, являющиеся объектом хранения, передачи и обработки (совокупность сведений, знаний и сообщений о всевозможных объектах, явлениях и процессах).

*Данные* - (пер. с англ. Data) информация, представленная в виде, пригодном для обработки автоматическими средствами при возможном участии человека (ГОСТ 15971-84).

*Информатизация* - организационный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, органов государственной власти, организаций на основе формирования и использования информационных ресурсов (Закон РФ “Об информации, информатизации и защите информации” от 20 февраля 1995 г.)

*Информатизация железнодорожного транспорта* - процесс производства, распространения и повсеместного использования информации и информационных услуг на железнодорожном транспорте, базирующийся на массовом внедрении методов и средств сбора, обработки, передачи и хранения информации.

*Информационная среда* - информация, реализованная в системе баз данных и знаний, которая обеспечивает функционирование объектов, органов управления и отдельных пользователей, связанных с железнодорожным транспортом. Информационная среда включает в свой состав структуры данных и знаний, представленных в соответствующих базах.

Главное назначение информатизации вагонного хозяйства – создание условий для повышения качества принимаемых управленческих решений по обеспечению погрузочных ресурсов исправным подвижным составом, безопасности движения и оптимизации эксплуатационных расходов на основе автоматизации контроля и оценки технического состояния объектов вагонного парка, а также внешних факторов, влияющих на их состояние.

Основными задачами автоматизированного управления вагонным хозяйством и парком грузовых вагонов являются:

- управление численностью, структурой, темпами обновления, модернизацией инвентарного вагонного парка;
- управление техническим состоянием, безопасной и безотказной эксплуатацией, сохранностью вагонов;
- оценка надежности вагонов эксплуатационного парка, разработка требований к показателям надежности вагонов нового поколения;
- совершенствование системы технического обслуживания и ремонта вагонов;
- управление вагоноремонтной базой.

В 1997 году разработана Концепция информатизации железнодорожного транспорта России, которая определила основные направления информатизации железных дорог и, в частности, вагонного хозяйства. Согласно концепции необходимо разработать четыре комплекса информационных технологий (КИТ):

- КИТ-1 «Управление перевозочным процессом» - включает задачи информационного сопровождения перемещения грузов, выполнения технологических операций, учета, отчетности и архивации перевозочных докумен-

тов. Особая роль этому комплексу отводится при информационно-справочном обслуживании компаний-операторов.

- КИТ-2 «Управление маркетингом, экономикой и финансами» - включает задачи развития отрасли, обеспечивающие стратегическое планирование, техническое перевооружение, реформирование системы управления;

- КИТ-3 «Управление инфраструктурой железнодорожного транспорта» - включает задачи автоматизации управления эксплуатационной работой и ремонта технических средств, в том числе и объектов вагонного хозяйства;

- КИТ-4 «Управление персоналом, социальной сферой и наукой» - включает задачи повышения эффективности кадровой и социальной политикой, отраслевых научных исследований и разработок.

Комплексный подход в использовании информационных технологий обеспечивает эффективное оперативное взаимодействие пользователей внутри КИТ, а также с другими КИТ (особенно с КИТ-1), создание единого информационного пространства, охватывающего все области деятельности железнодорожного транспорта и уровни его управления. Особое значение комплексный подход к реализации информационных технологий имеет в вагонном хозяйстве, где результаты решений одних задач являются исходной информацией для решения других.

Реализация комплексного подхода стала возможной благодаря созданию развитой инфраструктуры информатизации железнодорожного транспорта, которая включает:

- главный вычислительный центр (ГВЦ), объединяющий и поддерживающий информационные базы для проведения общесетевой экономической деятельности и управления перевозочным процессом;

- информационно-вычислительные центры на дорогах (ИВЦ), реализующие комплексы информационных услуг;

- вычислительное, телекоммуникационное оборудование, обеспечивающее выполнение основных операций над информацией, системы передачи данных;

- инструментальные программные средства, предназначенные для использования в информационной среде.

Более подробно элементы инфраструктуры рассмотрены в разделе 7.3.

## **7.2. Информационная модель управления вагонным хозяйством**

В организационной структуре вагонного хозяйства все информационные потоки можно разделить на две группы:

- совокупность документов, поступающих от департамента вагонного хозяйства (ЦВ), вагонной службы (В) и дирекции по ремонту грузовых вагонов (ДРВ) к линейным предприятиям: нормативно-технической документации (НТД), приказов, указаний, распоряжений, запросов (административно-управляющие воздействия);

- совокупность документов, поступающих от линейных предприятий в адрес ЦВ, вагонной службы, ДРВ: данных от средств диагностики, паспортных характеристик вагонного хозяйства, учетных и отчетных форм, справок.

Перечисленные информационные потоки характеризуют вертикальные связи между подразделениями вагонного хозяйства, находящимися на разных уровнях управления. Между предприятиями одного уровня управления, включая подразделения других хозяйств железной дороги, существуют горизонтальные информационные связи, которые определяются технологией и организацией производства работ. Примером таких связей могут служить информационные потоки между работниками сортировочной станции и работниками ПТО, при приеме и отправлении поездов.

Нормативно-техническая документация сетевого уровня в обязательном порядке утверждается ОАО «РЖД». НТД дорожного уровня разрабатывается на основе общесетевых нормативов и утверждается администрацией дороги. Учет и отчетность в вагонном хозяйстве определяются инструктивными указаниями ОАО «РЖД». Составлять и представлять информацию в неустановленные адреса и по формам, не утвержденным ОАО «РЖД», запрещается.

Источниками информации в структуре управления вагонным хозяйством железных дорог России являются несколько десятков форм учета (ВУ) и отчетности (ВО). Учетные формы представляют собой формализованные документы, в которых работниками линейных предприятий отражается совокупность сведений о выполнении технологических процессов технического обслуживания и ремонта вагонов. Например, на ПТО заполняются следующие формы ВУ:

- ВУ-23 – уведомление на ремонт грузовых вагонов;
- ВУ-45 – справка о тормозах и др.

Сведения, представленные в формах ВУ, являются, как правило, не интегрированными первичными данными. Отчетные формы представляют собой интегрированные данные учетных форм и содержат основные показатели, отражающие деятельность линейных предприятий вагонного хозяйства за отчетный период. Полный перечень учетных и отчетных форм приведен в приложении 1. Формы ВУ-10, ВУ-4, ВУ-23 и ряд других записаны с индексом «М» - машинные формы.

Информация, отраженная в формах ВУ и ВО, передается в подразделения и службы дороги и департаменты ОАО «РЖД»:

- на дорожном уровне: НОДВ, В, отдел статистического учета и отчетности дороги (НЧУ), дорожный центр управления перевозками (ДЦУП);
- на сетевом уровне: ЦВ, департамент управления перевозками (ЦД), центр управления перевозками (ЦУП) и др.

Комплекс форм ВУ и ВО в целом представляет собой информационную модель управления вагонным хозяйством ОАО «РЖД». По результатам анализа данных форм ВУ и ВО вырабатываются управляющие решения и

мероприятия по регулированию деятельности хозяйства в целом или отдельных его подразделений.

Оперативная информация передается между уровнями управления и предприятиями одного уровня по телеграфу, телефонным каналам и селекторной связи. Порядок учета первичной информации регламентирован распоряжением ОАО «РЖД». Большинство форм рассчитано на ручную технологию заполнения и обработки информации. Основной задачей текущего этапа является переход на безбумажную форму передачи информации и формирование баз данных.

Внедрение информационных технологий является основным направлением совершенствования управления техническим состоянием вагонного парка и управления вагонным хозяйством железнодорожного транспорта. Рассматриваемые далее системы управления на основе информационных технологий, несмотря на их название «Автоматизированные системы управления» (АСУ), стоит рассматривать как *автоматизированные системы поддержки принятия решений*.

Основу автоматизированных систем управления составляет информационное обеспечение, построенное на основе современных систем управления базами данных. Базы данных АСУ вагонного хозяйства должны обладать функционально-технологическими характеристиками, определяющими эффективность их использования:

- многоуровневостью;
- преемственностью с существующими системами;
- однократностью ввода информации и многократностью ее использования;
- минимизацией времени доступа к информации;
- представлением информации в виде, удобном для пользователей;
- минимальностью избыточной информации.

При формировании информационной среды систем управления вагонным хозяйством основным понятием является *объект управления*. В вагонном хозяйстве различают три группы объектов управления:

- парк грузовых вагонов, где каждый вагон имеет свой восьмизначный идентификационный номер;
- комплекс производственных предприятий (объекты инфраструктуры), обеспечивающих техническую эксплуатацию и работоспособное состояние парка вагонов;
- трудовые, материальные и финансовые ресурсы.

Информационная среда должна обеспечивать решение следующих задач управления вагонным хозяйством железных дорог:

- создание пономерной системы учета сведений о наличии и техническом состоянии вагонов и их узлов;
- ведение пономерной базы данных о расходовании средств на ремонт и техническое обслуживание вагонов грузового парка;

- создание баз данных о контингенте, занятом на ремонте и техническом обслуживании вагонов с его привязкой к объектам вагонного хозяйства;
- адресный учет финансовых средств на реконструкцию, строительство, оснащение предприятий вагонного хозяйства;
- ведение баз данных нормативно-технической документации;
- мониторинг технического состояния объектов инфраструктуры и оборудования вагонного хозяйства;
- обеспечение безопасности движения поездов путем непрерывного контроля технического состояния вагонов на основе системы автоматической идентификации подвижного состава;
- прогнозирование развития объектов инфраструктуры вагонного хозяйства.

Разработка этих положений предполагает формирование распределенной базы коллективного пользования, содержащую информацию, необходимую и достаточную для автоматизированного управления объектами вагонного хозяйства.

### **7.3. Программно-техническое обеспечение информационно-управляющих систем**

Широкое применение информационных технологий в управлении железнодорожной отраслью стало возможным только после внедрения высокопроизводительных вычислительных комплексов. В настоящее время в ГВЦ и ИВЦ дорог созданы современные программно-технические комплексы (ПТК), работающие в режиме информационных стандартов. Примерная структура ПТК приведена на рис. 7.1. В ГВЦ эксплуатируется более 100 систем и задач. В их числе крупнейшие и важнейшие системы ДИСКОР, ДИСПАРК, АИС ЭДВ, Экспресс-3, взаиморасчеты за пользование вагонами в странах СНГ и другие.

Суммарная мощность КТС «Mainfram» ГВЦ составляет более 250 мипс. Общий объем памяти превышает 1 терабайт ( $1 \times 10^{12}$  Байт). Программно-технический комплекс ГВЦ включает не только современную вычислительную технику, но и современную операционную систему OS 390. Для организации хранилищ информации используются системы управления базами данных ADABAS, ORACLE, DB2, инструментальные средства фирмы SAS Institute-стандарты, позволяющие создавать эффективные алгоритмы при разработке прикладных задач и обработке больших объемов информации.

В качестве средств технической поддержки информационной системы вагонного хозяйства используются возможности комплексной информационно-вычислительной сети ОАО «РЖД» (КИВС), которая обеспечивает связи между сетевыми и дорожными уровнями через серверы ГВЦ. В качестве серверов дорожного уровня и ниже используются возможности ИВЦ дорог ОАО «РЖД». В архитектуре КИВС заложены принципы использования стандарт-

ной аппаратуры передачи данных: сети передачи данных (СПД), развитой сети связи с абонентами на основе типовых принципов организации локальных вычислительных сетей (ЛВС), системы обеспечения защиты информации от внешних помех при передаче по линиям связи и при ее обработке, защите от несанкционированного доступа, развитой системы диагностики и др.



Рис. 7.1. Структура программно-технического комплекса ГВЦ:  
 КТС - комплекс технических средств; ОС – операционная система;  
 СУБД – система управления базами данных; НСИ – нормативно-справочная информация; АСОУП - автоматизированная система оперативного управления перевозками на дорожном уровне; ВМД – вагонная модель дороги; ВМС – вагонная модель сети; АРМ – автоматизированное рабочее место; ДИСПАРК - автоматизированная система номерного учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка на железных дорогах России

Основным элементом КИВС являются локальные вычислительные сети, созданные во всех структурных и организационных подразделениях ОАО «РЖД». ЛВС включают в себя базовые серверы, на которых выполняются основные программы автоматизированной системы управления вагонным хозяйством и хранятся базы данных. Серверы общего назначения предназначены для работы сетевой операционной системы, а также серверных приложений, совокупности АРМ пользователей, сетевого оборудования, кабельных систем, а также дополнительного сервисного или технологического оборудования. Более подробно с архитектурой ЛВС и принципами их построения можно ознакомиться в учебном пособии [18].

Связующей сетевой средой является технология FAST ENTERNET (100 Мб/с). Каждому абоненту ЛВС выделяется канал FAST ENTERNET. Основным оборудованием ЛВС являются маршрутизаторы, а также стековые концентраторы.

В рамках магистральной сети через соответствующие WAN/MAN – порты маршрутизаторов обеспечивается связь с Intranet ОАО «РЖД». Система коммутаторов позволяет оптимизировать работу ЛВС на основе организации виртуальных сетей (VLAN). За счет VLAN из одной физической сети выделяется определенное количество логических и сгруппированных сегментов, подключенных к одному коммутирующему устройству. Организация виртуальных сетей предоставляет возможность обеспечить абонентам доступ лишь к заданным сегментам сети, запрещая доступ ко всем остальным.

Структура аппаратной организации ЛВС приведена на рис. 7.2.

В качестве аппаратной части АРМ, расположенных на линейных предприятиях вагонного хозяйства, используются персональные ЭВМ типа IBM PS (от моделей 586 до Pentium IV и выше) с операционной системой на базе Windows NT Workstation или Windows 95/98/2000, при ее наполнении программными продуктами, соответствующими направленности АРМ (Word, Excel) и специализированным прикладным программным обеспечением.

Пользовательские компьютеры оснащаются адаптерами ENTERNET с пропускной способностью до 100 Мбит/с, которые подключаются к портам коммутаторов FAST ENTERNET 100 Мбит/с. Соединение выполняется кабелем «витая пара» категорий 5 (UTP-5). Удаленные пользователи подключаются к коммутаторам последовательно через сетевой коммутатор. Коммутаторы, в свою очередь, соединяются с магистралью ЛВС, которая выполняет функции соединения всех коммутаторов. Серверы дорог (Mainframe) и серверы общего назначения подключаются к портам магистрального коммутатора.

В настоящее время к аппаратным средствам разработаны унифицированные требования для всех предприятий железнодорожного транспорта [19]. Рекомендуемое базовое программное обеспечение для организации информационных систем управления приведено в табл. 7.1.

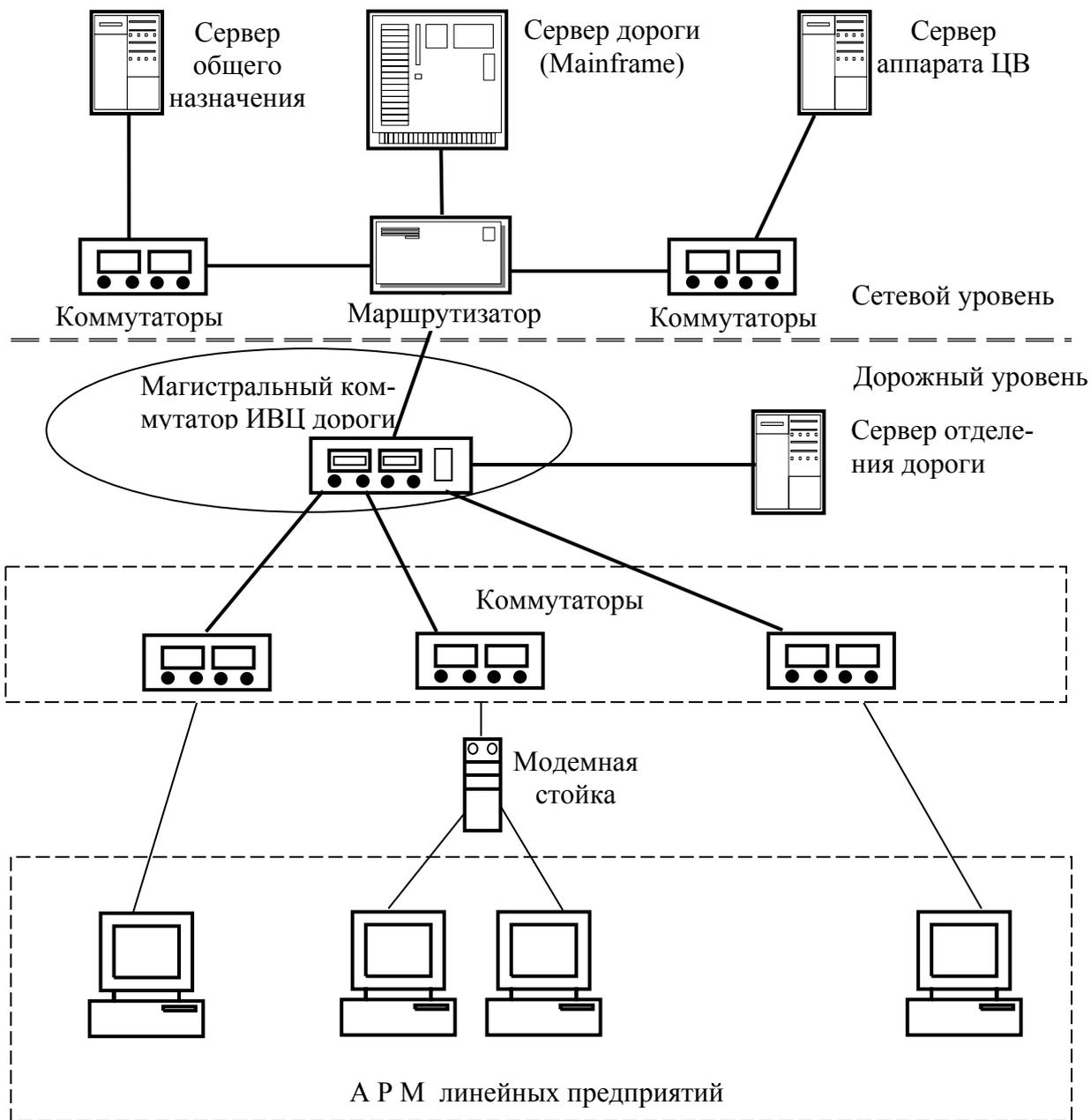


Рис. 7.2. Схема аппаратной модели ЛВС

Таблица 7.1

Рекомендуемое базовое программное обеспечение информационных систем  
в подразделениях ОАО «РЖД»

Уровень управления в структуре КИВС	Перечень программного обеспечения
Основные серверы ГВЦ ОАО «РЖД» или ИВЦ дорог	- операционная система OS/390; - система управления базами данных DB2; - среда интеграции распределенных вычислений DCE.
Серверы ЛВС рабочих групп (департаментов, управлений дорог, служб, линейных предприятий)	- операционная система Windows NT Server; - система управления базой данных DB2, Oracle или Microsoft SQL; - почтовый сервер MS Exchange.
Рабочие станции и удаленные рабочие места	- операционная система Windows NT Workstation или Windows 95/98/2000; - Web клиент Microsoft Internet Explorer; - почтовый клиент MS Exchange или MS Outlook; - стандартное ПО MS Office Standard (Word, Excel).

Прикладное программное обеспечение должно отвечать требованиям технологии клиент-сервер и (или) WEB-технологий - разделять программное обеспечение на клиентское и серверное. Клиентское приложение может выполняться на рабочей станции или на сервере. В последнем случае приложение производит обмен информацией с другим клиентским приложением, выполняющимся на рабочей станции. Серверное приложение может выполняться только на сервере и производить обмен информацией с другим серверным приложением или с клиентским приложением, выполняющимся на сервере.

Клиентское программное обеспечение реализуется на платформе операционной системы Windows и должно обеспечивать работоспособность под управлением всех версий Windows NT Workstation, Windows 95/98/2000. Для разработки прикладного программного обеспечения СБД-И используются программные средства, приведенные в табл. 7.2.

Таблица 7.2.

Средства разработки прикладного программного обеспечения

Программные средства разработки	Назначение
Erwin – CASE	Средство для проектирования структур и генерации БД
Delphi Client/Server, C++Builder Client/Server, Borland C ++	Средства разработки прикладного ПО, работающего на базе Windows 95/98/2000/ NT
MS Office Professional Russian	Для формирования отчетов и документов в форматах MS Word и MS Excel
Crustal Report	Средство представления информации в виде отчетных форм

Для функционирования программного обеспечения, использующего Internet-технологии, устанавливаются два программных продукта: Web-сервер, выполняющий запросы клиента, и Web-браузер, который устанавливается на ЭВМ пользователя АРМ. Программные модули информационных систем подгружаются в область памяти Web-сервера и реагируют на запросы пользователей АРМ.

#### 7.4. Автоматизированная система управления вагонным парком «ДИСПАРК»

Большое влияние на развитие информационных технологий в вагонном хозяйстве оказала автоматизированная система управления вагонным парком. Полное название этой системы – «Автоматизированная система номерного учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка на железных дорогах России». Сокращенное название ДИСПАРК означает: Д – диалоговая, И – информационно-управляющая, С – система, ПАРК – парк грузовых вагонов.

Управление грузовым парком представляет собой совокупность информационных технологий на трех уровнях – ОАО «РЖД» и его департаментов, дорог и их служб и дирекций, линейных предприятий (рис. 7.3.). К указанным уровням может быть добавлен уровень отделения дороги, на котором выполняются оперативно-тактические функции по поручениям руководства отделения дороги и службы вагонного хозяйства дороги.

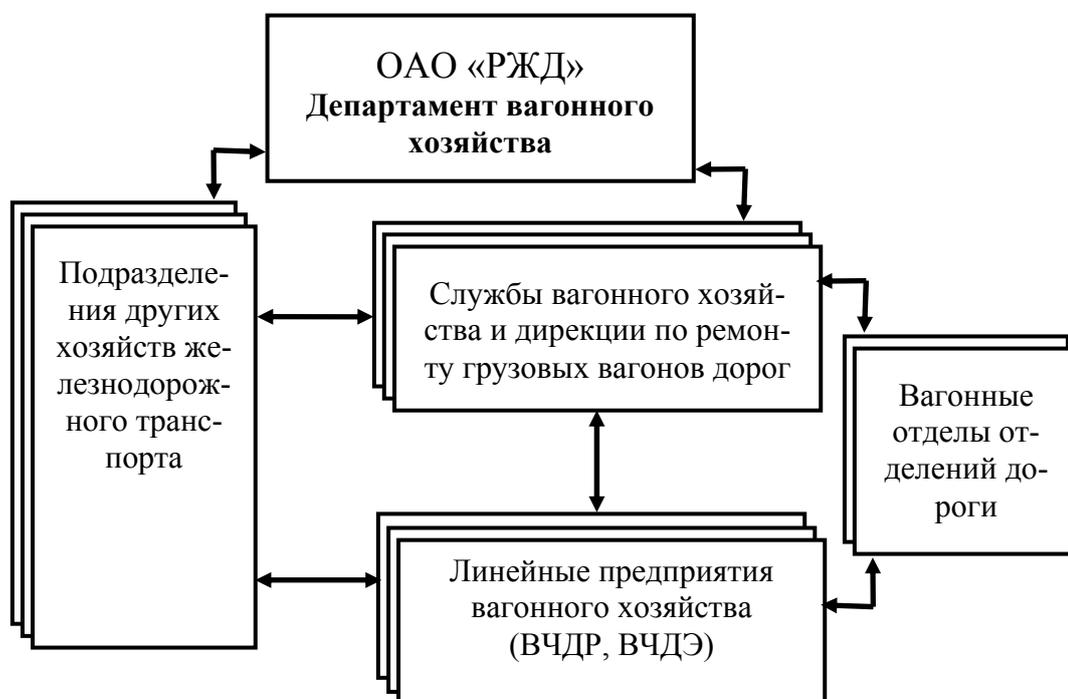


Рис. 7.3. Структура административного управления вагонным хозяйством

Поэтому ДИСПАРК содержит также три основных уровня: сетевой (ГВЦ ОАО «РЖД»), дорожный (ИВЦ железной дороги) и линейный (АСУ и отдельные АРМ на базе ПЭВМ для работников линейных предприятий). Организационная структура ДИСПАРК показана на рис. 7.4.

*Сетевой* уровень ДИСПАРК строится на базе поездной, вагонной и отправочной моделей ГВЦ ОАО «РЖД» и увязан с центральной картотекой электронных паспортов вагонов (ЦКПВ), размещенной на магнитных носителях информации.

*Дорожный* уровень ДИСПАРК реализуется в «Автоматизированной системе оперативного управления перевозками» на дорожном уровне (АСО-УП) на базе средств ведения вагонной (ВМД), поездной (ПМД), отправочной (ОМД) моделей дороги. Эти модели увязаны с линейными системами по сбору исходной информации, в частности, с АРМ товарной конторы.

*Линейный* уровень ДИСПАРК основывается на АСУ сортировочных и других крупных станций, оборудованных автоматизированными системами управления; АСУ контейнерных терминалов и площадок; АРМ товарных кассиров, приемосдатчиков; АРМ операторов по учету в вагонных депо, вагоноремонтных заводах, пунктах подготовки вагонов, пунктах технического обслуживания и др.

Система ДИСПАРК предназначена не только для вагонников, но и для работников служб управления процессами перевозок, грузовой и коммерческой работы. Поэтому основные цели внедрения системы ДИСПАРК заключаются в реализации следующих функций:

- запрет использования вагонов с неверной нумерацией;
- контроль за соблюдением сроков доставки грузов, работой межгосударственных стыков, использованием «чужих» вагонов;
- постановка вагонов в ремонт по фактически выполненному объему работы;
- машинный учет общего наличного парка вагонов, резерва и неисправных вагонов;
- автоматизация отчетности о грузовой работе;
- автоматизированный пономерной контроль вагонов на подъездных путях с созданием вагонной модели для подъездных путей дорожно- сетевого уровня;
- контроль за дислокацией порожних вагонов и анализ качества их подготовки к погрузке на ППВ.

Кроме функций учета, контроля, анализа и мотивации управляющих решений предполагается на базе ДИСПАРК реализовать функции оперативного прогнозирования производственных ситуаций и дорожно-сетевых сценариев работы вагонного парка продолжительностью на несколько суток вперед. Другой перспективной задачей автоматизированного управления вагонным парком является создание методов и алгоритмов оптимального регулирования погрузочных ресурсов.

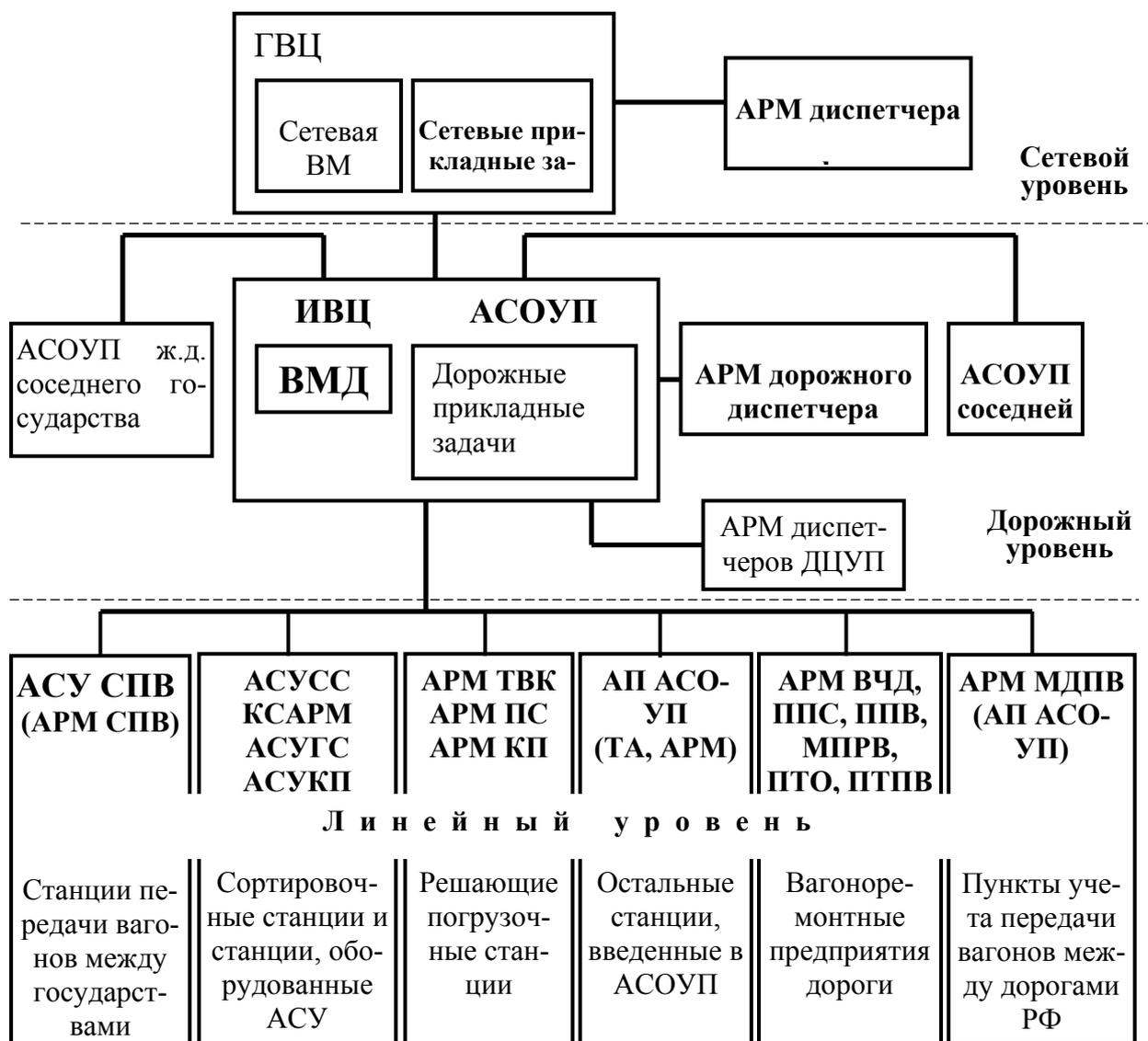


Рис. 7.4. Организационная структура автоматизированной системы управления ДИСПАРК

Основным элементом системы ДИСПАРК является вагонная модель дороги (ВМД). Парк вагонов ВМД включает в себя вагоны, находящиеся на выделенных станциях (в том числе в поездах, на станционных путях, на подъездных путях клиентуры, в вагонных депо и т. п.), на участках между выделенными станциями, и вагоны, следующие на дорогу. Структурная схема вагонной модели показана на рис. 7.5.

Единая вагонная модель обеспечивает при однократном вводе данных об операциях с поездами, вагонами и грузами их многократное использование без дополнительных ручных работ, что увеличивает достоверность информации и ее однозначность в различных приложениях.

Сбор данных и информационное обеспечение системы осуществляется следующими способами:

- передача информации кодированными сообщениями: сообщение 1353 (аналог формы ВУ-23), сообщение 1354 (аналог формы ВУ-36), сообщение 4624 (аналог листка учета комплектации грузового вагона) и др.;

- передача информации с помощью кодированных форм учета (форм запроса): например, форма 2724 (остаток груженных вагонов, требующих текущего отцепочного ремонта), форма 2725 (остаток неисправных вагонов, требующих текущего отцепочного ремонта) и др.



Рис. 7.5. Структурная схема вагонной модели дороги

Вся информация, содержащаяся в системе ДИСПАРК, базируется на сплошной по охвату и непрерывной регистрации данных, характеризующих наличие, состояние и использование грузовых вагонов, включая:

- отправление поезда (сообщение 200);
- прибытие поезда (сообщение 201);
- проследование поезда (сообщение 202);
- расформирование поезда (сообщение 203);
- оставление поезда на промежуточной станции (сообщение 204);
- изменение индекса поезда (сообщение 209);
- формирование натурального листа поезда (сообщение 02);
- прицепка, отцепка, корректировка состава поезда (сообщение 09);
- погрузка вагонов (сообщение 410);
- выгрузка вагонов (сообщение 242);
- перечисление вагонов в неисправные (сообщение 1353);
- выход вагонов из ремонта, перенумерация и регистрация в картотеке, исключение из инвентаря (сообщение 1354);
- подача и прием вагонов с подъездного пути (сообщение 1397).

Для того чтобы обратиться к системе ДИСПАРК, нужно с автоматизированного рабочего места, имеющего разрешение обращаться к ДИСПАРК, послать сообщение-запрос на передачу или выдачу сведений. В общем виде формат сообщения-запроса выглядит следующим образом:

(:АДРЕС ВИДДОК:ДОПДАН),

где АДРЕС – цифровое обозначение адресата запроса, например, 212 – адресат запроса – ВМД, 4618 – картотека ГВЦ и т.д.);

ВИДДОК – вид документа, регламентированный для данного запроса, как правило, номер макета справки, по которому производится выборка данных из картотек и ВМД;

ДОПДАН – дополнительные данные, регламентированные макетом запроса, как правило, уточняющие объект запроса – его местонахождение, номер, уникальный идентификатор и т.д.

В систему ДИСПАРК введена электронная картотека всего парка вагонов (АБД ПВ) с данными технического паспорта на каждый грузовой вагон (форма ВУ-4М) по 67 показателям, характеризующим его технические параметры. Система располагает информацией о дислокации вагонов (местонахождении на каждом из 849 поездных участков, или на каждой из 3875 станций, открытых для грузовых операций, или в каждом из 157 вагонном депо России), их положении (груженом или порожнем, под погрузкой или выгрузкой), технологическом состоянии (в рабочем или нерабочем парке, в том числе в резерве, неисправные, для специальных технических надобностей и др.).

Особенностью системы является то, что отслеживание вагонов осуществляется в режиме реального времени, а не в момент его нахождения в статическом положении на конец отчетных суток (18 часов Москвы).

Таким образом, исходя из общей характеристики следует, что ДИСПАРК является комплексной системой, охватывающей все уровни управления и в которой задействованы различные службы железных дорог: вагонного хозяйства, управления перевозками, грузовой и др. Для освоения технологии автоматизированного учета, реализованной в системе ДИСПАРК, ниже приведен анализ двух задач, которые наиболее часто используются при техническом обслуживании грузовых вагонов.

*Машинный учет неисправных вагонов.* Технология решения задачи предполагает автоматизированную обработку на всех уровнях управления: линейном (ПТО, станция), дорожном (ИВЦ) и сетевом (ГВЦ).

Данные о вагоне, подлежащем перечислению из рабочего парка в парк неисправных, передаются в ИВЦ дороги с пунктов технического обслуживания вагонов или со станции дислокации вагонов при помощи специального сообщения (сообщение 1353), данные которого соответствуют показателям, предусмотренным формой ВУ-23М «Уведомление на ремонт грузовых вагонов».

Порядок формирования сообщения следующий. Работники ПТО передают по радиосвязи (или другим способом) сведения о переводе вагона в парк неисправных оператору ПТО или станции (если технические возможности ПТО не позволяют самостоятельно вводить сообщения), который вводит эту информацию в АРМ. АРМ станции содержит информацию о вагонах, находящихся на данной станции, в объеме телеграммы-натурного листа (ТГНЛ) и дорожной картотеки парка вагонов (ДКПВ). Оператор ПТО, станции производит контроль при формировании и передачу сообщения 1353. Сообщение поступает в ИВЦ, где проходит контроль по вагонной модели дороги и ДКПВ. При отсутствии ошибок выдается печатная форма ВУ-23М, которая подписывается осмотрщиком вагонов и оператором станции. При наличии ошибок в сообщении 1353 или несоответствии введенной информации ВМД и ДКПВ выдается диагностическое сообщение 497.

Сообщение 1353 о неисправном вагоне фиксируется в АРМ станции и ВМД в ИВЦ, реализуя запрет на постановку неисправного вагона в поезд без специальных документов. Сообщение 1353 из ИВЦ передается в ГВЦ, где перевод вагона в неисправные фиксируется в базе технического состояния вагонов (БТСВ) и вагонной модели сети.

Если необходимо сделать пересылку вагона к месту ремонта, работники ПТО (через оператора АРМ) формируют и передают в ИВЦ сообщение 1352, которое отменяет запрет на постановку неисправного вагона в поезд. При оформлении натурного листа поезда, на основании сообщения 1352, по данному номеру вагона проставляется признак «Неиспр.». На станции отправления формируется и передается в ГВЦ сообщение 1352 с индексом поезда и временем отправления вагона со станции. Вагон снимается с наличия неисправных по станции и числится как неисправный, находящийся в поезде в движении. По прибытии поезда на станцию назначения оператор передает

сообщение 1353, которым вагон снимается с наличия неисправных в поездах в движении и переводится в наличие неисправных по станции назначения.

Моментом зачисления в наличие неисправных грузовых вагонов для всех видов ремонта считается время прибытия на станцию поезда, от которого отцепляются неисправные вагоны, прибывшие с сопроводительным листком формы ВУ-26М. В остальных случаях зачисление вагонов в неисправные производится по времени, указанном в уведомлении на ремонт формы ВУ-23М. В АРМ время зачисления в неисправные передает автоматически.

После ремонта вагона вводится информация в АРМ линейного предприятия (станции, ВЧД, ПТОР и др.) в соответствии с данными формы ВУ-36М. В АРМ линейного предприятия содержится информация о вагонах, находящихся на станции в неисправном состоянии (в объеме формы ВУ-23М, ТГНЛ и ДКПВ). Производится формирование и передача сообщения 1354 в ИВЦ, где проходит контроль на наличие данного вагона в неисправных по ВМД и ДКПВ. Результат контроля выдается оператору депо (ПТОР) в виде диагностического сообщения 497, а при отсутствии ошибок – печатной формы ВУ-36М, которая подписывается начальником станции и ВЧД. Временем перевода вагона в рабочий парк считается время ввода сообщения 1354 в АРМ линейного предприятия.

На дорожном уровне средствами системы осуществляется: прием, контроль, накопление, выдача результатов обработки в виде диагностического сообщения 497; создание выходных печатных форм ВУ-23М, ВУ-26М, ВУ-36М и справки об остатке неисправных вагонов для отчета формы ДО-2; формирование и передача на сетевой уровень сообщений 1352, 1353, 1354, 128, соответствующих вышеперечисленным формам, и сообщение 4770 в случае перехода неисправным вагоном междорожного стыка.

На сетевом уровне принятые в ГВЦ, сообщения в автоматизированном режиме контролируются и загружаются в БТСВ, которая обеспечивает накопление и хранение пономерной информации о вагонах, находящихся на станциях. В ВМС по сообщению 461 в БТСВ делается отметка о состоянии вагона. Вагонная модель сети фиксирует сведения о передаче вагонов с дороги на дорогу, о чем сообщением 311 корректируются данные БТСВ.

Информация о ремонте и модернизации вагона фиксируется в электронном техническом паспорте.

*Электронная картотека вагонов*, инвентарного парка содержит технические паспорта на каждый вагон, размещенные на магнитных носителях. Перечень показателей электронной карточки данных в картотеке приведен в табл. 7.3.

С помощью электронной картотеки могут быть получены ответы на следующие задачи:

- сколько вагонов, какого типа должно быть поставлено в ремонт в заданный интервал времени;
- как дислоцированы по сети РЖД новые вагоны;

- сколько вагонов в заданный период должно быть исключено из инвентарного парка;
- сколько и где дислоцировано вагонов с просроченными видами ремонта и др.

Доступ к данным электронной картотеки обеспечивается через систему кодированных запросов.

Таблица 7.3

Перечень показателей электронной картотеки данных о вагоне

Номер вагона	Конструкция котла
Дата регистрации (число, месяц, год)	Код значимости стоимости
Причина зачисления (регистрации)	Первоначальная стоимость вагона
Код государства-собственника	Балансовая стоимость вагона
Завод постройки	Расходы на модернизацию
Дата постройки (число, месяц, год)	Код ВЧД (ВРЗ) последнего КР
Тип вагона	Дата последнего КР (число, месяц, год)
Модель вагона	Код ВЧД последнего ДР
Тара	Дата последнего ДР (число, месяц, год)
Заводской номер	Дата перенумерования (число, месяц, год)
Грузоподъемность	Старый номер вагона
Длина	Признак качества вагона
Габарит	Признак прохождения предпоследней переписи
Материал кузова	Признак прохождения последней переписи
Тип воздухораспределителя	Код станции последней переписи
Авторегулятор рычажной передачи	Причина исключения вагона
Рычажная передача	Код дороги закрепления вагона
Авторежим	Сумма накопленного износа со дня эксплуатации
Ручной тормоз	Признак двойника
Тип автосцепки	Признак наличия техпаспорта
Тип поглощающего аппарата	Код ВЧД закрепления (рефрижераторные)
Постановка буферов	Номер секции (рефрижераторные или вертушки)
Код модели тележки	Дата исключения вагона (число, месяц, год)
Подпольные балочки	Вид предстоящего планируемого ремонта
Калибровка котла	Дата предстоящего планируемого ремонта (дата, месяц)
Сливной прибор	Код предприятия последней работы с вагоном
Наличие рамы	

Основным направлением развития электронной картотеки является создание электронного видеопаспорта грузового вагона, которое позволит решить ряд вопросов, связанных с оценкой технического состояния вагона:

- определить заранее (на любом расстоянии от места дислокации) пригодность вагона под погрузку определенных видов груза;
- устанавливать объемы ремонта по каждому вагону и тем самым управлять сроками его ремонта;
- планировать заранее виды ремонта в целях сокращения дефицита погрузочных ресурсов;
- контролировать состояние груза (габариты, положение, повреждение упаковки) и вагона.

В перспективе в условиях эксплуатации технические и программные средства должны позволять обнаруживать платформы с незакрытыми бортами, вагоны с незакрытыми дверями и люками, контролировать состояние автосцепки, повреждения крыши, обшивки боковых стен, отсутствие дверей и люков, перекося кузова, уширение кузова вагона более 75 мм на одну сторону, открытые загрузочные люки и др.

Методика реализации системы видеопаспортизации вагонов основывается на использовании телевизионных средств видеоконтроля, локальных вычислительных сетей и баз данных. Средства видеопаспортизации должны представлять систему, которая обеспечивает автоматическое распознавание контролируемых параметров и отображение их в виде единого блока. Примерный вид видеопаспорта приведен на рис. 7.6.

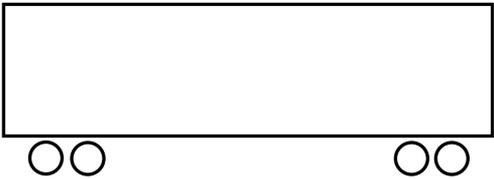
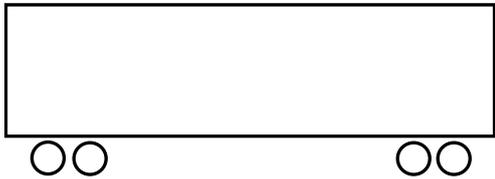
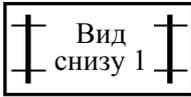
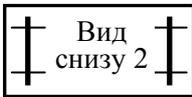
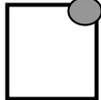
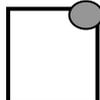
Дата _____		Время _____	
 <p>Вид слева</p>		 <p>Вид справа</p>	
 <p>Вид сверху</p>		 <p>Вид снизу 1</p>	 <p>Вид снизу 2</p>
		<p>Вид пломбы левой двери</p> 	<p>Вид пломбы правой двери</p> 
Поезд № _____ Вагон № _____		Индекс поезда _____	

Рис. 7.6. Примерный вид видеопаспорта вагона

Технические средства при первичной обработке видеоизображения должны включать аппаратуру для первичного сбора и обработки данных и ЭВМ для сжатия видеоинформации и формирования видеопаспорта. Объем памяти для хранения видеопаспорта не должен превышать 25 Кбайт. После регистрации видеоинформации и обработки изображений сформированный видеопаспорт должен передаваться в сервер сети передачи данных для дальнейшего его использования на всех уровнях управления.

Перечень функциональных возможностей ДИСПАРК для нужд вагонного хозяйства не ограничивается только рассмотренными примерами. Средствами ДИСПАРК решен ряд вопросов, связанных с оперативным управлением парком вагонов. В результате обработки первичной информации могут быть получены справки с ИВЦ дороги:

- 118 – наличие в поезде вагонов, требующих ремонта;
- 204 – картотечные данные на вагоны в поезде;
- 3229 – данные о пробегах вагонов;
- 2612 – сведения об остаточном ресурсе вагона;
- 2618 – сведения об исполненных и накопленных показателях работы вагона (см. раздел 7.5) и др.

В целях дальнейшего повышения эффективности работы системы управления вагонным парком на базе ДИСПАРК в настоящее время внедряется система автоматической идентификации подвижного состава «Пальма». Для решения этой задачи весь подвижной состав оснащается кодовыми бортовыми датчиками (КБД), а на сети дорог устанавливаются напольные считывающие устройства (НСУ), автоматически снимающие информацию с КБД и передающие ее в базу данных.

Пункты считывания системы «Пальма» размещают на входе и выходе технических и узловых станций. Каждый контрольный пункт считывания на однопутном участке содержит один комплект НСУ, а на двухпутном – два комплекта НСУ. При проследовании через контрольный пункт вагона, оснащенного КБД, выдается обязательная информация: код пункта считывания, направление следования, перечень номеров единиц подвижного состава и крупнотоннажных контейнеров, время проследования.

Система считывания данных при ее реализации решает ряд прикладных задач: контроль фактического состава поездов с высвобождением персонала, занятого списыванием составов поездов; реализацию безбумажных информационных технологий управления перевозочными процессами.

## **7.5. Информационная технология ремонта вагонов по выполненному пробегу**

Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта вагонов направлено на постепенный переход к системе ремонта по техническому состоянию. В настоящее время в ДИСПАРК реализована технология

управления ремонтом вагонов по фактически выполненному объему работ. Постепенный перевод вагонов парка ОАО «РЖД» на новую систему осуществлен с 1999 года.

Указанием МПС РФ установлены порядок перевода и правила эксплуатации вагонов инвентарного парка в условиях новой системы технического обслуживания и ремонта (далее по тексту – система ремонта «по пробегу») [4]. Система основывается на применении комбинированного критерия постановки вагонов в плановый ремонт по двум нормативам:

- первичный – объем выполненной работы, выраженный в километрах исполненного пробега в процессе эксплуатации;
- вторичный – предельно допустимая календарная продолжительность использования вагонов в перевозочном процессе между ремонтами.

Изъятие вагона из эксплуатации для производства очередного (планового) ремонта осуществляется в случае, если выработан один (любой) из этих нормативов. Численные значения нормативов пробега и предельный календарный срок эксплуатации устанавливаются распоряжениями центрального аппарата ОАО «РЖД».

Грузовые вагоны могут переводиться на систему ремонта «по пробегу» после изготовления, производства очередного планового ремонта, а также ремонта с продлением срока полезного использования.

При производстве планового ремонта вагоноремонтное предприятие (ВЧД, ВРЗ) путем запроса в ИВЦ дороги проверяет наличие технического паспорта на вагон и соответствие года постройки в надписи вагона с данными ЦКПВ по справке 2610. В случае отсутствия паспорта или несоответствия года постройки на вагон оформляется технический паспорт формы ВУ-4М с передачей данных в ГВЦ.

После производства ремонта оператор АРМ ВЧД передает в ИВЦ дороги электронное сообщение 1354, означающее перевод вагона в состав рабочего парка в информационных системах. При этом в поле «модернизация» проставляется код 7600, означающий перевод вагона на систему ремонта «по пробегу» и нанесение на кузов трафарета «ПРОБЕГ».

Для каждого вагона отсчет межремонтного пробега начинается с момента оформления формы ВУ-36М и получения ИВЦ дороги и ГВЦ ОАО «РЖД» электронного сообщения 1354 о факте производства ремонта. Для нового вагона, вводимого в эксплуатацию после изготовления, отсчет межремонтного пробега начинается от даты регистрации сообщения 4600 в ЦКПВ. На основании полученных сообщений в базе данных делается отметка о переводе на ремонт «по пробегу».

Пономерной учет величины пробега осуществляется ГВЦ на основе данных ВМД и ПМД. Учету подлежат груженный, порожний и общий пробег. Учет пробега обеспечивает два уровня информатизации:

- актуальный – пробег, исполненный в межремонтный период к моменту выдачи информации;

- накопленный – пробег, исполненный с момента начала эксплуатации вагона по системе ремонта «по пробегу».

Расчет пробегов производится при всех перемещениях вагонов по железнодорожным путям общего пользования. Контроль и учет информации о фактически исполненном пробеге вагона осуществляется ГВЦ ОАО «РЖД» на основании специализированных сообщений 4614 «Сведения о работе вагона», передаваемых из ИВЦ дорог после совершения следующих операций:

- формирование поезда;
- расформирование поезда;
- прицепка к составу поезда;
- отцепка от поезда;
- переход стыка (дорожного, межгосударственного);
- прибытие на станцию назначения.

Внутростанционные перемещения и курсирование вагона по подъездным путям не учитывается. Учет пробегов вагонов, принадлежащих Российской Федерации, на железных дорогах государств-участников Соглашения о совместном использовании парка вагонов производится по регионам нахождения вагонов и осуществляется ГВЦ ОАО «РЖД» исходя из времени нахождения вагона в регионе и установленных для него нормативов среднесуточного общего пробега и коэффициента порожнего пробега. Нормативы пробега утверждаются ОАО «РЖД».

При достижении вагоном норматива пробега ГВЦ формирует в ЦКПВ соответствующий признак и отправляет корректировочные сообщения 4609 в адрес ИВЦ дорог. Отслеживание предельно допустимой эксплуатации вагона по календарному нормативу выполняется на дорожном уровне, на основании даты планируемого ремонта, которая передается из ГВЦ в ИВЦ дорог.

Данные об актуальных пробегах вагонов, требующих вывода в плановые виды ремонта содержатся в справках ИВЦ дорог 118 «Наличие в поезде вагонов, требующих ремонта», 204 «Картотечные данные на вагоны в поезде», 2610 «Картотечные данные о вагоне», 3229 «Данные о пробегах вагонов» и справке ГВЦ 2612, содержащей сведения об остаточном ресурсе вагона.

Контроль численных значений накопленных пробегов осуществляется работниками ПТО и станций при всех случаях подготовки вагонов к перевозкам, формировании составов, а также при техническом обслуживании транзитных поездов. Существующая технология контроля численных значений пробегов предусматривает тесное информационное взаимодействие работников ПТО и станций, порядок которого определяется начальником станции исходя из технической оснащенности предприятий и согласовывается с начальником вагонного депо (рис. 7.7).

Работники ПТО получают информацию о вагонах, требующих ремонта, из справок ИВЦ дороги 118 и 204 дважды:

- до прибытия поезда на станцию;
- на каждый прибывший на станцию состав до его осмотра.

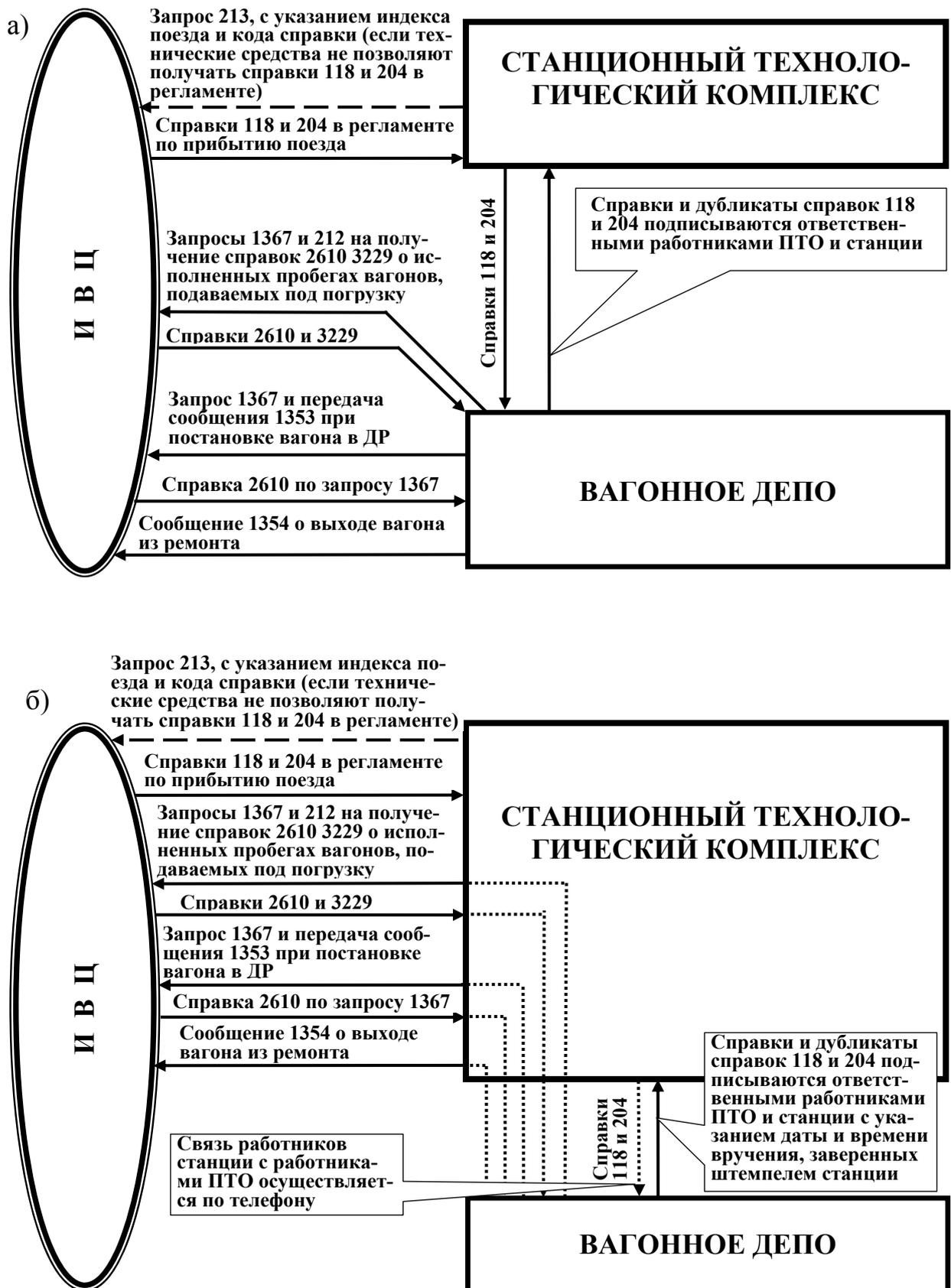


Рис. 7.7. Информационные потоки в условиях новой системы ремонта грузовых вагонов: а) технические возможности ПТО позволяют самостоятельно запрашивать справки; б) технические возможности ПТО не позволяют самостоятельно запрашивать справки

Если технические возможности ПТО не позволяют самостоятельно запрашивать справки (рис 7.7., вариант 2), то получение их осуществляется путем передачи дубликатов со станции ответственным работникам ПТО. В этом случае справки и их дубликаты подписываются работниками станции и ПТО с указанием даты и времени вручения. Полученные справки хранятся на ПТО в течение 15 суток, а на ПТО станций передачи вагонов в межгосударственном сообщении – 6 месяцев. Вагоны, выводимые в плановый ремонт по нормативам новой системы, должны подвергаться ремонту в полном объеме с обязательной передачей электронного сообщения 1353 в ИВЦ дороги. Основанием для оформления уведомления формы ВУ-23М служит любая справка ИВЦ дороги или ГВЦ ОАО «РЖД», содержащая сведения о необходимости производства вагону очередного планового ремонта.

При включении в состав поезда порожнего вагона, у которого актуальный пробег достиг норматива пробега, АСОУП реализует запрет на прием натурального листа грузового поезда. Грузеным вагонам, у которых межремонтный норматив истек в пути следования, разрешается проследование к месту выгрузки. Решение о возможности проследования такого вагона принимается осмотрщиком вагонов при безусловном обеспечении безопасности движения. Величина перепробега вагона сверх установленного межремонтного норматива не может быть более 5 тыс. км, в противном случае АСОУП реализует запрет на курсирование вагона, кроме проследования к месту ремонта [4]. С целью обеспечения равномерной загрузки вагоноремонтных депо допускается досрочная постановка вагонов в плановый ремонт с недоиспользованным нормативом не более 3 тыс. км или 15 суток.

При производстве вагонам текущего отцепочного ремонта в адрес ИВЦ дорог и ГВЦ формируются и передаются электронные сообщения 1353 и 1354. В процессе текущего ремонта допускается производить замену узлов и деталей вагонов на новые или отремонтированные, срок службы которых должен быть не меньше остаточной календарной продолжительности эксплуатации вагона.

При производстве очередного планового ремонта вагона данные о его актуальном пробеге обнуляются. Расчет производится заново до постановки вагона в следующий плановый ремонт. Нормативы межремонтных пробегов устанавливаются распоряжениями ОАО «РЖД».

В настоящее время для грузовых вагонов, кроме специального назначения, норматив для постановки в деповской ремонт составляет 110 тыс. км, но не позже двух лет эксплуатации. Для грузовых вагонов на модернизированных тележках (по проекту М1698) с установкой износостойких элементов и чугунных фрикционных клиньев норма пробега между деповскими ремонтами составляет 160 тыс. км, но не более двух лет эксплуатации. После постройки вагона норматив до первого деповского ремонта составляет 250 тыс. км, но не более трех лет эксплуатации. Для вагонов, прошедших капитальный ремонт с продлением срока службы, норматив для постановки в деповской ремонт составляет 210 тыс. км, но не позже трех лет эксплуатации.

## **Глава 8. Автоматизированные системы управления и учета**

### **8.1. Автоматизированная система управления вагонным хозяйством**

Автоматизированная система управления вагонным хозяйством (АСУ-В) является комплексной многоуровневой системой, объединяющей все уровни управления. АСУ-В включает в себя совокупность технических, технологических, логических, организационных решений и управляющих воздействий, принимаемых в подразделениях вагонного хозяйства, для целенаправленного изменения состояния объектов вагонного хозяйства.

До 1997 года разработка АСУ-В проводилась в условиях недостаточной централизации разработок и отсутствия единых критериев, что привело к дублированию многих задач АСУ и невозможности создания типового программного обеспечения. С 1997 года АСУ-В включена в состав комплекса информационных технологий управления инфраструктурой железнодорожного транспорта (КИТ-3). В дальнейшем АСУ-В создавалась как распределенная система поддержки принятия решений руководителей вагонного хозяйства в условиях единых критериев комплекса КИТ-3.

В соответствии с принятой структурой управления вагонным хозяйством в АСУ-В выделяют три самостоятельных, но информационно связанных между собой уровня: АСУ-В линейного уровня; АСУ-В дорожного уровня; АСУ-В сетевого уровня. Линейный, дорожный и сетевой уровни АСУ-В реализуются через систему АРМов. Концепцией организационно-функциональной структуры управления вагонным хозяйством предусмотрено разделение вагонного хозяйства на две сферы: ремонтную и эксплуатационную. В результате будет создана центральная дирекция по ремонту грузовых вагонов (ЦДРВ), а на сети дорог (кроме Калининградской и Сахалинской) будет функционировать 210 вагонных депо, в том числе 129 ремонтных и 81 эксплуатационное. В связи с этим возможны изменения в структуре АСУ-В.

Согласно принятой концепции информатизации АСУ-В должна иметь обязательную взаимосвязь с другими функциональными подсистемами КИТ в рамках производственных связей вагонного хозяйства с другими хозяйствами и подразделениями железнодорожного транспорта. На рис. 8.1. приведена схема информационных связей автоматизированной системы управления в вагонном хозяйстве. Информационное обеспечение системы осуществляется путем передачи информации кодированными сообщениями.

В табл. 8.1 приведены основные сообщения АСУ-В. В основу автоматизированной системы управления вагонным хозяйством положены функциональные возможности автоматизированных систем АСОУП, ДИСПАРК (см. главу 7.4), СОКПВК.

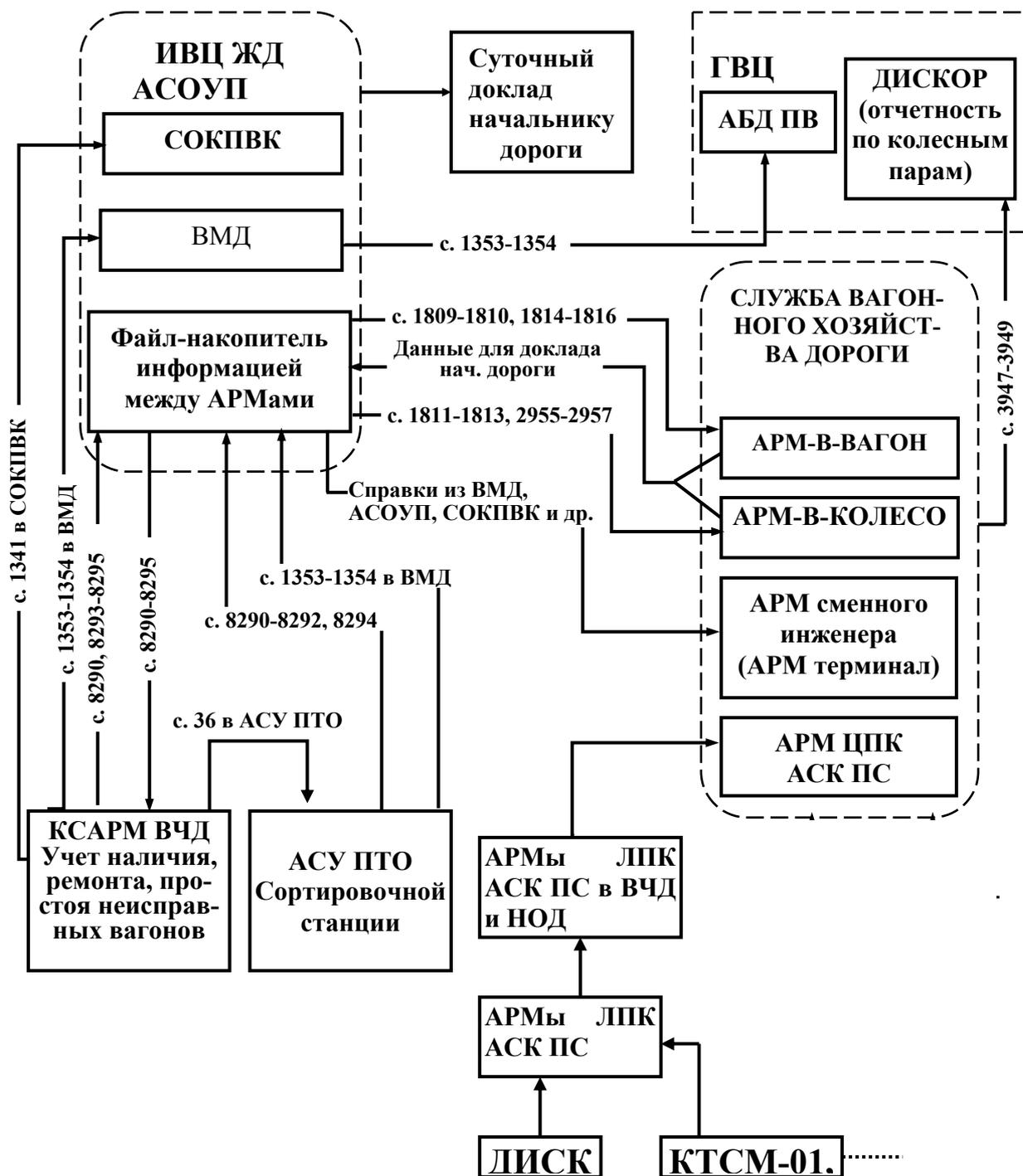


Рис. 8.1. Схема информационных связей АСУ вагонного хозяйства: АСОУП - автоматизированная система оперативного управления перевозками на дорожном уровне; СОКПВК - автоматизированная система оперативного контроля и учета повреждений грузовых вагонов и контейнеров; АБД ПВ - автоматизированный банк данных парка вагонов; АРМ ЦПК (ЛПК) АСК ПС - автоматизированное рабочее место центрального (линейного) поста контроля автоматизированной системы контроля подвижного состава.

\*) штриховыми линиями выделены элементы дорожного и сетевого уровня АСУ-В.

## Основные сообщения в системе АСУ-В

Назначение сообщений	Код и наименование сообщений
Сообщения в ВМД для системы ДИСПАРК	<b>1353</b> «Об отцепке вагона в ремонт» <b>1354</b> «О выпуске вагонов из ремонта»
Сообщения для системы СОКПВК	<b>1341</b> «О повреждении вагонов грузового парка при погрузке, выгрузке и маневровой работе» <b>1342</b> «О ходе и результатах расследования случаев повреждения вагонов грузового парка при погрузке, выгрузке и маневровой работе»
Сообщения для системы ДИСКОР (отчетность ф. ВО-7)	<b>2955</b> «Сведения о работе вагоноколесных мастерских за сутки» <b>2956</b> «Сведения по обеспечению ВЧД колесными парами и работах, выполненных за месяц» <b>2957</b> «Сведения о наличии, ремонте и обороте вагонных колесных пар за полугодие» <b>3947-3949</b> (сведения для ГВЦ аналогичные с. 2955-2957 по всем ВКМ депо дороги)
Сообщения для АРМ-В-ВАГОН	<b>1809</b> «Сведения о наличии неисправных грузовых вагонов» <b>1810</b> «Сведения о ремонте, модернизации и разделке вагонов» <b>1814-1816</b> «Сведения о подготовке вагонов под погрузку, промывке цистерн»
Сообщения для АРМ-В-КОЛЕСО	<b>1811-1813</b> «Сведения о наличии, ремонте и обороте колесных пар»
Сообщения для обмена данными между АРМами КСАРМ ВЧД, АСУ ПТО	<b>8290</b> «Уведомление об отцепке вагонов в ремонт (ф. ВУ-23)» <b>8291</b> «О пересылке вагонов в ремонт» <b>8292</b> «Об отправке вагона без ремонта» <b>8293</b> «Уведомление о приемке вагонов из ремонта (ф. ВУ-36)» <b>8294</b> «О постановке вагонов на ремонтные пути» <b>8295</b> «О снятии вагона с учета без ремонта»

Комплекс взаимосвязанных задач автоматизированной системы управления вагонным хозяйством на линейном и дорожном уровне включает:

- автоматизированные системы управления техническим обслуживанием вагонов на сортировочных станциях (АСУ ПТО);
- комплексную систему автоматизированных рабочих мест вагонного депо (КСАРМ ВЧД);
- АРМы для передачи и запроса информации по каналам связи (АРМ-Терминал);
- АРМ службы вагонного хозяйства по учету наличия и ремонта грузовых вагонов, подготовки вагонов под погрузку в ВЧД дороги (АРМ-В-ВАГОН);
- АРМ службы вагонного хозяйства по учету наличия, ремонт и оборота колесных пар (АРМ-В-КОЛЕСО).

Пользователями системы являются руководители всех уровней управления, инженерно-технические работники, работники линейных предприятий.

Структура и назначение АРМ линейного уровня рассмотрены в разделах 8.2 и 8.3. Ниже приводится описание АРМ дорожного уровня.

*АРМ-В-Вагон* предназначен для обеспечения службы вагонного хозяйства данными о наличии и ремонте вагонов, подготовки вагонов под погрузку в грузовых вагонных депо дороги.

Передача информации из линейных предприятий вагонного хозяйства осуществляется в виде сообщений:

- **1809** «Сведения о наличии неисправных грузовых вагонов»;
- **1810** «Сведения о ремонте, модернизации и разделке вагонов»;
- **1814** «Подготовка вагонов под погрузку на основных ПТО»;
- **1816** «Подготовка цистерн под налив».

АРМ-В-Вагон поддерживает базу данных о наличии и ремонте вагонов в вагонных депо дороги, формирует данные для «Суточного доклада начальнику дороги», обеспечивает получение за любые отчетные сутки документов:

- общее наличие неисправных вагонов по роду вагонов;
- наличие неисправных вагонов по видам ремонта и родам вагонов;
- наличие неисправных вагонов по родам вагона и видам ремонта;
- сведения об исключенных вагонах;
- сведения о текущем ремонте вагонов;
- сведения о деповском ремонте вагонов;
- сведения о капитальном ремонте и модернизации вагонов;
- подготовка вагонов под погрузку на основных ПТО;
- подготовка цистерн под налив.

*АРМ-В-Колесо* предназначен для обеспечения службы вагонного хозяйства данными о наличии, ремонте и обороте и колесных пар в вагонных депо дороги. Передача информации из вагонных депо осуществляется через АРМ Терминал.

АРМ-В-Колесо поддерживает базу данных о наличии, ремонте и обороте колесных пар в ВЧД и ВКМ дороги, а также формирует информацию за любой период текущего месяца (года) в виде документов:

- справки о наличии, ремонте и обороте колесных пар по отдельному ВЧД, по дороге;
- справки о наличии, ремонте и обороте колесных пар по отдельному ВКМ, по дороге;
- отчет формы ВО-7 о наличии, ремонте и обороте колесных пар за полугодие по отдельному ВЧД, по дороге»;
- отчет формы ВО-7 о наличии, ремонте и обороте колесных пар за полугодие по отдельному ВКМ, по дороге.

Для задачи «Отчетность по обеспечению колесными парами предприятий вагонного хозяйства», решаемой в системе ДИСКОР, АРМ-В-КОЛЕСО

передает сообщения 3947-3949, которые формируются на основе сообщений, принимаемых из ВЧД и ВКМ:

- **2955** «Сведения о работе вагоноколесных мастерских за сутки»;
- **2956** «Сведения по обеспечению ВЧД колесными парами и работах, выполненных за месяц»;
- **2957** «Сведения о наличии, ремонте и обороте вагонных колесных пар за полугодие».

Передача входных сообщений в АРМ-В-Вагон, АРМ-В-Колесо осуществляется через файл-накопитель информации, созданный в системе АСОУП. В АРМах имеется функция рассылки документов пользователям локальной сети управления дороги, у которых устанавливается АРМ для их просмотра.

Более подробно с технологией обработки информации в рамках автоматизированной системы управления вагонным хозяйством можно ознакомиться в учебном пособии [37].

## **8.2. Автоматизированная система управления техническим обслуживанием вагонов на сортировочных станциях**

Основной подсистемой АСУ-В на линейном уровне управления является автоматизированная система управления техническим обслуживанием вагонов на сортировочных станциях (АСУ ПТО) с использованием специализированных путей текущего ремонта и комплекса средств диагностики (см. раздел 9.5). Необходимым условием внедрения АСУ ПТО является наличие автоматизированной системы управления сортировочной станцией (АСУ СС).

Технические средства АСУ ПТО обеспечивают связь с устройствами контроля системы АСК ПС (см. раздел 8.3), находящимися на подходах к сортировочным станциям. Это позволяет оперативно передавать операторам ПТО парка прибытия информацию о неисправных вагонах для контроля после прибытия поезда. После осмотра и подтверждения неисправности вагон может быть отцеплен в текущий отцепочный ремонт. Основным условием реализации функций управления АСУ ПТО является оперативный обмен информацией между АСУ ПТО и осмотрщиками вагонов. В большинстве случаев такое взаимодействие осуществляется через оператора ПТО по радиосвязи. В перспективе предусматривается внедрение специальных носимых терминалов, позволяющих осмотрщикам иметь прямую связь с АСУ ПТО.

Схема информационных связей автоматизированной системы управления техническим обслуживанием вагонов представлена на рис. 8.2 и включает:

- центральную ПЭВМ, на которой решаются все задачи АСУ ПТО, имеющую канал связи с АСУ СС;
- АРМ операторов ПТО парков прибытия и отправления. Основная функция АРМ операторов ПТО - обеспечение ввода информации в АСУ

ПТО. Автоматизированное рабочее место операторов ПТО имеет встроенный АРМ Терминал для запроса и приема необходимой информации из АСУ ПТО, АСУ СС, АСОУП, ВМД, архива станции и др.

- АРМ начальника ПТО представляет собой АРМ Терминал с необходимыми шаблонами для запроса информации из АСУ ПТО, АСУ СС, и др.;
- терминальные устройства у операторов и в помещениях ремонтных бригад ПТО парков отправления для выдачи нарядов на ремонтные работы;
- терминальные устройства в технической конторе (ТК) станции для получения справок о готовности поезда к роспуску, форм ВУ-23 и ВУ-26.

Входной информацией для решения задач АСУ ПТО являются информационные сообщения (табл. 8.2). Для примера приведена структура сообщений с использованием АСУ ПТО в парке прибытия (табл. 8.3)

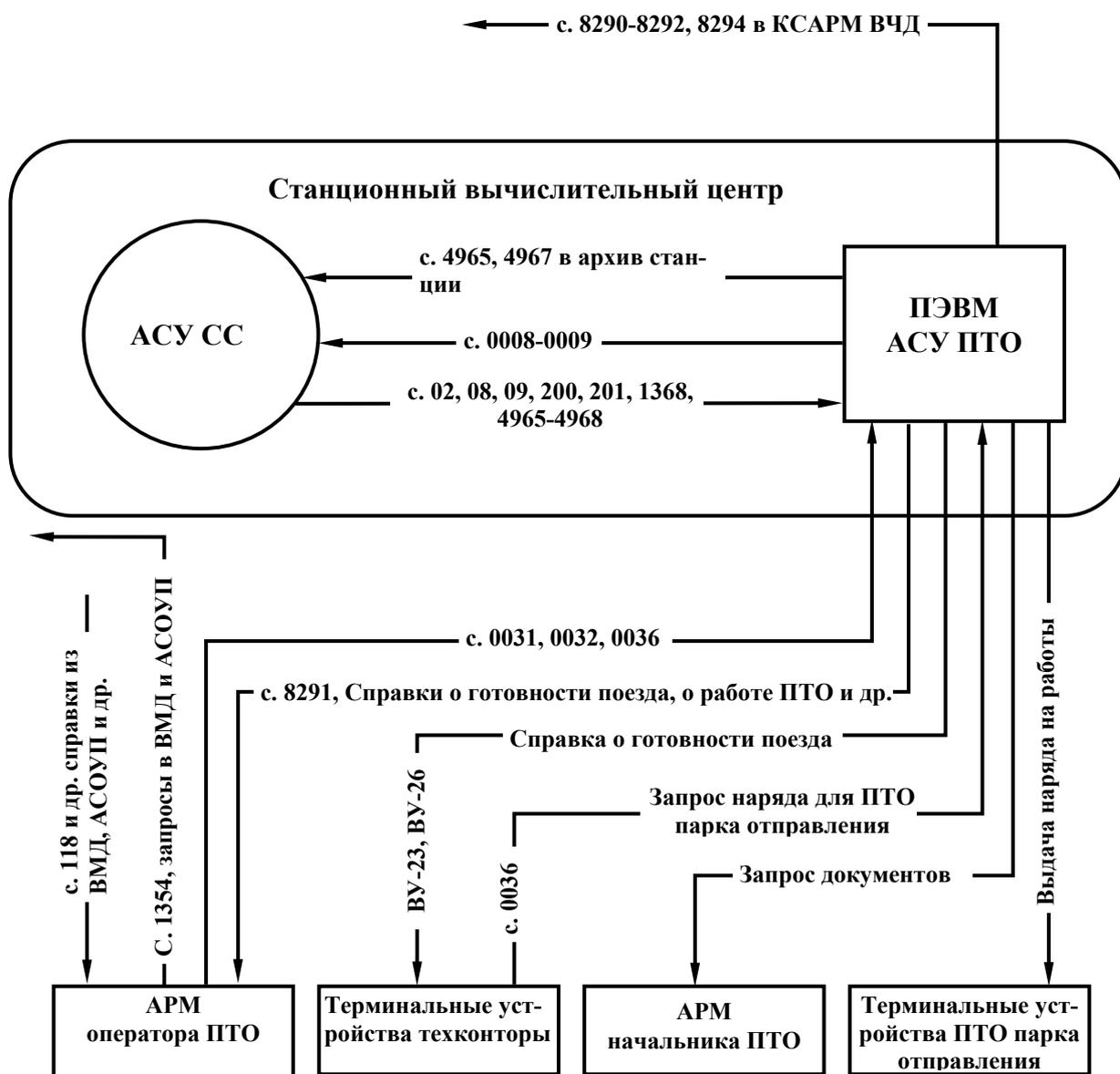


Рис. 8.2. Схема информационных связей АСУ ПТО

Таблица 8.2

## Основные сообщения в системе АСУ ПТО

Источник сообщения	номер сообщения	Наименование сообщения
Сообщения, формируемые комплексом задач АСУ ПТО для внутреннего обмена информацией	0031	Дефектная ведомость на поезд
	0032	Состав бригад
	0036	Список отремонтированных вагонов
Сообщения, передаваемых из комплекса задач АСУ СС	02	Натурный лист поезда
	08	Выставка поезда
	09	Корректировка натурального листа поезда
	200	Об отправлении поезда
	201	О прибытии поезда
	203	О роспуске состава
Другие сообщения, обеспечивающие ведение в АСУ ПТО полной модели сортировочной станции.		

Таблица 8.3

## Структура сообщений АСУ ПТО в парке прибытия

Номер сообщения / справки		
0032	201	0031
<ul style="list-style-type: none"> <li>- код станции;</li> <li>- номер парка и смены;</li> <li>- время начала работы смены;</li> <li>- номера бригад;</li> <li>- табельные номера осмотрщиков вагонов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- номер и индекс поезда;</li> <li>- парк, путь и время прибытия поезда;</li> <li>- станция формирования поезда;</li> <li>- время отправления со станции отправления;</li> <li>- номера вагонов, посылаемых в ремонт с линейных ПТО;</li> <li>- данные о вагонах с опасными грузами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- код станции;</li> <li>- номер парка, пути и поезда;</li> <li>- время предъявления поезда к техническому обслуживанию;</li> <li>- номер бригады;</li> <li>- время окончания осмотра поезда;</li> <li>- номера «сходных» вагонов;</li> <li>- инвентарные номера неисправных вагонов;</li> <li>- сторону осмотра;</li> <li>- вид требуемого ремонта;</li> <li>- коды ремонтных работ в соответствии с классификатором;</li> <li>- табельные номера осмотрщиков вагонов;</li> <li>- коды пунктов ремонта (если вагоны отцепляются в текущий, деповской ремонт или пересылаются в ремонт);</li> <li>- место и дата последнего вида ремонта, год постройки (если вагоны отцепляются в текущий, деповской или капитальный ремонт);</li> <li>- год постройки вагона.</li> </ul>

В начале смены, после распределения осмотрщиков по бригадам, оператор ПТО парка прибытия вводит в ЭВМ сообщение 0032 «Состав бригад».

После прибытия поезда в АСУ СС передается сообщение 201, в соответствии с которым оператору ПТО парка прибытия выдается справка, содержащая данные о прибывающем на станцию поезде. Справка является фактом предъявления поезда к техническому обслуживанию. Из ИВЦ дороги выдается справка 118 о наличии в поезде вагонов, требующих планового ремонта по календарному сроку или по пробегу.

Во время технического обслуживания поездов оператор ПТО принимает от осмотрщиков вагонов по каналам радиосвязи информацию о вагонах, требующих безотцепочного ремонта, а также:

- ремонта на специализированных путях;
- текущего отцепочного ремонта;
- плановых видов ремонта;
- подготовки под погрузку;
- пересылки в ремонт в другие пункты или депо;
- номерах «сходных» вагонов.

На основании этих данных оператор ПТО составляет на каждый состав сообщение 0031 «Дефектная ведомость» и после окончания технического обслуживания поезда вводит ее в ЭВМ. Для перевода отремонтированных вагонов из нерабочего парка в рабочий используется сообщение 0036 «Список отремонтированных вагонов», в результате обработки которого в АСУ СС формируется сообщение 09 (или 08) с соответствующей информацией. На вагоны, отремонтированные на специализированных путях, сообщение вводится оператором технической конторы (ТК) по данным бригадира, на остальные поступает из АРМ оператора вагонного депо.

В настоящее время в АСУ ПТО решаются следующие задачи:

- формирование наряда на ремонтные работы;
- оформление отцепки и пересылки вагонов в ремонт;
- ведение архива поездов и вагонов, осмотренных в парке прибытия;
- учет работы ПТО парка прибытия;
- контроль за передвижением неисправных вагонов;
- корректировка ТГНЛ по результатам осмотра вагонов в парке прибытия;
- подбор вагонов под погрузку.

*Формирование наряда на ремонтные работы.* По запросу оператора ТК на каждый вновь сформированный состав выдается «Наряд на ремонтные работы». Наряд поступает на терминальные устройства ремонтным группам и оператору ПТО парка отправления за 10-15 минут до выставления состава и содержит сведения: о порядковых и инвентарных номерах вагонов, о стороне вагона, о кодах ремонтных работ и их кратком наименовании, о порядковых номерах элементов вагонов с головы состава, на которых нужно выполнить указанные работы, количество осей и вес поезда.

*Оформление отцепки вагонов в ремонт.* При вводе сообщения 31 оформляются соответствующие документы на отцепку вагонов в ремонт. На каждый неисправный вагон, требующий отцепки в текущий, деповской или капитальный ремонт, оператору ТК выдается форма ВУ-23 «Уведомление на ремонт вагона», в АРМ оператора вагонного депо пересылается сообщение 8290 «Об отцепке вагонов в ремонт», в вагонную модель дороги сообщение 1353. На вагоны, требующие пересылки в ремонт, выдается в ТК документ формы ВУ-26 «Сопроводительный листок».

*Ведение архива поездов и вагонов, осмотренных в парке прибытия.* Основной задачей этой функции является создание массивов обработанных поездов и осмотренных вагонов. Продолжительность хранения информации – семь суток. Выходной информацией задачи является справка об осмотре вагона, которая запрашивается по номеру вагона и содержит сведения о том, кто, где, когда осматривал вагон и какие неисправности при этом обнаружил.

*Учет работы ПТО парка прибытия* позволяет получить ряд выходных документов:

- график обработки поездов;
- итоги обработки поездов за смену;
- справка о ремонтных работах, выявленных за смену;
- справка о вагонах, отцепленных за смену;
- справка о вагонах, отцепленных в текущий ремонт за смену;
- справка о вагонах, отправленных на ППВ;
- справка о вагонах, засылаемых с других отделений и дорог за сутки;
- справка о работе ПТО парка прибытия за месяц (с начала месяца).

*Контроль за передвижением неисправных вагонов.* По данным АСУ СС формируются и передаются в АРМ оператора ремонтного депо (ВЧДР) входные сообщения:

- **8294** «О постановке вагонов на ремонтный путь»;
- **8292** «О вагонах, отправленных без ремонта»;
- **8291** «О пересылке вагонов в ремонт»;
- **8290** «Об отцепке вагонов в ремонт» на вагоны нерабочего парка, прибывающие с линейных станций, сообщение формируется по данным ТГНЛ поезда.

*Корректировка ТГНЛ по результатам осмотра вагонов в парке прибытия.* Формируются и передаются в АСУ СС сообщения 0009 и 0008 для внесения в ТГНЛ необходимых изменений по вагонам, отцепляемым во все виды ремонта, направляемым на пункты подготовки под погрузку (ППВ), пересылаемых к месту ремонта, требующим роспуска отдельным локомотивом, для простановки примечаний вагонам с неисправностями, затрудняющими расцепку вагонов, с отключенными тормозами, замазученными колесами и др. При этом в ТК выдается справка о готовности поезда к роспуску, где отражаются внесенные в ТГНЛ изменения. Это освобождает оператора ПТО от телефонных разговоров с оператором ТК, а последнего от внесения изменений в ТГНЛ.

*Подбор вагонов под погрузку.* Формируется и выдается на вновь сформированный состав выписка из книги формы ВУ-14 о годности вагонов под погрузку.

Комплекс задач, решаемых в АСУ ПТО, способствует сокращению простоя состава под технической обработкой на станции, позволяет более рационально организовать работу ремонтных бригад в парке отправления, улучшает условия труда операторов ПТО, обеспечивает руководителей ПТО своевременной и достоверной информацией для проведения анализа работы ПТО и принятия управляющих решений.

### **8.3. Автоматизированная система контроля подвижного состава**

Автоматизированная система контроля подвижного состава (АСК ПС) предназначена для централизованного контроля перегретых букс по показаниям ДИСК-Б, ДИСК2-Б, ПОНАБ-3, КТСМ-01, КТСМ-01Д, КТСМ-02, установленных на станциях контролируемого участка. Комплекс технических средств АСК ПС представляет собой распределенную структуру специализированных аппаратно-программных комплексов (рис. 8.3), объединенных единой сетью передачи данных с линейных пунктов (СПД ЛП).

Контроль за состоянием подвижного состава осуществляется оператором центрального поста контроля или сменным техником отдела вагонного хозяйства на основании информации, поступающей от устройств контроля на средства регистрации и отображения информации автоматизированного рабочего места оператора ЦПК.

АСК ПС может использоваться в следующих режимах:

- автономно;
- совместно с другими системами контроля, например с автоматизированной системой контроля устройств СЦБ (АСК СЦБ) с использованием общей сети передачи данных (СПД);
- в качестве подсистемы в составе автоматизированной системы диспетчерского контроля (АСДК).

По своему функциональному назначению технические средства АСК ПС подразделяются на следующие группы:

- средства линейных пунктов контроля (ЛПК);
- оборудование центрального поста контроля (ЦПК);
- систему передачи данных (СПД ЛП).

В состав технических средств АСК ПС линейных пунктов контроля входят:

- периферийные контроллеры ПК-01;
- комплексы КТСМ-01, КТСМ-01Д и КТСМ-02;
- автоматизированные рабочие места линейного пункта контроля АРМ ЛПК;
- концентраторы информации КИ-6М.

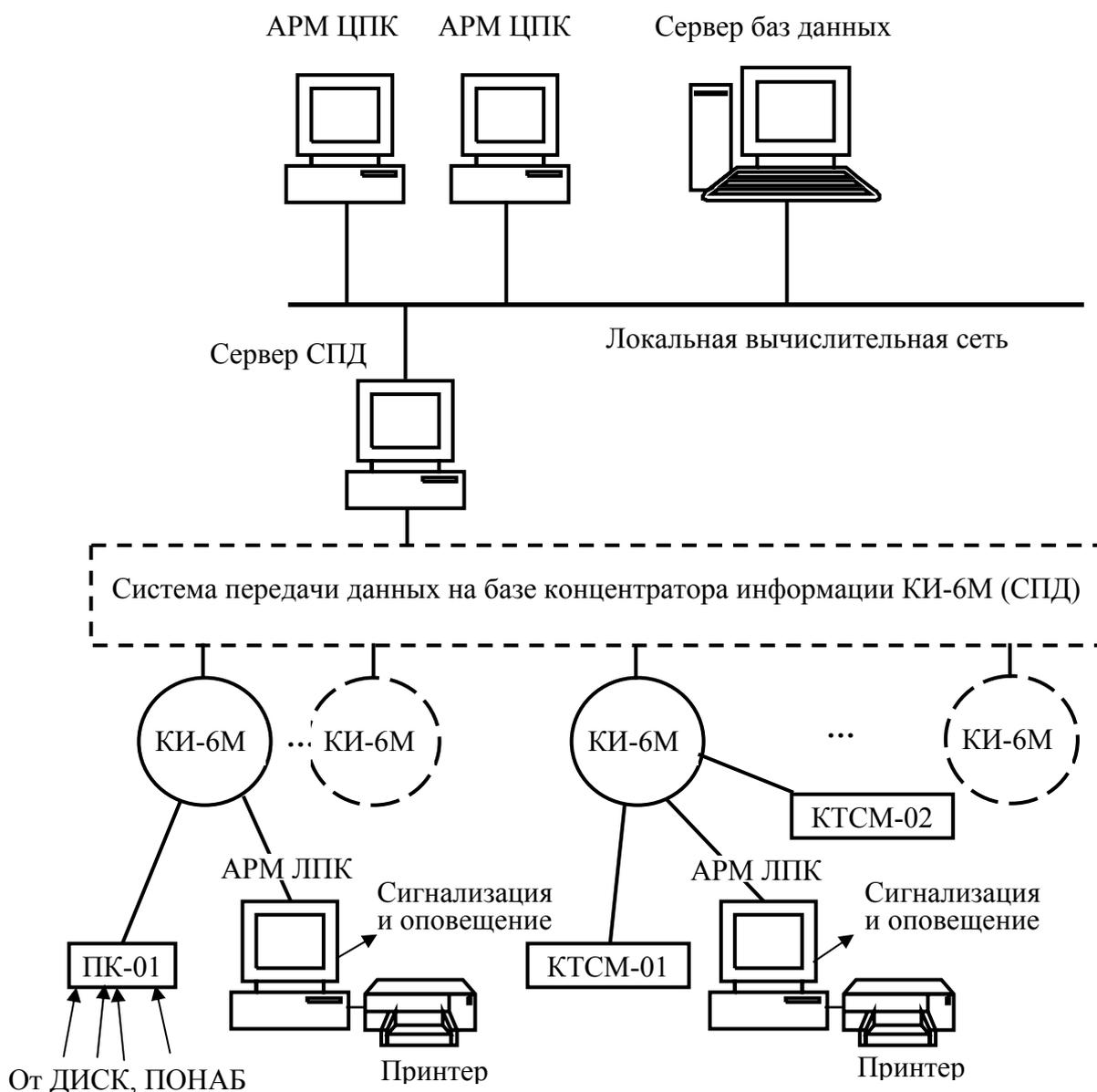


Рис. 8.3. Структурная схема АСК ПС

Периферийный контроллер ПК-01 служит для сбора показаний аппаратуры ДИСК-Б, ПОНАБ-3 и передачи этой информации в АРМ ЛПК. Каждый ПК-01 может осуществлять ввод информации от 4-х комплектов этих устройств и передавать ее в узел системы передачи данных СПД, которым служит концентратор информации КИ-6М. Диагностические комплексы КТСМ-01, КТСМ-01Д, КТСМ-02 не требуют периферийных контроллеров и связаны напрямую с концентраторами. С помощью концентратора КИ-6М данные передаются в АРМ ЛПК или на центральный пост контроля в АРМ ЦПК. АРМ

ЛПК обычно устанавливается на станциях, оснащенных КТСМ-01 и КТСМ-02.

Один АРМ ЛПК может обслуживать несколько приборов контроля различного типа, установленных на подходах к станции. АРМ ЛПК производит прием, обработку, хранение данных о проконтролированных поездах. Состояние контролируемых буксовых узлов оценивается путем сравнения текущих уровней нагрева с пороговыми значениями. При обнаружении неисправностей подвижного состава включаются различные устройства сигнализации.

В качестве устройств сигнализации используются речевые информаторы (РИ-1), сигнальные указатели, световые индикаторы, звуковые сигнализаторы и т.п. Для управления сигнализирующими устройствами АРМ ЛПК имеет встроенную подсистему речевого оповещения и сигнализации (ПРОС-1), которая формирует сигналы звукового оповещения и коммутирует цепи управления различными устройствами.

Оборудование АСК ПС центрального поста контроля представляет собой локальную вычислительную сеть ЛВС (см. рис. 8.3). В состав оборудования центрального поста контроля входят:

- сервер баз данных - ЭВМ, функционирующая под управлением сетевой операционной системы и системой управления базами данных;

- сервер СПД или центральный концентратор информации ЦКИ - ЭВМ, обеспечивающая информационный обмен между системой передачи данных и сервером баз данных, а также осуществляющая контроль работы концентраторов СПД, периферийных контроллеров и каналов информационной связи между ними;

- рабочие станции (АРМ вагонного оператора, дежурного механика «ПОНАБ»), которые используют информацию, содержащуюся на сервере баз данных, и позволяют следить за состоянием букс контролируемых поездов и, кроме того, контролировать состояние аппаратуры.

Информационный обмен между техническими средствами линейных пунктов и АРМами ЛПК, ЦПК осуществляется через систему передачи данных на базе концентраторов информации КИ-6М, соединенных между собой, а также с ПК-01 и с КТСМ-01 выделенными каналами тональной частоты или проводными физическими линиями связи (см. рис. 8.3).

Результаты измерений с линейных пунктов контроля через СПД поступают в АРМ ЦПК, который предназначен для централизованного контроля перегретых букс по показаниям ДИСК-Б, ПОНАБ-3, КТСМ, установленных на станциях контролируемого участка.

Контроль осуществляется оператором центрального поста контроля или сменным техником отдела вагонного хозяйства на основании информации, поступающей от устройств контроля на средства регистрации и отображения информации АРМ ЦПК, позволяющего выполнять следующие функции:

- учет показаний аппаратуры контроля перегрева буксовых узлов вагонов;

- сравнение тепловых уровней с заданными пороговыми значениями (“Тревога-0”, “Тревога-1”, ”Тревога-2”, “Тревога-2, Локомотив”), определение относительного нагрева (“Отношение”), включение сигнализации при превышении этих значений;

- слежение поезда/вагона на прямолинейном участке и принятие решения о необходимости остановки поезда для осмотра букс подвижного состава с неаварийным уровнем нагрева при повторяющихся показаниях;

- получение дополнительной информации о поезде (графиковый номер, индекс);

- контроль и оперативное выявление неисправностей аппаратуры, каналов и линий связи, используемых в АСК ПС;

- доступ к архивным данным за любой промежуток времени (глубина архива – 1 год);

- поиск информации;

- вычисление статистических данных о работе устройств контроля за любой промежуток времени, позволяемый глубиной архива;

- передача данных о нагреве букс поезвному диспетчеру;

- запрос данных из АСОУП.

Информация о проконтролированных поездах хранится в базе данных и может быть передана (реплицирована) с помощью сетевых технологий на любой компьютер, подключенный к корпоративной сети ОАО «РЖД». Это позволяет организовать различные варианты сбора информации и последующего распределения ее между пользователями. Например, на Свердловской железной дороге информация собирается на уровне дорожного вычислительного центра (ДВЦ) и далее транслируется на автоматизированные рабочие места служб, отделений, вагонных депо и т.д. Возможны и другие варианты, когда информация собирается на уровне отделений дорог и затем реплицируется в Управление дороги.

При запуске АРМ ЦПК на экране монитора появляется схема некоторого участка железной дороги, с расположенными на ней элементами:

- мнемоническими «окнами» устройств ДИСК, ПОНАБ, КТСМ;

- надписями, соответствующим названиям пунктов контроля;

- линиями, обозначающими железнодорожные пути.

Вся информация о вагонах, выводимая на экран монитора, в зависимости от типа тревоги окрашивается разными цветами. Если в проконтролированном поезде есть вагоны с нагревом, то на экран выводится следующая информация:

- порядковый номер вагона (с головы, включая локомотивы);

- тип вагона («лок.», «груз.», «пасс.» , и др.) – только для КТСМ;

- номер оси;

- уровень нагрева слева;

- уровень нагрева справа;

- признак обнаружения греющегося шкива: «шкив» - определяет КТСМ (только у пассажирских вагонов).

Уровни нагрева букс в зависимости от превышения пороговых значений тревог выводятся с цветовыми атрибутами (табл. 8.4). Если уровень нагрева буксы превысил пороговые уровни тревог, то на экран выводится отношение нагрева данной буксы к остальным по одной стороне.

Таблица 8.4

Цветовое отображение аварийной сигнализации

Показания	Тип тревоги	Цвет шрифта	Цвет фона
Предаварийный нагрев	«Тревога 0»	Черный	Зеленый
Относительный нагрев	«Отношение»	Черный	Желтый
Аварийный нагрев	«Тревога 1»	Красный	Белый
Сверхаварийный нагрев	«Тревога 2»	Желтый	Красный
Волочение	«Тревога 2»	Желтый	Красный

Слежения за темпом нагрева букс и особенно совместно с признаком «Отношение» уровней нагрева букс к среднему значению по вагону с каждой стороны поезда позволяет дополнительно предъявлять к осмотру на ПТО вагоны с уровнем нагрева букс ниже значения «Тревога 1». На ПТО эти вагоны проверяют более тщательно, и поэтому количество отцепок вагонов на гарантийных участках сокращается.

Включение в АСК ПС устройств контроля, находящихся на подходах к сортировочным станциям, позволяет оперативно передавать операторам ПТО парка прибытия информацию о неисправных вагонах. Также АРМ ЦПК позволяет автоматизировать составление отчета о задержках поездов на промежуточных станциях по показаниям средств контроля по форме ВО-19. Учет показаний средств контроля ведется в электронной копии журнала формы ВУ-100 согласно инструкции ЦВ-ЦШ-453.

АСК ПС – открытая система, обеспечивающая подключение более двадцати дополнительных подсистем, в том числе для контроля колесных пар, нижнего, бокового и верхнего габаритов подвижного состава, тормозного оборудования, ударно-тяговых приборов, для выявления перегруза и неравномерности загрузки вагонов и др.

Система централизованного контроля подвижного состава АСК ПС принята комиссией МПС в декабре 1995 года в качестве базовой для сети железных дорог МПС РФ, а система передачи данных линейных пунктов СПД ЛП принята комиссией МПС в августе 2000 года и рекомендована в качестве основы сети передачи данных оперативно-технологического назначения (СПД ОТН).

#### **8.4. Многоуровневая автоматизированная система управления и контроля безопасности движения**

Одной из основных задач управления железнодорожным транспортом является обеспечение безопасности движения поездов. В законе о Федеральном железнодорожном транспорте *безопасность движения и эксплуатации железнодорожного транспорта* определена как состояние защищенности процесса движения железнодорожного подвижного состава и самого железнодорожного подвижного состава, при котором отсутствует недопустимый риск возникновения транспортных происшествий и их последствий, влекущих за собой причинение вреда жизни или здоровью граждан, вреда окружающей среде, имуществу физических или юридических лиц.

В соответствии с приказом Министра путей сообщения №3 от 25.01.2002 года и постановлением расширенного заседания Коллегии МПС РФ №2 от 06.03.2002 года разработана концепция многоуровневой системы управления и контроля безопасности. Основные положения концепции распространяются на бортовые системы обеспечения безопасности, устройства железнодорожной автоматики, средства связи. Концепция определяет общие требования к вновь создаваемым системам автоматики, телемеханики и обеспечения безопасности движения поездов, к техническим и технологическим аспектам организации перевозочного процесса, к методам предотвращения нарушения условий безопасного пропуска поездов.

В вагонном хозяйстве предусматривается взаимодействие устройств для контроля состояния вагонов с АСУ на уровне линейных подразделений и дорог. Весь комплекс решаемых в вагонном хозяйстве задач объединяется в АСУ-В.

В настоящее время введена в эксплуатацию первая очередь автоматизированной системы управления безопасностью движения, основное назначение которой заключается в формировании базы данных первичной информации о нарушениях безопасности движения. Полученная информация позволяет оперативно информировать работников ревизорского аппарата железных дорог и специалистов ЦРБ ОАО «РЖД» о расследованных случаях нарушений безопасности движения, их причинах и разрабатывать мероприятия по их предотвращению.

В организационную структуру автоматизированной системы управления безопасностью движения включены:

- рабочее место ревизора по безопасности движения отделения железной дороги (АРМ УРБ);
- рабочее место инженера-анализатора ревизорского аппарата по безопасности движения управления железной дороги (АРМ РБЦ);
- рабочее место главного специалиста ЦРБ ОАО «РЖД» по безопасности движения (АРМ ГС).

В настоящее время реализованы следующие задачи:

- централизация сбора, передачи, хранения и обработки данных о случаях нарушений безопасности движения и их причинах;
- контроль полноты и правильности поступающей информации на подуровнях и уровнях системы;
- оперативное пополнение на каждом подуровне и уровне системы баз данных о нарушениях безопасности движения и их причинах в объеме актов по формам РБУ-1 и РБУ-3. Ручной ввод исходной информации в объеме этих актов производится только на самом нижнем уровне - в АРМ УРБ;
- выдача пользователям системы необходимых справок о видах, причинах, районах нарушений безопасности движения как в оперативном режиме, так и в режиме анализа безопасности движения.

Дальнейшее функциональное развитие автоматизированной системы управления безопасностью движения связано с принципами информатизации железнодорожного транспорта и направлено на построение многоуровневой автоматизированной системы управления безопасностью движения (МАСУ БД). Основной задачей МАСУ БД является выработка управляющих решений по обеспечению безопасности. Структурная схема такой автоматизированной системы управления безопасностью движения приведена на рис. 8.4.

МАСУ БД имеет два уровня:

- нижний, состоящий из подуровней отделения и управления железной дороги;
- верхний, включающий подуровни ГВЦ ОАО «РЖД», ЦРБ ОАО «РЖД» и других пользователей центрального аппарата ОАО «РЖД».

Нижний иерархический уровень управления представляет собой совокупность устройств управления и контроля объектами, установленных на станциях, перегонах, подвижных единицах. В вагонном хозяйстве к таким устройствам можно отнести: автоматизированную систему контроля нагрева букс (АСК ПС), систему контроля «отрицательной динамики» (АСООД), систему автоматической идентификации подвижного состава «Пальма» и др. Все они на информационном уровне входят в автоматизированную систему управления вагонным хозяйством.

Эти устройства являются исполнительным средством для реализации процесса движения поездов и датчиками информации для верхних уровней управления. Основными принципами построения нижнего иерархического уровня являются дублирование получения исходной информации и дублирование передачи информации между объектами управления и средствами обработки информации.

Передача информации с нижнего уровня на верхний в многоуровневой автоматизированной системе управления безопасностью движения осуществляется с помощью АРМ электронной почты (АРМ ЭП) по каналам связи, предусмотренных автоматизированной системой оперативного управления перевозками (АСОУП).

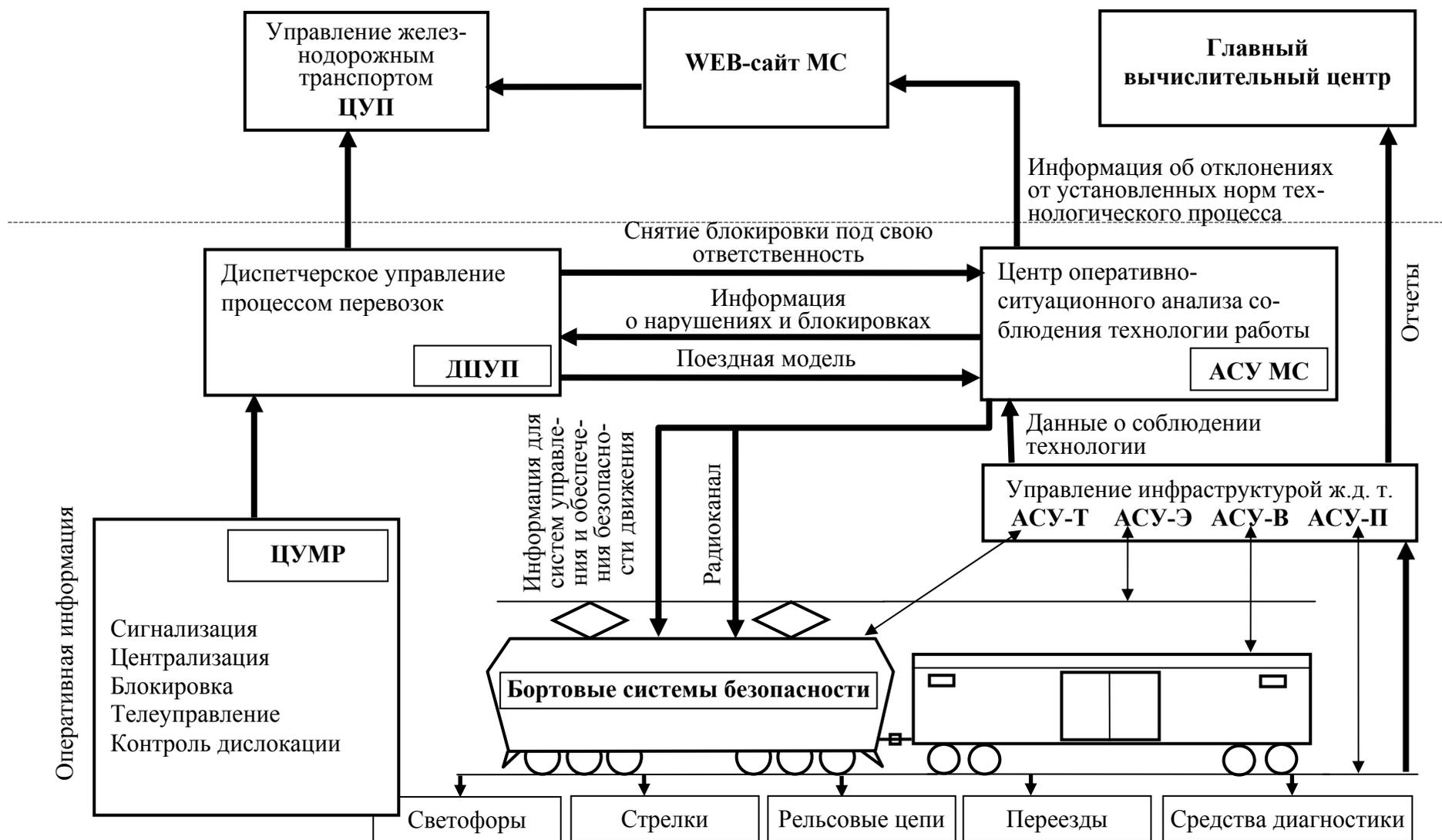


Рис. 8.4. Структурная схема многоуровневой системы безопасности движения поездов:  
 АСУ МС – автоматизированная система управления многоуровневой системой; ДЦУП – дорожный центр управления перевозками;  
 ЦУМР – центр управления местной работой; ЦУП – центр управления перевозками

Основной целью МАСУ БД является:

- повышение эффективности работы и роли ревизорского аппарата всех уровней и ЦРБ ОАО «РЖД» в обеспечении безопасности движения;
- выработка скоординированных по отраслям железнодорожного транспорта решений, направленных на повышение безопасности движения за счет использования информационных технологий.

МАСУ БД включает четыре подсистемы, соответствующих четырем основным комплексам задач ревизорского аппарата и ЦРБ ОАО «РЖД»:

- контроль за обеспечением безопасности движения поездов и маневровой работы;
- организация контроля за соблюдением правил перевозок опасных грузов;
- контроль за работой и содержанием восстановительных поездов и обеспечение готовности аварийно-восстановительных средств железных дорог к ликвидации последствий нарушений безопасности движения;
- организация и ведение учета и отчетности в области природоохранных мероприятий

Одной из задач АСУ-В является передача в МАСУ БД информации о необходимости и причине остановки поезда, или его проследовании с ограниченной скоростью. Решение этой задачи стало возможным за счет комплексного использования системы управления вагонами ДИСПАРК, взаимодействие с которой реализовано в МАСУ БД. На рис. 8.5 приведена схема учета нагрева букс в МАСУ БД.



Рис. 8.5. Контроль за нагревом букс в МАСУ БД:

АСК ПС - автоматизированная система контроля подвижного состава; ДИСТПС – автоматизированная система управления тяговыми ресурсами; ЕКС – бортовые локомотивные аппаратно-программные средства управления

МАСУ БД является одной из отраслевых АСУ, которая неразрывно связана с АСУ вагонного хозяйства, локомотивного (АСУ-Т), пути и сооружений (АСУ-П), электрификации и электроснабжения (АСУ-Э) и др. Такое взаимодействие МАСУ БД с другими АСУ обусловлено необходимостью оценки состояния безопасности по данным об отказах технических средств, подвижного состава и сооружений. Эти сведения поступают в МАСУ БД из смежных систем по управлению инфраструктурой железнодорожного транспорта.

Такое взаимодействие МАСУ БД с другими автоматизированными системами в рамках комплекса информационных технологий по управлению инфраструктурой (АСУ-П, АСУ-В и др.) позволит выполнять не только анализ состояния безопасности движения, но и прогнозировать изменения аварийности на перспективу, выработать стратегию реализации мероприятий в сфере повышения безопасности движения.

## **Глава 9. Использование технических средств**

## **диагностирования**

### **9.1. Проблемы автоматизации контроля технического состояния вагонов**

В 50-х гг. прошлого века началось использование средств технического диагностирования вагонов (СТД). На дорогах западных стран, затем на отечественных дорогах появилась аппаратура для выявления греющихся (перегретых) букс по инфракрасному излучению корпуса в движущихся поездах. Таким образом предотвращались изломы шеек осей вагонов на подшипниках скольжения, имевшие массовый характер. На железных дорогах России эта аппаратура получила широкое распространение и после перевода вагонов на роликовые подшипники.

В 80-90-х гг. разработаны ТСД для выявления других неисправностей вагонов: дефектов по кругу катания колес, выхода частей вагона из габарита подвижного состава, загрузки вагонов сверх нормы (перегрузка), заклинившихся колесных пар и т.д. Эти средства не получили широкого распространения.

Разработка ТСД для контроля технического состояния вагонов в процессе их эксплуатации и технического обслуживания проводится в двух направлениях:

- дискретный контроль в пути следования при прохождении поездом специальных контрольных пунктов;
- контроль в поездах, прибывающих на сортировочные станции, а также при подготовке к отправлению.

Аппаратура автоматического контроля вагонов на сортировочных станциях не получила широкого распространения, хотя в 90-х гг. была поставлена задача перехода от системы контроля вагонов осмотрщиками к автоматизированным диагностическим системам.

В 2000 г. Департамент вагонного хозяйства начал реализовывать идею создания ПТО сетевого значения. Эти пункты предназначены для технического обслуживания вагонов с целью их безотказного следования по удлиненным гарантийным участкам, находящимся на направлениях формирования основных грузопотоков. Длину гарантийных участков предполагалось довести до 1200 км.

Разработан регламент технического оснащения этих пунктов. Регламентированы требования к диагностическому оборудованию для оснащения парков прибытия и отправления.

Для парков прибытия предполагалось разработать автоматизированный диагностический комплекс для размещения на посту диагностики в горловине парка. Комплекс должен включать оборудование для выявления неисправностей: греющихся букс; заторможенных колес; дефектов на поверхности катания колес; тонкого обода и тонкомерного гребня колеса; разницы диаметра колес колесной пары; нарушения нижнего, бокового и верхнего габарита подвижного

состава; ненормированных зазоров между скользунами; перегрузки вагона сверх нормы; открытых крышек люков; большого угла набегания колеса на рельс (перекос тележек); неисправностей элементов тормозного оборудования; автосцепного устройства.

В парках отправления используют оборудование централизованного опробования автотормозов, выявления утечек из тормозной магистрали, выявления трещин в дисках колес. Планируется разработать оборудование для измерения уровня фрикционных клиньев, зазоров между скользунами, для выявления ослабления торцевого крепления подшипников, контроля выхода штока тормозного цилиндра и состояния авторегулятора.

Решение проблемы автоматизации контроля технического состояния вагонов в процессе их эксплуатации связано с изменением всей системы ремонта и технического обслуживания вагонов, а также с показателями надежности и контролепригодности вагонов, зависящими от их конструкции.

Безотказная работа вагонов в период между плановыми ремонтами связана с качеством диагностирования ответственных частей вагона в процессе планового ремонта.

При плановом ремонте должен быть восстановлен технический ресурс вагона, обеспечивающий безотказную работу в течение гарантийного срока; т.е. до следующего планового ремонта. В этом случае отпадает необходимость периодического полного диагностирования вагона, в процессе технического обслуживания может быть установлена периодическая плановая ревизия отдельных элементов, аналогично единой технической ревизии пассажирских вагонов. Повреждения и отказы вагона в межремонтный период с позиции теории надежности следует рассматривать как неправильную оценку (прогнозирование) остаточного технического ресурса при выпуске вагонов из ремонта или как необоснованное назначение продолжительности межремонтного периода. В этом случае проявляются недостатки ТСД и средств неразрушающего контроля, используемых в процессе планового ремонта вагонов.

Поэтому первоочередными должны быть мероприятия по совершенствованию системы обеспечения безопасности движения, направленные на предупреждение аварийности. Департамент вагонного хозяйства предусматривает разработку и совершенствование ТСД и НК. Наиболее важные из них:

- разработка новых методик ультразвукового контроля колесных пар;
- разработка и организации серийного производства нового типа ультразвукового преобразователя;
- разработка автоматизированного стенда для дефектоскопирования и измерения геометрических параметров колесных пар;
- внедрение акустико-эмиссионных установок контроля надрессорных балок и боковых рам тележек.

В процессе совершенствования системы «вагон-вагонное хозяйство» основное значение имеет отношение расходов на создание и использование вагонов с высокими показателями надежности и создание системы их технического

обслуживания и ремонта, обеспечивающих приемлемый (оптимальный) уровень показателей надежности вагонов в заданных условиях эксплуатации.

В условиях, когда показатели контролепригодности вагонов не обеспечивают приемлемый уровень безопасности движения (вероятность отказов вагонов в пути следования), разработка и использование так называемой безлюдной технологии технического обслуживания вагонов требует больших первоначальных затрат, а впоследствии – затрат на обслуживание и ремонт технических средств.

Отказы вагонов в пути следования являются редкими событиями (например, в 2002 г. - 4 случая на 100 млн км пробега). Поэтому аппаратура теплового контроля букс на некоторых контрольных постах выявляет единичные случаи.

В некоторых случаях нет четкой границы значения диагностического признака исправного и неисправного объекта (вероятное значение), например, в аппаратуре теплового контроля букс. Поэтому для оптимального порогового значения диагностического признака есть вероятность пропуска дефекта и ложных показаний.

Есть проблемы поверки и ремонта диагностического оборудования и средств неразрушающего контроля, а также подготовки дефектоскопистов и операторов ТСД.

Проблема организации ремонта, технического обслуживания, поверки и калибровки диагностического оборудования и дефектоскопов на дорогах требует решения в ближайшем будущем.

Проблема подготовки дефектоскопистов и операторов решается дорожными техническими школами и региональными центрами неразрушающих методов контроля и технической диагностики. Такой центр имеется на Свердловской дороге в Екатеринбурге.

## **9.2. Техническая диагностика. Основные понятия**

В соответствии с ГОСТ 20911 понятие «техническая диагностика» представляет область знаний, включают теорию, методы и средства определения технического состояния диагностируемого объекта или правильности его функционирования.

Система технического диагностирования – совокупность технических средств диагностирования, объектов диагностирования, а также исполнители, осуществляющие диагностирование по правилам, установленным нормативно-технической документацией.

Технические средства диагностирования ТСД – это информационно-измерительные системы, включающие:

- 1) аппаратные средства;
- 2) программные средства;
- 3) эксплуатационную техническую документацию.

Диагностирование – процесс определения технического состояния объекта диагностирования с помощью технических средств диагностирования с определенной точностью.

В соответствии с ГОСТ 27518 цель технического диагностирования – поддержание установленного уровня надежности, требований безопасности и эффективности использования объекта диагностики.

Существует понятие «контролепригодность». В соответствии с ГОСТ 26656 под этим понимается свойство объекта, характеризующее его пригодность к проведению контроля технического состояния заданными методами и средствами технической диагностики.

Теоретической основой технической диагностики является теория распознавания. Основная задача теории распознавания – построение систем для определения принадлежности объекта распознавания к одному из заранее выделенных классов. Объектами являются предметы (в данном случае вагоны и их части), явления, процессы, ситуации, сигналы.

Принцип отнесения объекта к определенному классу или образу основан на выявлении характеристик, присущих объектам этого класса.

Под образом в технической диагностике понимают определенное техническое состояние объекта, характеризующееся диагностическими признаками. Методика решения задач технического диагностирования сводится к выделению из множества технических состояний подмножества, к которому принадлежит действительное состояние объекта в момент диагностирования.

Такое выделение можно представить графически в виде разделения множества (области)  $E$  на части, соответствующие видам состояния (рис.9.1.)

В диагностической аппаратуре используют диагностические признаки (параметры), т.е. признаки для оценки технического состояния объекта с помощью ТСД. Диагностические признаки (параметры) включают две группы:

- прямые, т.е. совпадающие с признаками технического состояния, заданными в НТД, например, в инструкции осмотрику вагонов;
- косвенные, - не совпадающие с признаками технического состояния, но связанные с ними функциональной или статистической зависимостью.

В простейшем случае, когда учитывается один прямой диагностический признак, границы классов можно представить на числовой оси, например, виды технического состояния колеса по толщине гребня (рис 9.2.)

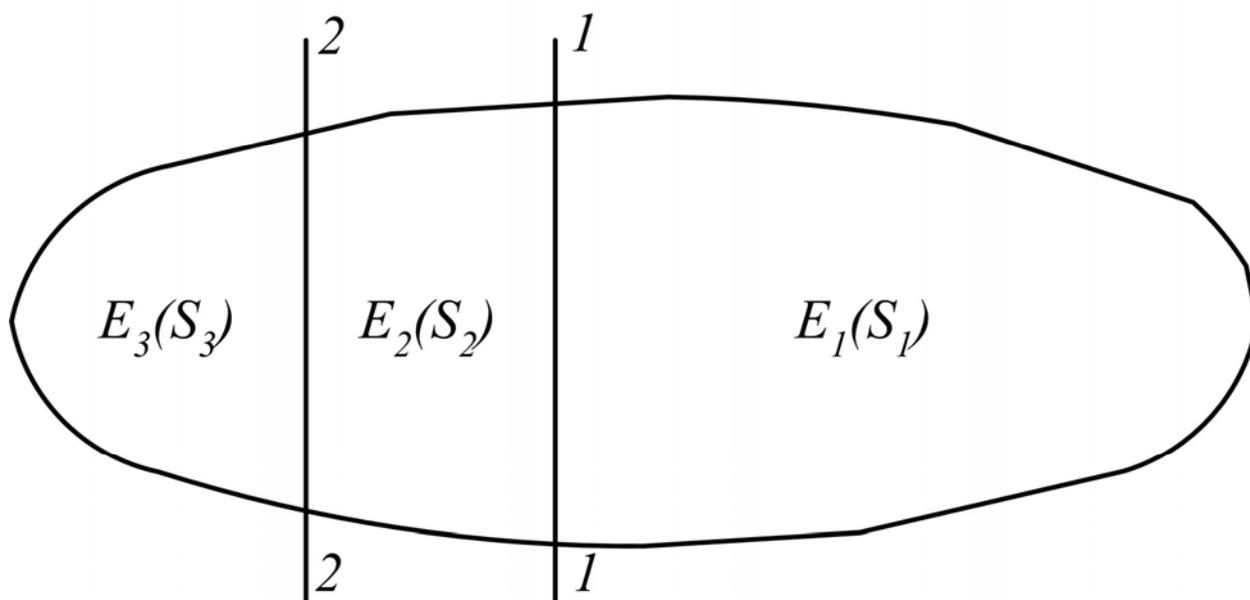


Рис 9.1 Схема выделения классов (видов) состояния из множества  $E$ :  
 $E_1$ - состояние  $S_1$ ,  $E_2$ - состояние  $S_2$ ,  $E_3$ - состояние  $S_3$ , границы классов  
состояния; 1-1 классов  $S_1$  и  $S_2$ ; 2-2 классов  $S_2$  и  $S_3$

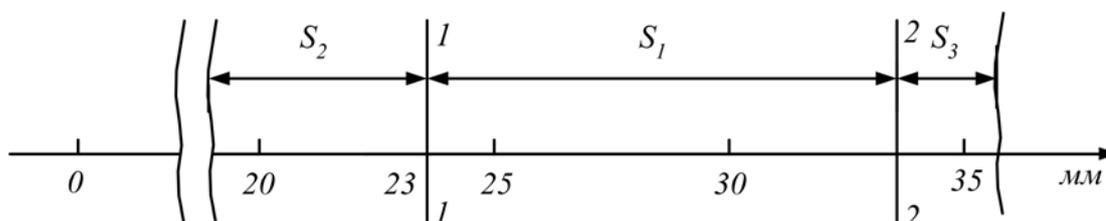


Рис 9.2. Классы состояния и границы классов на числовой оси,  
характеризующей толщину гребня колеса:  $S_1$ - работоспособное  
исправное,  $S_2$  – неработоспособное (предельное);  $S_3$  – неработоспособ-  
ное

Например, глубина ползуна на колесе может быть измерена непосредственно, как разница высоты сегмента в центре площадки ползуна и величины проката рядом с ползуном – прямой признак. В автоматической аппаратуре контроля колес в движущемся поезде используется диагностический признак – величина амплитуды виброускорения механических колебаний рельса от удара ползуна о рельс. Амплитуда виброускорения связана с глубиной ползуна слож-

ной функциональной зависимостью, может быть сравнительно легко измерена и пересчитана в размер глубины ползуна.

Различают также количественные и качественные диагностические признаки. К количественным относят признаки, для которых важно численное значение признака, например, ползун, бракуемый по численному значению его глубины.

К качественным относят признаки, для которых имеет значение сам факт наличия признака, независимо от его размеров, например, трещины в оси колесной пары или диске колеса.

В процессе диагностирования используются понятия «пороговое значение признака» и «чувствительность метода».

Пороговое значение диагностического признака – это его численная величина, являющаяся границей классов или видов технического состояния, например, работоспособного или неработоспособного.

Чувствительность метода оценки технического состояния, а также чувствительность аппаратуры диагностирования, представляет наименьшее численное значение диагностического признака, которое может быть выявлено и зарегистрировано с помощью данного метода и данной аппаратуры.

Устанавливается порог реагирования – наименьшее изменение диагностического признака, при котором СТД может зарегистрировать переход объекта из одного состояния в другое (через границу классов).

В случае использования в аппаратуре СТД вероятностных значений диагностических признаков определяется достоверность показания аппаратуры действительному состоянию объекта.

Вероятность соответствия оценки технического состояния одному из классов состояния определяется в процессе испытания аппаратуры. Должны быть также определены численные характеристики ошибок диагностирования.

Первичной задачей диагностической системы является восприятие физической величины диагностического признака (параметра) с помощью преобразователя. В соответствии с ГОСТ 16263-70 измерительный преобразователь – это средство измерения для выработки сигнала измеренной информации в форме, удобной для передачи, обработки, регистрации и хранения.

Ошибки диагностирования различают двух видов:

- 1) пропуск дефекта или принятие неисправного объекта за исправный;
- 2) ложное показание или принятие исправного объекта за неисправный.

В процессе разработки СТД необходимо также определить основные характеристики объектов диагностики:

- 1) алфавит классов технического состояния (образов) объекта, для конкретизации цели диагностирования;
- 2) словарь признаков технического состояния объекта для выбора метода диагностирования;
- 3) характеристики численных значений количественных признаков для выбора пороговых значений;

4) в случае использования косвенных диагностических признаков найти численные связи между признаками технического состояния и диагностическими.

В общем случае аппаратные средства ТСД включают:

- измерительный преобразователь, обычно для преобразования сигналов о техническом состоянии объекта диагностирования в электрические;
- блок или блоки обработки электрических сигналов от преобразователя в форму, удобную для сравнения с заданными значениями контролируемых параметров;
- индикатор, сигнализатор или регистратор результатов диагностирования.

Блочная схема диагностической аппаратуры приведена на рис. 9.3.

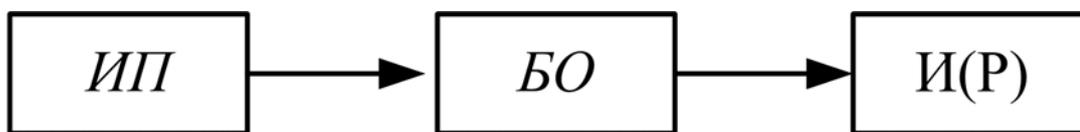


Рис. 9.3. Блочная схема структуры диагностической аппаратуры:  
ИП- измерительный преобразователь;  
БО – блок обработки электрических сигналов;  
И(Р) – индикатор, сигнализатор или регистратор результатов диагностирования

Как правило, измеряемая величина преобразуется в электрический сигнал, наиболее удобный для обработки. В блоке обработки сигнал от измеряемой величины сравнивается с пороговым значением, на основании этого формируется и передается в регистратор сигнал об отнесении измеренной величины признака к одному из классов, заданных в алгоритме ( в общем случае характеризующем исправное или неисправное состояние объекта).

Используют обычно следующие виды индикации:

- световую (контрольные лампочки, светодиоды и.т.д.);
- звуковую;
- цифровую на экране;
- стрелочными приборами;
- в виде кривых линий на экране.

Регистрация результатов диагностирования осуществляется в виде:

- записи на бумажной ленте;
- в памяти ЭВМ с выводом на дисплей или на печать.

Методы и устройства технического диагностирования по характеру получаемых от объекта сигналов включают следующие основные группы:

1. С детерминированным значением диагностического признака, численное значение которого измеряют с определенной погрешностью, например, диаметр колеса или толщину гребня колеса.

2. С вероятностным распределением численных значений диагностического признака.

Во втором случае различают объекты диагностики, у которых можно произвести измерения:

- единичного значения вероятностного признака;
- параметров реализации случайного процесса в течении заданного интервала времени.

Наиболее часто используют методы измерения амплитуд или частоты (периодичности) сигналов.

В некоторых диагностических системах предусматривается регистрация промежуточного состояния и сигнализация о начале развития постепенного отказа. Например, в системах теплового контроля букс предусматривается сигнал для оператора в случае повышения температуры буксы выше определенного уровня, который установлен ниже порогового значения. Появление такого сигнала указывает на необходимость следить за техническим состоянием буксы или организовать ее проверку.

Каждое устройство для диагностирования функционирует по определенному алгоритму диагностирования, под которым понимается совокупность предписаний и последовательность операции диагностирования.

По результатам диагностирования, как правило, принимается одно из двух решений:

1) объект диагностики можно продолжать эксплуатировать (работоспособное состояние);

2) объект должен быть изъят для восстановления работоспособного состояния или исключения из инвентаря (неработоспособное состояние).

Система классификации технических средств диагностирования довольно сложная, так как включает большое количество средств, разнообразных по назначению, принципам построения, использованию и т.д.

Средства технического диагностирования, включая средства неразрушающего контроля материалов и изделий, по структуре, функциям и назначению делятся на основные виды:

1) единичные, например, дефектоскоп;

2) комплексные, включающие единичные ТСД, объединенные в комплекс с единой структурой и многоцелевым назначением, например, автоматическая система контроля подвижного состава в движущихся поездах (контроль букс, колес и габарита подвижного состава);

3) системы слежения (мониторинга) – однородные единичные СТД, объединенные в систему, позволяющую контролировать техническое состояние объекта диагностики непрерывно или дискретно через некоторые промежутки времени, например, автоматизированная система контроля подвижного состава (АКСПС), включающая аппаратуру теплового контроля букс на нескольких по-

стах безопасности (на промежуточных станциях), соединенную с центральным постом на сортировочной станции.

По характеру использования ТСД можно разделить на группы:

1) универсальные для различных операций контроля объектов диагностики, например, вихретоковый дефектоскоп для выявления трещин в стальных деталях;

2) узко специализированные, например, система выявления дефектов колес, создающих при качении по рельсу ударные импульсы.

По виду установки на объект ТСД делятся на группы:

1) внешние, выполненные отдельно от объекта диагностирования, например, дефектоскопы;

2) специальные испытательные стенды, на которые устанавливаются объекты диагностики для контроля, например, установка для диагностирования вагонных подшипников;

3) встроенные, т.е. аппаратные средства, размещенные постоянно непосредственно на объекте диагностики (система сигнализации нагрева букс пассажирских вагонов).

По способу взаимодействия с объектом диагностики различают ТСД:

1) тестовые (от слова тест – испытание) – с посылкой тестовых воздействий на объект и анализом параметров прохождения тестового воздействия через объект. Тестовое воздействие может быть механическим, электрическим, магнитным и т.д. Пример: вихретоковый дефектоскоп;

2) пассивной локации – получение сигналов от работающего объекта или при имитации его работы на испытательном стенде. Пример: устройство теплового контроля букс в поездах по инфракрасному излучению от корпуса буксы.

По виду физических параметров диагностирования ТСД разделяются на несколько групп. В вагонном хозяйстве применяют в основном устройства, в которых используют следующие параметры:

1. Кинематические (время, скорость, ускорение, период, частота периодического процесса).

2. Геометрические (длина, площадь, объем, плоский угол).

3. Статические и динамические (сила, масса, импульс силы, давление, момент силы, коэффициент трения, работа).

4. Механические свойства (плотность, твердость, ударная вязкость).

5. Тепловые (температура, теплопроводность).

6. Акустические (звуковое давление, громкость звука, акустическое сопротивление).

7. Электрические и магнитные (электрическое сопротивление, напряженность магнитного поля, магнитная индукция, намагниченность).

Технические средства диагностирования, используемые в процессе технического обслуживания вагонов, объединены в группы

1) средства автоматического контроля технического состояния вагонов в поездах в пути следования;

2) ТСД вагонов в поездах, прибывающих на сортировочную станцию;

- 3) системы опробования и контроля технического состояния тормозов в поездах;
- 4) устройства для индивидуального использования осмотрщиками вагонов.

Устройство и технология использования ТСД в процессе технического обслуживания вагонов рассмотрены в разделах 9.3. и 9.4.

Инженеры вагонного хозяйства – специалисты по техническому обслуживанию и ремонту вагонов, а также дефектоскописты и операторы средств технического диагностирования являются пользователями аппаратуры контроля технического состояния вагонов. Поэтому они должны знать:

- назначение аппаратуры контроля и физические основы методов контроля, общее устройство измерительных преобразователей и регистраторов результатов контроля;
- признаки технического состояния контролируемых объектов, диагностические признаки, связь признаков технического состояния и диагностических, границы видов (классов) технического состояния объектов;
- места и виды повреждений объектов, оценку опасности повреждений и дефектов для нормального функционирования объекта;
- виды и причины ошибок диагностирования;
- порядок и последовательность включения аппаратуры, проверки ее исправности и операций контроля объектов;
- анализ результатов контроля.

Техническое обслуживание и ремонт, поверку и калибровку диагностической аппаратуры осуществляют специалисты подразделений департамента сигнализации, связи и вычислительной техники (дистанций сигнализации и связи), специалисты лабораторий и центров средств неразрушающего контроля и технической диагностики. Ремонт и техническое обслуживание основных видов дефектоскопов на дорогах осуществляют дорожные лаборатории и центры. В отдельных крупных вагонных депо есть специалисты по ремонту, наладке и калибровке средств технического диагностирования, работающие под руководством инженера - метролога депо.

Вопросы выбора оборудования для контроля технического состояния вагонов и их узлов в настоящее время чрезвычайно осложнены. Имеется большое количество организаций, разрабатывающих, производящих и продающих средства технического диагностирования. Сообщения о назначении и технических характеристиках этих средств обычно носят рекламный характер, организации – производители часто не имеют опыта разработки и производства оборудования, не ясно представляют особенности вагоноремонтного производства и железнодорожного транспорта в целом, поставляют не отработанное оборудование.

Поэтому, выбор оборудования в такой ситуации должен основываться на опыте передовых депо, использующих средства технического диагностирования. Их мнение (заключение) о пригодности того или иного оборудования

должно быть основой для принятия решения о приобретении этого оборудования.

### **9.3. Средства автоматического контроля технического состояния вагонов на ходу поезда**

Средства автоматического контроля технического состояния вагонов на ходу поезда предназначены для выявления неисправностей, угрожающих безопасности движения на гарантийных участках ПТО. Аппаратура контроля размещена дискретно, на промежуточных станциях, а также перед крупными искусственными сооружениями: мостами и тоннелями. Скорость движения поездов не ограничивается.

В случае выявления неисправности поезд по показаниям аппаратуры останавливается на станции для проверки вагона и принятия решения о возможности его дальнейшего следования в составе поезда.

Наибольшее распространение получила аппаратура теплового контроля технического состояния букс (подшипников) вагонов в движущихся поездах. Назначение аппаратуры – выявление нагрева подшипников выше установленной предельной температуры бесконтактным способом, по инфракрасному излучению стенки корпуса буксы с помощью терморезисторов.

Аппаратура разработана УО ВНИИЖТ в 60-х гг. первоначально для контроля букс с подшипниками скольжения, позднее в 70-80 гг. для контроля букс двух типов, т.е. также и роликовых, а с конца 90-х гг. модернизируется для контроля только букс с роликовыми подшипниками. Аппаратура улавливает излучение с длиной волны 1,7-15 мкм, т.е. в областях ближней и средней части инфракрасной части спектра. Такое излучение соответствует температуре стенки от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$ .

Расстояние между пунктами контроля, на которых установлена аппаратура теплового контроля букс, зависит от темпа увеличения температуры подшипников, т.е. от характера неисправности, а также от загрузки вагона и скорости движения. На основании многочисленных исследований и анализа статистических данных эксплуатации аппаратуры в настоящее время расстояние между пунктами контроля установлено в пределах 25-35 км [20].

При таком размещении аппаратуры риск (вероятность) излома шейки оси по результатам анализа за длительный период составляет менее 0,4% (единичные случаи). В отдельные годы, например в 2002 г. случаев излома шеек осей не было.

Ниже перечислены основные типы аппаратуры теплового контроля букс.

ПОНАБ-3 (прибор обнаружения нагретых букс) выпускался с 1969 по 1984 г.

КТСМ-01 (комплекс технических средств модернизированный) модернизированная аппаратура ПОНАБ-3 с микропроцессором используется с 1998 г.

КТСМ-01Д – модернизированная аппаратура ДИСК-Б.

КТСМ-02 аппаратура теплового контроля букс с установкой приемных камер инфракрасного излучения на рельсах (у других типов аппаратуры приемные камеры устанавливаются на специальных фундаментах).

ДИСК-Б дистанционная информационная система контроля букс, аналогичная ПОНАБ. Выпускалось с 1984 по 1995г. Аппаратура ДИСК-Б, является базовой подсистемой комплекса (системы) ДИСК-БКВ, может использоваться самостоятельно или к ней подключаются другие подсистемы: ДИСК-К, ДИСК-В.

ДИСК2-Б, аппаратура аналогичная ДИСК-Б. Выпускается с 1995г.

На рисунке 9.4 приведена схема аппаратуры теплового контроля букс, размещенная на контрольном посту. Различают перегонное оборудование: напольное, установленное на пути в зоне контроля и постовое – в помещении вблизи зоны контроля, станционное – в станционном здании. Зону контроля и постовое оборудование следует размещать на расстоянии не менее 3 км от входного светофора.

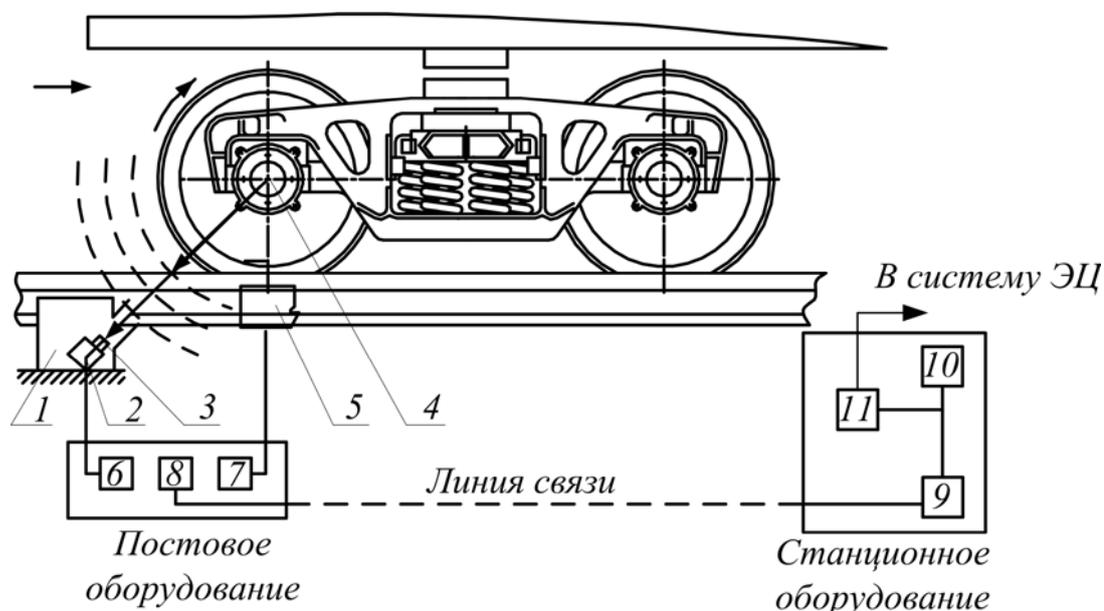


Рис. 9.4. Схема аппаратуры теплового контроля букс ДИСК-Б (КТСМ):  
 1- напольная камера; 2- измерительный преобразователь; 3- оптическая система; 4- букса; 5- датчик прохода колес; 6- устройство первичной обработки информации; 7- блок управления; 8,9- аппаратура передачи информации; 10- регистратор; 11- устройство аварийной сигнализации

В аппаратуре теплового контроля букс в качестве измерительного преобразователя используют терморезисторы – полупроводники на основе титаната бария с легирующими присадками. При нагреве терморезистора меняется его электрическое сопротивление. Применяют болометр (БП 1-2), совмещающий приемник инфракрасных лучей и приемную оптику, пропускающую излучение с длиной волны 1,7-15 мкм и фокусирующую лучи на терморезистор (рис. 9.5 а).

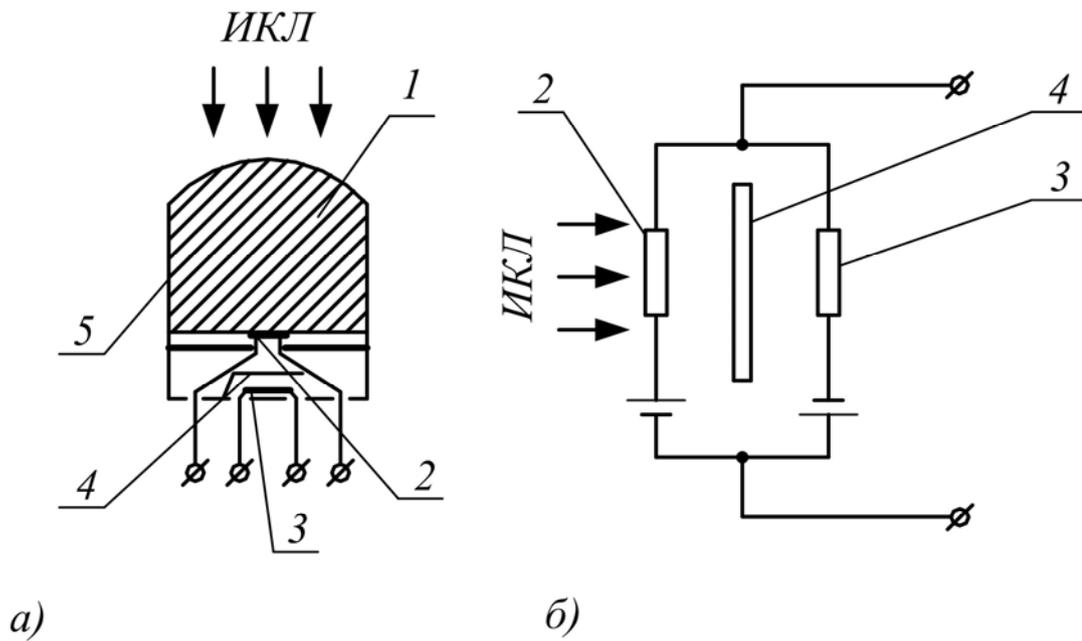


Рис. 9.5. Схема болометра (а) и включения его в измерительную систему (б): 1 - линза из германия; 2 - основной терморезистор; 3 - компенсационный терморезистор; 4- экран; 5- корпус; ИКЛ – инфракрасные лучи

Терморезистор включают обычно в электрический мост постоянного тока (см. рис.9.5. б) При отсутствии освещения инфракрасными лучами (ИКЛ) мост сбалансирован. При кратковременном освещении основной терморезистор нагревается, мост разбалансируется и в измерительную систему аппаратуры поступает сигнал.

Определение температуры шейки оси по инфракрасному излучению стенки корпуса буксы достаточно сложно. Зависимость температуры стенки буксы от температуры шейки оси может быть представлена в виде

$$Q = \frac{T_0 - t_n}{T_6 - t_n},$$

где  $T_0$  – абсолютная температура шейки оси;  
 $T_6$  – абсолютная температура стенки буксы снаружи,  
 $t_n$  – температура воздуха.

Существенное влияние на величину  $Q$  имеет обдув, т.е. охлаждение буксы потоком воздуха, зависящее от скорости движения, и от ветра.

Количество тепла, излучаемое стенкой буксы, в общем случае определяется зависимостью

$$W = A\sigma\varepsilon(T_{\delta}^4 - t_n^4),$$

где  $A$  – площадь поверхности, излучающей тепло;  
 $\sigma$  – постоянная Стефана ( $5,6688 \cdot 10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup> · К);  
 $\varepsilon$  – средний коэффициент излучения или степень черноты излучающей поверхности.

Излучение зависит также от шероховатости поверхности. Длительность теплового импульса определяется размерами буксы и скоростью движения

$$\tau = \frac{l_{\delta}}{V}$$

где  $l_{\delta}$  – расстояние между началом и концом осмотра буксы (зона обзора буксы оптической системой);

$V$  – скорость движения.

Поэтому тепловые сигналы от букс характеризуются существенным рассеиванием.

Выбор порогового значения температуры стенки корпуса буксы осложняется тем, что дифференциальные функции распределения вероятностей диагностических признаков (температуры стенки корпусов букс) для исправных и неисправных букс частично пересекаются. Поэтому при выборе порогового значения с минимальной величиной дифференциальной функции распределения температуры неисправных букс приводит к значительному количеству ложных показаний. Рекомендуемые температуры настройки аппаратуры должны уточняться в соответствии с данными учета работы аппаратуры на конкретных участках.

В соответствии с изложенными выше особенностями алгоритм диагностирования букс имеет вид, приведенный на рис. 9.6

В системах теплового контроля букс предусматривается сигнал для оператора в случае повышения температуры буксы выше определенного уровня, который установлен ниже порогового значения. Появление такого сигнала указывает на необходимость организовать проверку буксы.

В соответствии с требованиями инструктивных указаний З-ЦВРК буксы колесных пар, выкатываемых по нагреву букс по показаниям аппаратуры теплового контроля букс, подвергаются полной ревизии. При выкатке таких колесных пар на колесах следует наносить надпись «Аварийная ПОНАБ».

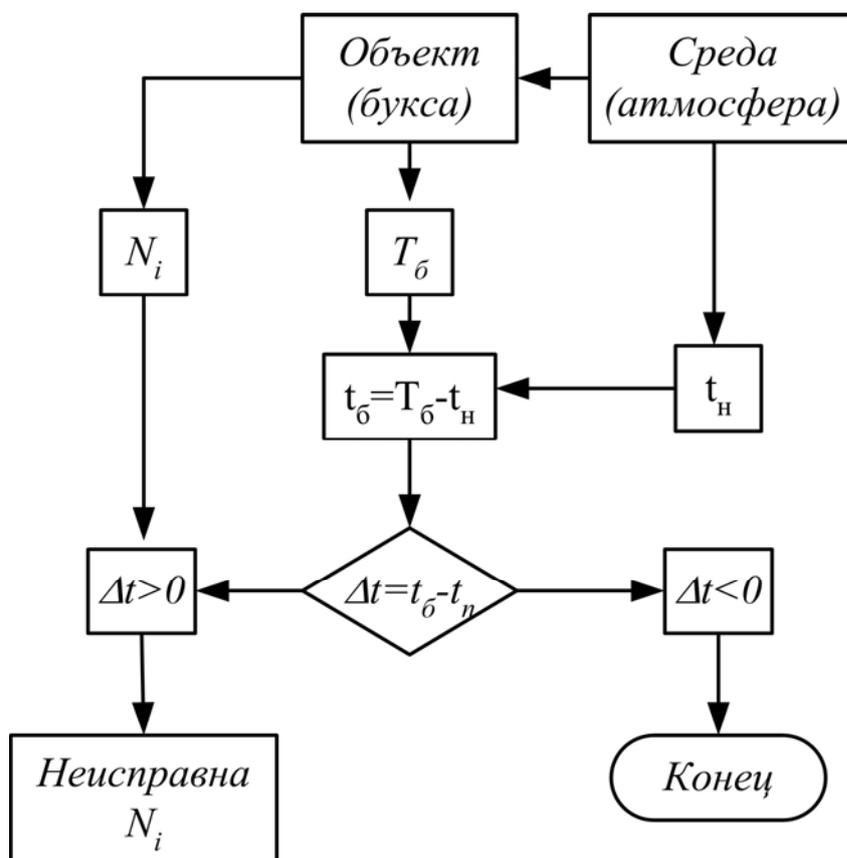


Рис. 9.6. Алгоритм диагностирования букс в движущихся поездах методом теплового контроля (измеряют температуру стенки корпуса буксы):  $T_{\sigma}$  – абсолютная температура стенки корпуса буксы;

$t_n$  – температура воздуха;

$t_{\sigma}$  – пороговое значение температуры буксы;

$t_{\sigma}$  – температура буксы при температуре воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ ;

$N_i$  – порядковый номер контролируемой буксы в составе;

$\Delta t$  – разница между измеренным и пороговым значением температуры буксы

В процессе использования аппаратуры необходимо учитывать ряд дополнительных обстоятельств, в частности:

- при существенном изменении среднесуточной температуры воздуха на  $15^{\circ}\text{C}$  (в соответствии с НТД) должна производиться калибровка аппаратуры;

- вероятность появления перегревшейся буксы – редкое событие (для одного контрольного поста около  $1 \cdot 10^{-7}$ ), в результате увеличивается вероятность ошибок распознавания, так как пороговое значение аппаратуры устанавливается постоянным.

Настройка аппаратуры (выбор порогового значения) производится с учетом статистических данных по контрольному посту (распределение количества пропуска перегревшихся букс и количества ложных показаний).

Современная аппаратура настраивается по условным уровням. Так, 13-15 уровни соответствуют температуре шейки оси 80-89°С, 17-19 уровень – 100-119°; 27-30 – 100-179°С. Пороговые значения устанавливаются приказом начальника службы вагонного хозяйства. Техническое обслуживание, настройку и калибровку аппаратуры выполняют электромеханики дистанций сигнализации и связи.

Аппаратура выдает оператору сигналы «Тревога 1», требующий остановки поезда на станции, и «Тревога 2» (опасный нагрев), требующий немедленной остановки. В случае высокого нагрева машинисту следует плавно уменьшить скорость, так как резкое торможение может привести к излому шейки оси перегревшейся буксы.

Аппаратура теплового контроля букс используется также на подходах к сортировочным станциям для выявления неисправных букс на ранней стадии нагрева. В этом случае регистратор устанавливается в помещении оператора парка прибытия, который в случае получения информации о буксах с повышенной температурой нагрева, сообщает по громкоговорящей двухсторонней связи или по радио осмотрщикам вагонов порядковый номер вагона в составе.

Регистратор аппаратуры выдает информацию оператору цифровым буквенным кодом на бумажной ленте.

Получила распространение автоматизированная система слежения за температурой букс в поездах в пределах одного или нескольких диспетчерских участков – АСКПС (автоматизированная система контроля подвижного состава). Эта система подробнее рассмотрена в разделе 9.4.

Выбор станции для размещения аппаратуры предварительно производят работники вагонного хозяйства (депо, НОДВ, В). Место для установки перегонного оборудования выбирается совместно с работниками дистанций пути, сигнализации и связи.

Электропитание аппаратуры предусмотрено от высоковольтной линии автоблокировки, а в качестве канала технологической аппаратуры со станцией используют проводные телефонные линии.

Работники вагонного хозяйства (оператор) ведут учетную документацию: журнал формы ВУ-100 с записью показаний регистратора по всем контролируемым поездам и журнал формы ДУ-46 регистрации случаев выключения аппаратуры.

В случаях пропуска вагонов, с перегревшимися буксами, а также в случаях нарушений безопасности движения из-за неисправностей букс, (на расстоянии до 10 км от напольных устройств) производится комиссионное служебное расследование, регламентированное технической документацией [20].

В состав комплексной аппаратуры ДИСК-БКВ включается аппаратура для выявления дефектов колес по кругу катания: ползунов, наvara металла на ободу, неравномерного проката, т.е. дефектов, производящих ударные импульсы (удары о рельс) при качении. Используется принцип измерения виброускорений механических колебаний рельса с помощью пьезоэлектрических акселерометров, (ускорениемеров) размещаемых на рельсах.

Выпускается аппаратура ДИСК-К, являющаяся подсистемой ДИСК-БКВ. Подсистема ДИСК-К не может использоваться самостоятельно и подключается к основной подсистеме ДИСК-Б.

Аппаратура ДИСК-К размещается на том же участке пути, где ДИСК-Б (см.рис 9.4.). На протяжении развертки круга катания колеса на рельсы, к шейке рельса крепятся с каждой стороны по три пьезоэлектрических преобразователя.

В процессе качения колесной пары по участку контроля дефекты колеса производят ударные импульсы (удары) о рельс. Поэтому скорость движения поезда через зону контроля должна быть достаточно высокой (60 км/ч). В результате удара в рельсе возбуждаются механические затухающие колебания, которые сообщаются с измерительным преобразователем. Для измерения виброускорений используется прямой пьезоэлектрический эффект – поляризация диэлектрика под действием механических напряжений. При изменении направления напряжений (сжатие, растяжение) знак заряда на поверхности диэлектрика меняется на обратный. В качестве чувствительного элемента наиболее часто используют титанат бария или титанат-цирконат свинца.

Основными характеристиками пьезоакселерометра являются резонансная частота колебаний и коэффициент преобразования. Для аппаратуры ДИСК-К используют преобразователь 1 ПА 6 с резонансной частотой 50 кГц и коэффициентом преобразования 2-4 мВ/м/с<sup>2</sup>.

На рис 9.7. приведена схема пьезоэлектрического преобразователя.

В состав ДИСК-БК можно включать аппаратуру ДИСК-В для выявления т.н. волочащихся частей вагона, точнее – для выявления деталей вагона, выходящих за габарит подвижного состава в нижней части ( за нижнюю линию предельного поперечного очертания). Используется контактное устройство, представляющее подпружиненные стальные пластины, установленные поперек оси пути на высоте нижней части габарита подвижного состава. Пластины включены в магнитопровод намагничивающих и сигнальных катушек. В случае удара в пластину магнитопровод размыкается и формируется сигнал.

Аппаратура ДИСК-В размещается на участке контроля аппаратуры ДИСК-Б.

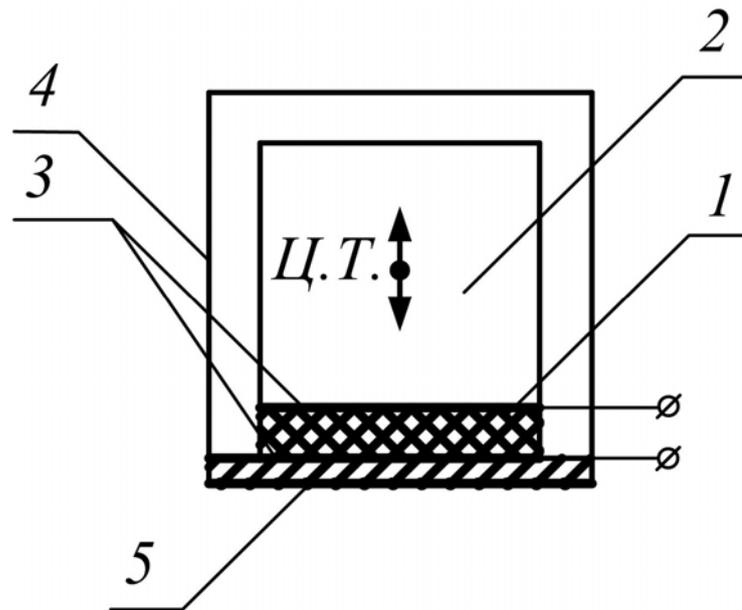


Рис. 9.7. Схема пьезоакселерометра:

1 – пьезоэлемент; 2 – инерционная масса (груз); 3 – электроды (металлические покрытия на поверхностях пьезоэлемента); 4 – корпус; 5 – протектор; Ц.Т. – центр тяжести груза

Для включения в комплексное диагностическое устройство ДИСК разработана аппаратура (подсистема) выявления заторможенных колес (ДИСК-Т). Основана на измерении температуры ободов колес по инфракрасному излучению. Использование ДИСК-Т возможно только при подключении к основной подсистеме ДИСК-Б.

Для аппаратуры ДИСК2 разработаны также подсистемы ДИСК2-К; ДИСК2-В; ДИСК2-Т, аналогичные соответствующим подсистемам ДИСК.

Дополнительно для аппаратуры ДИСК2 используют подсистемы: ДИСК2-Г; ДИСК2-З. Первая предназначена для выявления отклонений габарита подвижного состава в верхней части. Используется оптическое устройство. Второе предназначено для выявления перегруза вагона, точнее нагрузки от колес на рельсы более допускаемой, с помощью тензорезисторов, устанавливаемых на рельсах.

Комплексы аппаратуры ДИСК-БКВТ или с включением отдельных подсистем, типа ДИСК-БК; ДИСК2- БКВТГЗ или типа ДИСК2 – БК не получили широкого распространения.

При автономном использовании аппаратуры ДИСК-БКВ информация о результатах контроля проходящего поезда выдается на бумажной ленте цифропечатающим устройством. Указывается номер поезда, в случае выявления дефекта – порядковый номер вагона и сторона поезда.

После прохода поезда автоматически проверяется исправность аппаратуры. Регистратор в случае обнаружения дефекта выдает также звуковую и световую сигнализацию.

Для контроля схода подвижного состава перед станциями на расстоянии 1,5 км от входного светофора устанавливается аппаратура контроля схода подвижного состава (УКСПС). При выявлении схода сигнал поступает дежурному по станции. Действие этой аппаратуры основано на размыкании электрической цепи контактного устройства.

Системы ДИСК-БКВ-Ц, ДИСК-БКВ-ЦО включают подсистемы централизации информации с нескольких постов контроля на центральный пост для организации слежения за изменением технического состояния подвижного состава на участках пути сравнительно большой протяженности (в пределах диспетчерских участков).

#### **9.4. Автоматизированная система контроля подвижного состава**

В 80-х гг. Уральским отделением ВНИИЖТ была разработана система централизации контрольной аппаратуры ДИСК-БКВ-Ц. Система объединяет несколько пунктов контроля на промежуточных станциях с центральным постом на ПТО сортировочной станции или в отделении дороги. На линейных пунктах нет операторов и все поезда, проходящие через контрольные пункты, контролирует оператор центрального поста.

Эта система не получила распространения. Позднее разработаны аналогичные автоматизированные системы, объединяющие контрольные посты, оборудованные аппаратурой ДИСК-Б, ДИСК2-Б, КТСМ. На Горьковской ж.д. разработана система РИСК-Т (распределенная информационная система контроля – транспортная), на Свердловской дороге – автоматизированная система контроля подвижного состава – АСКПС.

Система может включать до 25 контрольных постов на протяжении более 200 км. В 2003-2004 гг. на Свердловской ж.д. АСКПС, размещенные на главном ходу на отделениях дороги: Пермском, Свердловском, Тюменском объединены в одну систему.

После организации центра управления перевозками (ЦУП) на Свердловской дороге вся информация о техническом состоянии вагонов, проходящих в поездах через контрольные посты, сосредоточена у оператора ЦУП.

На участках, не оборудованных диспетчерской централизацией, оператор АСКПС принимает решение об остановке поезда по показаниям аппаратуры (на видеомониторе) и передает указание об остановке поезда дежурному по станции, следующей после контрольного поста. На участках с диспетчерской централизацией оператор АСКПС передает решение об остановке поезда поездному диспетчеру.

На рис. 9.8. приведена схема размещения контрольных постов (линейных пунктов контроля) аппаратуры ДИСК-БКВ-Ц (аналог АСКПС) на централизованном участке.

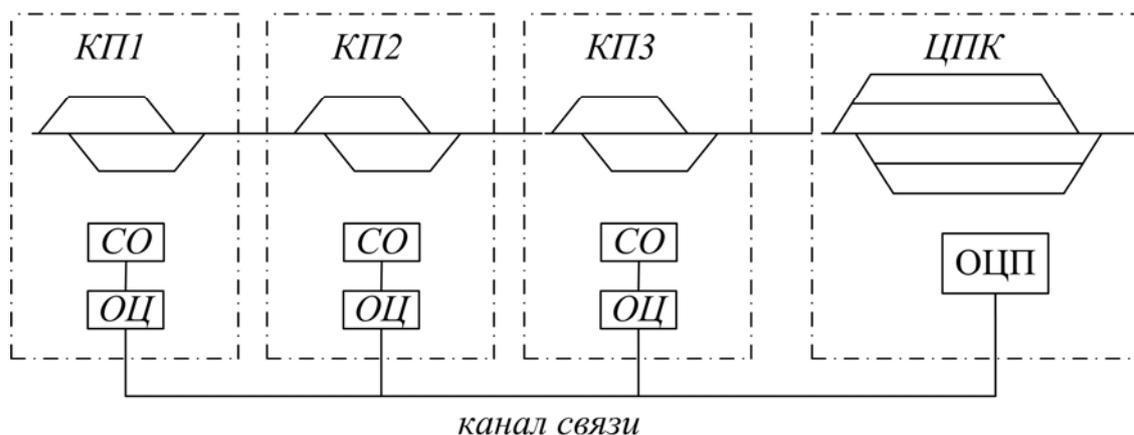


Рис. 9.8. Схема размещения АСКПС на централизованном участке: КПП1-КПП3 – контрольные посты (на промежуточных станциях); ЦПК- центральный пост контроля; СО- станционное оборудование; ОЦ- оборудование централизации, ОЦП- оборудование центрального поста

На контрольных постах размещена аппаратура теплового контроля букс (см. раздел 9.3).

Контрольные посты связаны с центральным постом контроля каналами связи. Центральный пост контроля оборудован автоматическим рабочим местом (АРМ ЦПК).

АСКПС обеспечивает:

- автоматический ввод и передачу по каналам связи в АРМ ЦПК информации о проконтролированных аппаратурой поездах;
- ввод и передачу по каналам связи графического номера проконтролированного поезда;
- отражение на экране видеомонитора поступившей информации – сравнение тепловых уровней букс с заданными пороговыми значениями «контроль», «внимание», «останов» и включение световой и звуковой сигнализации при превышении этих значений;
- накопление поступившей информации, просмотр оператором информации о проконтролированных поездах за текущие и прошедшие сутки, распечатку информации по выбору оператора;
- автоматический контроль комплекса технических средств и каналов связи с выводом на канал видеомонитора аварийных сообщений.

Оператор ЦПК работает в соответствии с технологической инструкцией, разработанной для конкретного участка. Общие обязанности оператора ЦПК перечислены ниже.

1. Следить в течение смены за информацией в режиме «больные вагоны».
2. При появлении вагона с уровнем нагрева, соответствующим пороговым значениям «контроль», «внимание» запросить номер поезда, передать сообщение на ближайший ПТО на этом направлении и следить за уровнем нагрева буксы при проходе поезда через следующие КП.
3. При появлении уровня «останов» сообщить информацию ДСП станции, ближайшей по направлению движения поезда, для остановки поезда и осмотра буксы.

Информация о неисправных вагонах, поступившая с КП, автоматически заносится в базу данных о неисправных вагонах.

Для учета неисправных вагонов в АРМ ЦПК используется режим «журнал оператора». На каждый неисправный вагон оператор формирует карту неисправного (больного) вагона, включающую данные, необходимые для последующего служебного расследования случая нагрева буксы.

Информация в карту неисправного вагона заносится по результатам осмотра букс на промежуточной станции и на ПТО.

4. Проводить циклический опрос состояния КП с целью проверки работоспособности комплекса технических средств и каналов связи (в случае обнаружения отказов на экране видеомонитора появляются аварийные сообщения).

Если на промежуточной станции нет осмотрщиков вагонов, то осмотр букс возложен на локомотивную бригаду.

На участках с диспетчерской централизацией или для станции, где нет ДСП, информация оператора ЦПК передается поездному диспетчеру.

В случае отказа аппаратуры на КП оператор сообщает об этом дежурному электромеханику, диспетчеру связи и сменному мастеру ПТО, куда прибывает поезд.

Уровни настройки аппаратуры по каждому КП, соответствующие сигналам «контроль», «внимание», «останов», устанавливаются руководством вагонного депо по согласованию с НОДВ и службой вагонного хозяйства.

Операторы ЦПК АСКПС – это работники вагонного хозяйства. Они должны быть обучены работе на АРМ ЦПК, знать принципы устройства и правила эксплуатации аппаратуры ДИСК-БКВ, знать конструкцию вагонов, неисправности вагонов, должны знать и быть испытаны в знании ПТЭ, инструкции по движению поездов и маневровой работе, инструкции по сигнализации, инструкции осмотрщику вагонов, инструкции по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, местной инструкции по эксплуатации аппаратуры контроля за состоянием подвижного состава в пути следования поездов на участке контроля или централизованном участке контроля.

Основную роль в успешном использовании аппаратуры теплового контроля букс играет выбор пороговых значений температуры нагрева шейки оси: «Тревога 0», «Тревога 1», «Тревога 2» или в АСКПС «контроль», «внимание», «останов». В НТД по тепловому контролю букс для определения пороговых букс для определения пороговых значений при калибровке и настройке аппара-

туры принята условная температура шейки оси [20]. Первоначально это была действительная температура шеек осей с подшипниками скольжения. Впоследствии аппаратурой контролировали буксы с двумя типами подшипников, затем – только с роликовыми подшипниками. В связи с тем, что к такому обозначению привыкли работники вагонного хозяйства и дистанций сигнализации и связи (предельные температуры заложены в нормативно-технологическую документацию по использованию и обслуживанию аппаратуры) допустимо считать эти численные значения как условные.

В 90-х гг. введены уровни информации, выдаваемой на регистратор в диапазоне температуры шейки оси от  $0^{\circ}$  до  $270^{\circ}$  С – 44 уровня. Для букс с роликовыми подшипниками контроль по температуре стенки корпуса буксы связан с температурой наружного кольца и уровни соответствуют значениям температуры наружного кольца, которая также существенно отличается от температуры нагрева роликов подшипника.

Поэтому в практике следует использовать условные значения температуры шейки оси.

В нормативно-технической документации заданы предельные значения температуры нагрева шейки оси.

При установке аппаратуры перед ПТО рекомендуется настраивать аппаратуру на температуру шейки  $70-90^{\circ}$  С (уровень сигнала «Тревога 1»). В этом случае использовать сигнал «Тревога 0» не рекомендуется.

При установке аппаратуры перед ПТО участковых станций (а также – ПОТ) рекомендуется настраивать на  $100-120^{\circ}$  С.

При установке аппаратуры на контрольных постах температура настройки  $140-160^{\circ}$  С, а на грузонапряженных направлениях с размещением КП через 25-35 км –  $160-180^{\circ}$  С.

При любом из вариантов настройки сигнал «Тревога 2» (требующий немедленной остановки поезда должен вырабатываться при значении уровня выдаваемой на регистратор информации 32-34 единицы.

Руководители эксплуатационных подразделений вагонного хозяйства должны систематически анализировать работу АСКПС и в необходимых случаях уточнять задаваемые пороговые значения для настройки аппаратуры.

Следует определить оптимальное пороговое значение, т.к. снижение уровня настройки приводит к увеличению ложных показаний, а увеличение уровня настройки приводит к пропуску дефектных букс.

В целом, по дорогам, использование аппаратуры типа ДИСК-Б достаточно эффективно. Так в 2002 г. из общего количества случаев грения букс (более 1000 случаев) излом шеек осей произошел в 0,4% случаев. В то же время из общего количества поездов, остановленных по показаниям аппаратуры, (более 44 тыс.) отцеплено из-за неисправности букс 8,2%. Остальные вагоны после остановки и проверки проследовали благополучно, т.е. в этих случаях показания были ложными, так как ремонт роликовых букс при техническом обслуживании не производится.

На основании концепции многоуровневой системы управления и обеспечения безопасности движения системы типа АСКПС впоследствии должны быть включены в АСУ В (управления вагонным хозяйством) и в общую многоуровневую систему управления и обеспечения безопасности движения.

### **9.5. Технические средства диагностирования вагонов на пунктах технического обслуживания**

Технические средства диагностирования вагонов в процессе технического обслуживания на пунктах технического обслуживания включают следующие группы.

1. Средства автоматического контроля технического состояния вагонов (см. главу 9.3.), устанавливаемые на подходах к станциям, на которых размещены ПТО.

2. Средства автоматического контроля технического состояния вагонов в прибывающих поездах, размещаемые в горловине парка прибытия.

3. Автоматизированные устройства для проверки действия автотормозов в парках отправления.

4. Носимые ТСД, используемые осмотрщиками вагонов индивидуально в парках прибытия и отправления.

Первая группа включает в основном приборы теплового контроля букс (ДИСК-Б, КТСМ), нарушения габарита подвижного состава в нижней части (ДИСК-БВ) и устройства контроля схода подвижного состава (УКСПС). Эта аппаратура устанавливается на расстоянии не менее 3 км от входного светофора, чтобы в случае если в составе поезда имеется вагон, сошедший с рельсов или в нижней части габарита подвижного состава деталь вагона, например, распорная тяга тележки, нижняя тяга рычажной системы механизма хоппера для перевозки минеральных удобрений, дежурный по станции успел перевести входной светофор на запрещающее показание. В этих случаях следует остановить состав до стрелочных переводов в горловине парка, так как может произойти сход вагонов на стрелочном переводе.

В случае показания аппаратурой теплового контроля букс сигнала «Тревога-2» информация также должна быть сообщена машинисту локомотива для плавной остановки поезда. В случае резкого торможения может произойти излом шейки оси перегревшейся буксы.

В случае использования аппаратуры ДИСК-К, комплекс ДИСК-БК должен быть расположен на участке пути с установленной скоростью движения 60 км/ч, т.е. на большем расстоянии от входного светофора, чем это необходимо для аппаратуры ДИСК-В.

Если на участке используется АСКПС, то оператор центрального поста контроля должен своевременно сообщить оператору парка прибытия информацию о показаниях аппаратуры теплового контроля букс на линейных контрольных постах на уровне сигнала «Тревога О».

Аппаратура ДИСК-Б, КТСМ, установленная на подходах к станции размещения ПТО, по требованиям НТД регулируется на низкую температуру нагрева шейки оси (70-90°C). Поэтому в парках прибытия и транзитных требуется тщательно проверять все буксы, на которые поступил сигнал «Тревога-1». Для контроля при осмотре целесообразно использовать носимые бесконтактные приборы БТ-291.1, выпускаемые предприятием «Микроакустика» (масса измерителя 1,4 кг.).

Вторая группа СТД на ПТО включает сравнительно небольшое количество видов аппаратуры, не получившей широкого распространения.

Система автоматического контроля механизма автосцепки (САКМА)-предназначена для проверки механизмов сцепленных автосцепок от возможного саморасцепа. Это оборудование устанавливается в начале путей парка прибытия. Состав вагонов приходит участок контроля с небольшой скоростью.

Аппаратура САКМА разработана из предположения, что замок автосцепки в случае неисправного предохранителя от саморасцепа находится в частично утопленном состоянии.

Для контроля использован оптический метод с применением двух газовых лазеров. Лазеры размещены на специальной траверсе на высоте 13-15 м над уровнем головок рельсов. Лучи лазеров перекрещиваются для обхода контактного провода на электрифицированных участках. Под лазерами между рельсами размещены фотоприемники (рис 9.9.)

В процессе прохода сцепленных вагонов под блоком лазеров лучи лазеров направлены на контур зацепления каждого корпуса автосцепки. В случае частично утопленного замка луч лазера проходит через контур зацепления и регистрируется фотоприемником. Неисправности предохранителя, при которых замок не утопливается, не выявляются.

Широкого распространения эта аппаратура не получила.

Аппаратура автоматического диагностирования упряжного устройства предназначена для выявления поглощающих аппаратов с просевшими или сломанными пружинами в прибывающих поездах. Выявляются также тяговые хомуты с разрывом соединительных планок и тяговых полос, излом клина тягового хомута.

Используется оптический метод. Устройство размещается между рельсами и заглублено в грунт. Из устройства направляется луч света на нижнюю часть хвостовика автосцепки. В случае увеличенного перемещения корпуса, например, из-за просадки пружин поглощающего аппарата, продольные перемещения корпуса автосцепки увеличиваются и на нижней поверхности хвостовика образуется блестящая площадка, от которой отражается луч света в фотоприемник устройства. В этом случае формируется сигнал.

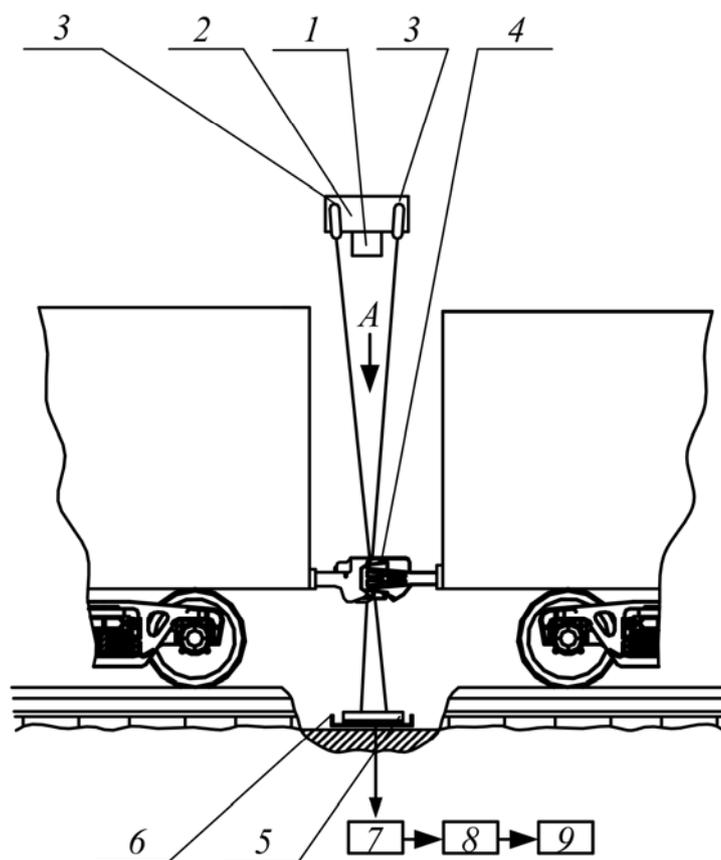


Рис. 9.9. Схема устройства автоматического контроля автосцепки от саморасцепа в движущихся поездах (САКМА):  
 1 – траверса на опорах; 2 – блок лазеров; 3 – лазер; 4 – корпус автосцепки;  
 5 – фотоприемник; 6 – камера фотоприемника; 7 – усилитель;  
 8 – компаратор (сравнивающее устройство); 9 – блок логической обработки информации и регистратор; А – направление лучей лазеров

Широкого распространения эти устройства не получили.

Разработана аппаратура регистрации неисправностей вагонов осмотрщиками вагонов при встрече с ходу прибывающих поездов (АРНВ). Эта аппаратура предназначена для использования осмотрщиками вагонов, встречающим поезд. Место для осмотрщика вынесено в горловину парка или в начало путей приема. Для осмотрщика вагонов предусмотрено небольшое помещение, в котором размещен манипулятор АРНВ. На пульте манипулятора имеются кнопки, соответствующие неисправностям, которые могут быть выявлены при осмотре прибывающего поезда, например, ползун на колесе, вибрации рычажной передачи тележки, излом или отсутствие тележечных пружин и т.д.

В случае обнаружения неисправности осмотрщик нажимает соответствующую кнопку, и на пульт оператора ПТО поступает сигнал. Аппаратура может быть дополнена системой счета осей. Для использования АРНВ должна быть несколько изменена технология технического обслуживания поездов в парке прибытия. Особенно эффективно использование аппаратуры, если в пар-

ке прибытия имеется несколько пучков путей приема поездов, вытянутых в длину. В этом случае для встречи поездов с ходу выделяется специальный осмотрщик вагонов, постоянно находящийся на рабочем месте в горловине парка. Информацию о результатах осмотра осмотрщик передает оператору ПТО. Смотровые бригады в таких парках вынуждены тратить много времени на переходы от поезда к поезду и не всегда имеют возможность встретить прибывающий поезд с ходу.

Широкого распространения эта аппаратура не получила.

Третья группа ТСД на ПТО включает аппаратуру для проверки действия тормозов в парке отправления. Используется способ зарядки и полного опробования тормозов от станционной магистрали.

Операции по зарядке и опробованию тормозов выполняет оператор ПТО по командам осмотрщиков-автоматчиков, работающих в парке. Переговоры оператора с осмотрщиками осуществляются по громкоговорящей двухсторонней парковой связи.

Разработано несколько видов устройств автоматизированной проверки тормозов (полного опробования):

- устройство опробования тормозов (УСОТ) по проекту ПКБ ЦВ;
- автоматизированная система опробования тормозов (АСОТ) по проекту УО ВНИИЖТ;

- устройство зарядки и опробования тормозов (УЗОТ-Р) с регистратором результатов опробования тормозов, выпускаемая НПО «Вагон-тормоз» в Екатеринбурге.

Наибольшее распространение, особенно на дорогах Уральского региона, получила система УЗОТ-Р. Аппаратура АСОТ не производится с начала 90-х гг.

Автоматизированные устройства для опробования тормозов имеют блочную конструкцию из элементов тормозных устройств, используемых на подвижном составе железных дорог. Благодаря этому автоматизированная система может быть выполнена на любое количество путей парка отправления простым объединением блоков.

На рис. 9.10. приведена блочная схема УЗОТ.

Устройство разделено на три части: блок питания, блок управления и исполнительная часть. Исполнительную часть устанавливают в специальном неотапливаемом помещении, блок управления и регистратор на пульте оператора, блок питания – в помещении оператора. Блоки управления объединяют в группу с указанием на каждом блоке номера пути. УЗОТ-Р дополняется блоком записи процессов торможения.

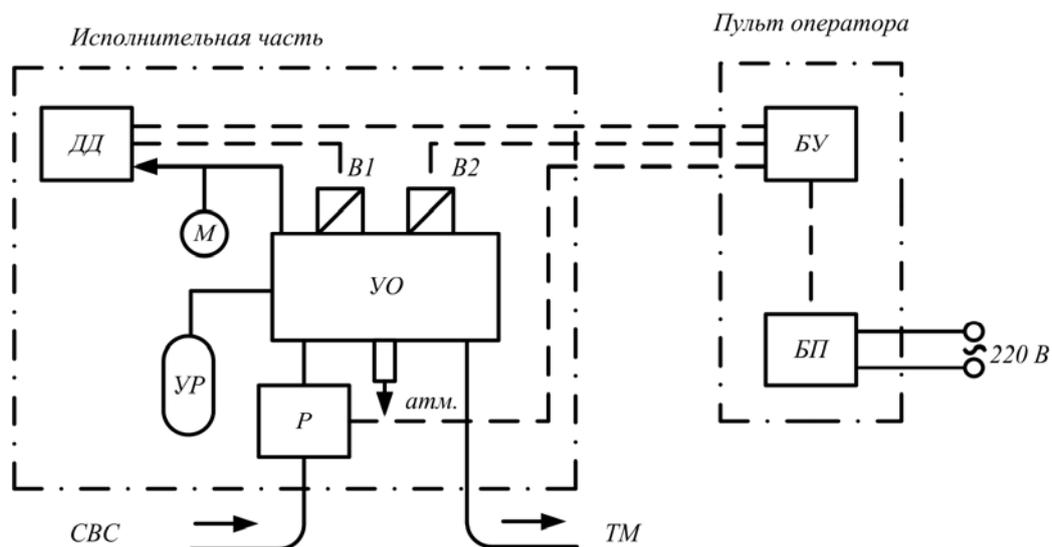


Рис. 9.10. Блочная схема устройства автоматизированного опробования тормозов в составе поезда (УЗОТ)

БУ – блок управления; БП – блок питания; В – электромагнитные вентили (В1 – отпуск; В2 – торможение); УО – уравнильный орган; Р – расходомер; УР – уравнильный резервуар; М – манометр; ДД – датчик давления; СВС – станционная воздухопроводная сеть; ТМ – тормозная магистраль состава вагонов; — — — — — кабели управления

Основой исполнительного блока служит уравнильный орган на базе реле давления (условный номер 404) с расходомером и с электромагнитными вентилями впуска и выпуска воздуха. К уравнильному органу присоединен уравнильный резервуар. Вся эта система заменяет кран машиниста и управляется оператором с помощью элементов управления размещенных на лицевой панели блока управления. Дополнительные устройства служат для следующих целей: датчик давления – установка необходимого давления воздуха в станционной магистрали; расходомер- непрерывное измерение утечки воздуха.

На лицевой панели блока управления имеются элементы управления и контроля за процессом зарядки и полного опробования тормозов:

- ручка установки величины зарядного давления (четыре ступени);
- ручка установки ступени торможения (три ступени);
- кнопка включения проверки утечки;
- электроконтактный манометр проверки утечки воздуха из магистрали;
- световой индикатор произвольного срабатывания тормозов;
- клавиши управления: включение, зарядка, торможение, отпуск.

От исполнительной части устройства зарядки и опробования тормозов выведена на междупутье парка отправления труба станционной магистрали, (воздухоразборная колонка). На конце трубы имеется концевой кран и соедини-

тельный рукав для подключения к тормозной сети состава вагонов. Вблизи помещения оператора устанавливается также воздухосборник, объемом 10 м<sup>3</sup>.

Для определения места самопроизвольного торможения в процессе технического обслуживания состава вагонов в поезде на ПТО используется специальный прибор «ПОМСТО». Прибор состоит из носимого пульта и пяти датчиков торможения (ДТ).

Датчики торможения устанавливаются в тормозную магистраль состава между соединительными рукавами. Первый ДТ размещают между локомотивом и первым вагоном, второй - примерно в середине первой половины состава, третий – в середине состава, четвертый в середине второй половины состава, пятый между предпоследним и последним вагонами.

Самопроизвольное срабатывание тормозов вызывают натяжением или дерганием локомотивом. Затем осмотрщик–автоматчик, двигаясь с хвостовой части поезда, подключает поочередно носимый пульт к ДТ, начиная с пятого. В случае, если в контролируемой части поезда есть источник самоторможения, то на индикаторе пульта высвечивается номер четверти состава и в какой части четверти находится источник, включающий группу из двух вагонов. Если в поезде два источника самоторможения, то прибор показывает оба.

Время на проверку состава – от 20 до 40 мин. Вес пульта и пяти ДТ около 6 кг.

К этой же группе ТСД следует отнести давно разработанную аппаратуру для контроля нагрузки от колес на рельсы (поколесного взвешивания вагонов). Аппаратура предназначена для выявления вагонов с перегрузом сверх допускаемой нормы, а также для выявления колесных пар с дефектами, вызывающими динамические нагрузки на рельсы (неравномерный прокат, ползуны).

Аппаратура может быть использована на пунктах массовой погрузки вагонов для контроля вагонов, выводимых на станцию формирования составов с путей предприятия, производящего погрузку. Использован принцип измерения нагрузки от колеса на рельс. В качестве измерительных преобразователей использованы тензорезисторы, наклеиваемые на рельсы (рис. 9.11.)

В процессе прохода вагонов через тензометрические рельсы регистрируются напряжения в рельсах, и по их величине определяется нагрузка на рельсы от колесных пар.

К четвертой группе отнесены приборы индивидуального использования осмотрщиками вагонов.

В последние годы в практику работы ПТО вводят вихретоковые дефектоскопы для выявления трещин в дисках колес.

Для этой цели рекомендованы дефектоскопы ВД 113, ВД 113.5 (производства НПО «Микроакустика», а могут быть использованы дефектоскопы ВД12НФ; ВД12НФМ.

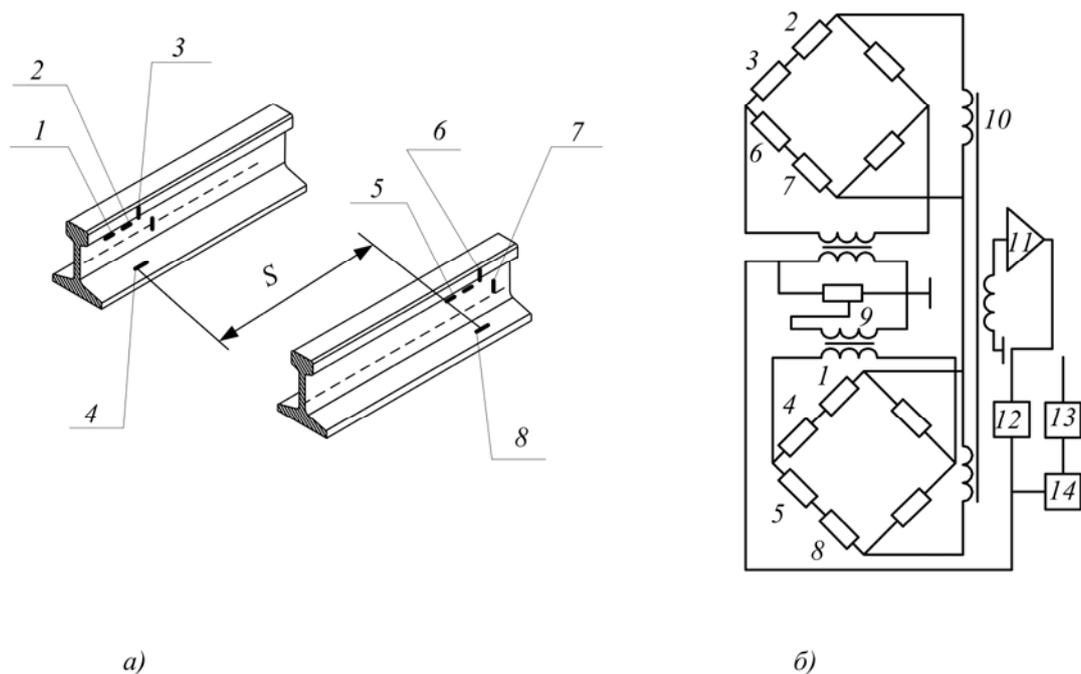


Рис. 9.11 Аппаратура контроля нагрузки от колес вагонов на рельсы  
 а) размещение измерительных преобразователей (тензорезисторов) на рельсах;  
 б) блок-схема: 1-8 – тензорезисторы; 9 – регулятор чувствительности; 10 – суммирующий трансформатор; 11 – усилитель; 12 – демодулятор; 13 – частотный фильтр; 14 – генератор

Сравнительно давно разработаны и налажено массовое производство течеискателей. Назначение – определение мест утечек воздуха из поездной магистрали при техническом обслуживании вагонов в поездах. Диагностический признак – шум выходящего воздуха в места утечки. Рекомендованы течеискатели ТЧ 205, ТЧ 207, ТЧ 209. Используется акустический приемник (конденсаторный микрофон), работающий в частотном диапазоне до 100 кГц. Масса прибора – 0,3 кг. Широкого распространения не получили.

С 2002 г. НПО «Микроакустика» рекомендуется бесконтактный носимый измеритель температуры БТ 291.1. Назначение – дистанционное измерение температуры нагрева буксовых узлов и диагностика оборудования электропитания подвижного состава.

В процессе технического обслуживания вагонов прибор может быть полезен для контроля осмотрщиками вагонов букс, выявленных аппаратурой теплового контроля (ДИСК-Б, КТСМ).

Аналогичное миниатюрное устройство с использованием болометра и размещаемое на аккумуляторном фонаре осмотрщика вагонов, выпускалось опытным заводом ВНИИЖТ в Екатеринбурге в конце 80-х гг., но широкого распространения не получило.

Прибор БТ-291.1 предо

ставляет пользователям новые возможности:

- автокалибровку;
- лазерный прицел;
- снабжен микропроцессорным контроллером с клавиатурой и жидкокристаллическим дисплеем для управления и считывания информации;
- базу данных на 235 измерений;
- устройство обмена данными с IBM- совместимым компьютером;
- звуковую и световую индикацию;
- термозонд для контактного измерения температуры контролируемого объекта и его излучающей способности;
- имеет встроенное программное обеспечение для вычисления измеряемой температуры с учетом излучающей способности объекта.

Техническая характеристика:

- диапазон измеряемых температур от нагретых объектов с излучательной способностью от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ ;
- время измерения 10 мс.;
- разрешение по температуре  $1^{\circ}\text{C}$ ;
- масса измерителя (без чемодана) – 1,7 кг;
- габаритные размеры 220 x 110 мм.

### ***ЧАСТЬ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО***

# **ОБСЛУЖИВАНИЯ ВАГОНОВ**

## **Глава 10. Подготовка грузовых вагонов к перевозкам**

### **10.1 Назначение, классификация и размещение пунктов подготовки вагонов к перевозкам**

До 1962 г. специальная подготовка грузовых вагонов к погрузке на отечественных дорогах не производилась. Однако, в период примерно с 1958 по 1962 гг. в МПС обсуждалась проблема сокращения объема работ по техническому обслуживанию вагонов на сортировочных станциях. В результате возникла и была реализована идея организации специальной подготовки порожних вагонов под погрузку на специализированных для этой цели ПТО, размещаемых на станциях массовой погрузки вагонов, или на станциях, предшествующих погрузочным районам. Таким образом, подготовка вагонов под погрузку явилась по сути плановым профилактическим техническим обслуживанием, включающим частичное восстановление кузовов. Впоследствии было разработано специальное технологическое оборудование для этих пунктов: вагоноремонтные машины, устройства для ремонта дверей крытых вагонов, крышек люков полувагонов и бортов платформ, автоматизированные системы промывки котлов цистерн и т.д. Были разработаны типовые схемы пунктов, типовые проекты производственных помещений и типовые технологические процессы подготовки вагонов. Термин «подготовка вагонов под погрузку» заменен термином «подготовка вагонов к перевозкам». Регламентирован текущий отцепочный ремонт порожних вагонов при подготовке к перевозкам (ТР-1). Вагоны с большим объемом ремонта перечисляют в нерабочий парк и ремонтируют текущим ремонтом на специально оборудованных путях. Приказами начальников отделений дорог по каждому пункту, в границах отделения, устанавливается количество вагонов в группе, подаваемой для подготовки, и время их простоя для подготовки.

В доперестроечный период была установлена специализация пунктов по типам вагонов: крытые и изотермичные; полувагоны и платформы; цистерны и битумные полувагоны [16].

Были также установлены три категории пунктов по производственной мощности – среднесуточному количеству подготовленных вагонов (табл. 10.1).

В период перестройки объем погрузки вагонов сократился и в настоящее время категории пунктов не регламентированы. Пункты называют по одному типу вагонов: для подготовки полувагонов, платформ, крытых, промывочно-пропарочные предприятия (станции и пункты).

Таблица 10.1

### Классификация пунктов подготовки вагонов к перевозкам

Название	Среднесуточная производительность (четырёх-осных вагонов) по категориям		
	1	2	3
1. Пункты подготовки полувагонов и платформ	более 500	300-500	100-300
2. Пункты подготовки крытых и изотермических вагонов	более 100	50-100	до 50
3. Промывночно-пропарочные предприятия и пункты подготовки цистерн	более 500	300-500	до 300

Сохраняются некоторые пункты, готовящие под погрузку 10-15 вагонов в сутки. В технической документации [10] пункты подготовки вагонов к перевозкам (ППВ) называют так же как ПТО, специализированные на подготовке вагонов к перевозкам. В соответствии с приказом 28 Ц 1998г. ППВ включаются в состав ПТО.

В соответствии с ПТЭ железных дорог РФ запрещается подача под погрузку грузов и посадку людей неисправных вагонов или без предъявления вагонов к техническому обслуживанию. На станциях, где нет пунктов технического обслуживания, порожние вагоны, подаваемые под погрузку или груженные под сдвоенные операции, (выгрузка, погрузка) должны быть осмотрены, а в необходимых случаях отремонтированы на ближайшем пункте технического обслуживания, расположенном перед станцией погрузки.

Практикуется использование выездных осмотрщиков вагонов для проверки вагонов под погрузку на промежуточных станциях.

Задачами технического обслуживания вагонов перед погрузкой (при подготовке к перевозкам) являются:

- осмотр и оценка технического состояния всех узлов вагона (должна быть гарантирована сохранность груза и безопасность движения после погрузки, т.е. вагон должен находиться в работоспособном исправном состоянии);
- выполнение текущего безотцепочного или отцепочного (ТР-1) ремонта.

Вагоны для технического обслуживания предъявляются служебным персоналом станции: дежурным или оператором с записью в специальный журнал ф. ВУ-14.

Нормативно-технической документацией МПС запрещается также постановка в поезда порожних вагонов с незакрытыми или отсутствующими дверями, крышками люков, заглушками сливных приборов цистерн. Установлена норма проката колес при подаче вагонов под погрузку (не более 8,5мм). С целью повышения ответственности за техническое состояние кузовов утвержден перечень неисправностей кузовов, с которыми запрещается подавать вагоны под погрузку (более ста наименований, в особенности для специализированных вагонов).

Контейнеры подлежат техническому обслуживанию в порожнем состоянии перед погрузкой. Производится осмотр и, при необходимости, - текущий неплановый ремонт. Техническое обслуживание производят осмотрщики пунктов, размещенных на контейнерных терминалах и площадках, а в случае совмещения профессий – приемостадчики. После признания контейнеров годными под погрузку ставят штамп об исправности на дубликаты или корешке наряда на вывозку контейнера (форма КЭУ-4 или КЭУ-16).

При выборе станций для размещения пунктов учитывают, что экономическая эффективность подготовки вагонов к перевозкам и качество подготовки возрастает при концентрации подготовки на небольшом числе сравнительно крупных пунктов. Пункты, размещаемые на станциях массовой погрузки (готовящих в сутки, примерно, 50 – 100 и более вагонов), готовят, как правило, вагоны и для промежуточных станций, прикрепленных к этому пункту. Пункты, размещенные на станциях, предшествующей погрузочному району, готовят вагоны для промежуточных станций, прикрепленных к этому пункту участков обслуживания.

На станциях, входящих в крупные железнодорожные узлы, находящихся обычно возле крупных городов, размещают пункты, готовящие вагоны для города и станций, входящих в железнодорожный узел.

Такая система практически исключает подачу порожних вагонов под погрузку без подготовки к перевозкам. В случаях обнаружения неисправных вагонов выездными осмотрщиками вагоны отправляют в текущий ремонт на ПТО. В обязанности осмотрщиков входит также контроль за сохранностью вагонов. В случаях повреждения вагона при погрузке или выгрузке осмотрщик должен оформить акт на повреждение вагона (формы ВУ-25). В соответствии с федеральным законом «Устав железных дорог РФ» организация или предприятие, допустившие повреждение вагона, должны заплатить штраф или отремонтировать вагон за свой счет. Оформление штрафа осуществляют инспекторы по сохранности вагонного парка (см. главу 1).

На пунктах подготовки вагонов к перевозкам используют типовые технологические процессы. Принципиально различают два вида подготовки:

- группами (подачи) в случаях, когда при подготовке возможно произвести текущий безотцепочный ремонт;
- с отцепкой от группы и подачей на специализированный путь для текущего отцепочного ремонта (ТР-1).

Для организации производственного процесса в распоряжении ППВ должно быть не менее двух путей (тупиков).

На крупных ППВ имеются пути общего пользования со станцией: для накопления вагонов, требующих подготовки. На ППВ для подготовки полувагонов необходим тупик или путь для очистки от остатков груза и от снега.

Следует иметь в виду, что в соответствии с уставом железных дорог очистку вагонов от остатков груза должны выполнять грузополучатели за этим должны следить приемосдатчики станции. У хопперов для перевозки минеральных удобрений, агломерата, окатышей крышки люков должны быть закры-

ты и должна быть проверена величина перехода рычага запорного механизма через мертвую точку.

Вагоны, допускаемые к межгосударственному сообщению, должны соответствовать требованиям правил эксплуатации, пономерного учета и расчета за пользование грузовыми вагонами собственности других государств.

Подача вагонов на ППВ и в ТР-1, время простоя при подготовке и в ремонте регламентируется технико-распорядительным актом станции.

Техническое оснащение ППВ должно соответствовать регламенту технической оснащённости производственных подразделений вагонного хозяйства по ремонту и эксплуатации грузовых вагонов (1999 г.), указаниям по техническому оснащению пунктов технического обслуживания и подготовки вагонов к перевозкам [21] и требованиям приказа МПС № 28 Ц 1998 г.

Техническое обслуживание и ремонт вагонов при подготовке к перевозкам осуществляют комплексные бригады в составе осмотрщиков-ремонтников или осмотрщиков вагонов; слесарей по ремонту ходовых частей, кузовов и автосцепных устройств, столяров, сварщиков-газорезчиков. На пунктах подготовки крытых и изотермических вагонов в состав комплексной бригады включают машинистов моечных установок, мойщиков-уборщиков подвижного состава, кровельщиков, трактористов. Расчет численного состава комплексных бригад производят в соответствии с действующими нормами. Расчет численности пропарщиков-промывальщиков, слесарей по заправке клапанов сливных приборов, машинистов насосных станций, рабочих очистных устройств промывочно-пропарочных предприятий производят по нормам, откорректированным для местных условий.

В нормах приводится общая численность рабочих на ППВ в зависимости от программы работы.

Для ориентировочных расчетов в учебных практических работах, курсовых работах и курсовых проектах допустимо принять явочную численность рабочих на пункте при условии подготовки вагонов группам и для программы подготовки 20 вагонов в смену:

- полувагоны- 6,5 чел.
- платформы – 5 чел.
- крытые – 5,5 чел.

Количество комплексных бригад, их состав и специализация определяют в зависимости от объема работы и от технического оснащения пункта. Один из осмотрщиков – ремонтников комплексной бригады назначается старшим (неосвобожденным).

Работой бригады обычно руководит оператор, имеющий прямую связь с дежурным по станции. Все порожние вагоны, поступающие для подготовки, дежурный предъявляет старшему осмотрщику или оператору с записью в книгу формы ВУ-14. По окончании обслуживания старший осмотрщик сам или через оператора сообщает дежурному по станции об окончании обслуживания и расписывается в книге формы ВУ-14.

Работой смены крупных пунктов руководит сменный мастер, а работой пункта – начальник или мастер.

Вопросы материально-технического обеспечения пунктов подготовки вагонов к перевозкам рассмотрены в главе 11.

## **10.2. Пункты подготовки к перевозкам полувагонов и платформ**

Полувагоны и платформы составляют более половины парка грузовых вагонов железных дорог РФ.

Эти типы вагонов эксплуатируют наиболее интенсивно (по статической и динамической загрузке, пробегу, обороту, способам погрузки и выгрузки). По статистическим данным отцепка полувагонов в текущий ремонт (для вагонов инвентарного парка) в полтора раза больше чем в среднем для парка грузовых вагонов. Поэтому наибольшее количество ПТО, производящих подготовку вагонов к перевозкам, специализировано на подготовке полувагонов. Особенностью подготовки к перевозкам полувагонов является поступление большого их количества с повреждениями стоек и обвязочных брусьев кузова, а также – с повреждениями крышек люков. Поэтому необходимо технологическое оборудование для правки деформированных элементов кузова.

Технология подготовки полувагонов и платформ включает следующие основные операции:

- очистку от остатков груза;
- осмотр и определение необходимости текущего безотцепочного или отцепочного ремонта (выявление вагонов, просроченных плановым ремонтом);
- в случае необходимости текущего отцепочного ремонта – подача вагона на ремонтный путь и перечисление в нерабочий парк (выдача уведомления ф. ВУ-23);
- выполнение текущего безотцепочного ремонта:  
правка элементов кузова полувагона, заделка отверстий в обшивке; ремонт или замена крышек люков, запорных приспособлений полувагонов полов и бортов платформ; замена неисправных деталей автотормозного и автосцепного оборудования, ходовых частей; проверка действия тормозов, регулировка рычажных передач;
- в случае необходимости – выполнение текущего отцепочного ремонта (ТР-1).

Перечень неисправностей, при наличии которых вагоны поступают в текущий отцепочный ремонт, устанавливаются местным технологическим процессом в зависимости от местных условий. Требуется подача вагонов на специально оборудованный путь в случае подъёмки, например, для смены колесной пары. Целесообразна постановка вагона в ТР-1 во всех случаях большого объема работ по ремонту кузова. Исходя из перечисленных особенностей подготовки полувагонов и платформ к перевозкам и технологии подготовки пункты должны удовлетворять следующим требованиям:

- включать отдельные пути (тупики для подготовки и для текущего отцепочного ремонта вагонов;
- иметь технические средства механизации для ремонта кузовов вагонов;
- иметь технические средства для проверки и ремонта ходовых частей, автосцепки и тормоза.

Предполагается, что вагоны должны поступать на пункт очищенными от остатков груза. Часто это требование нарушается, поэтому следует предусматривать подачу неочищенных вагонов на специальный путь или тупик для очистки.

В северных районах необходимо предусматривать крытые помещения для текущего ремонта вагонов (ТР-1).

Пункты небольшой производительности имеют один путь для подготовки вагонов и один – используемый совместно со станцией для накопления вагонов, требующих подготовки и для маневровых работ (рис. 10.1).

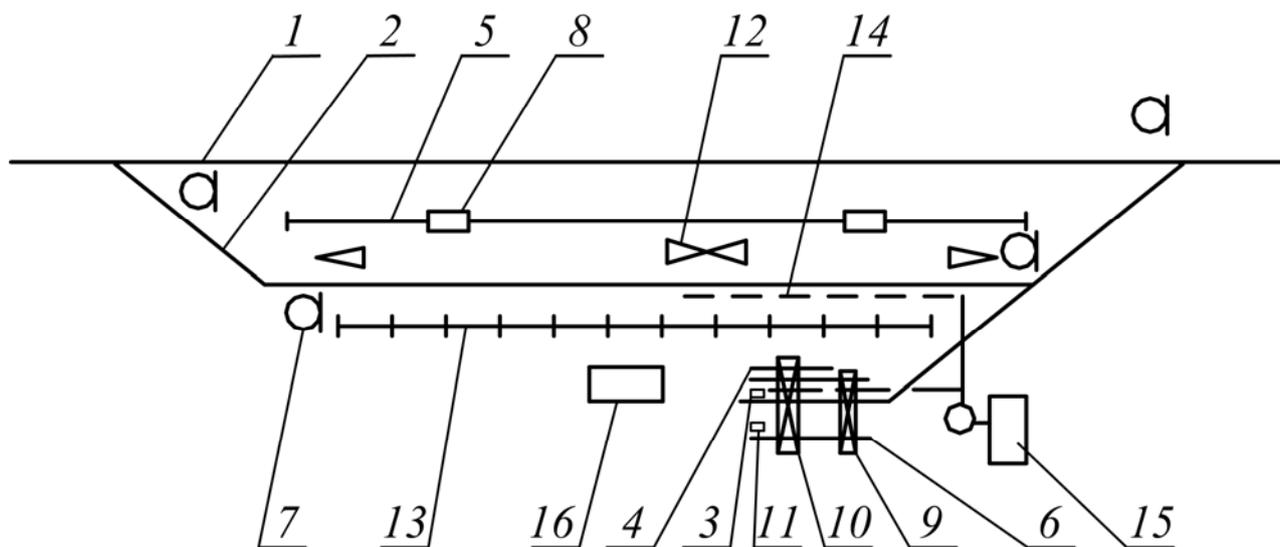


Рис. 10.1. Схема пункта подготовки к перевозкам полувагонов и платформ с небольшой суточной программой подготовки

Обозначения к рисунку приведены на странице 232.

Обозначения к рисунку 10.1.

Пути: 1 – совместно используемый со станцией; 2 – технического обслуживания вагонов; 3 – текущего отцепочного ремонта вагонов;

4 – хранения колесных пар; 5 – узкоколейный для транспортировки запасных частей и материалов; 6 – вагоноремонтной машины и козлового крана.

Устройства: 7 – сигналы ограждения; 8 – самоходный агрегат; 9 – вагоноремонтная машина (для полувагонов); 10 – козловый кран; 11 – стационарный электрический домкрат; 12 – переговорная колонка;

13 – электросварочная линия; 14 – воздухопровод с разборными колонками.

Здания: 15 – компрессорная; 16 – производственные и бытовые помещения.

На крупных пунктах по подготовке полувагонов и платформ к перевозкам целесообразно производить централизованный отбор неисправных вагонов из прибывающих порожних составов. Такая технология применяется, например, на станции Магнитогорск Южно-Уральской дороги. Порожние вагоны, прибывающие в парк приема, осматривают и размечают вагоны, требующие текущего отцепочного ремонта, а также, требующие очистки. В процессе сортировки вагоны, требующие текущего безотцепочного или отцепочного ремонта, направляют на соответствующие пути. Такая система позволяет существенно сократить общий простой вагонов для подготовки к перевозкам и уменьшить объем маневровых работ. За счет концентрации работ по ремонту кузовов значительно повышается качество подготовки вагонов.

Схема крупного пункта подготовки полувагонов к перевозкам приведена на рис. 10.2.

Технологическим процессом работы пункта подготовки к перевозкам полувагонов или платформ, предъявляемых для подготовки группами или составами, предусмотрено (см. рис. 10.2):

- осмотр для выявления вагонов, требующих текущего отцепочного ремонта (ТР-1);
- отцепку и подачу вагонов, требующих ТР-1, на специализированный ремонтный путь текущего ремонта;
- техническое обслуживание вагонов, не требующих отцепочного ремонта, на пути подготовки;
- одновременное выполнение текущего отцепочного ремонта на специализированном пути.

По окончании технического обслуживания вагоны, не требующие ТР-1, могут быть отправлены под погрузку.

В процессе отцепки вагонов в ТР-1 производится их подборка по виду ремонта: смена колесных пар, ремонт кузова и т.д.

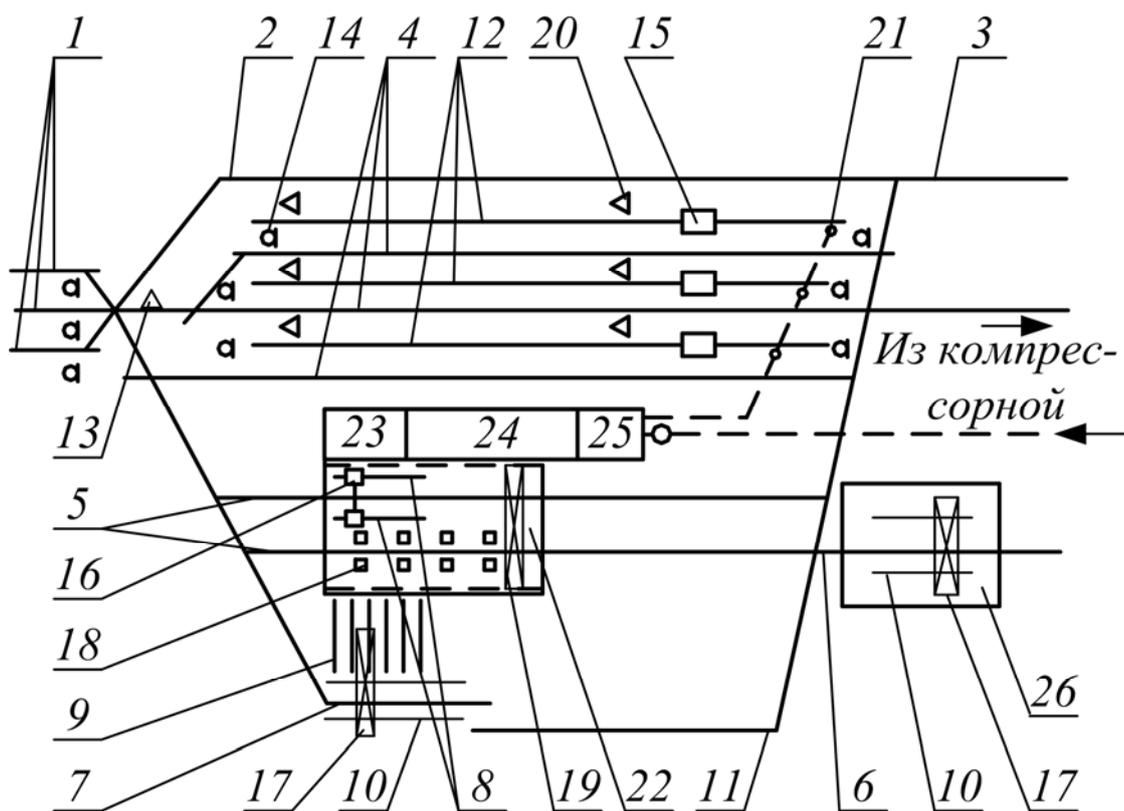


Рис. 10.2. Схема крупного пункта подготовки к перевозкам полувагонов

Пути: 1 – парка приема; 2 – используемый совместно ПТО и станцией; 3 – очистки вагонов; 4 – технического обслуживания; 5 – ТР-1; 6 – разделки вагонов в металлолом; 7 – погрузки и выгрузки запасных частей и материалов; 8 – вагоноремонтных машин; 9 – хранения колесных пар; 10 – козлового крана; 11 – вытяжка; 12 – узкоколейные, для ремонтных агрегатов.

Устройства: 13 – полугорка; 14 – сигналы (светофоры) ограждения; 15 – самоходный ремонтный агрегат; 16 – вагоноремонтная машина; 17 – козловый кран; 18 – стационарный электродомкрат; 19 – мостовой кран; 20 – переговорная колонка; 21 – воздухопровод с колонками централизованного опробования тормозов.

Здания: 22 – ангар; 23 – ремонтные отделения; 24 – бытовые помещения; 25 – помещение оператора; 26 – площадка разделки вагонов в металлолом

Техническое оснащение пунктов подготовки полувагонов регламентировано указаниями ЦВ МПС [21], приказом МПС 28 Ц – 1998 г. и регламентом технической оснащённости производственных подразделений вагонного хозяйства по ремонту и эксплуатации грузовых вагонов [22].

В указаниях по техническому оснащению ППВ приводится табель зданий, сооружений и технологического оборудования. В регламенте технической

оснащенности увеличено количество станочного оборудования, в частности, предусмотрены колесотокарные станки. Перечень основного оборудования пунктов подготовки к перевозкам полувагонов приведен в табл. 10.2

Таблица 10.2

Регламентированный перечень оборудования пунктов подготовки  
полувагонов к перевозкам

Наименование	Номер проекта или обозначение модели
1. Вагоноремонтная самоходная машина портального типа	Проект ПКБ ЦВ Т337 или Т1050-001 или Т229
2. Мостовой или козловый кран, грузоподъемностью 5 т	Козловый ККУ-5
3. Стационарные электродомкраты грузоподъемностью 40 т	ТЭД-30
4. Дрезина	ДГКу
5. Автомобиль грузовой	ГАЗ-53А или ЗИЛ 80-66
6. Электрокар (автокар)	ЭК-2 (АК-1)
7. Электросварочное оборудование: - сварочные трансформаторы - сварочные выпрямители	ТДЭ-317; ТДМ-401 ВДУ-505; ВДУ-506; ВДУ-601
8. Станки: - колесотокарный  - фрезерный - токарно-винторезный - сверлильный	КЗТС-1836М Рафамет UU В-112 6П10, 6Н11 1А616 2Н125
9. Самоходная ремонтная установка	Проект ПКБ ЦВ Т 755М
10. Устройство для смены поглощающих аппаратов и тяговых хомутов	Проект ПКБ ЦВ Т289М
11. Гидроскоба для клепальных работ	Проект ДКТБ Свердлов. ж.д. 92.В.376
12. Нагреватель заклепок	Проект ДКТБ Свердловск ж.д. 93.В.409
13. Пресс для правки крышек люков	Проект ПКБ ЦВ РП296

Регламентом технической оснащенности пунктов подготовки вагонов к перевозкам предусмотрено также оборудование, инструмент и приспособления:  
- для газорезательных работ;

- кузнечное;
- деревообрабатывающее;
- для ремонта и испытания тормозного оборудования;
- пневматический и электрический инструмент

На пунктах необходимо иметь путь или тупик для очистки вагонов от остатков грузов; производственные помещения для отделений: статочного, слесарно-механического, деревообрабатывающего, электро-газосварочного, ремонта крышек люков; служебно-бытовые.

Пункт обеспечивается сжатым воздухом из центральной компрессорной станции или из собственной компрессорной.

Предусматривается отопление производственных и служебно-бытовых помещений с подачей тепла из собственной котельной или теплопункта.

Специфическим оборудованием для пунктов подготовки полувагонов к перевозкам являются вагоноремонтные машины портального типа (рис. 10.3)

На дорогах и ПКБ ЦВ разработано несколько типов вагоноремонтных машин.

Все машины устроены по общему принципу и представляют пространственной портал на колесах, перемещающийся по специальным рельсам.

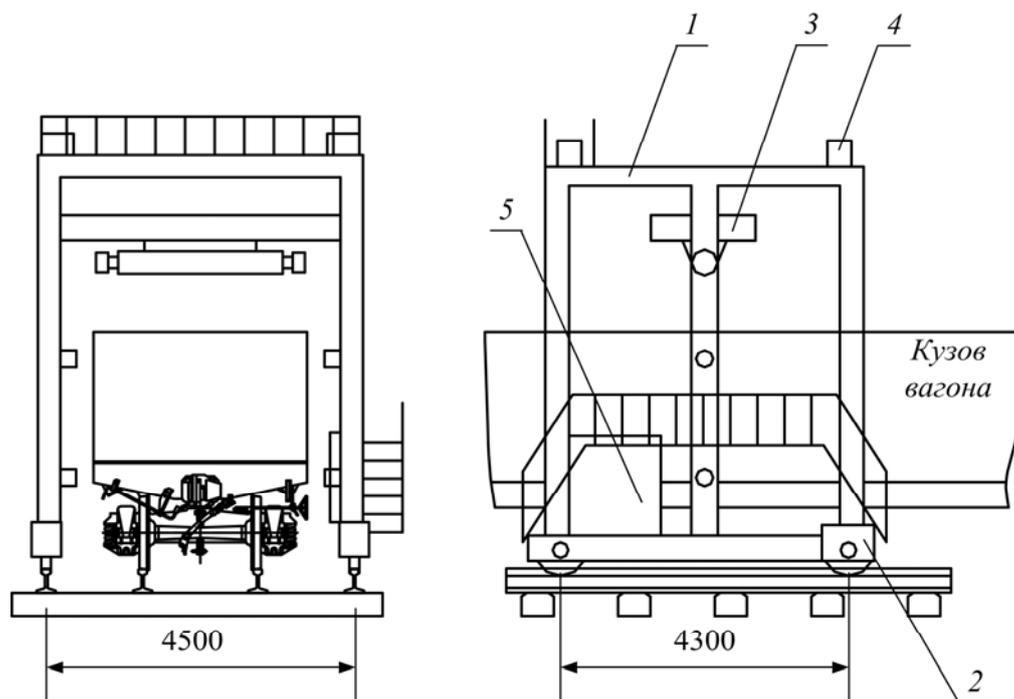


Рис.10.3. Схема вагоноремонтной машины по проектам ПКБ ЦВ

1 – портал; 2 – ходовая тележка; 3 – рама гидропрессов; 4 – привод подъема и пуска гидропрессов; 5 – насосная станция

Ремонтируемый полувагон помещают внутри портала. На портале размещены передвижные навесные гидравлические прессы и упоры в горизонтальном и вертикальном направлениях для правки кузова, а также – насосная стан-

ция, электроприводы передвижения портала и электротельферы для съемки и постановки деталей вагона.

В процессе ремонта портал перемещается к местам правки деформированных элементов кузова.

Подвод электроэнергии к вагоноремонтной машине осуществляют по троллейным проводам или по гибкому кабелю.

В 1989 г. ПКБ ЦВ разработана вагоноремонтная машина в двух вариантах исполнения для ремонта вагонов в условиях депо и при подготовке к перевозкам (проект Т 1050). Машина по второму варианту (для ППВ) предназначена для выполнения тринадцати операций правки деформированных элементов кузова и рамы вагона без съема с вагона:

- 1) устранение сужения или уширения кузова;
- 2) правка стоек, раскосов панелей с деформацией наружу или внутрь кузова;
- 3) правка стоек торцевых дверей без снятия их с кузова;
- 4) правка отдельных листов хребтовой балки;
- 5) выправление верхних листов промежуточных балок рамы;
- 6) прижатие отдельных листов, панелей планок при сварочных работах;
- 7) правка крышек люков без съема;
- 8) правка упоров крышек люков;
- 9) смена крышек люков;
- 10) смена корпусов автосцепки;
- 11) смена створок дверей
- 12) правка верхних обвязочных брусьев;
- 13) устранение вмятин в металлической обшивке кузова.

#### Техническая характеристика машины

Габаритные размеры: мм

Длина	9450
Высота	7138
Ширина на высоте до 2,25 м над уровнем головок рельсов, мм	5800
Ширина колеи для машины, мм	4530 ±4
Колесная база, мм	4300
Габарит для прохода вагонов	T <sub>пр</sub>
Масса, т	16,5
Скорость передвижения, м/мин	19 и 28
Мощность электропривода передвижения, кВт	2,8
Грузоподъемность электроталей, т	
- механизма подъема	0,3
- монорельса	2

Давление жидкости в гидросистеме (гидропрессах), МПа

20

Наибольшее усилие пресса правки кузова в

горизонтальном поперечном направлении, кН	245
Наибольшее усилие прессы правки крышек люков, кН	157
Количество работающих на машине, чел.	4
Производительность: вагонов в смену (12 ч)	35

Технология работы на вагоноремонтной машине включает правку погнутых элементов кузова полувагона без подогрева, вырезку поврежденных элементов, приварку оторванных элементов с прижимом.

Недостатками существующих вагоноремонтных машин являются:

- низкие показатели надежности вследствие неотработанной конструкции и изготовления машин неспециализированными предприятиями;
- многотипность, недостаточная унификация и использование узлов и деталей различных машин (трудность приобретения запасных частей).

Постепенное увеличение показателей надежности полувагонов в результате совершенствования конструкции кузова (переход на металлическую обшивку, ликвидация торцовых дверей и т.д.) меняет ситуацию, уменьшая потребность в правке кузова с помощью вагоноремонтных машин. Поэтому парк вагоноремонтных машин в перспективе, очевидно, не будет увеличиваться. Дальнейшее совершенствование вагоноремонтных машин должно заключаться в выборе одного типа, наиболее простого, пригодного для текущего, и для планового ремонта вагонов. Часть машин, типа Донбасс-2, Заиграево, в связи с изменением конструкции вагонов, стали или ненужными или непригодными.

Часть старых машин, Донбасс-1, требующие капитального ремонта, могут быть модернизированы с устранением конструктивных недостатков и с изменением функций в связи с изменением конструкции полувагона. Возможно также использование стационарных порталов, заделанных в грунт или гидравлических прессов, подвешиваемых на крюк козлового или мостового кранов. Все эти вопросы требуют инженерных решений с экономическими обоснованиями для конкретных местных условий.

Для пунктов, на которых готовят к перевозкам открытые хопперы для перевозки окатышей, разработана вагоноремонтная машина для правки деформированных элементов кузова, включая наклонные стенки (проект Киевского филиала ПКБ ЦВ № К.04.89)

На крупных пунктах предусмотрены специальные отделения по ремонту крышек люков.

Технология ремонта крышек люков включает операции удаления поврежденных элементов и участков полотна (обычно – газовой резкой), правки погнутых частей, постановку и приварку накладок, приклепку петель. Схема отделения для поточного ремонта крышек люков приведена на рис.10.4.

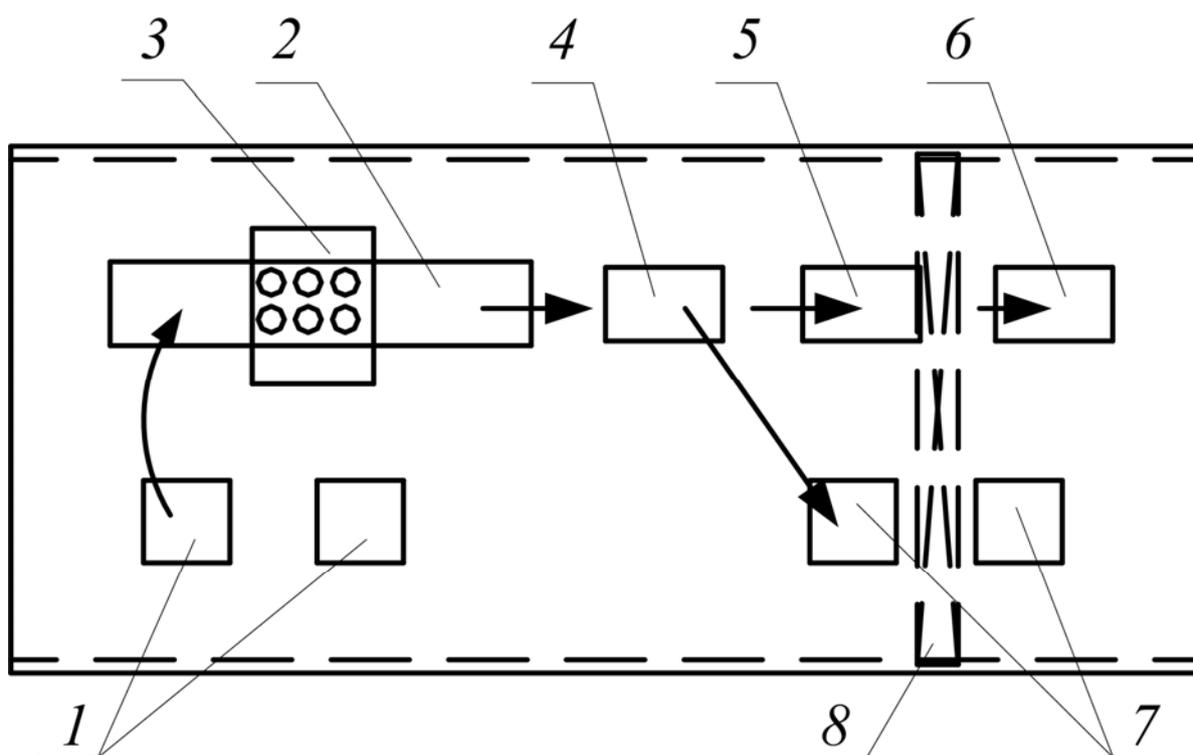


Рис. 10.4. Схема отделения для ремонта крышек люков

1, 7 – места складирования неисправных и исправных крышек люков;  
 2 – рольганг; 3 – пресс; 4 – стенд для сварочных работ; 5 – стенд для проверки крышек после ремонта; 6 – стенд для приклепывания петель крышек люков

Рабочие места, включающие оборудование, (поз. 3,4,5,6 на рис. 10.4.) представляют позиции поточной линии с нерегламентированным тактом.

Гидравлический пресс для правки крышек по чертежам ПКБ ЦВ имеет шесть цилиндров, каждый из которых развивает усилие до 250 кН, и насосную станцию с элементами управления. Габаритные размеры 4320x2960x2140 мм. Этот же пресс пригоден для правки бортов платформ.

На позиции приклепывания петель устанавливают электронагреватель заклепок и гидравлическую скобу (см. табл. 10.1).

На крупных пунктах для ограждения составов и групп вагонов используют централизованные системы с карликовыми светофорами и управлением сигналами с пульта оператора. Имеется типовый проект централизованного ограждения, разработанный институтам «Гипротрансигналсвязь» №501-0-89, модель МРЦ-14.

Для проверки действия тормозов в приемоотправочном парке используют централизованную систему УЗОТ-Р.

Пункты подготовки к перевозкам платформ имеют структуру, приведенную на рис. 10.1. Техническая оснащенность этих пунктов в регламенте технической оснащенности подразделений вагонного хозяйства [22] приводится от-

дельно и соответствует приведенной для пунктов подготовки полувагонов (см. табл. 10.1).

### **10.3. Пункты подготовки к перевозкам крытых и изотермических вагонов**

Подготовку к перевозкам крытых вагонов производят на специализированных пунктах (см. табл. 10.1).

При подготовке к перевозкам крытых вагонов к ним предъявляют более высокие требования по сохранности груза, чем к полувагонам. Для большей части грузов, перевозимых в крытых вагонах, необходимо обеспечить герметичность кузова, вагоны должны быть тщательно очищены от остатков груза, промыты и просушены.

Вагоны после перевозки живности и сырья животного происхождения, ядохимикатов и др. должны быть обработаны на дезинфекционно-промывочных станциях или пунктах.

Подготовка крытых хопперов для перевозки цемента, минеральных удобрений, зерна, технического углерода требует выполнения работ по ремонту специального оборудования этих вагонов.

Пункты подготовки универсальных крытых вагонов в некоторых случаях должны быть привязаны к дезинфекционно-промывочным станциям, которые находятся в ведении грузовой службы. На дезинфекционно-промывочных станциях производится ветеринарно-санитарная обработка вагонов после перевозки животных, продуктов и сырья животного происхождения.

В соответствии с Федеральным законом «Устав железнодорожного транспорта РФ» (2003 г) очистку и промывку вагонов должен выполнять после выгрузки вагона грузополучатель или перевозчик, т.е. железная дорога, в зависимости от того, кем осуществлялась выгрузка вагона.

Промывка крытых вагонов должна производиться в соответствии с перечнем грузов, приведенных в правилах перевозок грузов железнодорожным транспортом.

Категорию ветеринарно-санитарной обработки крытых вагонов определяет специалист органа Госветнадзора.

Технология подготовки крытых вагонов к перевозкам включает операции:

- осмотр и определение вида ремонта: безотцепочный или текущий отцепочный ТР-1;
- в необходимых случаях очистка, промывка и проверка герметичности кузовов;
- текущий безотцепочный ремонт – техническое обслуживание;
- текущий отцепочный ремонт по номенклатуре типового технологического процесса подготовки вагонов к перевозкам.

Технологическим процессом пунктов подготовки предусмотрено разделение вагонов, поступающих для подготовки на два потока: техническое обслуживание и текущий отцепочный ремонт.

Такая форма организации производственного процесса позволяет уменьшить общий простой вагонов на пункте и создает хорошие условия для механизации производственных процессов.

На рис. 10.5 приведена схема крупного пункта подготовки крытых вагонов.

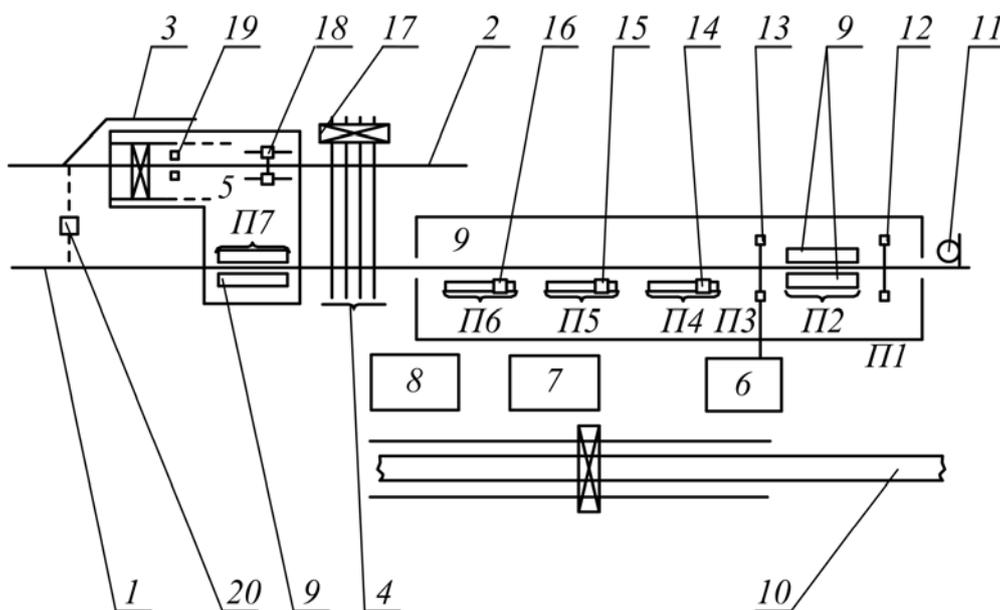


Рис. 10.5. Схема пункта подготовки к перевозкам крытых вагонов

Пути: 1 – технического обслуживания и безотцепочного ремонта;

2 – текущего отцепочного ремонта; 3- отстоя колесных пар;

4 – трасбордера.

Сооружения: 5 – ангар; 6 – ремонтные отделения и служебно-бытовые помещения;

7 – насосная станция и водоочистительные устройства;

8 – котельная и мусоросжигательная печь; 9 – эстакады;

10 – автомобильная дорога.

Оборудование: 11– сигналы ограждения; 12 – установка наружной обмывки вагонов;

13 – устройства для открывания и замены дверей;

14 – мусоросборочная машина; 15 – машина для внутренней промывки кузовов;

16 – устройство для сушки кузовов; 17 – трасбордер;

18 – вагоноремонтная машина; 19 – домкраты; 20 – приводная станция конвейера.

Позиции поточной линии: П1 – наружной обмывки; П2 –осмотра;

П3 – замены дверей; П4 – внутренней сухой очистки; П5 – внутренней промывки;

П6 – сушки; П7 – ремонта кузовов

На пункте предусмотрены две поточные линии технического обслуживания и ремонта вагонов: сквозная поточная линия технического обслуживания и безотцепочного ремонта вагонов, поточная линия текущего ремонта ТР-1. Вагоны перемещают по позициям поточных линий с помощью шаговых конвейеров, действующих от приводной станции. Передача вагонов, требующих ТР-1 с основной поточной линии на линию ТР-1, осуществляется с помощью трансбордера.

Основная поточная линия имеет семь позиций. На первых шести позициях производят очистку, обмывку, а в необходимых случаях – сушку кузовов, замену неисправных дверей, проверку кузова на водонепроницаемость. На седьмой позиции производят ремонт кузовов, включая крышу и пол. Вагоны, требующие ТР-1 на седьмую позицию, не передвигают, а передают на линию ТР-1.

Большое внимание должно быть уделено мерам по защите окружающей среды. На пункте предусматривается сжигание мусора, накапливающегося при сухой очистке вагонов. В зависимости от местных условий этот мусор можно уничтожить или утилизировать по системе, существующей в городе размещения пункта. Предусмотрены устройства для очистки воды: отстойники, фильтры, баки для флотации и коагуляции. Следует предусматривать замкнутый цикл использования воды для технических целей. Примеси, удаляемые из воды при очистке, также должны быть утилизированы или захоронены в соответствии с действующими правилами.

Вагоноремонтные машины для ремонта кузовов целесообразно применять порталного типа (проект Т439 ПКБ ЦВ МПС). Машина должна обеспечивать возможность безопасной работы на крыше вагона, на боковых стенах на любой высоте, а также – замену дверей. Изгибы элементов каркаса кузова бывают редко, поэтому гидропрессы для правки стоек и обвязок из схемы машины исключены.

Трансбордер представляет собой тележку для перевозки вагонов поперек путей. Тележка передвигается по четырем рельсам. На раме тележки размещены устройства с гидроприводом для подъема вагона до выхода гребней колес над головками рельсов и механизм передвижения с электроприводом. Энергоснабжение осуществляется через подвесной кабель. Грузоподъемность 35 т, скорость передвижения 20 м/мин, габаритные размеры 17170x3300x3700 мм, ширина колеи: наружной – 12125 мм, внутренней – 1520 мм. Для перевозки вагона трансбордер подкатывают под вагон, приподнимают за оси колесных пар рычагами с гидроприводом, перевозят и опускают на соседний путь.

Конвейер для передвижения вагонов по позициям поточной линии в простейшем случае представляет лебедку с тросом. Трос зацепляют за крюки на раме вагона, за автосцепку или тележку и передвигают вагон. Используют также шаговые конвейеры канатного типа. Конвейер включает приводную станцию (лебедка с барабаном для троса); трос, размещенный между рельсами пути, по которому передвигают вагоны; каретки (тележки), прикрепленные к тросу с необходимым интервалом, натяжное устройство для троса или станцию обрат-

ного хода. На тележках размещают поворотные толкатели, контактирующие с колесом или осью вагона. Для передвижки вагонов включают конвейер. После передвижки включают обратный ход или станцию обратного хода для возвращения кареток в исходное положение. Управление конвейером производится со специального пульта с обеспечением техники безопасности.

В некоторых случаях рядом с пунктом подготовки крытых вагонов к перевозкам размещается дезинфекционно-промывочная станция (ДПС) или пункт (ДПП). В этом случае ДПС должна быть отделена от ППВ защитной зоной не менее 500 м. (рис. 10.6)

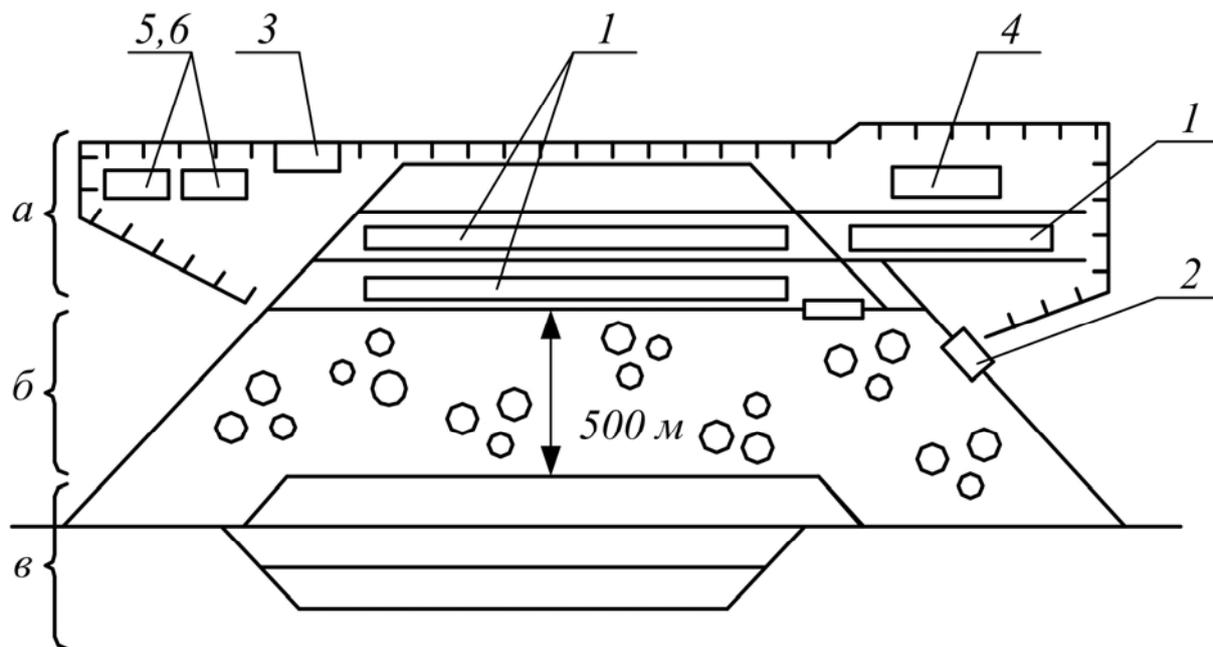


Рис. 10.6. Схема привязки дезинфекционно-промывочной станции к пункту подготовки крытых вагонов к перевозкам

Зоны: а – дезинфекционно-промывочной станции;

б – санитарно-защитная; в – пункта подготовки вагонов к перевозкам.

Сооружения: 1 – эстакады для промывки вагонов; 2 – устройство для наружной обмывки вагонов; 3 – насосная станция; 4 – устройства для биологической очистки воды; 5 – санпропускник; 6 – служебные и бытовые помещения

Пункты подготовки крытых вагонов оснащены в основном нестандартизированным технологическим оборудованием.

Для наружной обмывки и для проверки кузова на водонепроницаемость применяют установку, представляющую собой рамку из трубы с соплами, рис. 10.7.

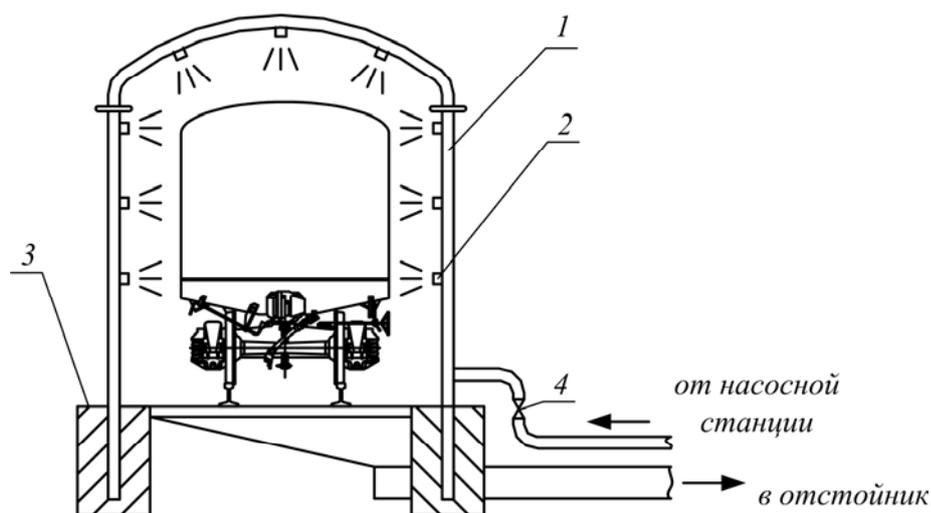


Рис. 10.7. Схема установки для наружной обмывки крытых вагонов и проверки кузова на водонепроницаемость

- 1 – обмывочная рампа (из трубы, диаметром 50-60 мм);  
 2 – сопло (разбрызгиватель); 3 – опора; 4 – вентиль

Для обмывки используют воду (температура 60-80<sup>0</sup>С), давление воды 1,2-1,4 МПа. Вагоны передвигают через установку со скоростью около 1,2 м/мин.

Для очистки кузовов внутри используют эстакады, высотой 1250 мм (на уровне пола вагона). Для сухой очистки применяют уборочные машины на гусеничном ходу с электроприводом. Электропитание осуществляют с помощью кабеля. Габариты машины 2300x1800x1800 мм. Суммарная мощность электродвигателей 7,6 кВт, скорость движения 3,8 м/мин. Очистка пола и стен производится с помощью вращающихся щеток. Через шнек и элеваторное устройство мусор собирают в бункер. Машина управляется дистанционно с эстакады.

Для внутренней промывки вагонов используют вагономоечные машины типа ВММ-3М или ММД с прибором – разбрызгивателем ОК-ЦНИИ, или С-70. Машина с кабельным электропитанием передвигается по эстакаде на колесах. Вода подводится от насосной станции с помощью гибкого шланга. На машине установлены шарнирно-трубчатые консоли, с разбрызгивателями, которые вводят внутрь вагона и, меняя их положение, (рис. 10.8) производят промывку. Давление воды 1,2-1,4 МПа, продолжительность до 8-12 мин.

Для сушки кузова внутри после промывки используют сушильные агрегаты типа МП-300 или ТПЖ-500, включающие калорифер, обогреваемый паром, вентилятор с электродвигателем и патрубок, вводимый в вагон.

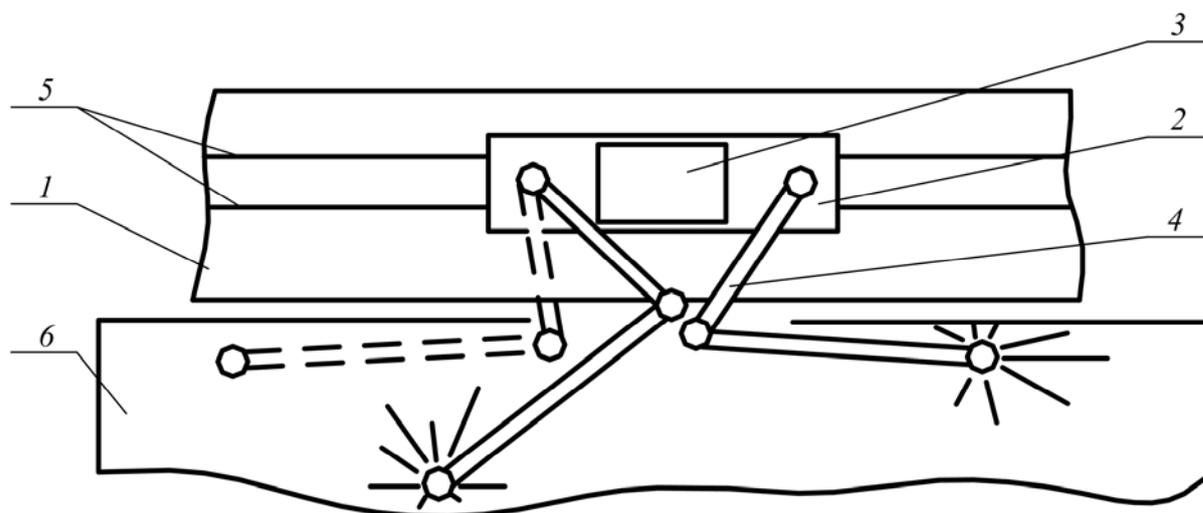


Рис. 10.8. Схема промывки крытого вагона с помощью машины ВММ-3М

1 – эстакада; 2 – шасси машины; 3 – пульт управления; 4 – шарнирно-трубчатая консоль с разбрызгивателем; 5 – направляющие (рельсы); 6 – вагон; (шланг для воды и кабель электропитания подведены снизу)

Оборудование пункта должно соответствовать регламенту технической оснащённости подразделений вагонного хозяйства [22], указаниям по технической оснащённости пунктов технического обслуживания и подготовки вагонов к перевозкам [21]. В таблицу зданий, сооружений, технологического оборудования и приспособлений, применяемых на пунктах подготовки крытых вагонов к перевозкам, включено 89 позиций с указанием характеристик технических средств и их количество. В регламенте 1999 г. содержится только перечень технического оснащения без указания характеристик и количества. К настоящему времени (2005 г.) эти перечни не соответствуют сложившимся условиям вследствие существенного уменьшения погрузки в крытые вагоны. На существующих пунктах (по ранее принятой классификации – пунктах первой категории) часть оборудования мало используется. Это относится к станочному, подъемно-транспортному и транспортному оборудованию, очистным сооружениям. В парке крытых вагонов преобладают вагоны с металлической обшивкой, прочным каркасом кузова, следовательно исключается необходимость использования вагоноремонтных машин и устройств для правки лобовых стоек кузова. Новым уставом ж.д. дорог предъявляются жесткие требования к очистке кузовов после выгрузки и погрузки.

В сложившихся условиях целесообразно содержать крупные механизированные пункты подготовки крытых вагонов к перевозкам на некоторых сортировочных и участковых станциях.

Подготовленные к перевозкам крытые вагоны следует развозить с этих пунктов по станциям погрузки. Имеется положительный опыт депо Тосно-2 Октябрьской ж.д. Это депо представляет собой комплекс: участок деповского

ремонта крытых вагонов, вагоноколесные мастерские, участок подготовки крытых вагонов к перевозкам и участок текущего отцепочного ремонта вагонов, размещенные в общем корпусе (рис. 10.9). Участок подготовки крытых вагонов к перевозкам готовит вагоны для всей дороги. Поэтому порожние вагоны после выгрузки на дороге и поступающие по регулировке порожняка направляют на эту станцию, а после подготовки развозят по станциям дороги.

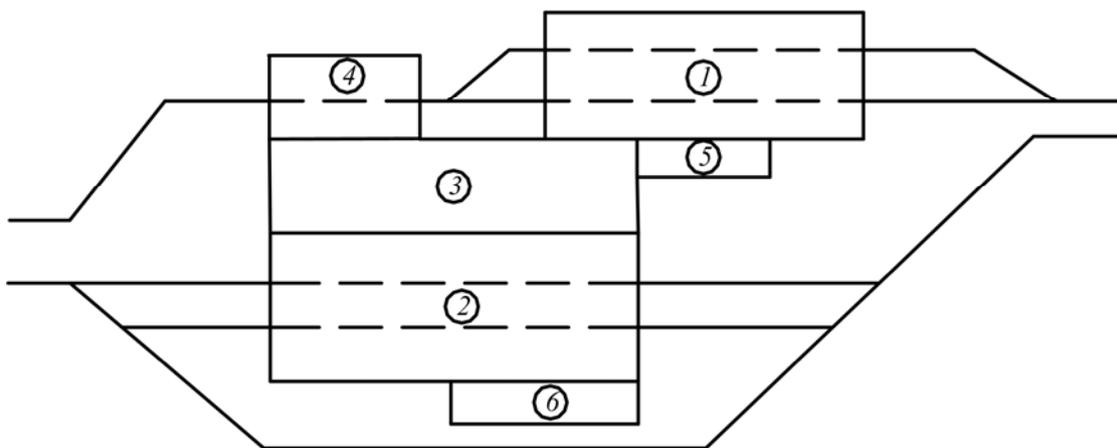


Рис. 10.9. Схема размещения производственных участков в депо Тосно-2

Участки: 1 – подготовки вагонов к перевозкам; 2 – деповского ремонта вагонов; 3 – вагоноколесные мастерские; 4 – текущего ремонта вагонов; 5 – очистки воды; 6 – административный корпус

Схема участка подготовки вагонов к перевозкам в депо Тосно-2 приведена на рис. 10.10. Использована простая технологическая схема со сквозным потоком. Выделены три позиции внутри здания производственного участка: сухой очистки, промывки внутри и сушки; текущего безотцепочного ремонта.

Большое внимание уделено очистке воды. Отделение очистки воды имеет отстойники, флотационные и коагуляционные устройства. Вода используется по замкнутому циклу с добавлением 15% свежей при каждом обороте. Сухой мусор вывозят из бункеров накопителей автотранспортом на общегородские предприятия по утилизации и уничтожению отходов.

Крупные пункты подготовки перевозкам крытых вагонов могут использоваться для разделки в металлолом крытых вагонов, исключенных из инвентаря. В этом случае для разделки и утилизации вагонов используется наиболее совершенные технологии.

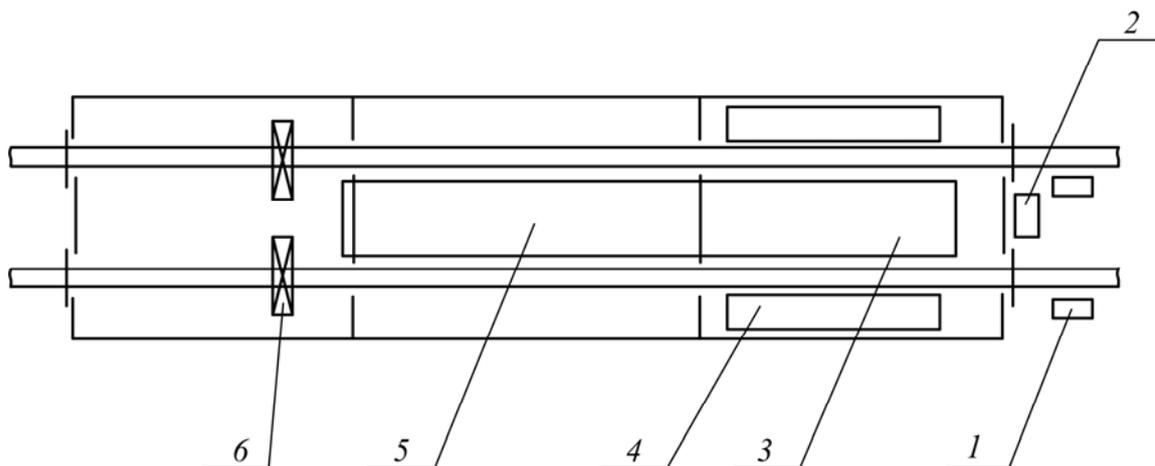


Рис. 10.10. Схема производственного участка подготовки крытых вагонов к перевозкам в депо Тосно-2

1 – устройство для открывания дверей вагонов; 2 – приводная станция конвейеров; 3 – эстакада сухой очистки; 4 – бункеры для мусора; 5 – эстакады промывки и сушки; 6 – вагоноремонтные машины

Использование крупных пунктов, особенно в комплексе с вагоноремонтным депо позволяет также на более высоком уровне решить экологические проблемы: переработку, захоронение или уничтожение отходов, образующихся в процессе ремонта и подготовки вагонов к перевозкам, в особенности при очистке и промывке вагонов.

#### 10.4. Промывочно-пропарочные предприятия

Промывочно-пропарочные предприятия предназначены для массовой комплексной подготовки цистерн к наливу нефтепродуктов, некоторых химических продуктов, производства их текущего ремонта, а также подготовку цистерн к плановому ремонту.

Эти предприятия размещают в районах добычи нефти, в местах расположения нефтеперерабатывающих предприятий, в пунктах перевалки наливных грузов с трубопроводного и водного транспорта на железнодорожный.

Большое количество различных типов специальных цистерн для перевозки различных наливных грузов (кислот, химических продуктов, пищевых продуктов, сжатых и сжиженных газов) готовят под погрузку предприятия – грузоотправители.

Промывочно-пропарочные предприятия разделяются по формам организации на три вида:

- промывочно-пропарочные станции;
- промывочно-пропарочные пункты;

- станции универсальные промывочные мобильные (УПМС).

Промывочно-пропарочная станция (ППС) представляет собой железнодорожную станцию, специализированную на подготовке цистерн к перевозкам. Промывочно-пропарочный пункт занимает один из парков или часть путей станции.

Универсальные промывочные мобильные станции (название определено разработчиком – ООО «Чистые технологии» в С-Петербурге) появились в 90-х гг. Название «станция» относится к объекту, а для организации работы УПМС достаточно использовать один путь железнодорожной станции.

Технология работы ППС достаточно сложна и требует взаимодействия работников служб: организации движения, грузовой и вагонного хозяйства, поэтому регламентирована единым типовым технологическим процессом [23].

Цистерны, прибывшие на ППС, осматривают с целью определения их технического состояния и пригодности под погрузку. Отцепляют и накапливают вагоны, требующие планового ремонта и текущего отцепочного ремонта (ТР-1). Неисправности ходовых частей, котла, рам, автосцепного устройства и автотормозного оборудования, при наличии которых вагон направляется в текущий отцепочный ремонт, приведены в НТД: «Инструкция осмотрищику вагонов», «Технологический процесс технического обслуживания вагонов».

Кроме того, по правилам перевозок грузов (2003 г.) не допускается перевозка грузов в цистернах и битумных полувагонах в следующих случаях:

- если до технического освидетельствования котла или арматуры осталось менее одного месяца;
- при отсутствии четкого номера вагона, табличек завода-изготовителя;
- отсутствие или неисправности наружных лестниц, переходных мостиков, рабочих площадок и их ограждения;
- течи котла цистерны, бункера полувагона, неисправности запорно-предохранительной и сливо-наливной арматуры, наличие пробоев паровой рубашки цистерны, бункерного полувагона;
- трещины на крышках загрузочных и сливных люков;
- отсутствие или неисправность двух и более рядом стоящих откидных болтов для крепления загрузочного люка колпака;
- отсутствие проушины для пломбирования крышки люка запорно-пломбировочным устройством (ЗПУ);
- отсутствие на крышке загрузочного люка уплотнительной прокладки;
- отсутствие знаков опасности, трафаретов и отличительной окраски.

Порожние цистерны, подаваемые под погрузку опасных грузов, предъявляются к техническому обслуживанию в течение суток до начала погрузки, о чем делается соответствующая отметка в отдельной книге предъявления вагонов к техническому обслуживанию (форма ВУ-14).

Правила очистки цистерн всех видов железнодорожных, автомобильных, а также – стационарных резервуаров для хранения нефтепродуктов установлены Государственным стандартом [24].

Требования, предъявляемые при подготовке цистерн под налив, зависят от продукта, который был слит из цистерн и наименования продукта, подлежащего наливу. Для возможных комбинаций слитого и наливаемого продукта, необходимо выполнение следующих видов технологических операций по очистке котлов:

1. Зачистка – удаление остатков слитого продукта. Для цистерн с нижним сливом – слив, для цистерн без нижнего слива – отсос с помощью вакуум-насосов или парожеткторных установок. Перед удалением из цистерн продуктов с высокой вязкостью (гудрон, полугудрон, битумы жидкие) для придания им большей текучести производят предварительную пропарку котлов (подогрев паром).

2. Пропарка – обработка котла внутри паром, давлением 0,08-0,1 МПа для очистки внутренней поверхности от остатков слитого продукта, с периодическим удалением конденсата и остатков груза.

3. Промывка – обработка внутренней поверхности котла водой (температура 80-90<sup>0</sup>С) под давлением до 2 МПа для очистки от остатков слитого продукта. Добавляют растворители: керосин, бензин, газойль (0,2 – 0,3%) и поверхностно-активные вещества, например, МД-2 (0,3-0,5%).

4. Дегазация и сушка котлов – удаление из котла паров перевозимого продукта и остатков воды после промывки.

5. Протирка безворсовым материалом (хлопчато-бумажная ткань)- удаление с внутренней поверхности котла остатков груза и воды.

6. Проверка на взрывобезопасность (анализ пробы воздуха из котла на содержание паров, образующих взрывчатые смеси).

7. Заправка клапанов сливных приборов – проверка и ремонт сливных приборов и предохранительных клапанов (проверяется исправность плотность прилегания клапанов).

8. Наружная очистка котлов перед плановым ремонтом. Выполняют последовательно операции:

- предварительная обмывка водой (температура 60-70<sup>0</sup>С), давление 0,3 – 0,4 МПа в течение 1 – 2 мин;

- обмывка 6 – 8% раствором каустической соды (температура 60-70<sup>0</sup>С, давление 0,4 МПа);

- обмывка 1 – 2% раствором ортофосфорной кислоты при температуре 30-40<sup>0</sup>С (для нейтрализации каустической соды).

В соответствии с ГОСТ 1510 виды подготовки цистерн под погрузку разделены на 6 групп:

0 – налив запрещен, например из-под бензина под гудрон;

1 – удалить остаток груза, промыть горячей водой или пропарить и просушить котел, например, под пластификаторы из-под автомобильного неэтилированного бензина;

2 – удалить остаток груза и просушить (или протереть), например, из-под сырой нефти под пенообразователи;

3 – удалить остаток, например, из-под дизельного топлива под керосин осветительный;

4 – зачистка не требуется (остаток груза не более 1 см), например, из-под растворителей под сырье для пиролиза;

5 – зачистки не требуется (остаток груза не более 3 см), например, из-под флотского мазута под сырые нефти;

6 – удалить остаток, промыть горячей водой с растворителем (или пропарить) и протереть котел, например, под нафтил из-под топлива для реактивных двигателей.

Вид обработки котлов назначается в соответствии с документами на вагоны, поступившие на станцию для подготовки к перевозкам.

При подготовке вагонов бункерного типа из бункеров должны быть удалены остатки груза. Должны быть очищены от битума и отремонтированы кожухи для разогрева битума паром.

При подготовке цистерн к ремонту выполняют следующие операции:

- удаление остатка груза;
- пропарку и промывку горячей водой;
- протирку безворсовым материалом;
- дегазацию, т.е. удаление из котла паров перевозимых продуктов;
- лабораторный анализ воздуха из котла для проверки на взрывобезопасность.

На промывочно-пропарочной станции или пункте выделяют специальные пути для очистки котлов цистерн из-под этилированного бензина так как продукт чрезвычайно ядовит (содержит свинец). Для подготовки бункерных вагонов также выделяется специальный путь, потому что используется способ очистки, отличный от очистки цистерн.

На рис. 10.11. приведена схема промывочно-пропарочной станции.

Железнодорожные станции, на которых размещены промывочно-пропарочные предприятия, должны иметь приемо-отправочный и сортировочный парк.

На ППС цистерны прибывают в парк приема или на пути приема.

На этих путях работники ПТО производят осмотр их технического состояния, текущий безотцепочный ремонт, определяют цистерны, требующие текущего отцепочного ремонта, просроченные плановым ремонтом. Одновременно работники промывочно-пропарочного предприятия осматривают внутреннюю поверхность котла и при этом определяют необходимость и вид обработки:

- не требующие обработки (группы 4 и 5 );
- требующие холодной обработки (группы 2 и 3 );
- требующие горячей обработки на промывочно-пропарочном предприятии и вид обработки;

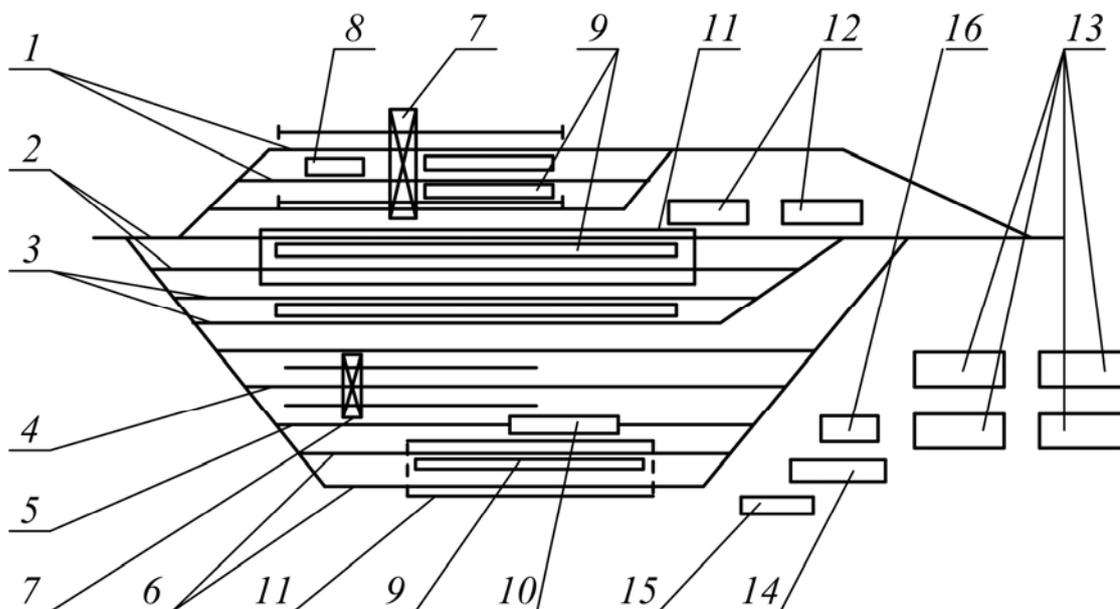


Рис. 10.11. Схема промывочно-пропарочной станции

Пути: 1 – для подготовки битумных полувагонов; 2 – закрытой эстакады; 3 – открытой эстакады; 4 – текущего ремонта; 5 – наружной обмывки цистерн; 6 – обработки цистерн из-под этилированного бензина.

Сооружения и оборудование: 7 – козловые краны; 8 – камера тепловой обработки бункеров; 9 – эстакады; 10 – ангар для наружной обмывки цистерн; 11 – помещение крытой эстакады; 12 – служебно-бытовые помещения; 13 – устройства очистки воды; 14 – теплопункт; 15 – насосная станция; 16 – компрессорная и вакуум-станция (приемно-отправочный парк на схеме не показан)

- цистерны с остатками груза, в том числе, требующие лабораторного анализа для определения рода ранее перевозимого груза (без документа о наименовании слитого продукта цистерны подготовке к наливу авиационного топлива и масел не подлежат).

Цистерны, не требующие обработки, направляют под погрузку. Цистерны, требующие только слива остатка груза (зачистки), направляют для выполнения этой операции как самостоятельной. У этих групп цистерн производят проверку и заправку клапанов сливных приборов. Из цистерн, требующих лабораторного анализа остатка груза, берут пробы остатка и после анализа в лаборатории решают вопрос об очистке.

Для подачи под обработку котлов цистерны подбирают группами по видам обработки:

- из-под темных нефтепродуктов под светлые – удаление остатка груза, промывка горячей водой или пропарка, дегазация (группа 1);

- из-под светлых под светлые и авиационный керосин – пропарка или протирка, дегазация (группы 1, 6);
- из-под темных под темные – пропарка, дегазация;
- для подготовки к ремонту – удаление остатка, пропарка, промывка, дегазация, анализ воздуха в котле.

Подборка вагонов группами существенно увеличивает объем сортировочной работы, но в целом, ускоряет процесс подготовки вследствие одинаковой технологии обработки для каждой группы.

В среднем под налив без зачистки поступает 30-35%, требуют холодной обработки 25-30% и горячей обработки около 40% цистерн.

Все операции по очистке котлов производят на одной позиции.

Основное технологическое оборудование для очистки котлов сосредоточено на эстакадах. Эстакада представляет платформу, поднятую на высоту 3, 4 м от уровня головки рельса (рис. 10.12).

Часть эстакад размещают в помещениях (крытые), часть – под навесом (открытые).

Крытые эстакады должны быть обеспечены отоплением и вентиляцией. Тип эстакады выбирается в зависимости от сложности и объема работ по очистке котлов цистерн. Эстакады в крытом помещении используют для подготовки цистерн из-под темных продуктов под светлые.

Вдоль эстакады проходят трубопроводы для подвода пара, горячей воды, сжатого воздуха, вакуумные (для отсоса остатков груза и конденсата из цистерн без нижнего слива).

Под навесом проходят два монорельса с электроталями для подъема и опускания в котел механизированного промывочного прибора. К промывочному прибору с помощью шлангов подведен пар, горячая вода и сжатый воздух. Имеются автоматизированные системы промывки, работающие по трем вариантам:

- пропарка – промывка – дегазация;
- пропарка – дегазация;
- промывка – дегазация.

Установку режима производят на пульте управления.

В цистерны с верхним сливом для удаления остатка груза и конденсата опускают вакуумные рукава.

После пропарки и промывки горячей водой котел цистерны должен быть охлажден и дегазирован с открытой крышкой люка. При несоблюдении этого требования после конденсации паров котел может быть смят атмосферным давлением. Нормы времени на горячую обработку цистерн в летний период: из-под темных под светлые нефтепродукты 190 мин, из под светлых под светлые – 100 мин; на холодную очистку – 30 мин. В зимний период это время увеличивается на 10-50% (в зависимости от места расположения пункта) по нормам ЦВ.

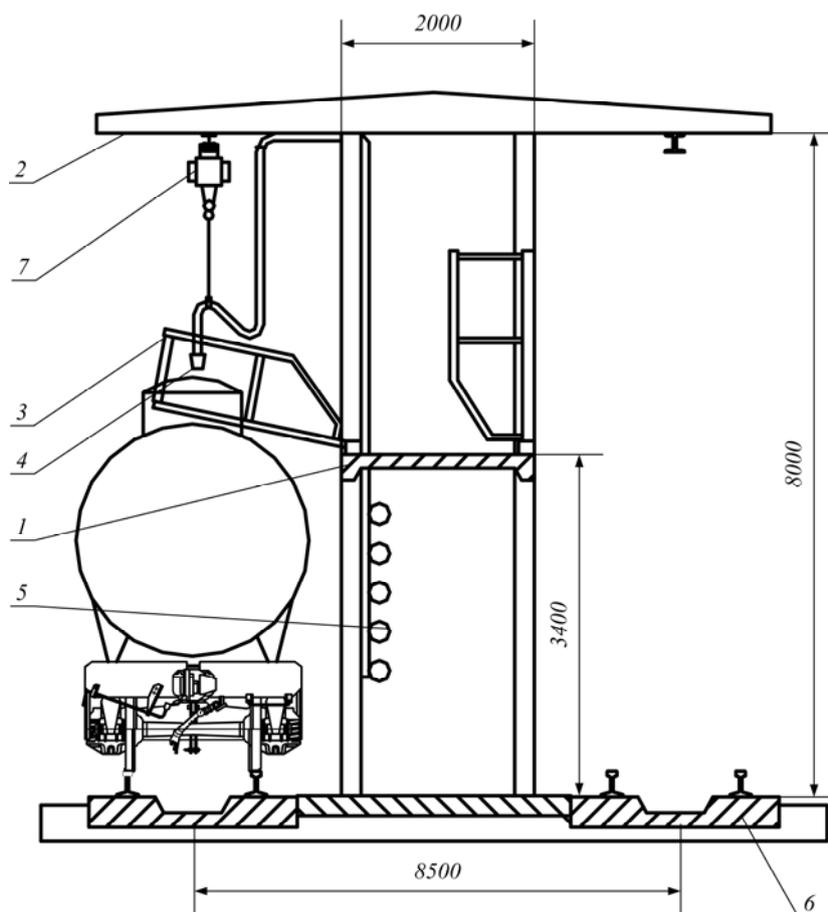


Рис. 10.12. Схема открытой двухсторонней эстакады для пропарки и промывки цистерн

1 – платформа; 2 – навес; 3 – откидной мостик; 4 прибор для промывки; 5 – трубопроводы пара, горячей воды, растворителей, вакуумный, сжатого воздуха; 6 – лоток; 7 – монорельс с электроталью

Промывочно-пропарочные станции имеют обширное и сложное хозяйство для обеспечения технологических процессов технического обслуживания цистерн:

- тепловые пункты или котельные для производства пара и горячей воды (расход на одну цистерну: пара от 50 до 480 кг, воды – 12 м<sup>3</sup>);
- вакуумные станции, оборудованные вакуумными насосами и вакуумными сборниками (резервуарами);
- компрессорные станции (расход воздуха в свободном объеме для дегазации одной цистерны до 2400 м<sup>3</sup>);
- тепловые камеры для очистки бункеров битумных полувагонов;
- устройства для очистки воды (отстойники, нефтеловушки, флотационные установки, насосные станции);
- камеры для наружной обмывки вагонов (трехсекционные);

- пути текущего отцепочного ремонта вагонов, оснащенные домкратами, козловыми или мостовыми кранами;
- площадки для ремонта бункеров битумных полувагонов, оснащенные козловыми кранами;
- химические лаборатории (методическое руководство химлабораторией осуществляет дорожная химико-технологическая лаборатория).

Камера для наружной очистки цистерн имеет три-четыре зоны, в каждой из которых установлена П-образная рампа из трубы с насадками для подачи раствора на цистерну по описанной выше технологии. Время на очистку 30-50 мин в зависимости от загрязнения, расход воды около 60 м<sup>3</sup> и пара около 1500 кг на одну цистерну.

При подготовке цистерн к ремонту проверяется взрывоопасность газовой среды в котле. Для этого осматривают внутреннюю поверхность котла. При обнаружении неочищенных мест их протирают. Берут пробы воздуха в четырех точках у днищ (вверху и внизу) и проверяют газоанализаторами или индикатором.

Предельно допустимые концентрации взрывоопасных веществ установлены санитарными нормами (СН-245-93) в мг/м<sup>3</sup>, бензин до 300, бензин этилированный в пересчете на тетраэтилсвинец – до 0,005, керосин, уайтспирит и легроин – до 300, бензол – до 5; толуол и ксилол – до 50.

Для проверки используют переносный индикатор взрывоопасности ИВП-1 У1.1 периодического действия или газоанализаторы: УГ-2 (универсальный), ПГФ-2М-ИЗГ «Эфир» и другие.

Большинство наливных грузов огнеопасно, токсично, смеси их паров с воздухом образуют взрывоопасные смеси, поэтому охране труда на ППС уделяют большое внимание. Крытые эстакады оборудуют системой отопления и приточно-вытяжной вентиляцией. Промывальщиков-пропарщиков цистерн и слесарей по ремонту и заправке клапанов сливных приборов обеспечивают спецодеждой и средствами индивидуальной защиты. Им выдают брезентовые костюмы, специальные кожаные и резиновые сапоги, рукавицы, резиновые перчатки, шланговые дыхательные приборы (ШДП), взрывобезопасные аккумуляторные фонари, инструменты из искробезопасного сплава.

Электрооборудование и вентиляционные установки применяют во взрывобезопасном исполнении. Для отвода статического электричества эстакады, резервуары, трубопроводы и другие металлические конструкции ППС, а также котлы обрабатываемых цистерн надежно заземляют.

Работа промывальщиков-пропарщиков внутри котла допускается при температуре до 35°С, а при использовании пневмокостюмов – до 60°С. Перед спуском в котел для работы рабочий надевает ШДП и 2-3 минуты проверяет его действие, свободный конец спасательной веревки привязывает к перилам наружной лестницы. С момента спуска в котел у люка котла безотлучно должен находиться второй промывальщик. Для подачи воздуха в ШДП по эстакаде прокладывают отдельный трубопровод, оборудованный фильтрами и редукци-

онными клапанами. Давление воздуха перед поступлением в ШДП не более 0,01 МПа, температура – от 14 до 25°С.

Электросварку на котле и в котле можно производить только после проверки на взрывобезопасность. Электросварщик в котле должен работать при открытом сливном приборе и открытой крышке, в пневмокостюме и использовать электроизолирующий коврик и диэлектрические галоши.

На каждую цистерну, подготовленную к ремонту, (пропаренную, промытую и дегазированную) составляют акт формы ВУ-19, а на котле под номером цистерны наносят трафарет несмываемой краской в две строки «на ремонт», «дегазировано» и наименование ППС или пункта, проводившего дегазацию.

Оператор ППП ведет книгу нумерного учета формы ВУ-17 цистерн обработанных на предприятии.

На станции ведется книга натурального осмотра цистерн на путях станции и подачи их под налив или обработку на ППС, формы ВУ-18, в которую заносят результаты осмотра прибывших порожних цистерн.

О годности одной цистерны под налив определенного продукта составляют акт формы ВУ-20, а группы цистерн – акт формы ВУ-20а. Акты подписывают мастер ППС, приемосдатчик станции и представитель отправителя груза.

Есть опыт реконструкции промывочно-пропарочной станции Новокуйбышевская Куйбышевской ж.д. в 1996-98 гг. Реконструкция выполнена по совместному Российско-американскому проекту, представляет комплекс сооружений и оборудования и имеет производственную проектную суточную мощность:

- внутренняя промывка цистерн- 500 вагонов;
- наружная обмывка цистерн 100 вагонов;
- пескоструйная наружная очистка и окраска цистерн – 4 вагона.

ППС размещена на сортировочной станции, предназначенной для обслуживания процессов подготовки и погрузки цистерн. В ведении ППС находится 5 железнодорожных путей и два тупика. Пути ППС размещены рядом с парком. На путях накопления вагоны накапливаются группами в зависимости от вида обработки, а также неисправные, требующие деповского или капитального ремонта.

На двух путях ППС размещены эстакады для горячей обработки цистерн, один путь для холодной обработки цистерн с заправкой клапанов, один путь для ремонта цистерн, один тупик используется для ремонта и подготовки бункерных полувагонов (для перевозки нефтебитума), во втором тупике накапливаются цистерны для исключения в металлолом.

Технологией работы ППС предусмотрена очистка цистерн после перевозки легких и тяжелых химических продуктов двенадцати наименований, в том числе фенола, креозота, аммиака, соляной, азотной и серной кислот.

На ППС используется открытая двухсторонняя эстакада (см.рис. 10.12), вместимостью для одновременной обработки 70 цистерн. По длине эстакады установлено 46 стояков для подачи пара в цистерны, 23 стояка для подачи воды

и 23 вакуумных. На путях эстакады уложены лотки для слива воды и остатка нефтепродуктов в нефтеловушки.

Далее, после отстоя грязная вода перекачивается в очистные сооружения нефтеперерабатывающего завода, а нефтепродукты перекачивают в железнодорожные цистерны для последующего использования по назначению. Слив остатков груза из цистерн и налив слитых продуктов в цистерны для реализации производятся на путях эстакады.

Тупик очистки цистерн и вагонов для перевозки битума оснащен двухъярусной эстакадой, тепловой камерой для очистки бункеров и битумохранилищем.

Технологическим процессом подготовки цистерн под погрузку установлено суммарное время операции (без учета подачи и уборки вагона):

- из под светлых продуктов под светлые – 40 мин;
- из под темных продуктов под темные – 80 мин;
- из под темных продуктов под светлые или подготовка цистерны к ремонту – 130 мин.

Участок пескоструйной обработки представляет закрытую камеру, в которой находится передвижной портал с пескоструйными соплами.

Портал перемещается вдоль цистерны, установленной в камере. Обработка производится в автоматическом режиме за несколько проходов. Перед началом очистки цистерну просушивают, продувая через камеру воздух, нагретый до 100<sup>0</sup>С.

Покраска цистерны ведется в закрытой кабине безвоздушным распылением.

В 90-х гг. появились отечественные проекты оборудования для дробеструйной очистки цистерн для последующей окраски в процессе капитального ремонта. Установка представляет камеру – крытое помещение, в котором устанавливается цистерна. Камера оборудована дробеструйными (дробометными) установками.

Используется стальная или чугунная дробь размером 0,8 – 2,5 мм. Дробеструйные установки действуют от сжатого воздуха, давлением 0,6 МПа. Процесс очистки автоматизирован, однако, отдельные места наружной поверхности требуют дополнительно ручной обработки.

Для наружной очистки котлов цистерн для перевозки цемента используется также гидромониторный (гидродинамический) способ. Струя воды из гидромонитора под давлением 70 МПа разрушает затвердевший цемент на поверхности котла и рамы вагона. Струя воды под таким давлением опасна для людей, поэтому очистка производится в специальных камерах с помощью гидромониторов с дистанционным управлением с пульта.

Универсальные мобильные промывочные станции (СПУМ-2) рассчитаны на небольшую производительность в среднем 2 вагона в час. Таким образом мобильная станция может готовить под погрузку до 50 цистерн в сутки. Для очистки котлов цистерн из-под нефтепродуктов используется технология на основе моющих средств нового поколения, разработанных ОАО «Чистые тех-

нологии» в С-Петербурге. Моющие средства, рекламируемые фирмой О-БИСМ, – отмыватель безотходный ингибирующий самоочищающийся (ингибиторы – вещества замедляющие некоторые процессы). Обязательным условием промывки цистерн является полное предварительное удаление остатков груза из котла.

В состав станции входит эстакада с верхней монтажной крышкой и собственно станция с габаритными размерами 12 x 4,6 x 3,6 м, т.е. занимающая площадь около 55 м<sup>2</sup>.

Для работы станции необходимы пар, вода и сжатый воздух. Вакуумный насос и насосы для перекачки моющего раствора входят в состав станции. Расход воды 0,01 – 0,1 м<sup>3</sup>/ч, расход пара под давлением 0,1 – 1 МПа – 1т/ч, расход воздуха давлением 0,6 - 0,8 МПа – 25 - 100 м<sup>3</sup>/ч, расход электроэнергии 25 кВт/ч, потребление моющего средства О-БИС или О-БИСМ – 1 кг на 1 цистерну.

Мобильные промывочные станции пригодны для замены ранее использовавшихся промывочно-пропарочных поездов и сравнительно просто могут быть перебазированы с одной станции на другую. Оборудование станции поставляется комплексно по сравнительно невысокой стоимости, однако, стоимость монтажа оборудования и устройство СПУМ на железнодорожной станции обходится в 2 – 2,5 раза дороже стоимости оборудования.

Недостатком мобильной промывочной станции является необходимость полного удаления из цистерны остатков груза. По действующим правилам перевозок (2003 г.) грузополучатель должен полностью слить груз, однако, предусмотрена возможность отправления после слива неочищенных цистерн с указанием в накладной остатка груза. На мобильной станции необходимо оборудование для удаления остатка груза с подогревом для разжижения, особенно в зимнее время.

## **Глава 11. Техническое обслуживание грузовых вагонов**

## **В поездах**

### **11.1. Назначение, классификация, размещение, перспективы развития подразделений вагонного хозяйства по техническому обслуживанию вагонов**

В соответствии с правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ) [14] на станциях формирования и расформирования, а в пути следования – на станциях, предусмотренных графиком движения поездов, каждый вагон поезда должен пройти техническое обслуживание и при выявлении неисправностей – отремонтирован.

На станциях, где нет пунктов технического обслуживания, каждый вагон перед постановкой в поезд должен быть осмотрен и подготовлен для следования до ближайшей станции, имеющей пункт технического обслуживания (ПТО).

В соответствии с ПТЭ РФ не допускается подача под погрузку грузов и посадку людей неисправных вагонов и без предъявления их к техническому обслуживанию. О признании их годными должна быть произведена запись в специальном журнале. Порожние вагоны, подаваемые под погрузку на станциях, где нет ПТО, а также груженые вагоны, которые намечено использовать на таких станциях под сдвоенные операции, должны быть осмотрены, а в необходимых случаях отремонтированы на ближайшем ПТО, расположенном перед станцией погрузки.

В практике работы для осмотра вагонов на промежуточные станции, где нет осмотрщиков вагонов, выезжают осмотрщики вагонов ближайшего ПТО. Практикуется развозка вагонов, подготовленных на ППВ (см. главу 10), по станциям погрузки.

В соответствии с типовым технологическим процессом технического обслуживания грузовых вагонов [10] и приказом МПС 28Ц 1998 г. для технического обслуживания вагонов используются следующие подразделения вагонного хозяйства, входящие в состав эксплуатационных депо:

- пункты технического обслуживания вагонов (ПТО), размещаемые на станциях сортировочных, участковых, погрузочных, передаточных;
- пункты опробования тормозов (ПОТ), размещаемые на станциях смены локомотивов, на станциях, предшествующих затяжным спускам, крутизной 0,018 и более, на участках обращения локомотивов длиной более 600 км на одной из станций, где производится смена локомотивных бригад;
- контрольные посты (КП) на промежуточных станциях, оборудованные средствами автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда [20].

Согласно приказу 28Ц-1998 г. ПТО является основным подразделением вагонного хозяйства по обеспечению исправного технического состояния вагонов. В состав ПТО включены:

- пункты подготовки вагонов к перевозкам (ППВ);
- промывочно-пропарочные станции (ППС);
- пункты опробования автотормозов (ПОТ);
- пункты технической передачи вагонов (ПТПВ), размещаемые на станциях примыкания путей промышленного железнодорожного транспорта, для контроля сохранности вагонного парка;
- пункты текущего отцепочного ремонта вагонов (ПТОР), в отдельных случаях сохранившие название – механизированные пункты текущего ремонта вагонов – МПРВ [10];
- специализированные пути текущего ремонта вагонов.

В 90-х гг. в связи с существенным уменьшением перевозок часть пунктов технического обслуживания вагонов переведена в категорию ПОТ или даже КП, однако на этих станциях сохранилась инфраструктура ПТО, и в их обязанности входит техническое обслуживание вагонов в поездах, сформированных на этих станциях, иногда один состав в сутки и менее.

На пограничных станциях, где осуществляется передача вагонов за границу, организованы пункты передачи, а при передаче вагонов на дороги с шириной колеи 1435 мм – перестановочные пункты. На перестановочных пунктах готовят вагоны для следования по дорогам сопредельных государств, заменяя колесные пары, триангели и приспособлявая автосцепку для сцепления с вагонами сопредельных государств.

Перечень станций, на которых размещаются подразделения вагонного хозяйства, а также длина гарантийных участков устанавливаются на дороге приказом начальника дороги.

В 2002-2003 гг. на Свердловской дороге условно разделили контрольные посты на две категории:

- контрольные посты, входящие в систему АСКПС (см. главу 9), на которых нет осмотрщиков и операторов аппаратуры ДИСК-Б, КТСМ;
- посты безопасности (на промежуточных станциях) на которых есть работники вагонного хозяйства – оператор и осмотрщик вагонов.

Понятие «посты безопасности» ранее использовалось в системе обеспечения безопасности движения за счет включения в систему работников других служб: дежурных по станциям, дежурных на переездах, охранников мостов и тоннелей. Этим работникам вменялось контролировать техническое состояние подвижного состава в проходящих поездах, и в случае, если будет замечена неисправность, сообщать машинисту проходящего поезда, для чего посты были оборудованы радиостанциями. Посты размещались в «шахматном» порядке, т.е. на одном посту осмотр состава на ходу предусматривался с одной стороны, на следующем – с другой. Эта форма контроля существует до сих пор на некоторых участках главного грузового направления.

В 2002 г. для выявления причин сходов порожних вагонов указанием ЦВ были организованы посты обследования вагонов с так называемой «отрицательной динамикой». Этим термином обозначена боковая качка порожних вагонов с высоким центром тяжести кузова, с амплитудой колебаний 50 мм и более при скорости движения около 60 км/ч, за счет перевалки на плите пятника. Методикой выявления таких вагонов предписывалось размещать посты на прямом горизонтальном участке пути длиной не менее 2 км, на расстоянии не менее 10 км от входного сигнала станции, на которой размещается ПТО. В случае выявления вагона с амплитудой колебаний верхней точки кузова более 50 мм порядковый номер вагона сообщался на ПТО по телефону или радио для последующей отцепки в текущий ремонт и проверки параметров: зазоров в боковых скользунах, положения фрикционных клиньев, непараллельность фрикционных планок, износ пятника и подпятника и.т.д. по нормам при выпуске вагонов из деповского ремонта. Организация таких постов была временной мерой.

По результатам проверки в 2003 г. ужесточены нормы на геометрические параметры ходовых частей при выпуске вагонов из капитального, деповского, текущего ремонта, а также при техническом обслуживании. Кардинальное решение проблемы схода порожних вагонов заключается в определении допустимой величины износов частей вагона, не контролируемых в процессе технического обслуживания, и назначении профилактического планового ремонта с целью восстановления изношенных деталей (см. главу 4).

В современных условиях в обязанность некоторых ПОТ и КП вменен контроль за техническим состоянием вагонов в пассажирских поездах. Такая практика используется на направлениях дорог с малоинтенсивным движением грузовых поездов при сравнительно большом количестве пассажирских, например, на Сургутском отделении Свердловской железной дороги.

Всем ПТО, ПОТ и КП, которые обслуживают сформированные поезда устанавливают гарантийные участки приказом начальника дороги.

На ПТО, ПОТ и КП предусматривается подготовка вагонов к перевозкам и текущий отцепочный ремонт вагонов.

Перечень важнейших сортировочных станций железных дорог РФ в 2003 г. включал 51 станцию, в том числе на Свердловской дороге – 4, на Горьковской – 3, на Южно-Уральской – 4, на Западно-Сибирской – 4.

Количество ПТО сортировочных станций ограничено этим перечнем.

Перспективным планом развития железнодорожного транспорта РФ намечено удлинение гарантийных участков ПТО до 1200 км. В 2003 г. по данным ЦВ средняя длина гарантийных участков ПТО составляла: для груженых составов 640 км, для порожних – 877 км.

Для ПОТ и КП на Свердловской дороге, например, наибольшая длина гарантийного участка составила 368 км для большинства примерно от 30 до 100 км. Протяженность гарантийных участков ПОТ устанавливается до ближайшего ПТО.

В 80-х гг. сложилась система технического обслуживания рефрижераторного подвижного состава (РПС): группового и автономных рефрижераторных вагонов (АРВ)

Для группового РПС использовались пункты экипировки:

- основные для обеспечения всеми экипировочными материалами, размещаемые в рефрижераторных депо и на крупных сортировочных станциях;
- вспомогательные для обеспечения топливом и размещенные через 2-2,5 тыс. км на сортировочных станциях.

ПТО АРВ размещались в пределах полигона эксплуатации этих вагонов на станциях и разделены на три категории:

- основные, выполняющие все виды технического обслуживания (ТО) и укрепленного технического обслуживания (УТО);
- укрупненные, выполняющие все виды ТО и УТО-1;
- контрольные, выполняющие ТО перед погрузкой в пути следования и при выгрузке.

В 90-х гг. системы технического обслуживания РПС утратили свое значение в связи с сокращением парка этих вагонов и практически не используются.

Представляет интерес создание и развитие системы технического обслуживания вагонов в историческом плане.

Существующая система технического обслуживания грузовых вагонов складывалась исторически в течение длительного времени и отражает уровень технического оснащения дорог, уровень организации перевозочного процесса и в целом – характер экономического состояния страны.

С момента организации вагонного хозяйства на дорогах страны (1933г.) до 1955 г. существовала примитивная система технического обслуживания вагонов. Понятия «техническое обслуживание» не было, предусматривался технический осмотр вагонов в процессе эксплуатации. Пункты технического осмотра вагонов (старое название – «будки осмотра вагонов») по традиции привязывались к станциям экипировки паровозов, набора воды и угля – через 120-150 км пути. Существенную роль в обеспечении безопасности движения поездов играли поездные вагонные мастера (эта профессия окончательно упразднена к 1957 г), а также поездные бригады (главный кондуктор, старший кондуктор на хвостовом вагоне). Поездной вагонный мастер (ПВМ) перед отправлением поезда с пунктов формирования принимал состав поезда от бригады ПТО, а по прибытии в конечный пункт информировал осмотрщиков вагонов о состоянии вагонов. В пути ПВМ, а также кондукторы наблюдали за техническим состоянием вагонов, за сигналами, которые подавали путеобходчики, дежурные по станциям и другие работники железной дороги, могли остановить поезд для осмотра вагона. На промежуточных станциях ПВМ выполнял мелкий ремонт: смену подшипников скольжения, заправку букс, устранял утечки тормозной магистрали, заменял тормозные колодки и т.д. По возвращении из рейса ПВМ писал свои замечания о работе ПТО для принятия мер. После упразднения ПВМ (с целью экономии) резко ухудшилась безопасность движения по вагон-

ному хозяйству и для обеспечения безопасности движения начали принимать меры по усилению ПТО и механизации текущего безотцепочного ремонта.

С конца 50-х годов осуществляется массовый переход с паровозной на электро-и тепловозную тягу. Увеличилась длина участка безостановочного движения грузовых поездов, уменьшилось количество остановок поездов, повысились скорости движения, вес и длина поездов. Двухосные вагоны оказались не приспособленными к таким условиям эксплуатации (двухосные вагоны составляли в 1958 г.- 30%, а в 1965 г. около 15% парка). Поэтому при переходе на новые виды тяги ухудшилось состояние безопасности движения поездов, преимущественно из-за неисправностей букс с подшипником скольжения, вызывавших 80% брака в работе. Намечавшийся перевод грузовых вагонов на роликовые подшипники осуществлялся крайне медленно. К 1970 г. только 25% парка вагонов было оборудовано роликовыми подшипниками, а к 1980 г. – 50%.

Главной задачей совершенствования системы технического обслуживания вагонов в период после 1957 г. было обеспечение безотказной работы букс с подшипниками скольжения. Для решения этой задачи использовался комплекс мероприятий: механизация текущего безотцепочного ремонта вагонов; ввод технических средств диагностики; новые формы организации технического обслуживания вагонов; организация системы контрольных постов; привлечение локомотивных бригад, путевой охраны, дежурных по станциям для контроля технического состояния вагонов в пути. В период с 1962 по 1978 г.г., были организованы и оснащены пункты подготовки вагонов к перевозкам, разработаны и внедрены на ПТО вагоноремонтные машины, самоходные ремонтные установки, тоннели поперечной транспортировки деталей, маслопроводы, системы централизованного ограждения составов, системы двухсторонней парковой связи, технические средства диагностики букс, автоматизированные системы опробования тормозов, автоматизированные системы управления ПТО. Организовано большое количество контрольных постов, задействованы системы технического надзора за вагонами в поездах на грузонапряженных участках. Большое развитие получили механизированные пункты текущего ремонта вагонов (МПРВ) и специализированные пути текущего ремонта вагонов в сортировочных парках. Опробованы и внедрены новые формы организации труда: многогрупповой осмотр и введение комплексных бригад с совмещением профессий; сокращение перечня текущего безотцепочного ремонта вагонов, введение операторского управления работой ПТО с использованием централизованных систем передачи информации, ограждения составов и опробования тормозов.

Характерно, что эти работы выполнялись по инициативе специалистов вагонных депо и служб вагонного хозяйства, за счет средств эксплуатации или средств на электрификацию и реконструкцию железных дорог.

К 1995 г. после перевода вагонов на роликовые подшипники, повышения надежности вагонов, изменения структуры перевозок (появление избыточного парка вагонов), увеличения статической нагрузки вагонов, возникла необходи-

мость пересмотра и изменения системы технического обслуживания грузовых вагонов в поездах. Демонтированы устройства для обслуживания букс с подшипниками скольжения: регенерационно-пропиточные отделения, маслохранилища, маслопроводы, самоходные ремонтные установки и узкоколейные дорожки для них, тоннели поперечной транспортировки.

В результате оборудования вагонов металлической обшивкой и совершенствования конструкций кузова уменьшилась потребность в вагоноремонтных машинах для пунктов текущего отцепочного ремонта вагонов. Появились новые виды работ: устранение завышения фрикционных клиньев тележек, разворот колесных пар с предельным износом гребней колес, смена колесных пар с остроконечным накатом гребней колес, приклепывание фрикционных планок с ослабшими заклепками, подготовка вагонов для перевозки опасных грузов. Наблюдается тенденция передавать работы, выполнявшиеся ранее безотцепочным ремонтом, пунктам текущего отцепочного ремонта, например, смену корпусов автосцепки, смену деталей механизма автосцепки, деталей расцепного привода, триангелей, тормозных башмаков и т.д. Изменился характер работы ПТОР, и появилась необходимость более широкого использования специализированных путей для текущего ремонта вагонов.

Наиболее существенным недостатком существующей системы технического обслуживания вагонов является использование органолептических методов контроля технического состояния вагонов на ПТО. Разработанные в 80-х гг. системы контроля технического состояния в поездах, прибывающих на сортировочные станции, не получили распространения за исключением аппаратуры ДИСК-БКВ. Сложным и трудновыполнимым является выявление трещин в ответственных деталях вагонов: осях, колесах, боковых рамах и надрессорных балках тележек. Осмотрщики вагонов в процессе визуального контроля (осмотра) обычно используют косвенные признаки: вздувшуюся краску над трещиной, выход металлической пыли из трещины, валик грязи на трещине. При большом количестве вагонов, которые нужно осмотреть за ограниченное время, часто в ночное время, в условиях плохой погоды трудно рассмотреть трещины в труднодоступных для осмотра местах: в нижней части оси, в дисках колес, с внутренней стороны боковой рамы тележек.

В 2001 г. руководством МПС было принято решение о создании так называемых сетевых ПТО, размещаемых на крупных сортировочных станциях с целью технического обслуживания вагонов для их безотказного следования по удлиненным гарантийным участкам, находящимся на направлениях формирования основных грузопотоков. В период с 2002 г. по 2005 г. было намечено оборудовать 43 ПТО. Предусматривалось на каждой дороге оборудовать от 3 до 5 сетевых ПТО.

Основным направлением развития существующих ПТО до уровня сетевых по этому плану является:

- создание автоматизированного диагностического комплекса и размещения его в районе входного сигнала парка прибытия сортировочной станции;

- создание комплекса диагностического оборудования для использования в процессе технического обслуживания вагонов в парках отправления;
- техническое оснащение парков прибытия и отправления в соответствии с регламентом, утвержденным в 2001 г.;
- информационное обеспечение ПТО.

Регламентом предусмотрено увеличение ширины междупутей в парках отправления до 6,5 м, создание системы бокового освещения, устройство пешеходных тоннелей или переходных мостов для осмотрщиков вагонов, обеспечение установками для автоматической разрядки тормозов в прибывших поездах.

Регламентом предусмотрено использование технических средств диагностирования вагонов, в том числе устройств для выявления трещин в дисках колес, устройств для измерения зазоров в тележках (угла на бегания колесной пары на рельс); для выявления выщербин и тонкого обода колес и т.д.

Все эти устройства, наряду с широко используемой аппаратурой ДИСК-БКВ-Ц и разработанной аппаратурой для выявления заклинившихся колесных пар, перегрузки вагонов, нарушения габарита подвижного состава (уширение кузова, изгиб стоек кузова) подключаемых к основной подсистеме ДИСК-Б, могут выполнять функции осмотрщика вагонов. В то же время разработка новых ТСД для существующих вагонов требует больших затрат времени и средств.

С учетом продолжительного времени развития наиболее опасных дефектов: трещин осей, колес и несущих литых деталей тележек может быть использован способ периодической ревизии вагонов, успешно применявшийся ранее; например ревизия автотормозов и буксовых узлов. В процессе ревизии на ППВ, отдельные части вагона могут быть подвергнуты дефектоскопированию известными методами. В современных условиях периодическая ревизия грузовых вагонов может быть установлена по двум нормативам: выполненному пробегу или календарному сроку службы.

В перспективе необходимо повышение показателей надежности вагонов, в частности контролепригодности и ремонтпригодности. Дополнительные затраты на изменение конструкции вагонов компенсируются за счет уменьшения затрат на их техническое обслуживание. Оптимальное отношение расходов определяется экономическим расчетом.

В процессе реформирования железнодорожного транспорта (переход от государственной формы к ОАО РЖД) система технического обслуживания вагонов должна пройти новый качественный этап развития в соответствии с новыми условиями. Намечается сокращение количества ПТО, техническое усиление МПРВ; широкое использование ТСД и АСУ ПТО, т.е. пути существенного сокращения расходов на техническое обслуживание и текущий ремонт вагонов при безусловном обеспечении безопасности движения поездов.

## **11.2. Организация работы пунктов технического обслуживания вагонов**

Подразделения по техническому обслуживанию и текущему ремонту вагонов в поездах сосредоточены на сортировочных и участковых станциях. На сортировочных станциях формируют поезда, часть прибывавших поездов расформируют, часть пропускают транзитом. На сортировочных станциях предусмотрены технические операции, в том числе, техническое обслуживание вагонов. В переформируемых поездах производят техническое обслуживание вагонов по прибытии и перед отправлением. Вагоны, требующие отцепочного ремонта, должны быть выявлены и направлены в ремонт. В транзитных поездах производят техническое обслуживание вагонов и подготовку их к отправлению.

Гарантийные участки ПТО, на которых они несут ответственность за безаварийное проследование поездов, установлены между станциями размещения ПТО.

Схема ПТО связана со схемой сортировочной станции. Используются следующие основные типы сортировочных станций:

- двухсторонние с отдельными парками приема, сортировочными, отправления и транзитными;
- двухсторонние с отдельными парками без транзитных парков;
- с совмещенными парками: сортировочным и отправления (отправление поездов производится из сортировочного парка);
- без отдельных парков.

На двухсторонних сортировочных станциях с отдельными парками обычно имеются два ПТО по системам парков: четной и нечетной (рис. 11.1)

На сортировочных станциях с совмещенными парками нет парков отправления. Сформированные поезда отправляют из сортировочного парка. Там же производится их техническое обслуживание.

На сортировочных станциях без отдельных парков специализированы пути прибытия, отправления и сортировочные. Техническое обслуживание вагонов производится на соответствующих путях.

На станциях, отправляющих поезда на несколько направлений, пути отправления специализируют по направлениям.

Для станций с совмещенными парками разработана система мероприятий по обеспечению техники безопасности для бригад, занятых техническим обслуживанием вагонов.

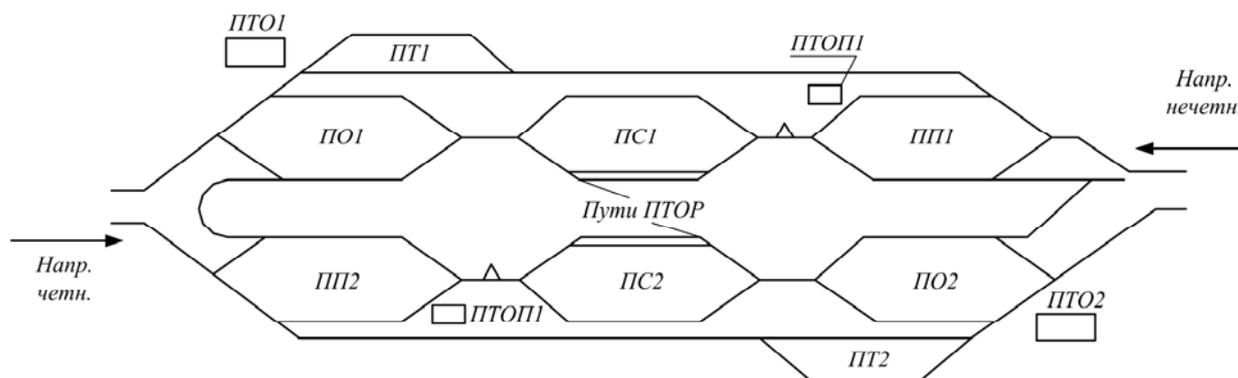


Рис. 11.1. Схема двухсторонней сортировочной станции  
Парки: ПП – прибытия; ПС – сортировочные; ПО –отправления;  
ПТ – транзитные;  
ПТОР – пути пункта текущего ремонта вагонов. Цифрой 1 обозначены  
парки нечетной системы, цифрой 2 – четной.  
ПТО1, ПТО2 –основные помещения ПТО нечетной и четной систем  
ПТОП1, ПТОП2- помещения ПТО в парках прибытия

На двухсторонних сортировочных станциях без транзитных парков транзитные поезда принимают на специализированные пути парка отправления, обычно на боковые. На электрофицированных направлениях эти пути оснащены контактным проводом, что необходимо учитывать при организации технического обслуживания вагонов.

Специализация путей в парках станции производится в техническо- распорядительном акте станции (ТРА), в местных инструкциях и технологических процессах.

Технология работ по техническому обслуживанию вагонов по прибытии, перед отправлением и в транзитных поездах одинакова, независимо от типа сортировочной станции и регламентирована типовым технологическим процессом технического обслуживания вагонов, [10] поэтому рассмотрена технология и организация технического обслуживания вагонов на примере двухсторонней сортировочной станции (см. рис. 11.1).

В каждом из парков прибытия и отправления работает отдельная бригада (иногда 2-3 бригады) со своим оператором, который руководит работой бригад. Один из осмотрщиков назначается старшим (не освобожденным) и координирует работу групп. На крупных ПТО работой смены в системе руководит сменный мастер.

В парке прибытия предусмотрено выполнение следующих операций:

- встреча прибывающего поезда и осмотр его на ходу для лучшего выявления некоторых неисправностей: ползуны на колесах, волочащиеся детали);
- осмотр вагонов для оценки технического состояния, выявления вагонов, требующих отцепочного ремонта, выявление и разметка мелом неисправностей, устраняемых безотцепочный ремонт;
- разрядка автотормозов.

В сортировочном парке работают 2-3 осмотрщика, в обязанности которых входит выявление повреждений вагонов при сортировке и контроль за неподходом (разницы по высоте) автосцепок соседних вагонов.

В парке отправления предусмотрено выполнение следующих операций:

- контрольный технический осмотр вагонов;
- текущий безотцепочный ремонт вагонов по разметке осмотрщиков парка прибытия по результатам контрольного осмотра;
- проверка действия, ремонт и полное опробование тормозов.

Если полное опробование тормозов производилось от станционной сети, то после прицепки поездного локомотива – сокращенное опробование;

- навешивание сигнального диска на хвостовой вагон.

Установку тормозных башмаков для предохранения от произвольного ухода состава вагонов и уборку их после прицепки локомотива осуществляют работники станции.

В процессе технического обслуживания вагонов используется много-групповой метод. Бригаду разделяют на группы (от двух до пяти), и каждая группа обрабатывает часть состава. В парках отправления и транзитных для технического обслуживания вагонов используют комплексные бригады с совмещением или без совмещения профессий осмотрщика вагонов и слесаря. В первом случае в состав бригады входят осмотрщики - ремонтники. Во втором – осмотрщики вагонов и слесари.

По вопросу о совмещении профессий осмотрщика вагонов и слесаря нет единого мнения. Считается, что организация работы с использованием осмотрщиков - ремонтников повышает производительность труда, однако, ухудшается качество обслуживания. Введение совмещенной профессии связано с использованием самоходных ремонтных установок.

Форма организации ТОВ зависит от перечня неисправностей, устраняемых безотцепочным ремонтом. Наблюдается тенденция сокращения объема безотцепочного ремонта.

Бригада в парке прибытия обычно состоит из двух – трех и более групп осмотрщиков, двух – трех слесарей по разрядке тормозов и работает по следующей схеме.

Дежурный по парку извещает оператора ПТО о подходе поездов, указывая время прибытия и номер пути. Оператор объявляет о подходе поезда по громкооповестительной связи. Осмотрщики вагонов выходят на пути приема, и каждая группа занимает свое место: первая у места остановки локомотива, последняя – у предельного столбика в хвосте состава. Осмотрщики осматривают вагоны в движении (на ходу) и в случае обнаружения неисправности через оператора сообщают другим группам номера неисправных вагонов. Головная группа узнает у машиниста о работе тормозов и замеченных в пути неисправностях. На некоторых ПТО выделяют специального осмотрщика вагонов для осмотра вагонов в прибывающих поездах на ходу в горловине парка прибытия.

После разъединения тормозных рукавов между локомотивом и первым вагоном и отхода локомотива оператор включает сигналы ограждения и объявляет об этом по громкооповестительной сети. Осмотр состава производится группами по два осмотрщика с обеих сторон состава. Целесообразно одновременное движение осмотрщиков с правой и с левой стороны. Взаимодействие осмотрщиков, в частности при осмотре автосцепных устройств и тормозов регламентируется местным технологическим процессом. Одновременно слесари по отпуску тормозов (по одному) проходят вдоль состава и выпускают воздух из тормозных цилиндров и запасных резервуаров. Выявленные неисправности размечают мелом в соответствии с местным технологическим процессом. На

вагонах, направляемых в отцепочный ремонт, наносят мелом разметку, куда подать вагон: ПТОР, перегруз, депо.

На эти вагоны выписывают уведомление формы ВУ-23 в двух экземплярах (в депо и в технологический центр), а также сообщают оператору ПТО для передачи на сортировочную горку о включении в сортировочный листок. По окончании осмотра осмотрщики каждой группы записывают в книги натурального осмотра формы ВУ-15 номера первого и последнего осмотренных вагонов, наносят на них свои условные пометки (номер группы) и сообщают эти номера и время окончания осмотра оператору ПТО для внесения в график. Получив сообщения об окончании осмотра от всех групп, оператор выключает централизованное ограждение, сообщает об этом по громкооповестительной связи и докладывает дежурному по парку или маневровому диспетчеру о готовности состава к роспуску с горки.

В обязанность осмотрщиков вагонов парка приема входит также съем сигнальных дисков с хвостового вагона прибывшего поезда с последующей их пересылкой в парк отправления.

В случаях, когда используется система АСУ ПТО, установлен иной порядок передачи данных о техническом состоянии вагонов. Подробно об АСУ ПТО изложено в главе 8.

В сортировочном парке осмотрщики вагонов контролируют скорости соударения вагонов (не более 5 км/ч), скорости наезда отцепов на башмак (не более 16 км/ч), разницу высоты сцепления автосцепок (не более 100 мм), выявляют вагоны, поврежденные при сортировке.

В случае неподхода автосцепки по высоте вагон следует переставить в другую часть состава. Если третья тормозная позиция оборудована тормозными башмаками, то возможно образование ползунов на колесах при торможении. Повреждения вагонов оформляют актом формы ВУ-25, а при необходимости отцепки вагона в ремонт оформляют уведомление на отцепку формы ВУ-23.

Бригада в парке отправления обычно состоит из двух-трех групп, включающих осмотрщиков – ремонтников, осмотрщиков по автотормозам (автоматчиков), слесарей по ремонту ходовых частей и рычажных передач, слесарей по ремонту пневматического оборудования. Бригада разделена на две части: по осмотру и ремонту вагонов, включая рычажные передачи тормозов, и по осмотру, ремонту и проверке действия тормозов. Один из осмотрщиков вагонов назначается старшим (неосвобожденным).

Перед передачей сформированного состава из сортировочного парка в парк отправления дежурный по станции извещает оператора ПТО, сообщая номер пути, количество вагонов в составе, номера головного и хвостового вагонов и время отправления поезда. Оператор ПТО записывает эти данные в журнал формы ВУ-14 и в настольном графике с указанием времени предъявления состава и по громкооповестительной связи дает указание бригаде приступить к работе. Осмотрщики-ремонтники (осмотрщики вагонов) выполняют контрольный осмотр, отмечают мелом вновь обнаруженные неисправности, затем вместе со слесарями участвуют в ремонте и проверяют качество выполненных ра-

бот. Осмотрщики и слесари по автотормозам продувают тормозные магистрали вагонов, соединяют рукава и проверяют техническое состояние тормозного оборудования, а затем производят полное опробование тормозов от стационарной магистрали с помощью автоматизированных устройств централизованного опробования. Одновременно выполняется ремонт пневматической части. Полное опробование тормозов может быть произведено с поездного локомотива. Если полное опробование производилось от стационарных устройств, то после прицепки локомотива производят сокращенное опробование тормозов. Для этой цели на крупных ПТО в парке отправления, со стороны сортировочного парка работает специальный осмотрщик. Особенности технического обслуживания тормозов подробно изложены в главе 13, а опробование тормозов с использованием автоматизированных устройств в главе 9.

Об окончании технического обслуживания вагонов каждая группа сообщает оператору ПТО с последующей росписью в книге формы ВУ-14. Оператор сообщает дежурному по станции о готовности поезда и снимает централизованное ограждение. На ПТО, где одновременно с техническим обслуживанием вагонов в поездах, готовят вагоны под погрузку, для этой цели выделяют специальную бригаду. На каждую группу подготовленных вагонов, отправляемых под погрузку на промежуточные станции, составляют натурный лист, который подписывают дежурный по станции и старший осмотрщик, и в котором указывают, под какой груз подготовлены вагоны.

Управляет оперативной работой ПТО парка отправления оператор, который ведет график работы смены.

В приемоотправочных парках прибывшие транзитные поезда осматривают на ходу и затем обрабатывают по такой же технологии, как в парке отправления. Нормы времени на техническое обслуживание установлены приказом начальника дороги.

Техническое оснащение парков прибытия включает стационарные сигналы ограждения путей, колонки переговорно-оповестительной связи, прожекторы (рис. 11.2).

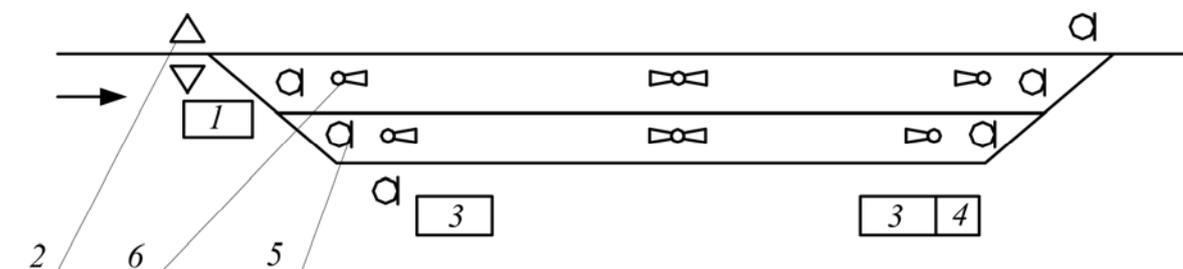


Рис. 11.2. Схема технического оснащения парка прибытия сортировочной станции

1 – помещение осмотрщика для осмотра прибывающих поездов;

2 – прожекторы; 3 – помещения для бригад; 4 – помещение оператора;  
 5 – сигналы ограждения; 6 – колонки переговорно-оповестительной связи

Разработаны, но не получили распространения устройства для автоматической разрядки автотормозов в прибывших поездах. Разрядка (выпуск воздуха из тормозных цилиндров и запасных резервуаров) производится вручную слесарями, специализирующимися на выполнении этой операции. В случае, если используется автоматическое устройство для разрядки тормозов, оно размещается в средней части парка.

Технические средства диагностирования: ДИСК-БКВ, УКСПС размещают на подходах к станции, на расстоянии около 3 км до входного светофора, для того, чтобы можно было перекрыть входной сигнал и обеспечить остановку поезда до входа на станцию. Если появляется сигнал «Тревога-2» в системе ДИСК-Б, КТСМ машинист локомотива не может применять экстренное торможение во избежание излома шейки оси в греющейся буксе.

Вторая группа технических средств диагностики размещается в горловине парка прибытия или в начале путей прибытия. Уральским отделением ВНИИЖТ разработано несколько устройств: система автоматического контроля механизма автосцепки от саморасцепа (САКМА); установка автоматического диагностирования упряжного устройства (АДУ). Подробные сведения о перечисленной аппаратуре приведены в главе 9. Информация от приемных устройств аппаратуры передается на регистратор в помещение оператора парка прибытия, который сообщает о неисправностях осмотрщикам вагонов по громкоговорящей связи или по радиосвязи.

Техническое оснащение парков отправления ПТО сортировочных и участковых станций приведено на рис. 11.3.

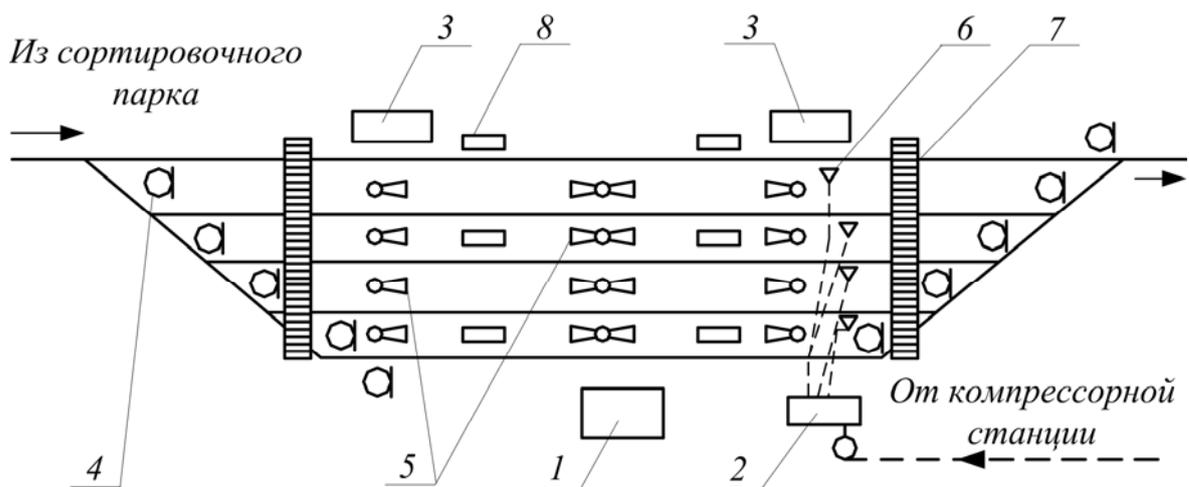


Рис. 11.3. Схема технического оснащения парка отправления сортировочной станции

Помещения: 1 – служебно-бытовые; 2 – оператора; 3 – обогрева и отдыха бригад.

Устройства: 4 – сигналы ограждения; 5 – колонки оповестительно-переговорной связи; 6 – колонки автоматизированной системы опробования тормозов; 7 – служебные переходы; 8 – стеллажи для хранения запасных частей вагонов

Согласно приказу МПС 28Ц-98 г. ПТО сортировочных и участковых станций должны быть оборудованы пешеходно-транспортными тоннелями. Транспортные и пешеходно-транспортные тоннели в парках отправления были построены в 60-70х гг. на ряде ПТО сортировочных станций. В дальнейшем строительство тоннелей прекратилось, а ранее построенные практически не используются. Причинами этого послужили:

- недостаточная ширина междупутий в парках отправления;
- большие затраты времени и труда на транспортировку запасных частей вагонов из депо к перевалочной площадке тоннеля, затем на специальных тележках по тоннелю с последующей перегрузкой на самоходные ремонтные установки, передвигающиеся по междупутьям парка.

Значительно проще, быстрее и дешевле перевозка запасных частей и материалов на автодрезине из депо непосредственно на пути парка отправления и разгрузка на междупутьях.

Узкоколейные дорожки по междупутьям парка отправления утратили значение после перевода вагонов на роликовые подшипники (в 95 – 96 гг.) и в настоящее время на большинстве ПТО демонтированы, т.к. мешали проходу осмотрщиков вагонов при обработке поезда.

Для ограждения составов вагонов в парке отправления используют централизованную систему с карликовыми светофорами. В соответствии с инструкцией по сигнализации на железных дорогах РФ сигналы ограждения подвижного состава на станционных путях должны устанавливаться на расстоянии 50 м от ограждаемого состава, а если расстояние от крайнего вагона до предельного столбика менее 50 м, то у предельного столбика.

Используется устройство централизованного ограждения составов МРЦ-14 по типовому проекту института «Трансигнальсвязь» № 501-0-89 или аналогичные. Схема централизованного ограждения поездов приведена на рис. 11.4.

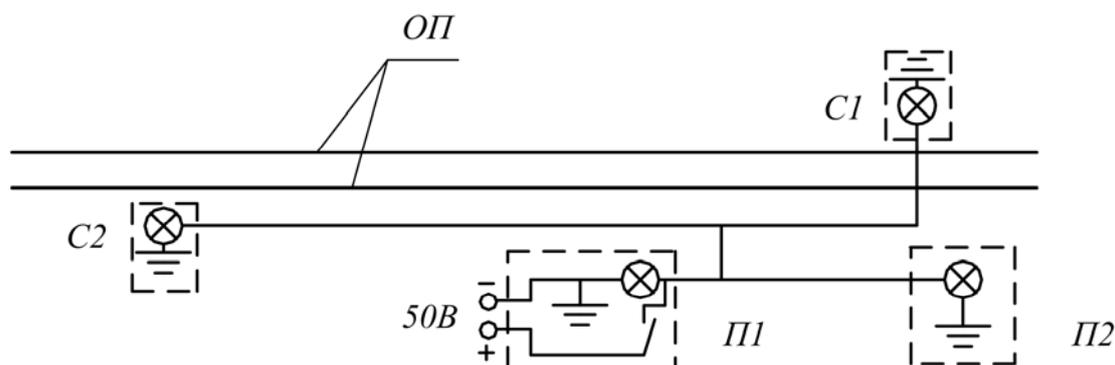


Рис. 11.4. Схема централизованного ограждения поездов  
ОП – ограждаемый путь; С1 и С2 – светофоры ограждения;  
П1, П2 – пульта: оператора ПТО и ДСП

Эти же системы централизованного ограждения поездов используют в парках прибытия. Кнопки включения и выключения сигналов по каждому пути находятся на пульте оператора.

Приведенная схема может быть дополнена звуковой сигнализацией, включающейся в случае проезда на запрещающий сигнал. На пультах оператора и ДСП установлены контрольные лампы.

На сигналах ограждения предусмотрена контрольная сигнализация в сторону огражденного состава, с указанием ремонтно–смотровым бригадам, включены или выключены сигналы ограждения.

В парках отправления и прибытия используется двухсторонняя парковая связь для переговоров ремонтно-смотровых бригад ПТО с оператором, оператора с дежурным по парку и с дежурным по станции. Для этого вида связи используют системы по типовому проекту института «Гипротрансвязь» (альбом ШП-46) или аналогичные.

Колонки оповестительно-переговорной связи, размещенные на междупутьях, включаются в общую систему парковой двухсторонней связи. Устройства связи позволяют оператору включаться или только для переговоров с персоналом, использующим колонки, или включать сеть парковых репродукторов для указаний, относящихся ко всем работающим в парке.

Широкое распространение для связи осмотрщиков вагонов с оператором ПТО получили носимые радиостанции. Используют радиостанции «Моторола», «Транспорт».

Для зарядки и опробования автотормозов в парках отправления используют автоматизированные системы. В настоящее время производится оборудование: УСОР (устройство опробования тормозов) по проекту ПКБ ЦВ; УЗОР-Р (устройство зарядки и опробования тормозов с регистрацией результатов) производство предприятия «Вагон-тормоз» (Екатеринбург). Подробное описание этих устройств приведено в главе 9.

Блоки управления (по количеству оборудованных путей) размещаются на столе оператора ПТО, исполнительные органы – в специальном неотопляемом помещении (рядом с помещением оператора), а на междупутья отправочных путей выведены колонки с концевым краном и рукавом для присоединения к поездной магистрали состава вагонов. Команды оператору ПТО осмотрщики–автоматчики передают через колонки двухсторонней связи или по радио.

Регламентом технической оснащённости производственных подразделений вагонного хозяйства [22] на пунктах технического обслуживания вагонов

предусмотрено оборудование: электросварочное, станочное, слесарно-механическое, транспортное, для зарядки аккумуляторных фонарей.

Это оборудование используют для ремонта мелких деталей вагонов, в основном для содержания технологического оснащения ПТО.

В парках приема, отправления и транзитных имеются служебно-бытовые помещения, помещения операторов ПТО, помещения отдыха и обогрева бригад, а в парках отправления и транзитных – мастерские, инструментальные отделения, включая помещения для зарядки аккумуляторов фонарей и носимых радиостанций. Должны быть предусмотрены помещения для приема пищи, гардеробные, сушилки, души, туалеты. Поперек парков, обычно в горловинах, устраивают служебные переходы с твердым покрытием.

Парки приема, отправления и транзитные оснащены оборудованием для технического обслуживания вагонов. Устройства вагонного хозяйства в парках каждой системы входят в один пункт: нечетный или четный, т.к. связаны общей технологией работы сортировочной станции.

Работой ПТО в каждой системе сортировочной станции руководит начальник ПТО, а работой смены в парках отправления – сменный мастер. Работой ремонтно-смотровой бригады в парках прибытия, отправления и транзитных руководит старший осмотрщик (не освобожденный). В состав ПТО включают пункт подготовки вагонов к перевозкам, пункт текущего ремонта вагонов и специализированные пути, размещенные в сортировочных парках. Подробные сведения об организации текущего отцепочного ремонта приведены в разделе 11.6.

Организация производственного процесса технического обслуживания вагонов предусматривается НТД в двух вариантах:

- без совмещения профессий осмотрщика вагонов и слесаря;
- с совмещением профессий осмотрщика и слесаря (название профессии – осмотрщик-ремонтник).

Расчет количества рабочих выполняется по типовым нормам оперативного времени и нормативам численности работников на ПТО грузовых вагонов, утверждены ЦВ. В этих нормативах приведены тарифные разряды работы (от 3 до 6) и явочная (технологическая) численность рабочих в зависимости от количества поездов, обрабатываемых за смену. Так, например, для парка прибытия при обработке 20 поездов в смену (12 ч) предусмотрено: осмотрщиков вагонов – 6,22, слесарей по ремонту подвижного состава – 1,2, операторов – 1. В парке отправления для 20 поездов в смену:

- осмотрщиков вагонов – 8,42;
- слесарей по ремонту подвижного состава – 6,42, в том числе: по ремонту ходовых частей и кузова – 1,8 и по ремонту пневматического оборудования и рычажной передачи – 4,62;
- операторов – 1.

Используются поправочные коэффициенты:

- без применения самоходных машин в парке отправления,  $K_1 = 1,14$ ;

на среднюю длину поезда (55 вагонов в составе –  $K_2 = 1$ ; 70 вагонов –  $K_2 = 1,27$ ; 50 вагонов,  $K_2 = 0,91$ ; 40 вагонов –  $K_2 = 0,73$ );

- на длину гарантийного участка ПТО (до 100 км –  $K_3 = 0,6$ ; до 200 км –  $K_3 = 1,1$ ; 200–400 км –  $K_3 = 1$ ; свыше 600 км – 1,15).

Явочное количество рабочих с учетом поправочных коэффициентов

$$R_{оя} = R_p \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (11.1)$$

где  $R_p$  – расчетное количество рабочих по типовым нормам (из таблиц).

Общая явочная (технологическая) численность рабочих ПТО при круглосуточной работе без выходных дней определяется по формуле

$$R_{оя} = R_{ся} \cdot n_c, \quad (11.2)$$

где  $R_{ся}$  – явочное расчетное количество рабочих в смене;

$n_c$  – расчетное количество составов смены (количество комплексных сменных бригад).

При круглосуточной работе по нормам рабочих часов  $n_c = 4,2$ .

Списочное количество рабочих определяется по формуле

$$R_{ок} = R_{оя} \cdot K_4, \quad (11.3)$$

где  $K_4$  – коэффициент замещения явочных рабочих.

Величина  $K_3$  определяется в соответствии с действующим законодательством. Для расчетов  $K_3 = 1,1 - 1,12$ .

Система материально-технического обеспечения ПТО зависит от схемы разделения ремонтно-эксплуатационных депо на ремонтные и эксплуатационные и связана с тем, какое депо будет выполнять текущий отцепочный ремонт. Нормы расхода материалов и запасных частей традиционно определялись на текущий (отцепочный) ремонт вагонов по выполненному пробегу вагонов в пределах участков обслуживания депо. В случае использования варианта выполнения текущего ремонта ремонтными депо материалы и запасные части вагонов необходимо передавать эксплуатационным депо для обеспечения текущего безотцепочного ремонта и на подготовку вагонов к перевозкам без отцепки.

Расчет потребного количества запасных частей и материалов производится по методике департамента вагонного хозяйства в соответствии с нормами расхода на плановый и текущий ремонты грузовых вагонов. Расчет (в штуках или килограммах) по каждому наименованию производится по формуле

$$M_i = m_{pj} \sum_{j=1}^k n_j l_j, \quad (11.4)$$

где  $m_{pj}$  – норма расхода запасных частей и материалов на 1 миллион вагоно-километров пробега вагонов по участкам обслуживания депо;

$\sum_{j=1}^k n_j l_j$  – количество вагоно-километров за период времени, на который

определяется потребность;

$n_j$  – количество вагонов, проследовавших через обслуживаемый  $j$ -й участок;

$l_j$  – протяженность  $j$ -го участка;

$k$  – количество участков, на которых рассчитывается пробег.

Между ремонтными и эксплуатационными депо должен быть разделен страховой запас и определен неснижаемый запас материалов и запасных частей для ПТО участковых станций, пунктов подготовки вагонов к перевозкам и пунктов опробования тормозов, выполняющих работы по техническому обслуживанию вагонов по перечню работ ПТО.

### **11.3. Организация работы пунктов опробования тормозов, пунктов технической передачи вагонов, контрольных постов, пунктов технического обслуживания межгосударственных передаточных станций**

Пункты опробования тормозов (ПОТ) в соответствии с нормативно-технической документацией ОАО «РЖД» [25] предназначены для полного опробования автоматических тормозов на станциях, где нет ПТО и производится смена локомотивов, на участках обращения локомотивов, более 600 км на одной из станций, а также перед затяжными спусками крутизной, 0,018 и более, с выдержкой в заторможенном состоянии в течение 10 мин. Методика определения затяжных спусков приведена в главе 13.

Как уже упоминалось, в 90-х гг. в категорию ПОТ переведен ряд пунктов технического обслуживания вагонов на участковых и сортировочных станциях. Это связано с существенным уменьшением перевозок. На этих станциях производятся операции по формированию поездов, пропуску транзитных поездов с остановкой, погрузка вагонов и развозка с этих станций вагонов на промежуточные станции для выгрузки и погрузки. Поэтому ПОТ на таких станциях вынужден выполнять следующие виды работ:

- техническое обслуживание вагонов в поездах своего формирования;
- техническое обслуживание вагонов в сборных участковых поездах;

- подготовку вагонов к перевозкам;
- текущий отцепочный ремонт вагонов;
- техническое обслуживание вагонов в пассажирских поездах, имеющих остановку на станции;
- смену колесных пар в пассажирских поездах в случае необходимости;
- при наличии аппаратуры автоматического контроля технического состояния вагонов на ходу поезда проверять техническое состояние вагонов в поездах, остановленных по показаниям этой аппаратуры;
- контроль за сохранностью вагонного парка и оформление документов при повреждении вагонов.

Организация работы на этих пунктах осложнена малым объемом работ по перечисленным видам. Например, количество поездов своего формирования на некоторых станциях 1 – 2 в сутки, подготовка вагонов к перевозкам 3 – 5 в сутки (в том числе под сдвоенные операции), количество транзитных поездов с остановкой 5 – 10 в сутки. Отцепка вагонов в текущий ремонт и остановки поездов по показаниям автоматической аппаратуры контроля технического состояния вагонов являются редкими событиями, например 1 – 5 случаев в течение года. Смена колесных пар у пассажирских вагонов является чрезвычайно редким событием.

Перечисленные операции требуют больших трудозатрат и должны выполняться несколькими рабочими. Поэтому методика расчета количества осмотрщиков-ремонтников и слесарей по ремонту подвижного состава должна быть индивидуальной, т.е. для каждого конкретного пункта в зависимости от характера и объема выполняемых работ.

На ПОТ, выполняющих только опробование автотормозов на станциях смены локомотивных бригад, и на ПОТ, размещаемых на станциях, где производится смена локомотивов, и станциях, предшествующих перегонам с затяжным спуском, расчет явочной (технологической) численности рабочих производится по типовым нормам оперативного времени и нормативам численности работников на ПТО грузовых вагонов, утвержденных ЦВ в 1997 г.

Предусмотрена профессия осмотрщиков-ремонтников, количество которых на пункте определяется в зависимости от количества обслуживаемых поездов в течении смены.

На ПОТ предусматривается запас некоторых деталей автотормозов для производства текущего безотцепочного ремонта вагонов (тормозные колодки, тормозные башмаки, чеки тормозных колодок, соединительные рукава, концевые краны и т.д.).

Работой бригады руководит старший осмотрщик вагонов (не освобожденный). Технология работы ПОТ по техническому обслуживанию вагонов регламентируется местным технологическим процессом и ТРА станции.

Дежурный по станции уведомляет старшего осмотрщика о времени прибытия и отправления поездов с записью в книгу ВУ-14. Осмотрщики-ремонтники встречают поезд, осматривают на ходу, а после остановки ограждают с хвоста и производят осмотр вагонов и полную пробу тормозов от локо-

мотива. На вагоны, требующие отцепочного ремонта, выдают уведомления на отцепку формы ВУ-23. Выполняется мелкий безотцепочный ремонт. По окончании опробования тормозов оформляется справка о тормозах формы ВУ-45. Время на техническое обслуживание состава устанавливается местным технологическим процессом.

Пункты технической передачи вагонов (ПТП) организуют на подъездных путях грузополучателей и грузоотправителей (на станциях примыкания подъездных путей). Основное назначение ПТП контроль за техническим состоянием вагонов после выгрузки или погрузки и оформление претензий к виновным в повреждении вагонов.

По объему работы ПТП разделяют на четыре категории: 1 – передача более 1000 вагонов в сутки; 2 – от 501 до 1000; 3 – от 301 до 500; 4 – от 50 до 300. Осмотр вагонов производится бригадами осмотрщиков и специально выделенными владельцем подъездного пути работниками.

Все вагоны, передаваемые на подъездные пути и обратно, предъявляет к осмотру дежурный по станции с записью в книгу формы ВУ-14. Осмотр вагонов может производиться с одной или с обеих сторон вагона осмотрщиками дороги и владельца подъездного пути одновременно. Проверяют техническое состояние деталей, узлов и в целом вагонов. Грузовые вагоны проверяют внешним осмотром, а порожние – осмотром кузова внутри.

При возвращении вагонов с подъездных путей на станцию примыкания особенно тщательно должны быть проверены узлы и детали, наиболее часто подвергающиеся повреждениям.

Не принимаются обратно вагоны, не очищенные от остатков груза. Результаты осмотра передаваемых на подъездные пути вагонов и принимаемых обратно осмотрщики сдающей и принимающей сторон заносят в книги формы ВУ-15 и сверяют.

На поврежденные вагоны составляют акт формы ВУ-25, являющийся основанием для предъявления штрафа предприятию.

На вагоны, требующие отцепочного ремонта, составляется уведомление об отцепке формы ВУ-23. Численный состав бригад ПТП определяют в зависимости от объема работы по нормативам ЦВ. Для ПТП, передающих вагоны на подъездные пути и принимающие их обратно: 1000 и более вагонов в сутки – 8 осмотрщиков-ремонтников; от 501 до 1000 вагонов – 6; от 301 до 500 вагонов – 4 осмотрщика.

При небольшом объеме передачи работа ПТП может быть организована в одну смену (12 ч) в сутки.

Организация работы ПТП регламентируется технологическим процессом, общим для станции передачи, для предприятия и ПТП. Время на передачу вагонов устанавливается по договору предприятия с железной дорогой.

Контрольные посты (КП) предназначены для выявления на ходу поезда вагонов с неисправностями, угрожающими безопасности движения: перегревшихся букс, ползунов на колесах, волочащихся деталей, излома боковин и над-

рессорных балок тележек и т.д. Посты размещают на промежуточных станциях участков с интенсивным движением поездов через 25 – 35 км пути.

Техническое обслуживание – двухсторонний осмотр вагонов в проходящих поездах, поиск и осмотр вагонов, показанных техническими средствами диагностики, производится бригадой. Состав бригады: два или четыре осмотрщика-ремонтника при размерах движения до 170 поездов в смену или более 170, соответственно. Если пост оборудован ТСД, то бригада дополняется оператором.

Получили широкое распространение автоматизированные системы контроля подвижного состава (АСКПС), объединяющие несколько линейных постов безопасности с центральным постом (ЦП) в отделении дороги и в центре управления перевозками (ЦУП) дороги. Используется, в основном, автоматическая аппаратура теплового контроля букс: ДИСК-Б, ДИСК2-Б, КТСМ-1, КТСМ-2. Если участок обслуживания оборудован АСКПС на линейных постах (КП) нет осмотрщиков вагонов и операторов. Осмотр букс, показанных аппаратурой, в этом случае выполняет локомотивная бригада. Оператор ЦП сообщает оператору парка прибытия ПТО сортировочной станции, куда прибывает поезд, номер поезда и порядковый номер вагона, у которого аппаратурой была выявлена букса с нагревом, для проверки осмотрщиками парка прибытия.

Схема АСКПС и характеристики системы рассмотрены в главе 9.

Некоторые пункты технического обслуживания вагонов к настоящему времени переведены в категорию КП. Причиной такого изменения послужило существенное уменьшение размеров движения на отдельных участках железных дорог.

В результате сократился объем работ по техническому обслуживанию вагонов. Станции, на которых размещены такие КП, по сути остаются сортировочными.

На работников КП возложены обязанности технического обслуживания вагонов в поездах своего формирования и транзитных; подготовка вагонов к перевозкам, текущий отцепочный ремонт вагонов, проверка технического состояния вагонов в поездах, остановленных по показаниям автоматической системы контроля подвижного состава.

Работники КП выполняют техническое обслуживание вагонов в пассажирских поездах, имеющих остановку на станции.

Контрольные посты оснащены оборудованием для смены колесных пар, деталей тележек и автосцепного устройства вагонов. Количество работников КП определяют в соответствии с заданным объемом работ по ТОВ.

В связи с большим количеством сходов порожних вагонов с высоким центром тяжести в 2002 г. были организованы временные обследования для выявления вагонов с «отрицательной динамикой» - колебаниям кузова по типу боковой качки.

По результатам обследования изменены нормы при выпуске вагонов из капитального, деповского и текущего ремонта.

Так называемые посты безопасности широко использовались в 70-80гг. на грузонапряженных направлениях дорог. Цель организации таких постов – привлечение работников службы перевозок и службы пути для контроля технического состояния вагонов в проходящих поездах. Дежурные по станции, дежурные по переездам, охрана искусственных сооружений в соответствии с местной инструкцией отделения дороги должны наблюдать за проходящими поездами и, если будут замечены обнаружения неисправности вагона (ползун на колесе, сход, излом несущих деталей тележки, перегрев букс, развал груза) сообщать по радио машинисту проходящего поезда.

Пункты технического обслуживания межгосударственных передаточных станций предназначены для контроля технического состояния и безотцепочного ремонта вагонов в поездах, передаваемых за государственную границу и прибывающих из-за границы. В пункте работают осмотрщики-ремонтники вагонов по осмотру и ремонту ходовых частей, кузова и осмотрщики-ремонтники по осмотру и ремонту пневматического оборудования и рычажных передач. Организация работ по техническому обслуживанию вагонов регламентирована местным технологическим процессом. Оперативное время установлено типовыми нормами:

- для осмотрщиков-ремонтников ходовых частей и кузова: прием 2,78 чел.-ч; сдача – 3,11 чел.-ч;

- для осмотрщиков-ремонтников тормозного оборудования; прием – 2,75 чел.-ч; сдача – 3,98 чел.-ч.

Передача вагонов оформляется передаточной ведомостью.

На пунктах передачи вагонов в страны с шириной колеи 1435 мм осмотрщики вагонов должны проверить габарит вагона (по знаку условного обозначения габарита на кузове вагона).

Подготовка вагонов для отправки в страны с шириной колеи 1435 мм производится на перестановочных пунктах, где под вагоны подкатывают заранее подготовленные тележки с колесными парами для колеи шириной 1435мм. Существующие тележки грузовых вагонов ОАО «РЖД» приспособлены для перестановки на колею шириной 1435 мм. Для отправки вагонов в Китай в зеве автосцепок СА-3 устанавливают переходные приспособления, наружные контуры которых повторяют контуры зацепления китайских автосцепок.

У пассажирских вагонов, следующих на дороги КНР и КНДР, поглощающие аппараты ставят ниже, чем обычно (имеются вагоны, конструкция которых позволяет это сделать), а вместо типовых автосцепок ставят специальные, у которых хвостовик соответствует СА-3, а голова и механизм – китайским автосцепкам.

#### **11.4. Техническое обслуживание контейнеров**

Парк универсальных контейнеров ОАО «РЖД» приписан к дорогам и находится на их балансе. Все контейнеры, находящиеся в данный момент на до-

роге, составляют наличный парк, включая контейнеры – собственность предприятий. Наличный парк включает рабочий, резервный, нерабочий (в ремонте и на обменных пунктах). Некоторые крупные предприятия имеют обменный парк контейнеров, являющихся их собственностью, а также получают контейнеры со станций в вагонах на подъездные пути (на обменные пункты).

Техническое обслуживание контейнеров производят на пунктах технического обслуживания и текущего ремонта (непланового) контейнеров, размещающихся на контейнерных терминалах и контейнерных площадках. Контейнеры подвергают техническому осмотру перед погрузкой и после выгрузки с платформ, перед отправкой на склады грузополучателя и грузоотправителя, а также после возвращения со складов на контейнерные терминалы (площадки). Техническое обслуживание вагонов для перевозки контейнеров (специальных платформ) производят на путях контейнерных площадок, а для текущего отцепочного ремонта выписывают уведомление на отцепку и направляют в пункт текущего ремонта вагонов.

Примерная схема пункта технического обслуживания контейнеров приведена на рис. 11.5.

Недостатком в организации работы ПТО контейнеров на терминалах и контейнерных площадках является удаленность контейнерного терминала от пункта текущего отцепочного ремонта вагонов. Транспортировка платформ для перевозки контейнеров в текущий ремонт и обратно отнимает много времени. В результате существенно увеличивается простой платформ в ремонте, что усложняет работу станции и контейнерного терминала.

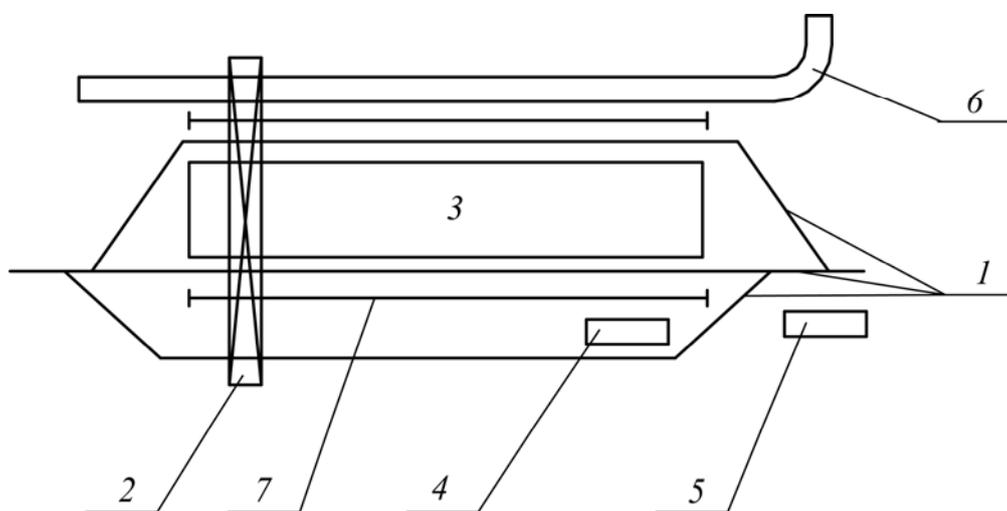


Рис. 11.5. Схема размещения ПТО контейнеров на терминале  
1 – пути терминала; 2 – козловый кран; 3 – площадка для контейнеров; 4 – площадка текущего непланового ремонта контейнеров; 5 – служебные помещения и ремонтные отделения ПТО (слесарно-механическое, столярное, сварочное); 6 – автомобильная

дорога; 7 – путь козлового крана

Техническое оснащение ПТО: керосинорезы или газорезательные аппараты; сварочные аппараты; домкраты и струбцины для правки погнутых элементов контейнеров, электроножницы, сверлильный станок, ручной электрифицированный инструмент. Контейнеры подают на площадку текущего ремонта козловым краном.

В штат ПТО входят осмотрщики и слесари. Руководят работой мастер и бригадиры.

Перед подачей под погрузку контейнеры осматривают снаружи и внутри осмотрщики ПТО. О пригодности контейнера под погрузку осмотрщик ставит штамп: на дубликате наряда формы КЭУ-4, если осуществляется вывоз автотранспортом станции, в корешке наряда формы КЭУ-16 если вывоз производится транспортом грузоотправителя. На порожние контейнеры, отправляемые в порядке регулировки, штамп ставят на дорожной ведомости.

Контейнеры подлежат текущему ремонту при выявлении пробоин, разрушения сварных швов, обрыва фитингов и рымов, излома пола, изгиба или излома каркаса двери и дверных стоек, обрыва дверных петель, неисправности замка. Контейнеры, находящиеся в текущем ремонте, переводят в нерабочий парк. Осмотрщики используют книги натурального осмотра формы ВУ-15к. Ведется учет контейнеров, отремонтированных текущим ремонтом, в журнале формы ВУ-31К.

Если будут выявлены повреждения контейнера осмотрщик составляет акт формы ВУ-16К для предъявления претензий.

### **11.5. Организация текущего отцепочного ремонта вагонов**

В соответствии с ГОСТ 18322-78 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения» различают плановый и неплановый текущий виды ремонта. Виды текущего ремонта вагонов, установленные нормативно-технической документацией: ТР-1 и ТР-2 являются неплановыми (восстановление после отказа). В практике ТО вагонов используют текущий безотцепочный ремонт в составах поездов и при подготовке к перевозкам, когда ремонт выполняют за время, установленное для ТО. Перечень неисправностей, устраняемых безотцепочным ремонтом, является условным и в историческом плане постоянно изменяется (этот перечень приведен в типовом технологическом процессе ТО грузовых вагонов) [10].

Для производства текущего отцепочного ремонта вагон перечисляют в нерабочий парк (выдают уведомление на отцепку формы ВУ-23). Ремонт следует производить на специально оборудованных путях с обеспечением безопасных условий труда и механизации. Поэтому на сортировочных и участковых станциях оборудуют специальные пункты текущего отцепочного ремонта (ПТОР): механизированные (МПРВ) на путях сортировочного парка, на спе-

специализированных путях или в тупиках, а на небольших сортировочных станциях – в депо, в виде участка текущего ремонта. В пунктах, производящих подготовку вагонов к перевозкам, предусмотрены специальные участки ТР-1.

Отцепка вагона на промежуточных станциях, не имеющих путей, оборудованных для ремонта вагонов, ремонт с подъемкой, например, для смены колесной пары, превращается в сложную проблему. Ремонт производит специальная бригада, выезжающая на автодрезине с краном. На автодрезину грузят колесные пары, домкраты и необходимые приспособления и инструменты.

На крупных сортировочных станциях практикуют выделение специализированных путей в сортировочном парке, в основном для работ по ремонту автосцепного оборудования (смена корпусов, механизма и расцепного привода). На этих же путях можно производить замену триангелей, башмаков и другие работы, не требующие подъемки вагонов. Использование специализированных путей позволяет существенно сократить простой вагонов в ремонте, а также расширить перечень неисправностей, устраняемых текущим ремонтом. Количество вагонов, требующих подачи на специализированный путь, составляет до 20-30% общего поступления в ТР-2.

Схема пункта текущего отцепочного ремонта приведена на рис. 11.6.

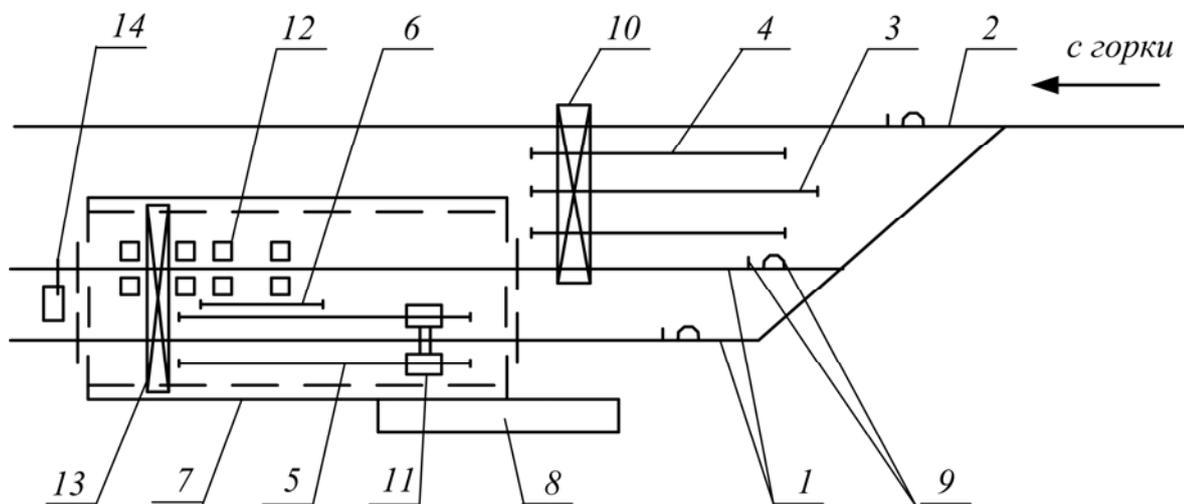


Рис. 11.6. Схема пункта текущего отцепочного ремонта вагонов на крупной сортировочной станции

Пути: 1 – ремонтные; 2 – специализированный; 3 – хранения колесных пар тележек; 4 – козловый кран; 5 – вагоноремонтной машины; 6 – ремонта тележек.

Сооружения: 7 – крытое помещение для ремонта вагонов (ангар); 8 – ремонтные отделения и служебно-бытовые помещения.

Оборудование: 9 – запорный брус и сбрасывающий башмак;

10 – козловый кран; 11 – вагоноремонтная машина; 12 – домкраты;

13 – мостовой кран; 14 – тяговая станция конвейера

Вагоны перемещают через пункт в одном направлении. Поступающие через сортировочную горку вагоны накапливают на участках путей перед запорными брусками. Продвижение вагонов через ангар производят с помощью канатного конвейера. Со стороны, противоположной горке, работает маневровый мотовоз. Пути ПТОР следует специализировать: один для подъемки вагонов, второй – для ремонта кузовов.

Участок текущего ремонта вагонов на территории ремонтного депо обычно размещают перед помещением сборочного участка рис. 11.7.

В некоторых депо для обслуживания участка текущего ремонта используют мостовой кран на колоннах. Подача и уборка вагонов осуществляется маневровым локомотивом.

Простой вагонов в текущем ремонте нормирован. Остаток вагонов в ремонте (на конец отчетных суток) нормирован. Ремонт выполняет бригада под руководством мастера или бригадира. Численный состав бригады определяют в зависимости от объема работ.

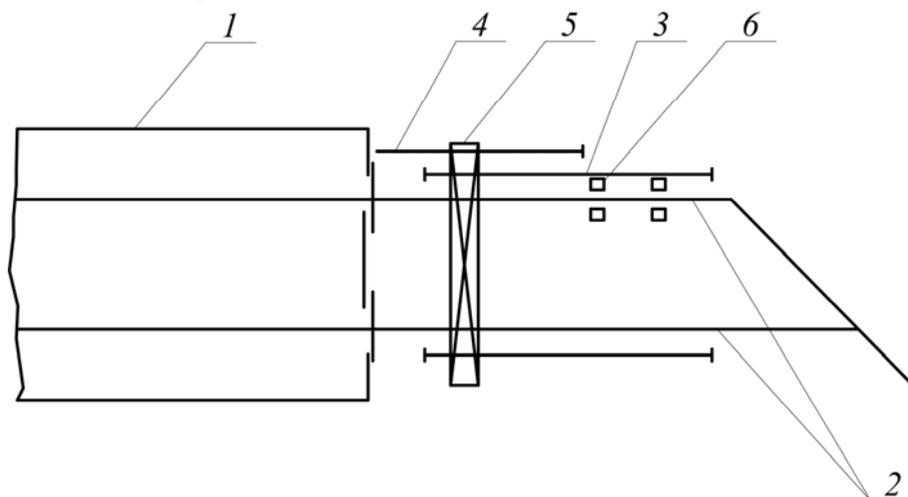


Рис. 11.7. Схема размещения пункта текущего отцепочного ремонта в вагонном депо

1 – здание участка планового ремонта вагонов; 2 – пути, используемые для текущего ремонта; 3 – пути козлового крана; 4 – путь для подачи и уборки колесных пар; 5 – козловый кран; 6 – домкраты

Технологией текущего ремонта предусмотрено устранение всех неисправностей вагона, а не только неисправности, по которой был отцеплен вагон. Приемку вагонов из ремонта производят мастер, бригадир, а там, где предусмотрено – приемщик вагонов. На отремонтированные вагоны выдают станции (технологическому центру) и диспетчеру депо уведомление об окончании ремонта формы ВУ-36, на основании которого их снимают с учета неисправных и

перечисляют в рабочий парк. На торцевых стенах или концевых балках наносят трафарет о текущем ремонте (дата, условный номер депо).

Работа ПТОР регламентирована технологическим процессом текущего отцепочного ремонта вагонов, а также – технологическим процессом станции и ТРА станции.

Оборудование пункта и специализированных путей должно соответствовать регламенту технической оснащенности производственных подразделений вагонного хозяйства [22]. Перечень основного оборудования ПТОР и специализированных путей ремонта вагонов приведен также в приложениях к приказу 28Ц-98 г. и в приложениях положения об аттестации пунктов технического обслуживания вагонов (ЦВ-639-99 г.)

В соответствии с перечисленной документацией пути текущего отцепочного ремонта вагонов должны иметь производственные участки:

- слесарно-механический;
- электрогазосварочный;
- столярный.

Для размещения производственных участков, а также – для текущего ремонта вагонов с подъемкой предусмотрены специальные помещения и крытый ангар или специализированная площадка.

Для оснащения производственных участков предусмотрены станки:

- колесотокарный;
- токарный по металлу;
- сверлильный;
- круглопильные для продольной и поперечной распиловки пиломатериалов.

Ангар или специализированная площадка для подъемки вагонов должны быть оборудованы:

- электродомкратами для подъемки вагонов;
- электролебедками или другими транспортными средствами для передвижки вагонов;
- передвижными (самоходными) вагоноремонтными машинами;
- козловыми кранами или кранбалками для транспортировки колесных пар;
- электросварочными линиями;
- комплектами электрофицированного или пневматического слесарного и столярного инструмента;
- транспортными вагоноремонтными установками вдоль специализированных путей для ремонта вагонов.

Пункты текущего отцепочного ремонта вагонов должны иметь:

- производственно-бытовые помещения с отоплением, водоснабжением и канализацией;
- компрессорную или систему обеспечения сжатым воздухом из компрессорной сортировочной станции или депо;
- общее освещение вдоль ремонтных путей;

- транспортные проезды с твердым покрытием;
- тупики для колесных пар;
- систему ограждения ремонтных путей;
- устройства технологической связи с оператором сортировочной горки, с технологическим центром станции и с диспетчером депо;
- кладовые.

Инфраструктура ПТОР в общем должна быть достаточно развитой и сложной.

Если ПТОР размещен на путях ремонтного вагонного депо, ремонтные позиции текущего ремонта вагонов находятся на ремонтных путях перед вагоноборочным участком депо или на путях, параллельных главному производственному корпусу депо. Инфраструктура, относящаяся к ПТОР, снабжение запасными частями, маневровые передвижения вагонов, технологическое оборудование входят в систему хозяйства депо.

Приемку вагонов при выпуске их из текущего ремонта осуществляют приемщики вагонов.

Система учета отремонтированных вагонов включает в себя ведение журнала формы ВУ-31, на основании которого определяется собственник вагонов, расход запасных частей, а также простой вагонов в ремонте.

Нормы трудозатрат на текущий отцепочный ремонт определяют в зависимости от местных условий отделы труда депо, корректируя общие нормы, установленные департаментом вагонного хозяйства.

Сообщения о текущем отцепочном ремонте передаются по каналам связи в ГВЦ ОАО «РЖД» для учета по каждому вагону.

### **11.6. Мероприятия по обеспечению безопасности движения и сохранности вагонов**

Одной из основных требуемых (заданных) функций вагона является обеспечение безопасности движения (часть 1, разд. 4.1.). Из-за нарушений безопасности движения создается угроза жизни и здоровью людей, наносится значительный материальный ущерб, утрачиваются грузы, выводится из строя дорогостоящая техника. По количеству нарушений безопасности движения вагонное хозяйство в 2002-2003 гг. занимало первое место (второе – локомотивное хозяйство, третье – путевое хозяйство).

Нарушения безопасности движения в вагонном хозяйстве являются, в основном, следствиями отказов вагонов. В свою очередь отказы происходят из-за нарушений существующих правил и технологии технического обслуживания и ремонта вагонов, иногда из-за несовершенства способов ТО и ремонта, несовершенства нормативно-технической документации. Большое количество случаев нарушений, прямо или косвенно, связано с недостатками конструкции вагонов – использованием технических решений, не соответствующих требованиям эксплуатации, по принципам устройства, форме и материалу элементов. В

качестве примера можно привести тележку ЦНИИ-Х-3 (модель 18-100). Кузов вагона опирается на эти тележки в двух точках, через подпятники, т.е. представляет неустойчивую механическую систему, которая при скорости движения свыше 25-30 км/ч подвержена автоколебаниям – боковой качке с периодической опорой на скользуны.

Фрикционные гасители колебаний тележки имеют неудовлетворительную характеристику и при скорости до 55-60 км/ч не работают, т.е. кузов вагона жестко опирается на боковые рамы тележки, т.к. фрикционные клинья заклиниваются между надрессорной балкой и боковой рамой тележки. Боковые рамы тележки слабо связаны и при движении происходит их забегание (обгон). Литые боковые рамы и надрессорная балка вследствие неизбежных при отливке нарушений сплошности металла и концентраторов напряжений на поверхностях склонны к образованию усталостных повреждений. Детали тележек не приспособлены к контролю (недостаточная контролепригодность) техническими средствами диагностики.

Часть нарушений связана с несовершенством способов контроля технического состояния вагонов, в особенности – ходовых частей.

При техническом обслуживании и в процессе текущего ремонта используют примитивные органолептические методы. Основной вид контроля – визуальный, т.е. – осмотр и простейшие измерения. Время на техническое обслуживание вагонов при подготовке к перевозкам и в поездах ограничено, а осмотр производят в тяжелых и опасных условиях.

Существует проблема выявления дефектов, которые в настоящее время невозможно контролировать визуально. Для их выявления в процессе технического обслуживания вагонов не имеется технических средств диагностирования. К этим дефектам относятся трещины усталостного происхождения или от нагрузок, превышающих расчетные, износы в труднодоступных для контроля местах, изменение свойств смазки в буксовых узлах.

Выявление таких дефектов в настоящее время производится в процессе планового ремонта вагонов с разборкой, но даже в таких условиях представляет сложность. Решение проблемы связано с определением времени от начала образования дефекта до разрушения детали или до ее предельного состояния, т.е. так называемой живучести детали. Вопросы живучести деталей вагонов до сих пор исследованы недостаточно.

Практика показывает, что в современных условиях эксплуатации существующих типов вагонов, сложившейся технической базе их ремонта и технического обслуживания в случае правильной подборки и хорошего обучения персонала при добросовестном отношении к выполняемой работе (соблюдение правил и инструкций) возможно обеспечение безаварийной работы вагонов. Должно быть соответствие требований к плановому ремонту и к техническому обслуживанию ответственных частей вагонов. После деповского (планово-профилактического) ремонта вагона должна быть гарантирована безотказная работа ответственных частей в нормальных условиях эксплуатации до следующего планового ремонта. Задачей технического обслуживания является смена

отдельных быстро изнашиваемых деталей (тормозных колодок), регулировка, крепление, проверка действий и выявление повреждений, возникших в результате действия непредусмотренных нагрузок, т.е. нарушения условий эксплуатации вагонов. К таким нарушениям относятся воздействия механизмов для погрузки и выгрузки вагонов (автопогрузчиков, грейферных кранов, вагоноопрокидывателей, тепляков-размораживателей и т.д.); нарушения правил погрузки (перегруз, падение больших масс груза с большой высоты, неравномерная загрузка), соударения вагонов при маневрах со скоростью более 6 км/ч; неплавное движение поезда (продольные соударения, рывки и пр.). Проявления усталости металла и износов должны выявлять в основном при планово-предупредительном ремонте.

Изменилась организация технического обслуживания буксового узла после перевода вагонов на роликовые подшипники. Буксы недоступны для визуального контроля, поэтому их безотказность обеспечивают в процессе полной и промежуточной ревизии при плановом ремонте вагонов. Нормативно-технической документацией не предусмотрен ремонт и ревизия букс без отцепки вагона в текущий ремонт (ТР1 и ТР2). Правилами технического обслуживания вагонов разрешается открывать только смотровую крышку буксы.

Основой обеспечения безопасности движения на железных дорогах в соответствии с приказом МПС № 1Ц от 8 января 1994 г. является система профилактических мер. Эти меры включают:

- укомплектование кадров в соответствии с нормативами численности и профессиональными требованиями;
- укрепление трудовой и технологической дисциплины и решение социальных вопросов;
- организацию технического обучения кадров, периодические испытания в знании НТД, медицинский контроль;
- сертификация технических средств транспорта и лицензирование производственной деятельности предприятий по их ремонту;
- проведение периодических ревизий предприятий.

На предприятиях предусматривается разработка планов по обеспечению безопасности движения, включающая проведение внезапных проверок; проведение еженедельного дня безопасности; внедрение и эффективное использование дефектоскопии и систем диагностики; анализ состояния безопасности движения; улучшение качества ремонта вагонов; инструктаж локомотивных бригад и линейных работников служб перевозок, пути, связи по контролю за техническим состоянием вагонов в поездах.

Причины нарушений безопасности движения, связанные с несоблюдением требований нормативно-технической документации, можно разделить на следующие группы:

- низкая квалификация персонала эксплуатационных подразделений вагонного хозяйства – невыполнение отдельных операций вследствие слабого знания технологии, правил и должностных инструкций, конструкции вагонов и возможных последствий несоблюдения требований НТД, отсутствия профес-

сиональных навыков у работников, связанных с движением поездов, и неправильные представления о задачах их деятельности;

- упрощение технологии технического обслуживания вагонов – сокращение или пропуск отдельных операций по разным причинам: недобросовестности, усталости, неблагоприятным условиям труда, неукomплектованности штата;

- нарушение правил взаимодействия работников разных служб: перевозок, локомотивной, вагонной, пассажирской.

Для примера приведен анализ крушения, известного под названием «Каменская катастрофа» в августе 1988 г. Крушение произошло на станции Каменская в 24 км от узловой станции Лихая, в 158 км к северу от Ростова-на-Дону. Столкнулся грузовой поезд со стоящим на станции пассажирским, в результате погибло более ста человек пассажиров и железнодорожного персонала. Причиной крушения послужило отправление грузового поезда со станции Лихая с перекрытыми концевыми кранами. Осмотрщики вагонов, производившие полное опробование автотормозов, не выявили перекрытые концевые краны. Своевременно не обнаружил это и машинист. Недействующие тормоза выявились только тогда, когда нужно было тормозить перед проходным светофором с желтым огнем (следующий светофор закрыт). Входной светофор станции Каменская был закрыт, т.к. на станции стоял длинносоставный пассажирский поезд, не вмещавшийся в пределы станционного пути, что не позволяло приготовить маршрут для приема нечетного поезда. Машинист грузового поезда успел сообщить по радио дежурному по станции Каменская, что его поезд идет с недействующими тормозами. Дежурный дал команду машинисту пассажирского поезда подтянуть состав для того, чтобы затем принять грузовой на соседний путь. Во время подтягивания кто-то из пассажиров или проводников сорвал стоп-кран. Через несколько секунд грузовой поезд на высокой скорости столкнулся с пассажирским.

Отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами (без последствий) согласно приказу МПС № 1Ц от 1994 г. квалифицируется как особый случай брака.

В рассматриваемом случае осмотрщики вагонов нарушили требования ПТЭ железных дорог, инструкции по эксплуатации тормозов подвижного состава и инструкции осмотрщику вагонов, так как не соблюдали правила опробования тормозов.

Были упрощены или не производились операции проверки действия тормозов у каждого вагона после торможения и проверки отпуска тормозов каждого вагона после отпуска. Эти нарушения мог обнаружить машинист, однако, предпочел не вмешиваться и стал соучастником нарушения инструкции. Машинист не выполнил требования инструкции по эксплуатации тормозов подвижного состава, не произвел проверку тормозного эффекта в пути следования.

Другой пример. В феврале 1986 г. из-за излома боковой рамы тележки в буксовом проеме потерпел крушение недалеко от станции Алапаевск поезд, отправленный со станции Егоршино. Произошел сход с рельсов двадцати трех ва-

гонов. Убытки от повреждения груза были очень велики. Техническая экспертиза установила, что излом произошел по трещине, которая развивалась несколько месяцев. Вагон ремонтировался капитальным ремонтом на ВРЗ Рославль в октябре 1985 г, т.е. четыре месяца назад. Была проведена техническая экспертиза и проделан следственный опыт по проверке возможности обнаружения трещины с внутренней стороны рамы тележки в буксовом проеме. Опыт показал, что у крытого вагона это место труднодоступно для осмотра и при боковом освещении фонарем не просматривается, т.е. осмотрщик не мог ее выявить ввиду несовершенства метода контроля. Проверка показала, что на ВРЗ тележку очищали вручную, скребками и состояние литых деталей контролировали визуально.

Контроль за состоянием безопасности движения осуществляется аппаратом ревизоров (Часть 1, раздел 4.4.). Служебное расследование нарушений безопасности движения производится в соответствии с инструкцией о порядке служебного расследования – приложение к приказу МПС № 1 Ц от 1994 г. Расследование особых случаев брака возглавляют по перечню начальник дороги или его заместитель по подведомственным хозяйствам или начальник отделения дороги. Расследование случаев брака производят руководители линейных предприятий с участием ревизоров отделений дорог по безопасности движения.

Для ликвидации последствий нарушений безопасности движения на отделениях дорог имеются восстановительные поезда в составе: железнодорожный кран подъемной силой 75 т с платформой; вагон - гараж для тягача и два вагона для помещения бригады, инвентаря и снаряжения.

На специалистов вагонного хозяйства возложен так же контроль за сохранностью вагонного парка. Существует штат инспекторов в отделениях дорог и дорожные инспекторы.

В соответствии с Федеральным законом «Устав железных дорог РФ» грузоотправители и грузополучатели несут материальную ответственность за повреждение вагонов – оплачивают стоимость поврежденных или утерянных деталей, стоимость ремонта и штраф – пятикратную стоимость поврежденных частей.

При повреждении вагонов – собственности организаций и предприятий железной дорогой – убытки компенсирует дорога.

Есть государственный стандарт по сохранности вагонов (22235-76. Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ). В этом стандарте приведены две группы требований:

- общие требования по обеспечению сохранности вагонов;
- требования к устройствам, взаимодействующим с вагонами.

Запрещается без согласования с ЦВ снимать борты платформ, двери полувагонов, прожигать или сверлить отверстия для крепления груза, приварить устройства для крепления груза к элементам конструкции вагона. Регламентирована температура нагрева вагонов в тепляках, размораживателях. При нагреве груза запрещается погрузка грузов, из которых стекает вода на ходовые час-

ти и детали тормоза. Не допускается открывать и закрывать двери крытых вагонов с помощью техники. Запрещается для выгрузки смерзшихся грузов использовать ударный способ рыхления болванками или взрывом. Регламентирована общая масса наволочных грузов, падающего при погрузке в вагон, и высота падения. Приведены требования по сохранности специализированных вагонов в процессе погрузки и выгрузки.

Для погрузочно-разгрузочных и маневровых работ с вагонами должны применяться устройства, изготовленные по нормативно-технической документации, согласованной с ЦВ. Все взаимодействующие с вагонами устройства должны быть приняты с участием представителей руководства железных дорог и должны периодически проверяться также с участием этих представителей. Приводятся требования к грейфрам, вагонопрокидывателям, погрузчикам, к элеваторно-ковшевым разгрузчикам, вибрационным и рыхлительным устройствам, теплякам, а также к устройствам сортировочных горок и маневровым устройствам. Приведены численные характеристики параметров устройств и режимов их работы.

В соответствии с инструкцией осмотрщику вагонов осмотрщики обязаны осуществлять контроль технического состояния вагонов при передаче на подъездные пути предприятий, и организаций и обратно. Осмотр производится одновременно осмотрщиками вагонов железной дороги и представителями владельца подъездного пути. Повреждения вагонов или отсутствие деталей (узлов) записывают в книгу натурального осмотра формы ВУ-15. Для поврежденных вагонов записи в книге ф. ВУ-15 являются основанием для составления акта о повреждении вагонов.

Осмотрщики по сохранности вагонного парка обязаны контролировать выполнение технических требований по обеспечению сохранности вагонов при погрузке и выгрузке.

Борты платформ, крышки разгрузочных люков полувагонов, двери и крышки загрузочных люков крытых вагонов, крышки загрузочных верхних и нижних устройств цистерн, хопперов и других специализированных вагонов должны быть закрыты силами грузополучателя (грузоотправителя).

## **Глава 12. Техническое обслуживание и экипировка пассажирских вагонов**

### **12.1. Особенности эксплуатации и технического обслуживания пассажирских вагонов**

В 1985 г. подразделения по ремонту, техническому обслуживанию и экипировке пассажирских вагонов (депо по ремонту пассажирских вагонов, ремонтно-экипировочные депо, базы технического обслуживания резерва пассажирских вагонов, пункты технического обслуживания вагонов на пассажирских станциях, резервы проводников, конторы обслуживания пассажиров), находившиеся ранее в составе служб вагонного хозяйства и департамента вагонного хозяйства, были переданы в ведение служб пассажирских сообщений.

Одновременно к службам пассажирских сообщений перешли функции содержания инвентарного парка пассажирских вагонов, контроля и учета их ремонта и технического обслуживания.

Сохраняется кооперация грузовых и пассажирских депо по ремонту колесных пар со сменой элементов, т.к. вагоноколесные мастерские чаще входят в состав грузовых депо, а иногда – пассажирских. Осмотрщики вагонов постов безопасности, постов опробования тормозов в случаях вынужденных остановок пассажирских поездов из-за неисправностей ходовых частей, автотормозов и автосцепного устройства вынуждены решать вопросы о возможности дальнейшего следования вагонов. В настоящее время на некоторые посты опробования тормозов и ПТО грузовых вагонов возложены функции смены колесных пар в проходящих пассажирских поездах.

Некоторые основные нормативно-технические документы являются общими для грузовых и пассажирских вагонов, например, инструкция осмотрщику вагонов, инструкция по эксплуатации тормозов, инструктивные указания по эксплуатации и ремонту вагонных букс, инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар, инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства.

После реформирования железных дорог аппарат ревизоров по безопасности движения остается общим для предприятий, предназначенных для техниче-

ского обслуживания и ремонта грузовых и пассажирских вагонов. Дорожные инспекции по приобретению новых вагонов и по приемке вагонов из ремонта, очевидно, останутся общими для Дирекций по ремонту грузовых вагонов (ДРВ) и для Дирекций обслуживания пассажиров (для депо, входящих в состав Дирекций). В процессе реформирования возможны существенные изменения системы закупки вагонов, приемки их из ремонта и системы контроля за обеспечением безопасности движения.

В начале 90-х гг. началось создание Дирекций по обслуживанию пассажиров (ДОП). В состав ДОП включались вокзалы, депо для ремонта пассажирских вагонов, резервы проводников, конторы обслуживания пассажиров (КОП), прачечные, ПТО пассажирских вагонов, ПТОР пассажирских вагонов, пассажирские технические станции (ПТС), парки отстоя резервных вагонов, ремонтно-эксплуатационные депо (РЭД).

В 2002-2004 гг. дирекции обслуживания пассажиров были разделены на ДОП дальних пассажирских сообщений и ДОП пригородных пассажирских сообщений. Практически в большинстве ДОП пригородных пассажирских сообщений нет объектов вагонного хозяйства, т.к. для перевозок пассажиров используются электропоезда, обслуживаемые локомотивными депо. В ведение этих ДОП переданы остановочные пункты и часть вокзалов на промежуточных станциях. В ведении ДОП дальних пассажирских сообщений остались вокзалы станций, на которых предусмотрена посадка пассажиров и все объекты, связанные с ремонтом, техническим обслуживанием и экипировкой пассажирских вагонов.

Есть дорожные ДОП, включающие все объекты вагонного хозяйства крупных пассажирских станций, включая базы ТО резерва пассажирских вагонов, и мелкие ДОП на сортировочных и участковых станциях, к которым приписаны вагоны пассажирских поездов, формируемые на этих станциях. ДОП второй категории имеют небольшое хозяйство, связанное с подготовкой поездов в рейс и экипировкой составов. Депо ремонт этих вагонов выполняет одно из пассажирских депо дороги приписки вагонов. Единая техническая ревизия (ЕТР) и сезонное обслуживание могут выполняться на станции размещения ДОП, если имеются необходимые устройства и оборудование.

В целом система организации дальних пассажирских сообщений и пригородного пассажирского сообщения еще не сложилась окончательно и ее формирование будет, очевидно, продолжаться достаточно долго, что связано с реформами хозяйства в стране, изменением форм собственности на средства производства и особенно с экономическим состоянием страны.

Основные особенности технической эксплуатации пассажирских вагонов в отличие от грузовых заключаются в следующем:

- все пассажирские вагоны, в том числе почтовые – собственность министерства связи, приписаны к конкретным пассажирским депо и составляют инвентарный парк депо;
- вагоны после рейса возвращаются на станцию формирования;

- в пути следования пассажирский состав сопровождает бригада проводников, начальник поезда (механик-бригадир) и поездной электромеханик (ПЭМ);

- вагоны оборудованы встроенными системами остановки (стоп-краны, ручные тормоза) и диагностики (устройства контроля перегрева букс, измерительные средства электрооборудования);

- при подготовке состава в рейс необходима его экипировка (обеспечение водой, топливом, инвентарем для пассажиров), уборка и санобработка;

- вследствие существенного сезонного изменения объема перевозок пассажиров вагоны подолгу (несколько месяцев) могут находиться в отстое (резерве).

Существенную сложность представляет ремонт и техническое обслуживание электрооборудования и внутреннего оборудования (систем освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения и т.д.), а также отдельных конструктивных элементов: электропневматических тормозов; приводов генератора; гидравлических гасителей колебаний и т.д.; регулировка зазоров в тележках, ремонт дверных замков, зеркал, умывальников и т.д.

## **12.2. Виды и технология технического обслуживания, текущего ремонта, экипировки и специальной обработки пассажирских вагонов**

Виды технического обслуживания и их периодичность установлены НТД. Технология технического обслуживания, безотцепочного ремонта и экипировки регламентированы типовым технологическим процессом и инструкцией по техническому обслуживанию оборудования.

Предусмотрено три вида технического обслуживания [26]:

– техническое обслуживание первого вида (ТО-1) – при подготовке составов в рейс на ПТО станций формирования и оборота, а также – в пути следования за время стоянки поезда;

– сезонное обслуживание (ТО-2) – перед началом летних и зимних перевозок;

– ТО-3 или единая техническая ревизия (ЕТР) основных узлов – через шесть месяцев после постройки, планового ремонта или предыдущей ревизии, с отцепкой от состава поезда (выдачей уведомления на отцепку ф. ВУ-23).

В процессе ТО-1 производят проверку ходовых частей, автосцепного оборудования, тормозов, подвагонного электрооборудования. Внутри вагонов проверяют электрооборудование, санитарно-технические устройства, отопительную систему, радио, двери, окна.

В пунктах формирования и оборота производят осмотр по прибытии состава с целью определения объема ремонта и выявления вагонов с большим объемом ремонта или требующих отцепки в текущий ремонт.

После формирования состава производят текущий безотцепочный ремонт и контрольный осмотр.

ТО-2 производят по графику в депо приписки вагонов без расформирования состава.

Летнее обслуживание производят в мае-июне, зимнее – в сентябре – октябре.

В процессе летнего обслуживания очищают окна и проверяют механизм их открывания. Систему вентиляции переводят на летний режим (заслонки обводного канала ставят в положение «открыто», заменяют фильтры). Системы водоснабжения очищают и промывают. Из систем отопления сливают воду. Аккумуляторы переводят на сезонный электролит.

При зимнем обслуживании проверяют и промывают системы отопления и водоснабжения. Систему вентиляции устанавливают на зимний период. Проверяют плотность электролита в аккумуляторных батареях. После ТО-2 вагоны принимает комиссия. На лобовой стенке кузова наносят трафарет: ЗО или ЛО, дата и условный номер депо.

В процессе ТО-3 производят:

- промежуточную ревизию букс;
- ревизию тормозного оборудования;
- наружный осмотр автосцепного устройства;
- ревизию гидравлических гасителей колебаний (со съемкой с тележек);
- регулировку регламентированных зазоров тележек;
- проверку ударных приборов и переходных площадок;
- техническое обслуживание систем вентиляции с заменой фильтров;
- техническое обслуживание внутреннего оборудования, систем отопления и водоснабжения;
- техническое обслуживание электрооборудования и радиооборудования.

Предусмотрена выкатка тележек вагонов:

- предназначенных для скорости движения 140 км/ч и выше;
- международного сообщения;
- с приводом подвагонного генератора от средней части оси (EUK 1601M; ВБА; Стоун); от торца шейки оси с редукторно-карданным приводом (Фага II; РК1; РК1А; РКБ) и с клиноременным (КРКП; ТК2);
- при смене колесных пар с предельным прокатом колес;
- при наличии неисправностей, требующих подъемки вагона, например, смена шпинтона.

Колесные пары с редукторами выкатывают и направляют в участок ремонта колесных пар, а редукторы после их демонтажа – в участок ремонта редукторно-карданных приводов.

По окончании обслуживания на лобовой стенке кузова наносят надписи: ЕТР, дата и условный номер депо.

Подробный перечень работ и нормы для ТО-3 приводятся в нормативно-технической документации по пассажирским вагонам, колесным парам, буксам, автосцепному устройству, тормозам [6, 8, 9, 25, 26, 28].

Технология выполнения перечисленных работ по техническому обслуживанию, ревизии, проверке технического состояния и регулировке основных узлов пассажирских вагонов приведена в специальных дисциплинах (технология производства и ремонта вагонов, автоматические тормоза, электрооборудование пассажирских вагонов). Полный перечень операции ТО-1, ТО-2 и ТО-3 с перечислением контролируемых параметров и норм, а также методов контроля, проверки и регулировки приведена в специальной литературе [27, 29].

Основной задачей организации периодического технического обслуживания пассажирских вагонов между плановыми ремонтами является поддержание их в исправном санитарно-техническом состоянии, обеспечение безопасности движения и пожарной безопасности, создание комфортных условий проезда пассажиров. Планово-предупредительная система обслуживания вагонов включает их периодический осмотр, ревизию и ремонт по заданной наработке (календарной продолжительности эксплуатации).

Система разработана на основании многолетнего опыта эксплуатации и по результатам испытаний вагонов.

Текущий отцепочный ремонт пассажирских вагонов выполняют:

- в пунктах формирования;
- в пути следования по возможности на механизированных пунктах текущего ремонта, без пересадки пассажиров;
- в пунктах оборота.

Экипировка пассажирских вагонов представляет собой комплекс работ по их техническому обслуживанию, санитарному осмотру и обработке, внутренней уборке, наружной обмывке, снабжению водой и топливом, постельными принадлежностями, съемным инвентарем и др.

Различают следующие виды экипировки:

- в пунктах формирования – полная экипировка, т.е. выполнение всего комплекса работ, перечисленных выше. Наружную обмывку, дезинфекцию и дезинсекцию выполняют по графику;
- в пунктах оборота – внутренняя уборка, дезинфекция туалетов и мусорных ящиков, снабжение водой и топливом;
- в пути следования на крупных станциях, где предусмотрена стоянка для технического обслуживания и экипировки, техническое обслуживание и заправка водой, а в зимнее время – топливом.

Технология экипировки в пунктах формирования включает операции, выполняемые по прибытии состава из рейса и операции по подготовке к следующему рейсу. По прибытии поезда, после высадки пассажиров работники экипировочных бригад начинают приемку вагонов от проводников. В прибывших вагонах проводниками заблаговременно, до прибытия, должны быть очищены мусорные ящики, удалена зола из кипяtilьников, выполнена уборка туалетов, котельной, служебного отделения, тамбуров. Собирают одеяла, складывают использованное белье в нумерованные мешки и сдают работникам экипировочных бригад. Оставшееся неиспользованное белье передается по счету работникам экипировочной бригады. Производится сдача съемного инвентаря.

Работники экипировочной бригады проверяют наличие и исправность всех устройств в котельном помещении, туалетах, служебном помещении и помещениях для пассажиров.

Работники экипировочной бригады сдают белье и съемный мягкий инвентарь (диванные чехлы, салфетки, шторы и т.д.) работнику конторы обслуживания пассажиров. Работники КОП перевозят этот инвентарь в сортировочное отделение прачечной для последующего ремонта и стирки.

Экипировка вагонов при подготовке в рейс производится в ремонтно-экипировочных депо (РЭД) или ремонтно-экипировочном парке станции. Работники экипировочных бригад выполняют санитарную обработку состава: моют оконные стекла внутри вагона, полы, стены, потолки, столики, диваны, умывальные чаши, унитазы и т.д. Выносят купейные и коридорные дорожки и обрабатывают их пылесосом.

Вторая операция – снабжение вагонов постельным бельем и съемным инвентарем. Работники экипировочной бригады получают белье и инвентарь от представителя КОП, надевают чехлы на матрацы и диваны, навешивают шторы, укладывают ковровые дорожки и т.д.

Третья операция – снабжение водой и топливом. Работники экипировочной бригады получают от работника КОП – древесный уголь для кипятильников. Затем вагон снабжают водой, а в холодное время года – топливом для отопления.

Последняя операция – приемка вагонов проводниками от экипировочных бригад за два часа до отправления поезда. Внутреннее оборудование, приборы отопления, вентиляции и т.д. сдают проводнику по накладной ф.ВУ-38. Окончив приемку, проводник каждого вагона сообщает об этом начальнику поезда, который расписывается в книге готовности и затем подписывает наряд на экипировочные работы.

Пассажиры вагоны проходят три вида санитарной обработки.

1. Дезинфекцию, выполняемую работниками санитарно-эпидемиологической станции, (СЭС) путем опрыскивания внутри вагонов дезинфицирующими растворами (водные растворы хлорамина, гипохлорита натрия или кальция и т.д.). Обработку вагонов поездов дальнего и местного сообщения производят после каждого рейса. Постельные принадлежности и съемный инвентарь дезинфицируют не реже одного раза в месяц.

2. Дезинсекцию (уничтожение насекомых) производят по графику на определенных путях или пунктах обычно парами синильной кислоты (HCN). Перед обработкой вагон герметизируют путем проклейки щелей. Синильная кислота чрезвычайно ядовита, поэтому после полной дегазации работы внутри вагона разрешается проводить через два часа.

3. Дератизацию (истребление мышей и крыс) выполняют по мере необходимости работники санитарно-контрольного пункта или СЭС.

Техническое обслуживание ТО-1 выполняют специализированные бригады ПТО: по наружному осмотру, безотцепочному ремонту вагонов и опробованию тормозов; по осмотру и ремонту внутреннего оборудования – специалисты

по электрооборудованию, санитарно-техническому оборудованию, отоплению и вентиляции и т.д. Техническое обслуживание вагонов с электрическим отоплением выполняют специалисты, имеющие допуск для обслуживания электрооборудования, напряжением свыше 1000В.

Техническое обслуживание ТО-2 выполняют специально выделенные комплексные бригады.

Техническое обслуживание ТО-3 текущий отцепочный ремонт выполняют специальные комплексные бригады на специализированных пунктах или специально оборудованных путях.

Экипировку выполняют специальные бригады экипировщиков вагонного депо и работники КОП.

Текущий отцепочный ремонт пассажирских вагонов производится на:

- пунктах формирования и оборота пассажирских вагонов;
- специализированных путях текущего ремонта пассажирских вагонов в проходящих поездах.

Основной причиной поступления пассажирских вагонов в текущий отцепочный ремонт является предельный прокат колес по кругу катания и перегрев букс. С конца восьмидесятых годов существенно увеличилось поступление вагонов с предельно-допустимой толщиной гребней колесных пар. Другие неисправности, являющиеся причинами отцепки, проявляются сравнительно редко.

Текущий отцепочный ремонт пассажирских вагонов на пунктах приписки (формирования) организуют на специально выделенных путях специализированного ремонтного пункта. Вагоны, подаваемые на эти пути, как правило, должны быть отремонтированы за время простоя своих составов на технической станции или в техническом парке с тем, чтобы после ремонта могли быть включены в те же составы. Текущий отцепочный ремонт выполняет специальная комплексная бригада.

В процессе текущего ремонта для смены колесных пар первыми операциями являются удаление шкворня и отвертывание гаек шпинтонов. Гайковерт для отвертывания гаек и домкраты для подъема вагона находятся на разных участках ремонтного пути, поэтому после отвертывания гаек вагон передвигают на позицию подъема. Для выемки шкворня открывают специальный люк внутри вагона, после чего специальным приспособлением вынимают планку замкового шкворня и половинки шкворня. Колесные пары подбирают по диаметру колес. Разница диаметров по кругу катания должна быть не более: у двух тележек – 20 мм, в одной тележке – не более 10 мм.

Смена колесных пар в проходящих поездах производится на специализированных путях пассажирских станциях и некоторых сортировочных и участковых станциях. Ремонт производят без высадки пассажиров. Неисправный вагон отцепляют от поезда и подают на специализированный путь, оборудованный электродомкратами, козловым краном, гайковертами для отвинчивания гаек шпинделей. По окончании ремонта вагон снова прицепляют к поезду. При хорошей организации процесса подачи вагона на специализированный путь и ремонта, все операции могут быть выполнены за 40 минут.

Каждый вагон, вышедший из текущего отцепочного ремонта, принимает начальник, заместитель начальника или старший мастер ПТО. Выпуск вагона из ремонта оформляют уведомлением формы ВУ-36 и записью в книге учета ремонта вагонов формы ВУ-31. На торцевой стенке вагона наносят трафарет текущего ремонта.

Вагоны периодически, независимо от санитарного состояния, подвергаются профилактической дезинфекции, которую выполняют экипировочные бригады, а в пути следования – проводники вагонов. Профилактическая дезинфекция производится не менее одного раза в сутки обработкой дезинфицирующими чистящими порошками: сульфохлорантин 0,1%, хлорамин 1%, раствор хлорной извести 0,5%, хлорбензин 1% и др. Для дезинфекции служебной посуды используют пищевую соду.

Необходимость специальной дезинфекции или дезинсекции устанавливается работниками СЭС. Наиболее перспективным является аэрозольный метод дезинфекции – распыление дезинфектанта с помощью распыляющих насодок. Температура воздуха в вагоне в процессе дезинфекции должна быть выше 0°С, влажность – более 50%. Время обработки – 60 мин. В качестве дезинфектантов используют перекись водорода или надуксусную кислоту. После дезинфекции вагон должен проветриваться не менее 1 ч.

Дезинсекцию вагонов производят по результатам их осмотра работниками СЭС или по графику на специальном пути, обычно парами синильной кислоты.

Сбор мусора из вагонов должен производиться в парках прибытия, где для этого устанавливают специальные контейнеры. Из контейнеров мусор отгружают на железнодорожных платформах или на автомобилях на свалки или на перерабатывающие предприятия.

### **12.3. Пассажирские технические станции**

На крупных узлах, в больших городах подразделения по техническому обслуживанию, экипировке, ремонту, а также по формированию, обмывке и специальных видах обработки вагонов объединяют на пассажирской технической станции.

Пассажирскими техническими станциями называют специальные одно – или многопарковые станции, оборудованные комплексом устройств для подготовки пассажирских составов в рейс. Назначение этих станций – комплексная подготовка составов, выполнение текущего и планового ремонта вагонов, техническое обслуживание резервных вагонов, формирование составов по утвержденным схемам, экипировка вагонов.

По объему работы различают пассажирские технические станции (ПТС):

- крупные, формирующие более 15 составов в сутки (многопарковые);
- средней мощности – от 5 до 15 составов (обычно однопарковые).

На пассажирских станциях, формирующих до 5 – 6 составов в сутки, предусматривают наличие технического парка.

Некоторые крупные железнодорожные узлы не имеют пассажирских технических станций, и подготовка составов в рейс осуществляется в техническом парке и на специально выделенных путях пассажирской станции, а отстой резервных вагонов и составов, ожидающих подготовки в рейс, – на станциях вблизи пассажирской узловой.

Большое значение в организации работы пассажирской технической станции имеет взаимное расположение пассажирской и пассажирской технической станций. Большинство пассажирских и связанных с ними пассажирских технических станций строилось одновременно. В результате, в ряде крупных городов пассажирские технические станции удалены от пассажирских. Большое удаление очень невыгодно и может быть рекомендовано в исключительных случаях. В то же время, в случае отсутствия пассажирской технической станции возникает много проблем, в частности, проблема отстоя пассажирских составов от прибытия до отправления. Для отстоя составы вывозят на пункты отстоя и технического обслуживания резервных вагонов, на промежуточные станции вблизи железнодорожного узла, что вносит осложнения в работу отделений дорог и узлов.

Пассажирские технические станции: одно- или многопарковые могут быть размещены параллельно или последовательно относительно пассажирской станции (рис. 12.1).

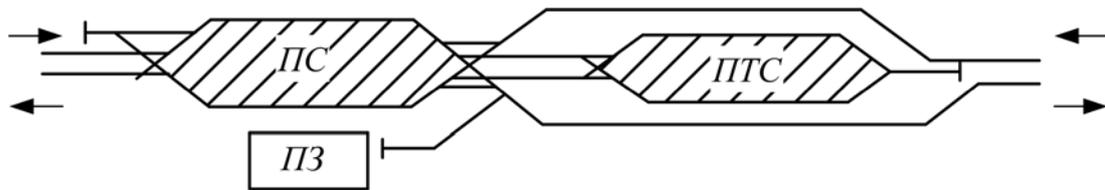
В технических условиях по проектированию станций и узлов рекомендуется размещать технические станции или парки, как правило, между главными путями для обеспечения минимального количества пересечений и безопасности движения поездов.

Схемы многопарковых ПТС различают с последовательным расположением парков и ремонтно-экипировочных устройств или с параллельным расположением парков. На рис. 12.2 приведена схема многопарковой станции с параллельным расположением парков. На рис. 12.3 приведена схема однопарковой пассажирской технической станции.

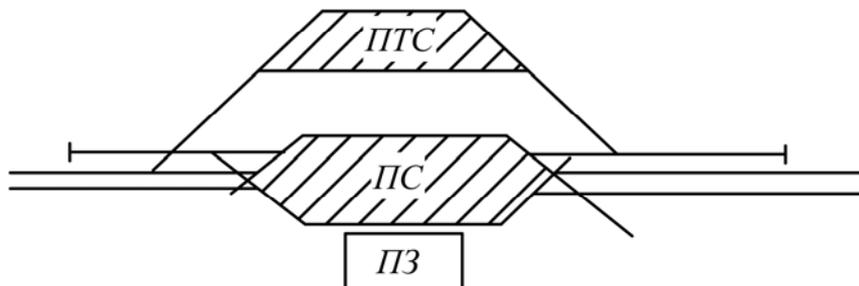
Пассажирские технические станции примыкают к пассажирским станциям и обслуживают обычно все пассажирские станции железнодорожного узла.

Техническими условиями предусмотрено увеличенное расстояние между осями путей пассажирской технической станции:

- в парке приема 8600 мм и 5300 мм поочередно;
- в парке технического обслуживания вагонов – 8800 мм;
- в парке отстоя резервных вагонов – 5300 мм;
- на путях обмывки вагонов передвижными устройствами – 7500 мм, стационарными – 7000 мм.



а)



б)

Рис. 12.1. Схемы взаимного размещения пассажирской и пассажирской технической станций:

а) последовательная; б) параллельная.

ПС – пассажирская станция; ПТС – пассажирская техническая станция;  
ПЗ – пассажирское здание

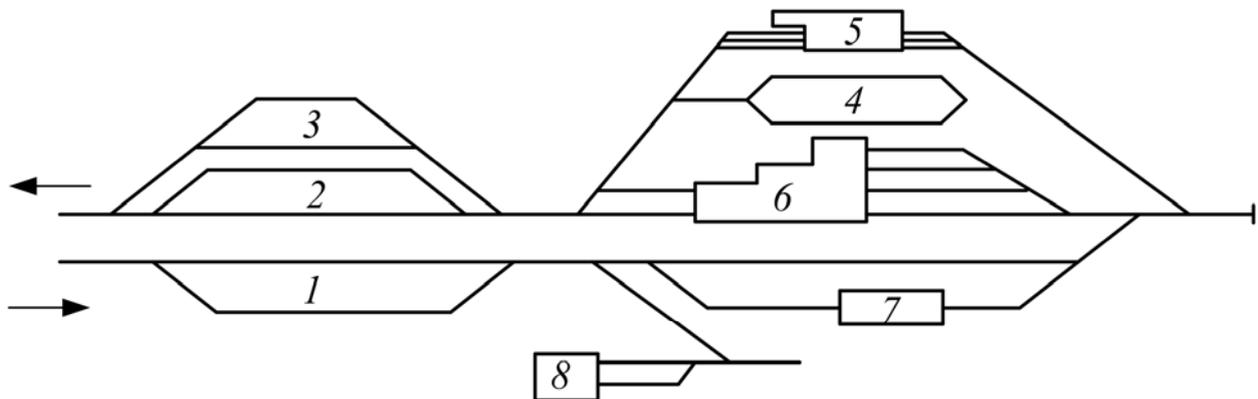


Рис.12.2. Схема многопарковой технической станции

Парки: 1 – приема; 2 – пригородных и местных составов;

3 – отправления; 4 – отстоя и технического обслуживания резервных вагонов.

Сооружения: 5 – депо для ремонта пассажирских вагонов;

6 – ремонтно-экипировочное депо; 7 – вагонмоечная машина;

8 – ангар для газовой дезинфекции вагонов

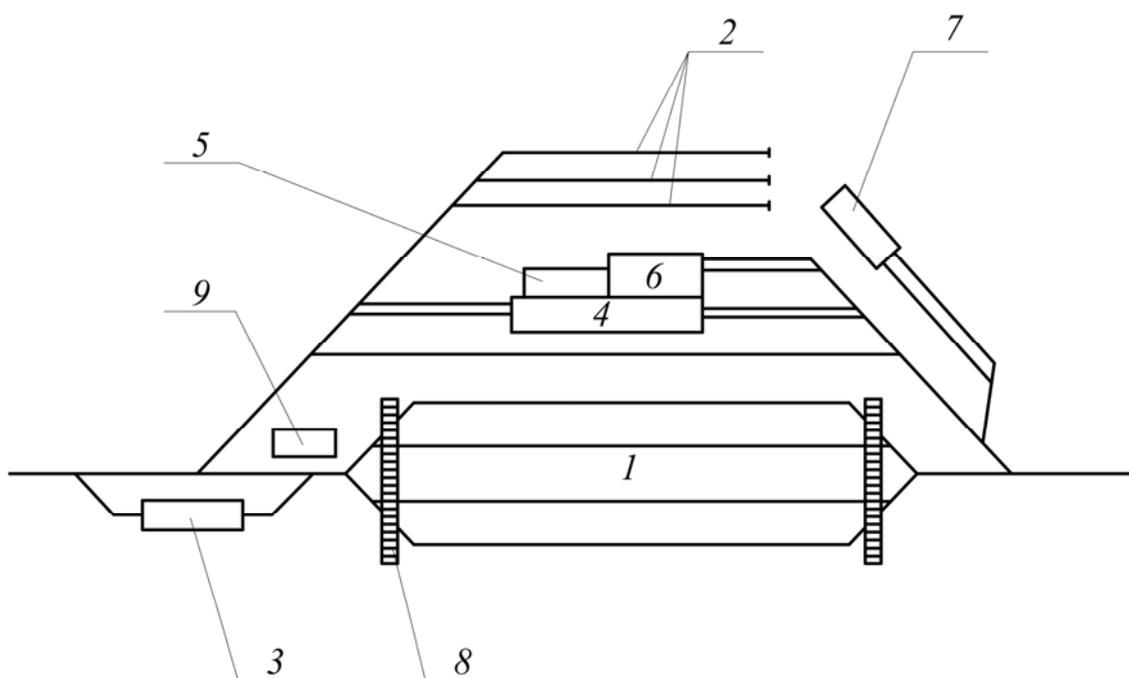


Рис. 12.3. Схема однопарковой пассажирской технической станции  
 1 – приемоотправочные пути; 2 – пути для резервных вагонов;  
 3 – вагонмоечная машина; 4 – ремонтно-экипировочное депо;  
 5 – служебные помещения ремонтно-экипировочного депо;  
 6 – участок текущего ремонта вагонов; 7 – ангар газовой дезинфекции;  
 8 – служебный переход; 9 – пункт технического обслуживания вагонов.

ПТС выполняют следующие виды работ:

- наружную обмывку;
- техническое обслуживание всех видов;
- санитарный осмотр и санобработку всех видов;
- формирование составов по утвержденным схемам;
- экипировку вагонов;
- текущий отцепочный ремонт вагонов;
- отстой и техническое обслуживание резервных вагонов;
- зарядку аккумуляторных батарей;
- снабжение вагонов-ресторанов.

На ПТС также может быть расположено депо для планового ремонта вагонов КОП и резерв проводников.

Парк приема и отправления или приемоотправочные пути предназначены для очистки, предварительного технического и санитарного осмотров, выявления вагонов, требующих отцепочного ремонта или газовой дезинфекции, перформирования прибывших составов. При отсутствии ремонтно-экипировочного депо здесь же производится санитарная обработка и частичная экипировка. Вагоны, требующие отцепочного ремонта, направляют в вагонные депо или РЭД. Составы, требующие наружной обмывки, пропускают через моечную машину.

Вагоны, требующие дезинфекции, направляют в ангар газовой дезинфекции. Сформированный состав подается в РЭД для экипировки, а затем выводится в парк отправления или на приемо-отправочные пути для последующей подачи на пассажирскую станцию для посадки пассажиров.

В районах с температурой не ниже - 15°C и продолжительностью времени с температурой ниже 0°C (2-3 месяца) возможно размещение вагономоечных машин на открытых площадках. Ангары газовой дезинсекции должны быть удалены от сооружений и парков станции.

Работа пассажирской технической станции организуется по общему для всех подразделений станции технологическому процессу. Разрабатывают график прохождения составов по паркам и устройствам пассажирской технической станции (рис. 12.4).

Наименование	Время отправления составов поездов		
	№75	№85	№7
Парк прибытия	↓		
Вагономоечная машина	↓		
Ремонтно-экипировочное депо	↓		
Парк формирования	↓		
Парк отправления	↓		
Часы	0	2 №55	4 6

Рис. 12.4. Фрагмент графика прохождения составов по путям пассажирской технической станции

#### 12.4. Ремонтно-экипировочные устройства

Для подготовки составов в рейс используют два вида устройств:

- ремонтно-экипировочные депо (РЭД);
- ремонтно-экипировочные парки.

Ремонтно-экипировочное депо предназначено для выполнения комплекса работ по подготовке в рейс пассажирских составов. В нем предусмотрено выполнение технического обслуживания (ТО-1), текущего безотцепочного, текущего отцепочного ремонта и экипировки.

Схема (план) типового РЭД приведена на рис. 12.5.

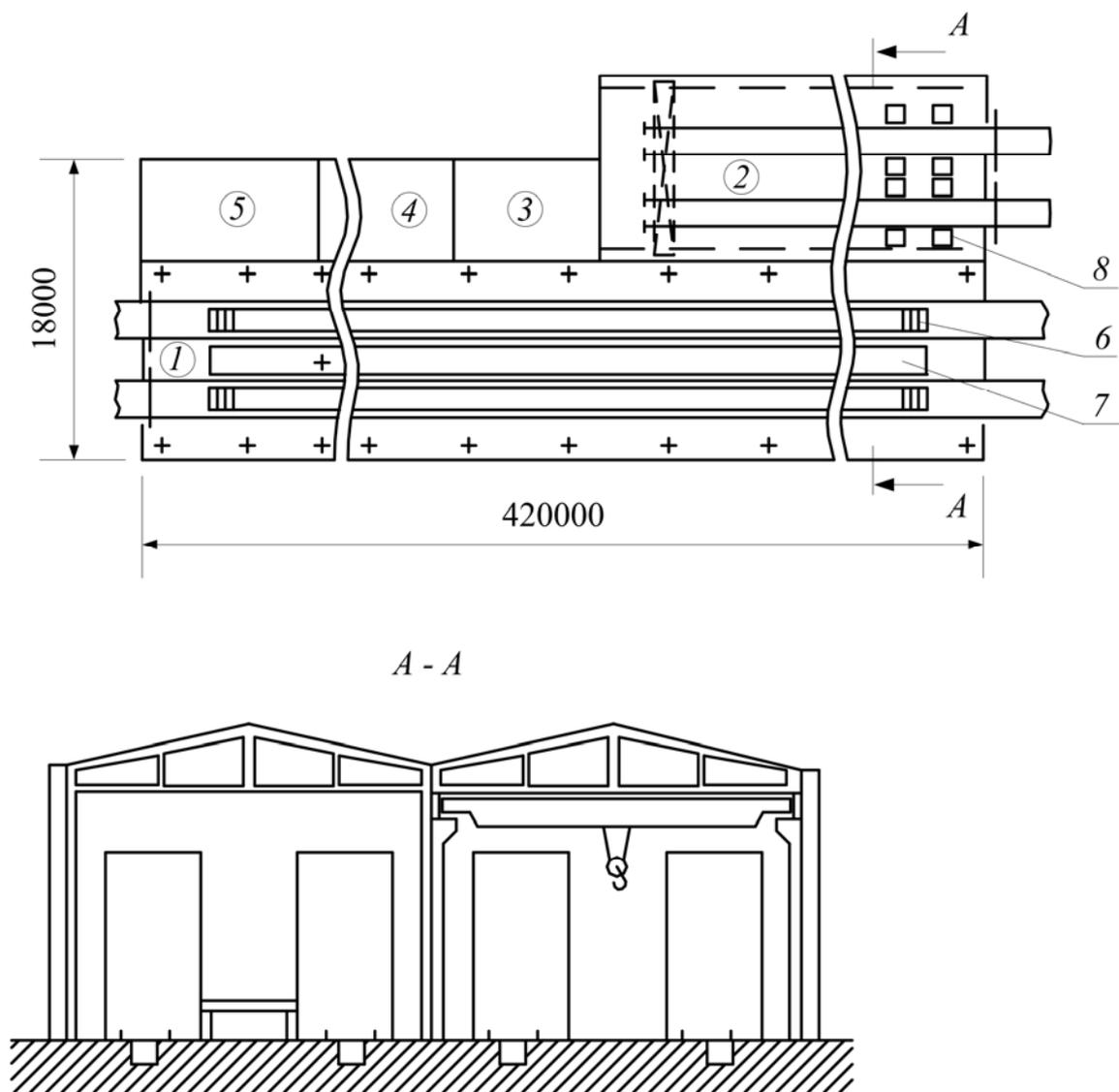


Рис. 12.5. Схема ремонтно-экипировочного депо  
 Помещения: 1 – секция депо; 2 – производственный участок текущего ремонта вагонов; 3 – ремонтные отделения; 4 – производственные подразделения по подготовке и ремонту белья и мягкого инвентаря; 5 – подразделения по обслуживанию вагонов-ресторанов.  
 Оборудование: 6 – смотровая канава; 7 – платформа; 8 – домкраты

Устройство ремонтно-экипировочных депо целесообразно в северных районах, в средней полосе Европейской части страны и в Сибири.

РЭД представляет ангар или здание легкой конструкции. В зданиях, пристроенных к ангару, размещаются помещения производственных участков по техническому обслуживанию вагонов при подготовке составов в рейс, текущему отцепочному ремонту вагонов и экипировке.

Длину РЭД определяют из условия постановки на один путь состава из 20 вагонов (ранее построенные РЭД вмещают 16 вагонов). Расчетная длина вагона – 26 м. Предусматривают три поперечных прохода по 4 м и 10 м на расцепку вагонов, всего 542 м, кратное 12 м – 540 м, или при установке состава на два пути – 264 м. Ширина секции РЭД на два пути стандартная – 18 м. В случае проектирования РЭД на два пути здание выполняют однопролетным, на четыре пути – двухпролетным.

Стойловая часть РЭД должна быть оборудована электрическими колонками на напряжение 50, 220 и 380 В для зарядки аккумуляторных батарей, проверки электрических систем вагонов, а также должны иметь холодное и горячее водоснабжение, систему канализации, вентиляции, освещения.

Для облегчения выявления неисправностей в ходовых частях вагонов и подвагонного оборудования целесообразно устраивать смотровые канавы (см. рис. 12.5).

При осмотре вагоны освещают снизу прожекторами, установленными в нишах стен смотровых канав. При необходимости можно использовать переносные лампы с подключением в розетки, смонтированные в канаве.

Длина смотровой канавы (обычно по длине здания устраивают две канавы)

$$L_k = nl_b + l_p + 2l_k, \quad (12.1)$$

где  $n$  – количество вагонов, устанавливаемых на канаве;

$l_b$  – длина одного вагона (в расчетах принимают 26 м);

$l_p$  – расстояние, необходимое для расцепки состава (принимается 5 м);

$l_k$  – расстояние от автосцепки крайнего вагона до конца канавы (принимается 1,5 м).

Длина стойловой части РЭД составит (при двух канавках по длине здания)

$$L = 2L_k + l_c + 2l_t, \quad (12.2)$$

где  $l_c$  – расстояние между торцами канав одного пути (принимается 4 м);

$l_t$  – расстояние от торца канавы до ворот (принимают 3 м).

Стойловая часть оборудуется краном.

Для выполнения отцепочного ремонта вагонов предусматривается специальное помещение, в котором имеется один или два пути, рассчитанные на постановку 2-4 вагонов для смены колесных пар, элементов рессорного подвешивания, регулировки зазоров в тележках.

Помещение для текущего ремонта имеет высоту 10,8 м и оборудовано мостовым краном грузоподъемностью 10 т и домкратами.

В типовом РЭД, длиной более 420 м размещаются устройства конторы обслуживания пассажиров: сортировочные, механизированные прачечные, кладовые, а также устройства обслуживания вагонов-ресторанов: склады оборудо-

вания, продуктов, баллонов с хладоном, колонки для заправки дизельным топливом и т.д.

Ремонтные отделения РЭД включают кузнечное, сварочное, жестяницкое, столярное, стекольное, малярное, ремонта воздушных фильтров, электро-ремонтное, ремонта аккумуляторов, радиоаппаратуры, холодильников и кондиционеров и т.д.

На большинстве пассажирских станций нет пассажирской технической станции и РЭД, подготовка составов в рейс производится на путях ремонтно-экипировочного хозяйства, обычно примыкающего к депо для ремонта пассажирских вагонов (рис. 12.6).

В ремонтно-экипировочное хозяйство включаются те же объекты, что и в пассажирскую техническую станцию (см. рис. 12.3).

Пути ремонтно-экипировочного парка предназначены для технического обслуживания, текущего безотцепочного ремонта и экипировки вагонов. Междупутья парка оборудованы колонками для прохода сжатого воздуха, воды, электроэнергии (переменного тока 220В и постоянного тока 50В), колонками связи с вагонным оператором и дежурным по парку. Устройства экипировочного хозяйства соединены дорожками с твердым покрытием для транспортировки оборудования, инвентаря, топлива, мусора, запасных частей и материалов с помощью тракторов или электрокаров.

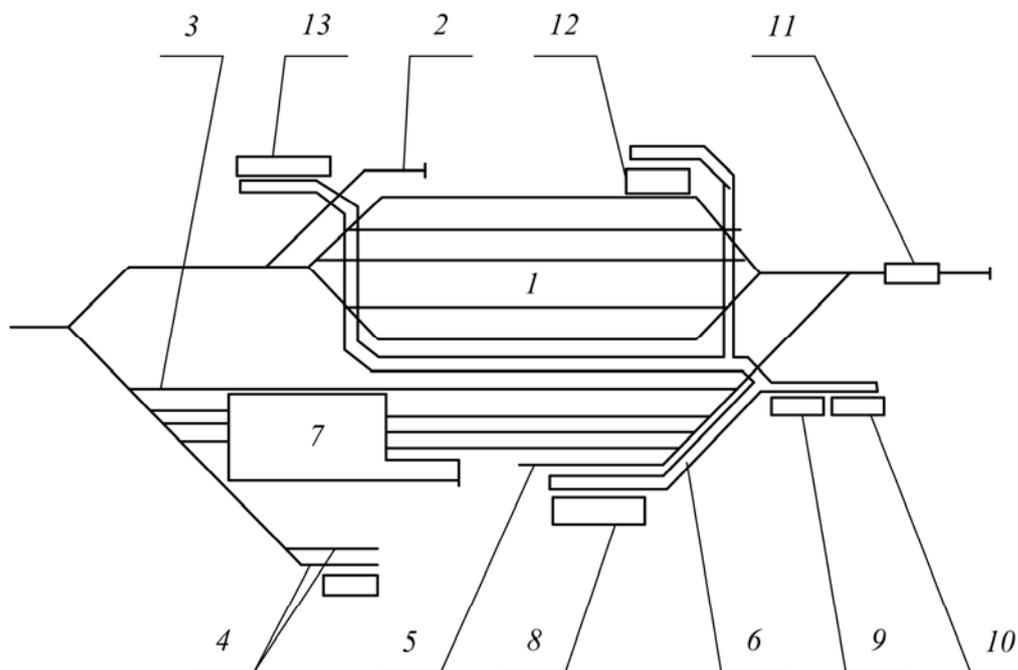


Рис. 12.6. Схема ремонтно-экипировочного хозяйства:

Обозначения к рисунку приведены на странице 306.

Обозначения к рисунку 12.6.

1 – ремонтно-экипировочный парк (пути приема, отправления, ТОВ и экипировки)

Пути: 2 – газовой дезинфекции вагонов; 3 – ТО-3 и текущего ремонта вагонов; 4 – экипировки вагонов-ресторанов; 5 – участка ремонта электрооборудования; 6 – транспортные дорожки с твердым покрытием.

Здания и сооружения: 7 – вагонное депо (главный корпус);

8 – здание участка ремонта электрооборудования;

9 – пункт технического обслуживания вагонов;

10 – резерв проводников; 11 – вагономоечная машина;

12 – склад топлива; 13 – мусоросжигательная печь

Для текущего отцепочного ремонта вагонов и ТО-3 выделяется специальный путь, обычно вблизи вагонного депо, оборудованный электродомкратами, устройствами для отвертывания гаек, шпинтонов и грузоподъемными механизмами (козловый кран).

В крупных депо для выполнения единой технической ревизии (ТО-3) пассажирских вагонов оборудуют специализированные пункты (рис. 12.7). В текущий отцепочный ремонт поступают преимущественно вагоны с предельным прокатом колес (80÷85%). Остальные 15-20% - вагоны с ползунами на колесах, с неисправностями роликовых букс, поглощающих аппаратов автосцепки. Пункт оснащен оборудованием для смены колесных пар и автосцепного устройства.

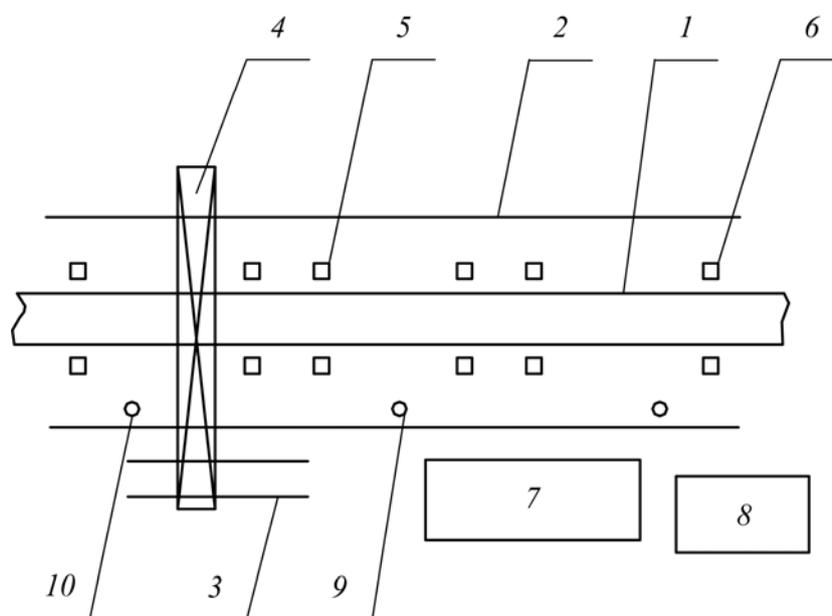


Рис. 12.7. Схема специализированного пункта для выполнения единой технической ревизии пассажирских вагонов  
Обозначения к рисунку приведены на странице 307.

Обозначения к рисунку 12.7.

Пути: 1 – ЕТР; 2 – козлового крана; 3 – хранения колесных пар.

Оборудование: 4 – козловый кран; 5 – электродомкраты; 6 – стенд для отвертывания гаек шпинтонов; 8 – балансировочный стенд для редукторных колесных пар; 9 – электровоздухораздаточные колонки; 10 – электроколонки на 50, 220 и 380 В; 7 – ремонтные отделения и служебно-бытовые помещения

Ремонтно-экипировочные хозяйства и пассажирские технические станции должны иметь устройства для наружной обмывки вагонов – вагономоечные машины.

Вагономоечные машины делятся на две категории: передвижные и стационарные.

Передвижные машины имеют производительность до пяти составов в сутки и представляют портал, на котором размещены четыре вращающихся обмывочных барабана (цилиндрические щетки) и баки для воды. Машина перемещается по специальным рельсам в месте ее установки по обеим сторонам колеи вдоль вагона, поставленного для обмывки. Вода подается насосом, а вращающиеся щетки смывают грязь с кузова. Механизмы передвижения, вращения щеток и насосы – с электроприводом. Применяются машины по чертежам ПКБ ЦТВР\* МПС модели ВКО-4.

Стационарные машины рассчитаны: на обмывку до 15 составов в сутки – тип 178 М (ПКБ ЦП); более 15 составов в сутки – типа 116 М (ПКБ ЦП) и типа Т557 (ПКБ ЦВ). Машины типа Т557 может иметь программное управление.

На рис. 12.8. приведена схема машины типа 116М.

Машина состоит из двух стационарных порталов. Внутри порталов проложен железнодорожный путь, по которому перемещают обмываемые вагоны. Передний портал предназначен для нанесения на кузов вагонов растворителя, размягчающего загрязнение. Расстояние от первого до второго портала – 32 м. Пока вагон проходит это расстояние происходит размягчение загрязнений. На заднем портале размещены: зона первичной обмывки (5 пар щеток) и зона вторичной обмывки (3 пары щеток).

Основным рабочим органом машин являются цилиндрические щетки из полиамидных волокон. Щетка представляет собой металлический барабан диаметром 500 мм с прорезями, в которых закреплен ворс. Диаметр щетки по ворсу 640 мм.

Для съема и постановки щеток предусмотрена электроталь, перемещающаяся вдоль машины.

---

\* ЦТВР – главное управление по ремонту подвижного состава и производству запасных частей (бывш. до 1990 г.)

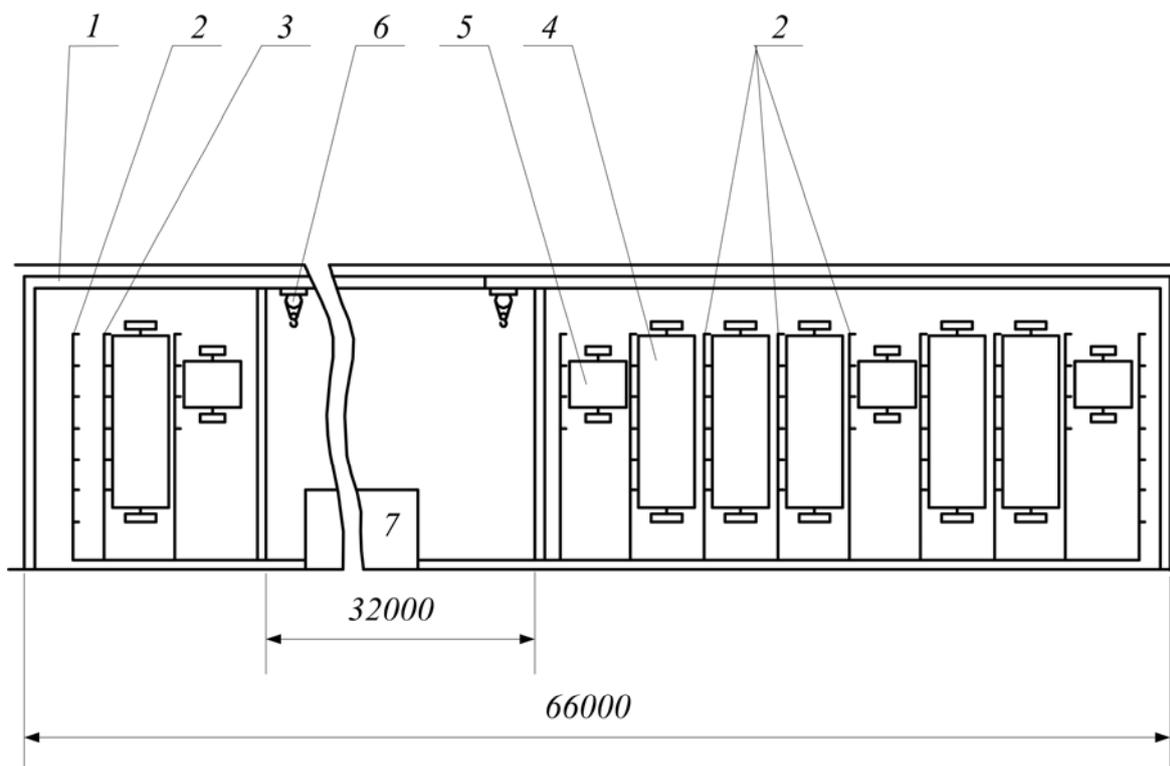


Рис. 12.8. Схема вагономоечной машины типа 116 М

1 – каркас; 2 – трубы для подвода воды (обмывочная рампа); 3 – трубы для нанесения растворителя; 4 – щетка для кузова; 5 – щетка для окон; 6 – монорельс с тельфером для смены щеток; 7 – насосная станция

#### Техническая характеристика машины

1. Скорость движения вагона – 0,6-0,8 км/ч (0,15-0,62 м/с).
2. Общая мощность – 135 кВт (22 электродвигателя).
3. Расход воды на один вагон – 2 м<sup>3</sup>.
4. Производительность насосов – 60 м<sup>3</sup>/ч.
5. Давление воды 1,65 МПа.
6. Производительность – до 30 составов в сутки.
7. Размеры здания для машины: длина 144 м, ширина 9 м, высота 6 м.

Программное управление включает машину при надвигании вагонов и отключает подачу воды и раствора в промежутки между вагонами.

Для наружной обмывки кузовов применяют моющие растворы по рецептам:

- моющее средство «Прогресс» - 0,5%, щавелевая кислота – 4%, вода – 95,5%;
- стиральный порошок «Новость» - 4%, щавелевая кислота – 4%, вода – 92%;
- сульфанол НП-3 – 2,5%, щавелевая кислота – 4%, вода – 93,5%, и другие аналогичные растворы.

Норма расхода моющих средств приводится в НТД. Запрещается применять для обмывки кузовов пассажирских вагонов каустическую соду и серную кислоту.

Следует иметь в виду, что щавелевая кислота хорошо растворяется только в горячей воде (не менее 60°C).

Технология обмывки кузовов должна включать операции смачивания обмываемых поверхностей раствором: выдержки для размягчения загрязнений и обмывки чистой горячей водой. В моечных машинах, работающих по заданной программе, например в машине типа Т557 ПКБ ЦВ МПС, обмывка производится при непрерывном движении состава вагонов со скоростью 0,6-0,8 км/ч.

Состав пропускают через машину маневровым локомотивом, который может находиться впереди или позади состава.

Серьезной проблемой является очистка сточных вод после обмывки вагонов. Наиболее эффективным способом считается очистка методом пенной флотации и использование оборотного водоснабжения.

В крупных экипировочных хозяйствах и на ПТС оборудуют специальные пути для технического обслуживания и экипировки вагонов-ресторанов (рис. 12.9).

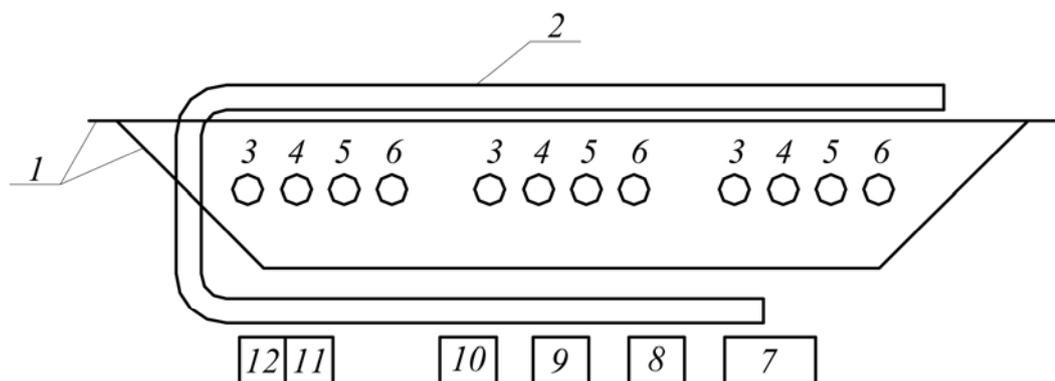


Рис.12.9. Схема оборудования путей технического обслуживания и экипировки вагонов-ресторанов:

1 – пути для ТО и экипировки; 2 – дорожки с твердым покрытием;  
3 – колонки разбора воды; 4 – колонки разбора дизельного топлива;  
5 – колонки для зарядки аккумуляторов; 6 – колонки энергоснабжения (переменный ток 380 и 220В).

Склады: 7 – дизельного топлива; 8 – угля и дров; 9 – продуктов;  
10 – баллонов с хладоном; 11 – оборудования;  
12 – служебные помещения

## 12.5. Технологический процесс подготовки пассажирских составов в рейс

Технология подготовки пассажирских составов в рейс включает две группы работ, выполняющихся параллельно:

- техническое обслуживание и ремонт вагонов;
- уборка, обмывка, санобработка и экипировка.

Подготовка составов в рейс должна осуществляться по общей технологии, независимо от вида подразделения, осуществляющего подготовку: пассажирские технические станции или технические парки.

Технологические процессы подготовки составов в рейс разрабатываются для пунктов формирования и оборота применительно к местным условиям.

Выписки из технологического процесса должны быть на рабочих местах исполнителей.

Технологический процесс подготовки составов – единый (общий) для работников всех служб, участвующих в процессе.

В основе рациональной организации подготовки должен быть поточный метод, т.е. разделение процесса подготовки на операции, выполняемые в определенной последовательности в течение установленного времени. Для примера в таблице 12.1 приведены технологические операции подготовки состава в рейс.

Таблица 12.1

Технологический процесс подготовки пассажирского состава (20 вагонов) на технической станции, включающей ремонтно-экипировочное депо

Участок производства, перечень операций	Исполнители	Количество исполнителей	Продолжительность операции, мин
<u>1. Парк прибытия</u>			
1.1. Технический осмотр поезда сходу	Осмотрщик вагонов	2	5
1.2. Выгрузка мусора и шлака	Проводник	20	17
1.3. Сдача белья из вагонов	Проводник	20	20
2. Подача состава в парк формирования	Работники станции		5
<u>3. Парк формирования</u>			
3.1. Сухая уборка состава	Проводники	20	20

Продолжение табл.12.1

3.2. Технический осмотр: - ходовых частей, ударно-	Осмотрщики ва-	2	30
---	----------------	---	----

тяговых приборов, автор-мозного оборудования; - электрооборудования;  - внутреннего оборудования	гонов		
	Осмотрщики по электрооборудованию	1	40
	Осмотрщики по внутреннему оборудованию	1	40
4. Формирование состава	Работники станции		40
5. Подача состава в вагономоечный участок	Работники станции		5
<u>6. Вагономоечный участок</u> 6.1. Прохождение состава через вагономоечную машину	Машинист вагонно-моечной машины	1	40
7. Подача состава в ремонтно-экипировочное депо	Работники станции		5
<u>8. Ремонтно-экипировочное депо</u> 8.1. Технический осмотр и ремонт состава: - ходовых частей, ударно-тяговых приборов, автор-мозного оборудования; - электрооборудования;  - внутреннего оборудования;  - аккумуляторных батарей;	Осмотрщики вагонов	1	30
	Слесари	8	75
	Осмотрщики	2	60
	Слесари-электрики	9	50
	Осмотрщики	1	20
	Слесари по внутреннему оборудованию	10	55
	Столяры	7	53
	Слесари по аккумуляторным батареям	4	30
8.2. Проверка выполненного ремонта	Мастер	1	60

Продолжение табл.12.1

8.3. Внутренняя мойка вагонов	Мойщицы	20	40
-------------------------------	---------	----	----

8.4. Снабжение состава водой	Рабочий	3	24
8.5. Снабжение вагонов бельем	Водитель электрокара	10	40
9. Подача состава в парк отправления	Работники станции		5
<u>10. Парк отправления</u>			
10.1. Снабжение вагонов углем	Водитель электрокара	3	15
10.2. Приемка вагонов проводником	Проводники		25
10.3. Приемка состава поезда начальником поезда и постоянно действующей комиссией	Начальник поезда		60

Простой составов пассажирских поездов для технического обслуживания и экипировки установлен НТД.

Явочную численность производственных рабочих в экипировочных бригадах пунктов формирования рассчитывают по трудоемкости работ на один расчетный состав

$$R_{яэ} = \frac{(\sum n_i H_i) N_c}{\Phi_{нр}}, \quad (12.3)$$

где  $n_i$  – количество вагонов  $i$ -го типа в составе (СВ, мягких, купейных, некупейных, багажных, ресторанов и т.д.);

$H_i$  – средняя трудоемкость работ экипировщиков на вагоне  $i$ -го типа;

$\Phi_{нр}$  – номинальный годовой фонд времени одного рабочего;

$N_c$  – среднегодовое количество экипируемых пассажирских составов.

Время на техническое обслуживание, очистку и экипировку пассажирских составов устанавливается в нормативно-технической документации Департамента пассажирских сообщений для пунктов формирования и оборота, отдельно для категорий поездов: дальнего сообщения, находящихся в пути в один конец свыше 5 суток; для международного сообщения и скоростных, дальнего сообщения, находящихся в пути от трех до пяти суток, местного сообщения.

При разработке технологии технического обслуживания очистки и экипировки пассажирских составов должна быть предусмотрена механизация трудоемких работ, использование современных методов технического диагностирования вагонов, создание безопасных условий труда, применение информаци-

онных технологий, организация эффективного управления и контроля за выполнением технологических операций.

Основой организации работ должен служить график прохождения вагонов по парковым путям и через устройства технического обслуживания, очистки и экипировки.

Процесс подготовки пассажирского состава в рейс, начиная с окончания высадки пассажиров по прибытии поезда и до подачи состава под посадку пассажиров целесообразно разделить на позиции (см. табл. 12.1).

### **12.6. Пункты технического обслуживания пассажирских вагонов, базы технического обслуживания резервных вагонов, пункты перестановки вагонов на колею другой ширины**

Назначение пунктов технического обслуживания пассажирских вагонов – выполнение ТО-1.

Пункты технического обслуживания пассажирских вагонов размещают:

- на пассажирских технических станциях вблизи парков приема и отправления или приемо-отправочных путей (см. рис. 12.3);
- в ремонтно-экипировочном хозяйстве (при отсутствии технической станции) – вблизи ремонтно-экипировочного парка (см. рис. 12.6);
- на пассажирских станциях (для производства ТО-1 в транзитных поездах).

После передачи пассажирских вагонов в ведение пассажирской службы ПТО пассажирских вагонов организованы на некоторых сортировочных станциях, являющихся пунктами формирования или пунктами оборота пассажирских составов или производящих техническое обслуживание большого количества проходящих пассажирских поездов.

В 90-х гг. на малоделятельных участках железных дорог техническое обслуживание вагонов в пассажирских поездах было поручено пунктам технического обслуживания грузовых поездов или ПОТ.

Схема технического оснащения ПТО пассажирских вагонов на пассажирской станции приведена на рис. 12.10.

Междупутья приемоотправочных путей для транзитных поездов оборудованы посадочными платформами для пассажиров через одно междупутье. Свободные от посадочных платформ междупутья используют для технических целей: снабжения вагонов водой и топливом, хранения запасных частей.

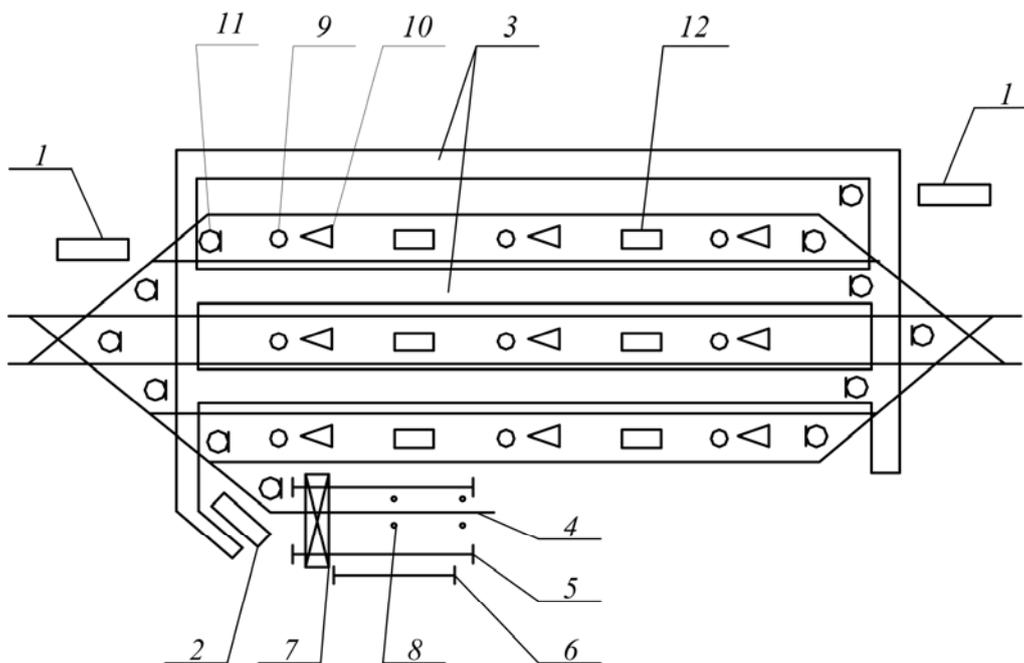


Рис. 12.10. Схема технического оснащения ПТО пассажирской станции  
 1 – помещение ПТО; 2 – склад топлива; 3 – платформы для посадки пассажиров и переходы с твердым покрытием; 4 – специализированный путь для текущего ремонта вагонов; 5 – пути козлового крана;  
 6 – путь для хранения колесных пар; 7 – козловый кран;  
 8 – стационарные домкраты; 9 – колонки для снабжения вагонов водой;  
 10 – переговорные колонки; 11 – сигналы централизованного ограждения; 12 – стеллажи для запасных частей

На пассажирских станциях и посадочных платформах тупикового типа или на посадочных платформах в пределах железнодорожного узла вблизи от пункта формирования (пассажирской технической станции или ремонтно-экипировочного парка) для поездов своего формирования операции по техническому обслуживанию вагонов не предусмотрены.

На пассажирских технических станциях и в технических парках ремонтно-экипировочного хозяйства все междупутья парка могут быть оснащены техническими устройствами для обслуживания вагонов.

На пассажирских станциях в состав ПТО пассажирских вагонов включается специализированный путь текущего отцепочного ремонта вагонов в проходящих поездах.

Его назначение – текущий ремонт вагонов, требующих отцепки от проходящих поездов. Вагон отцепляют от состава, подают на специализированный путь, а после ремонта прицепляют обратно в состав поезда. Смену колесных пар производят без высадки пассажиров. Специализированный путь обеспечен средствами механизации (см. рис. 12.10).

После перевода пунктов технического обслуживания грузовых вагонов на некоторых станциях в категорию пунктов опробования тормозов работники ПОТ на этих станциях выполняют текущий отцепочный ремонт пассажирских вагонов.

На ПОТ, предшествующим затяжным спускам (крутизной 0,018 и более), также производится полное опробование тормозов вагонов в пассажирских поездах.

Базы технического обслуживания резервных пассажирских вагонов (базы запаса вагонов) размещают вблизи от крупных железнодорожных узлов.

Базы оборудуют с целью разгрузки пассажирских технических станций, ускорения обработки пассажирских поездов и обеспечения сохранности вагонов в период отстоя. В зимний период размеры перевозок пассажиров уменьшаются, поэтому большое количество вагонов отставляют от эксплуатации на длительное время. База представляет тупиковую железнодорожную станцию или парк станции, специально приспособленный для отстоя и технического обслуживания пассажирских вагонов.

Базы разделяют на три категории по количеству обслуживаемых вагонов: 1 – на 600 вагонов; 2 – на 300 вагонов; 3 – менее 300 вагонов. Длина и количество путей определены из условия размещения на каждом пути двух составов по 25 вагонов.

На базах первой категории размещают моечную машину для наружной обмытки вагонов, камеру газовой дезинфекции вагонов; пути текущего отцепочного ремонта вагонов; пути, оборудованные устройствами для электрического отопления вагонов; компрессорную и котельную или тепlopункт. Междупутья через одно устроены с твердым покрытием для движения тракторов и электрокаров. На междупутьях без покрытия размещают колонки: холодной и горячей воды; воздухоразборные; зарядки аккумуляторных батарей. База может также иметь ограждение (забор).

Схема базы первой категории приведена на рис. 12.11.

В международных перевозках на пограничных станциях производится обмен вагонов. При переходе границы между Финляндией и РФ, Монголией и РФ, на территории которых колея 1520 мм, производится передача вагонов без перестановки их на другую ширину колеи. Обмен вагонами осуществляется на пунктах обмена вагонов в (ПОВ) на пограничных станциях.

При обмене вагонов со странами, где используется колея шириной 1435мм, на передаточных станциях производят перестановку вагонов на другую ширину колеи. На передаточных станциях устраивают пункты перестановки вагонов (ППВ). Перестановка вагонов на другую ширину колеи выполняется заменой заранее подготовленных тележек. Замена осуществляется на специальном перестановочном пути, оборудованном контррельсом и имеющем ширину колеи 1508 мм. Перестановочный путь с одной стороны, расширяясь переходит в колею шириной 1520 мм, с другой – в колею шириной 1435 мм. На отрезке пути шириной 1508 мм могут быть установлены вагоны колеи 1435 мм и ваго-

ны колеи 1520 мм. Здесь производится замена тележек под вагонами. На перестановочном пути обычно вмещается 6-8 вагонов.

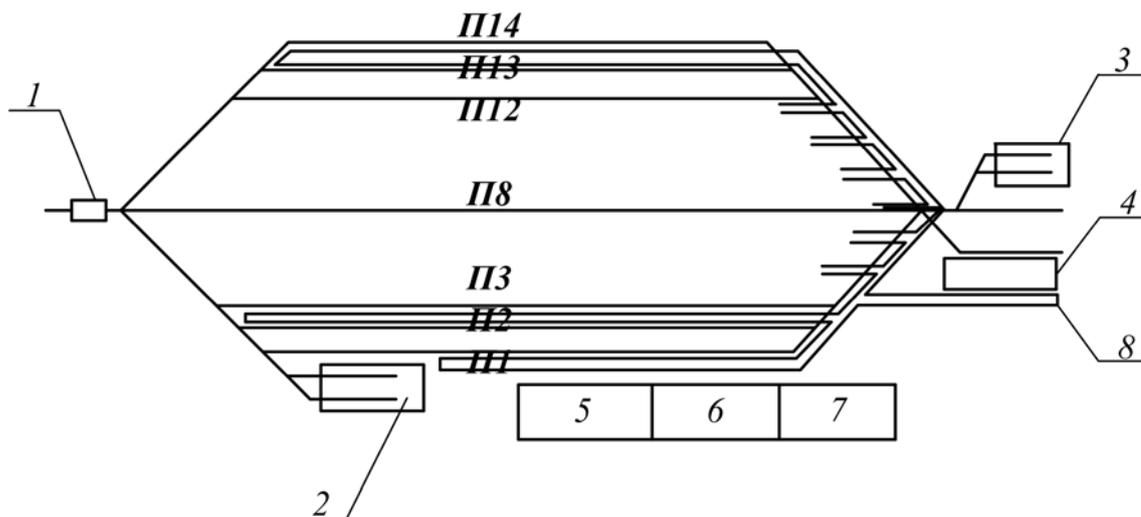


Рис. 12.11. Схема базы технического обслуживания резервных вагонов (часть путей условно не показана)

Пути: П1-П7; П9-П12 – отстоя вагонов; П8 – ходовой;

П13-П14 – отстоя вагонов с электрическим отоплением.

Сооружения: 1 – вагонмоечная машина; 2 – помещение текущего ремонта вагонов; 3 – камера газовой дезинфекции вагонов;

4 – склад топлива; 5 – служебно-бытовые помещения;

6 – компрессорная; 7 – котельная; 8 – дорожки с твердым покрытием

На пунктах перестановки вагонов оборудованы позиции замены тележек. На каждой позиции установлено четыре стационарных электродомкрата грузоподъемностью 30-40 т. Перестановочный путь оборудован мостовыми или козловыми кранами грузоподъемностью 20 т для транспортировки тележек.

Вагоны размещают на позициях замены тележек с помощью маневрового локомотива. Первый вагон устанавливают на крайнюю позицию, после отцепки этого вагона следующий вагон ставят на вторую позицию и т.д.

Вагоны поднимают домкратами, тележки выкатывают и с помощью электролебедок убирают на пути размещения тележек колеи 1435 мм или 1520 мм. С другой стороны подают с помощью электролебедки тележки другой колеи, устанавливают их под вагонами и опускают вагоны.

На перестановочных и обменных пунктах из вагонов удаляется мусор и производится экипировка: заправка водой и снабжение топливом.

На каждой позиции перестановки вагонов имеется воздухоразборная колонка и местное освещение. Пути ППВ оборудуют канавами для осмотра подвагонного оборудования, сигналами ограждения, связью.

Единая техническая ревизия (ТО-3) и межрейсовый ремонт выполняют производственные участки ППВ по техническому обслуживанию вагонов.

Передача вагонов оформляется передаточной ведомостью.

### 12.7. Особенности технического обслуживания вагонов

## с электрическим и комбинированным отоплением

В соответствии с правилами Международного союза по пассажирским и багажным вагонам для электрического отопления вагонов могут применяться переменный ток напряжением 1500 В частотой  $16 \frac{2}{3}$  или 50 Гц и постоянный ток напряжением 1500 и 3000 В. На отечественных дорогах электроотопление работает на напряжении 3000 В постоянного или переменного однофазного тока, частотой 50 Гц. При работе на постоянном токе электроотопление получает ток без преобразования с электровоза через межвагонные электрические высоковольтные соединения и подвагонную магистраль.

При работе на переменном токе напряжением 25 кВ частотой 50 Гц переменный ток в главном трансформаторе электровоза преобразуется в переменный ток напряжением 3000 В частотой 50 Гц. Для высоковольтного оборудования вагонов род тока значения не имеет.

С целью передачи электрической энергии на каждом вагоне установлены межвагонные электрические соединения, включающие штепсель, гнездо-розетку и холостой приемник (глухую розетку). Штепсель и розетка служат соединительными элементами высоковольтной поездной магистрали. Отверстие для штепселя в розетке закрыто крышкой, которая запирается блокировочным замком. Открыть крышку и вставить штепсель в гнездо можно только после открытия замка ключом отопления. При открытой крышке ключ из розетки не вынимается. Аналогично с помощью ключа открывают и запирают холостой приемник штепселя.

Сроки отопления состава от электровоза (подключение состава к электровозу), установлены для большей части дорог с 5 сентября по 15 мая.

Проверка комплектности и исправности электрооборудования вагонов и электровозов при подготовке к зимним перевозкам должна заканчиваться за 20 дней до отопительного сезона.

В отопительный период при ТО-1 осматривают заземляющие шунты. Штепсели головного и хвостового вагона вынимают из холостого приемника и осматривают. Механизмы запоров проверяют ключом отопления.

Межвагонные соединения других вагонов проверяют без выемки штепселей. Открывают ящики с электрооборудованием и осматривают электрические аппараты. Проверяют состояние видимых заземляющих шунтов на котлах комбинированного отопления и на защитных кожухах электрических печей. Системы электрического или комбинированного отопления проверяют на функционирование аппаратов управления и сигнализации. Приводят измерение сопротивления изоляции магистрали. Сопротивление одного вагона должно быть не менее 20 МОм, состава до 24 вагонов – не менее 1,2 МОм.

За 1 ч до отправления поезда с технической станции состав подключают для отопления к стационарной установке или электровозу. Во время отопления проверяют работоспособность электропитания по температурному режиму в вагонах. Температура воздуха в вагонах должна быть 18-22°C.

В пунктах оборота ПЭМ проверяют состояние межвагонного соединения головного вагона, осматривают электрооборудование и проверяют систему электрического или комбинированного отопления на функционирование.

Техническое обслуживание электрооборудования высокого напряжения поездов с оборотом до трех суток производится в пункте формирования через 6 суток.

Электрооборудование отопительных установок вагонов в эксплуатации должно работать только в автоматическом режиме управления.

На каждом пассажирском поезде, сформированном из вагонов с высоковольтным комбинированным или электрическим отоплением, должен быть только один ключ отопления. Для проверки устройств отопления поезда на электровозах в депо их приписки должны быть ремонтные ключи, которые находятся у дежурного по депо.

На ключе отопления должны быть нанесены код дороги, условный номер депо и порядковый номер ключа. Для учета ключей в депо ведется книга их выдачи и получения. Запрещается лицам, обслуживающим высоковольтное отопление, и локомотивным бригадам иметь и применять другие ключи и приспособления для открывания межвагонных соединений и ящиков с аппаратурой.

Соединяет и разъединяет отопительную магистраль головного вагона и электровоза поездной электромеханик в присутствии машиниста с ключом от электрических цепей управления электровозом. При этом на электровозе должны быть опущены токоприемники. После присоединения отопительной магистрали поезда к электровозу поездной электромеханик передает ключ машинисту, а после отсоединения ключ остается у поездного электромеханика.

При количестве вагонов в составе до 20 отопительная магистраль соединяется одним межвагонным соединением, а при большем количестве вагонов в составе – двумя. Все операции по соединению и разъединению головного вагона с электровозом электромеханик производит в резиновых перчатках.

Соединяют и разъединяют отопительную магистраль состава поезда в межпоездном отстое от стационарного пункта отопления работники вагонного депо вместе с поездным электромехаником или начальником поезда.

Во время отопления состава поезда от стационарного пункта электроотопления проводники находятся в вагонах.

Запрещается подключать к электровозу на отопление количество вагонов, более установленного, указанного на кузове электровоза.

В маршруте машиниста поездной электромеханик указывает фактическое количество отапливаемых вагонов в составе поезда. На подготовленный в рейс состав пассажирского поезда должна быть дана готовность к подаче на него высокого напряжения ответственным работником за его подготовку. После присоединения отопительной магистрали состава машинист поднимает токоприемник, вставляет отопительный ключ в гнездо на пульте управления и поворачивает. На передней панели распределительного шкафа загорается сигнальная лампа, указывающая, что состав находится под напряжением 3000 В.

Снятие напряжения и отсоединение отопительной магистрали состава производится в обратном порядке.

После подключения состава к электровозу переменного тока машинист должен произвести пуск вспомогательных машин, а затем включить отопление поезда. После подключения отопительной магистрали проводники должны установить переключатель пульта управления на автоматический режим отопления. Перед отсоединением отопительной магистрали от источника энергоснабжения необходимо отключить отопительные устройства вагонов.

При наличии напряжения в составе поезда запрещается выполнять работы по техническому обслуживанию электрооборудования и запрещается мыть полы при наличии высокого напряжения на электрических печах. Разрешается влажная протирка при выключенных печах. На вагонах с комбинированным отоплением разрешается влажная уборка полов, кроме котельного отделения, без отключения электрических цепей комбинированного котла отопления.

На электрифицированных участках пути работникам поездной бригады запрещается влезать на крышу вагона для каких-либо работ. Лестница для подъема на крышу должна быть заперта на ключ и опломбирована.

При срабатывании элементов защиты отопительной системы машинисту разрешается один раз произвести включение. В случае повторного срабатывания защиты последующее включение следует производить после выявления и устранения причины срабатывания.

Если будет повреждена отопительная магистраль одного из вагонов в поезде с электрическим отоплением в оставшуюся часть рейса (более 4 ч), вагон на ближайшей станции, с продолжительностью остановки более 10 мин, должен быть переставлен в хвост поезда и на электроотопление не подключается.

В случае повреждения отопительной магистрали поезда с комбинированным отоплением, в зависимости от места повреждения, состав или группа вагонов переводится на угольное отопление.

При разрыве поезда в пути машинист электровоза должен снять напряжение с отопительной магистрали и вместе с поездным электромехаником обеспечить отключение отопительной магистрали от электровоза.

Если возникнет пожар, то бригада, обслуживающая вагоны, и машинист электровоза должны действовать согласно «Инструкции по обеспечению пожарной безопасности в вагонах пассажирских поездов» и «Инструкции по обеспечению пожарной безопасности на локомотивах и моторовагонном подвижном составе».

## **12.8. Организация работы поездных бригад**

Существует два способа обслуживания пассажирских поездов. Это работа постоянно закрепленных за определенными составами поездов бригад проводников или неприкрепленных (сменных) бригад, работающих по скользящему графику.

Прикрепление бригад к определенному составу создает лучшие условия для обслуживания и сохранения вагонов в исправном состоянии.

Однако при этом способе трудно регулировать месячную норму выработки прикрепленными бригадами, т.к. им приходится ожидать в пунктах формирования прикрепленные составы. Использование бригады в этот период является сложным.

При обслуживании сменными (неприкрепленными) бригадами достигается полное использование рабочего времени проводников. Примерный график обслуживания поездов сменными бригадами приведен на рис. 12.12. Из графика следует, что обслуживание шести поездов дальнего следования при ежедневном отправлении осуществляется 11 сменными бригадами, вместо 12, при прикреплении двух бригад к одному составу.

Номер бригады	Дни месяца													
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														

Рис. 12.12. График обслуживания составов пассажирского поезда сменными бригадами (время оборота состава 3 суток, коэффициент регулярности отправления поезда  $K_p = 1$  (ежедневно) С1 - С6 – условные номера составов

Ситуация меняется когда используют новые формы организации обслуживания составов, например, при обслуживании тремя проводниками двух вагонов в поездах, отправляющихся три-четыре раза в неделю. В таких случаях требуется специальная регулировка использования бригад с учетом необходимости выработки установленной нормы при условии соблюдения установленного времени отдыха.

Потребное количество бригад (явочное) для каждой пары поездов

$$R_{\text{б}} = \frac{D K T}{F_n}, \quad (12.4)$$

где  $D_k$  – количество календарных дней в году;  
 $K_n$  – коэффициент регулярности отправления поезда;  
 $T_p$  – средняя продолжительность работы проводника за рейс;  
 $F_n$  – номинальный фонд рабочего времени бригады.

Средняя продолжительность работы проводника за рейс (за оборот состава)

$$T_p = \frac{1}{a_c} \left( \frac{L_i}{V_{M1}} + \frac{L_i}{V_{M2}} + t_{\text{ом}} + t_{\text{об}} + t_{\text{пр}} \right), \quad (12.5)$$

где  $a_c$  – норма обслуживания (количество проводников на 1 вагон);  
 $L_i$  – расстояние от пункта формирования до пункта оборота;  
 $V_{M1}, V_{M2}$  – маршрутная скорость до пункта оборота и обратно;  
 $t_{\text{ом}}, t_{\text{об}}, t_{\text{пр}}$  – средняя норма времени на приемку и подготовку вагона в рейс в пункте формирования и на сдачу по окончании рейса, соответственно.

Потребное количество проводников для одного поезда (явочное)

$$P_{\text{я}} = R_{\text{б}} P_{\text{о}}, \quad (12.6)$$

где  $P_{\text{о}}$  – количество проводников для одного состава

$$P_{\text{о}} = a_c \sum_{i=1}^p n_i, \quad (12.7)$$

где  $n_i$  – количество вагонов  $i$  – го типа.

Списочное количество проводников

$$P_c = P_{\text{я}} a_n, \quad (12.8)$$

где  $a_n$  – коэффициент приведения.

Принимают  $a_n = 1,09 \div 1,11$ .

Количество начальников поездов и поездных электромехаников принимают по расчетному количеству бригад.

Потребное количество поездных бригад и проводников вагонов может быть определено графическим способом с использованием графиков работы бригад по обороту составов с учетом способа обслуживания поездов.

### **Глава 13. Особенности технического обслуживания автотормозов, автосцепного устройства, букс и колесных пар**

### 13.1. Организация технического обслуживания автотормозов

В эксплуатации находятся следующие, типы тормозного оборудования.

Воздухораспределители грузовых вагонов:

- условные номера 483, 483 М, с главной частью №270-023, с магистральной частью № 483-010 или 483 М-010

- 270-005-1 (сняты с производства в 1978 г.) с магистральной частью № 270-1000.

Воздухораспределители пассажирских вагонов:

- условный номер 292-1 (применяется с 1958 г.)

- модели КЕс (на вагонах международного сообщения)

- № 305 или 305-4 (электропневматический, двухпроводный с резервным воздухораспределителем № 292-1.

Авторежимы (автоматические регуляторы режима торможения) грузовых вагонов – условный номер 265А (выпуск до 1982 г.) и № 265А1, взаимозаменяемый с 265А (с 1982 г.).

Регуляторы тормозных рычажных передач на грузовых и пассажирских вагонах (взаимозаменяемые): Условный номер 536М (бескулисный, двухстороннего действия, выпуск до 1982 г.) и № 574Б (бескулисный одностороннего действия, с 1982 г.), РТПП-675.

Тормозные цилиндры:

- пассажирских вагонов: условный номер 431 (диаметр 305 мм или 12 дюймов), №436 (диаметр 356 мм или 14 дюймов);

аналогичные № 501, номера 505, 505Б; №509, 509В (диаметром 254 мм или 10 дюймов);

- грузовых четырехосных вагонов: № 435 (диаметр 356 мм или 14 дюймов), аналогичные № 435, номера 188, 188Б; № 519Б (диаметр 400 мм или 16 дюймов) – на шести и восьмиосных грузовых вагонах (полувагоны, цистерны).

Рычажные передачи пассажирских и грузовых вагонов приспособлены для использования как композиционных, так и чугунных колодок. В случае композиционных тормозных колодок валики затяжки горизонтальных рычагов устанавливаются в отверстия, расположенные дальше от тормозного цилиндра. Разрешается ставить на вагон колодки только одного типа.

У грузовых вагонов, оборудованных композиционными колодками, воздухораспределители включают на порожний режим (при загрузке на ось до 6 тс) или на средний (при загрузке на ось более 6тс).

У грузовых вагонов с чугунными тормозными колодками, включают режим:

- груженный при загрузке вагона более 6т на ось;

- средний при загрузке вагона от трех до шести тонн на ось;

- порожний при загрузке вагона менее 3 т на ось.

Загрузку вагона следует определять по поездным документам. Допускается ориентироваться по положению клина амортизатора тележки ЦНИИ-Х-3 относительно фрикционной планки:

- верхняя плоскость клина выше верхнего торца фрикционной планки вагон порожний;

- верхняя плоскость клина и верхний торец планки на одном уровне – загрузка вагона 3-6 т на ось;

На вагонах, оборудованных авторежимом, режимный валик воздухораспределителя закрепляют при композиционных колодках на среднем режиме, при чугунных – на грузе.

Включение воздухораспределителей на горный режим в грузовых поездах необходимо перед затяжными спусками крутизной 0,018 и более. Переключение на равнинный режим выполняется сразу же после прохода поездом затяжного спуска на станциях, установленных приказом начальника дороги. В поездах с составом из порожних вагонов при наличии и исправном действии электрического тормоза на локомотиве допускается использовать равнинный режим на воздухо-распределителях на затяжных спусках, крутизной до 0,025.

При формировании поездов в грузовых и в пассажирских поездах все автоматические тормоза должны быть включены, и поезд должен быть обеспечен тормозным нажатием в соответствии с установленной нормой. Количество ручных тормозов должно соответствовать норме.

Для грузопассажирских поездов, длинносоставных пассажирских и грузовых поездов правила включения автотормозов пассажирских и грузовых вагонов и режимов воздухораспределителей установлены ПТЭ РЖД [14] и инструкцией по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог [25].

Вагоны для перевозки опасных грузов первой и второй категории должны быть оборудованы композиционными колодками.

В процессе полного опробования тормозов проверка плотности тормозной сети поезда производится с учетом типа локомотива и длины состава в осях; а выход штоков тормозных цилиндров – с учетом типа тормозных колодок, по разным нормам для грузовых и пассажирских вагонов и разным нормам для ПТО и ПОТ.

Работы по техническому обслуживанию тормозов производят в парках приема, отправления и транзитных на сортировочных и участковых станциях, на ПОТ и КП.

В парках приема выполняют осмотр тормозного оборудования и производят разрядку тормозов. Тормозные рукава при сортировке вагонов через горку разъединяются автоматически.

Существует проблема замены ручной разрядки тормозов на автоматизированную.

В парках отправления и транзитных при наличии станционной магистрали выполняют следующие работы:

1. Присоединение тормозной магистрали состава к станционной магистрали, продувка и соединение рукавов. При использовании автоматизированных систем опробования автотормозов продувают рукава сжатым воздухом пониженного давления 0,18 МПа.

2. Зарядка тормозов в составе.

3. Контрольный осмотр, выявление и устранение утечек воздуха; замена изношенных тормозных колодок, подвесок башмака, роликов рычажных передач, регулировка рычажных передач, а также установка режимов.

4. Полное опробование тормозов от станционной магистрали или от локомотива.

5. После прицепки поездного локомотива – отсоединение состава от станционной магистрали и соединение рукавов локомотива и головного вагона.

6. Проверка целостности тормозной магистрали и свободности прохождения по ней сжатого воздуха. Для этого осмотрщик вагонов хвостовой группы по парковой связи или радиосвязи извещает машиниста локомотива о начале проверки и открывает на 8 – 10 секунд последний концевой кран хвостового вагона. При срабатывании автотормозов локомотива (по загоранию лампы ТМ сигнализатора № 418) машинист обязан протянуть ленту скоростемера и произвести ступень торможения снижением давления в уравнительном резервуаре на 0,05 – 0,06 МПа). После того как закончится выпуск воздуха из магистрали через кран машиниста, произвести отпуск и зарядку тормозов и сообщить о результатах проверки осмотрщику вагонов.

7. Проверка плотности тормозной сети поезда с локомотива (используется УКПТМ).

8. При длине поезда более 250 осей или при наличии в составе более 50% специализированных вагонов для перевозки зерна, цемента, минеральных удобрений, цистерн и т.д. осмотрщик обязан произвести замер зарядного давления в магистрали хвостового вагона при помощи манометра, устанавливаемого на головку соединительного рукава последнего вагона. При зарядном давлении на локомотиве 0,48 – 0,5 МПа; 0,53 – 0,55 МПа; 0,6 – 0,62 МПа давление в магистрали хвостового вагона должно быть не менее 0,4; 0,45 и 0,5 МПа соответственно.

9. Сокращенное опробование тормозов от локомотива с проверкой срабатывания тормозов двух хвостовых вагонов.

10. Подсчет тормозного нажатия, заполнение и передача машинисту справки о тормозах формы ВУ-45.

11. Осмотр вагонов на ходу отправляющегося состава для выявления неотпустивших тормозов.

В процессе технического обслуживания вагонов осмотрщики-автоматчики должны проверять:

- правильность соединения рукавов, открытие концевых кранов между вагонами;

- открытие разобщительных кранов на подводящих воздухопроводах от магистрали к воздухораспределителям:

- на вагонах с авторежимом – соответствие выхода вилки авторежима загрузке вагона;

- правильность включения режимов воздухораспределителей;

- правильность регулировки тормозной рычажной передачи и действие автоматических регуляторов;

- выход штоков тормозных цилиндров;
- износ и состояние узлов и деталей рычажной передачи, соответствие их установленным размерам;
- состояние ручного тормоза;
- надежность крепления узлов и деталей;
- действие автотормозов на чувствительность к торможению и отпуску;
- плотность тормозной сети состава (соответствие установленным нормам);
- обеспеченность поезда требуемым нажатием тормозных колодок в соответствии с установленными нормами;
- действие пневмомеханического, противоюзного и скоростного регуляторов на вагонах РИЦ.

По окончании технического обслуживания осмотрщик-автоматчик головной части состава заполняет в двух экземплярах справку о тормозах формы ВУ-45.

В справке о тормозах указывают данные о требуемом и фактическом нажатии колодок, количество ручных тормозов, номер хвостового вагона, величину выхода штока тормозного цилиндра на хвостовом вагоне, количество (в процентах) композиционных колодок, номер вагона, у которого встречаются осмотрщики при опробовании тормозов, данные о плотности тормозной сети.

Для записи в справке дополнительных данных установлены условные обозначения: (К-50 – 50% вагонов оборудовано композиционными колодками, Встр. – номер вагона встречи осмотрщиков, ТЦПВ – выход штока тормозного цилиндра последнего вагона в миллиметрах, ДВП – давление в тормозной магистрали последнего вагона, ЭПТ – в поезде включены электропневматические тормоза, П – в грузовой поезд включены пассажирские вагоны или локомотивы; В10 – выполнено полное опробование тормозов с десятиминутной выдержкой).

На обороте справки о тормозах производится отметка о производстве опробования тормозов в пути следования.

При техническом обслуживании вагонов в поездах установлены два вида опробования тормозов: полное и сокращенное.

Полное опробование тормозов производят:

- на станциях формирования и оборота перед отправлением поезда;
- после смены локомотива;
- на одной из станций, где производится смена локомотивной бригады, на участках обращения локомотивов более 600 км;
- на станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками, где поезд останавливается по техническим надобностям (с выдержкой в заторможенном состоянии в течение 10 мин.).

В случае полного опробования автотормозов от локомотива все операции, перечисленные выше, выполняют с использованием локомотива, а сокращенное опробование тормозов не производится.

В пассажирских поездах проводят сначала полное опробование электропневматических тормозов, а затем – полное опробование пневматических.

При опробовании электропневматических тормозов от переносных или стационарных устройств выполняют такие же операции, как при опробовании от локомотива, с питанием тормозной магистрали сжатым воздухом постоянного зарядного давления.

Сокращенное опробование автотормозов с проверкой состояния тормозной магистрали по действию тормозов двух хвостовых вагонов (проверяют торможение и отпуск) производят:

- после прицепки поездного локомотива к составу, если предварительно на станции было выполнено полное опробование автотормозов от стационарной магистрали.

- после смены локомотивной бригады;

- после всякого разъединения рукавов в составе, соединения рукавов вследствие прицепки подвижного состава, перекрытия концевого крана в составе;

- в пассажирских поездах после стоянки поезда более 20 мин, при падении давления в главном резервуаре ниже 0,55 МПа;

- в грузовых поездах, если при стоянке произошло произвольное срабатывание тормозов или изменилась плотность магистрали более, чем на 20% от указанной в справке ф. ВУ-45;

- в грузовых поездах после стоянки поезда более 30 мин.

В пассажирских поездах выполняется сокращенное опробование сначала электропневматических тормозов, а затем автотормозов.

После сокращенного опробования тормозов на станциях в пути следования делают отметку в справке формы ВУ-45.

Для проверки действия автотормозов в парках отправления и транзитных используют автоматизированные системы УЗОТ, УСОТ и др. (см. раздел 9.5).

Нормативно-технической документацией [25] установлены нормы единого наименьшего тормозного нажатия на 100 т веса поезда. Так, грузовые груженные и порожние поезда длиной от 400 до 520 осей, обеспеченные тормозным нажатием не менее 33 тс на 100 т веса поезда могут следовать со скоростью до 90 км/ч по участкам, оборудованным автоблокировкой с трехзначной сигнализацией. При этом скорость движения может быть установлена от 80 до 90 км/ч, если крутизна руководящего спуска не превышает 0,010, а расстояние ограждения мест внезапно возникших препятствий составляет 1500 м.

Расчетные нажатия тормозных колодок на ось для вагонов приведены в нормативно-технической документации, в том числе для композиционных колодок в пересчете на чугунные.

Установлены нормы обеспечения поездов ручными тормозами для удержания на месте в случае остановки на перегоне и в случае неисправности автотормозов. Например, для крутизны спуска 0,010 на каждые 100 т веса поезда и при нагрузке на ось 10 тс и более количество тормозных башмаков должно быть не менее 0,8, количество тормозных осей не менее 0,8.

Предусмотрен в ряде случаев порядок пропуска и отправления поездов при невозможности обеспечения единого наименьшего тормозного нажатия. Например, разрешается отправлять пассажирские поезда при включении в них пассажирских вагонов, длиной менее 20,2 м, вагонов служебно-технического назначения, вагонов с багажом и грузобагажом, грузовые при наличии в составах специального подвижного состава с выключенными тормозами или с пролетной магистралью, вагонов с разрядными грузами, грузовые поезда, сформированные из хоппер-дозаторов.

Правила обеспечения поездов тормозами подробно изложены в специальной инструкции [25].

В процессе организации ТО автотормозов следует предусматривать мероприятия по обеспечению безопасности движения. Из-за неисправностей тормозного оборудования происходят нарушения безопасности движения поездов:

- отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами, т.е. с недействующими тормозами у части вагонов в составе;
- падение деталей на путь (опасно вследствие возможности наезда и схода вагонов с рельсов);
- разъединение распорной тяги и вертикальных рычагов и опускание распорной тяги за пределы габарита подвижного состава;
- образование ползунов на колесах в результате заклинивания колесных пар с последующим возможным повреждением рельсов и ходовых частей вагона.

Начиная с середины 90-х гг. опасные нарушения безопасности движения из-за неисправности тормозов представлены в целом по дорогам РФ единичными случаями.

Правилами технической эксплуатации железных дорог РФ [14] регламентированы условия движения поезда в случае обнаружения ползунов на колесах.

При глубине ползуна до 1 мм установленная скорость движения поезда не ограничивается (при скорости до 120 км/ч). Если обнаружен ползун, глубиной от одного до двух миллиметров, поезд следует с ограничением скорости (грузовые – не выше 70 км/ч, пассажирский – не выше 100 км/ч) до пункта технического обслуживания вагонов, на котором возможна смена колесных пар. При глубине ползуна более двух миллиметров поезд может следовать с ограничением скорости до ближайшей станции, где неисправный вагон должен быть отцеплен. Если глубина ползуна 12 мм и более, то при следовании поезда до ближайшей станции должно быть исключено вращение неисправной колесной пары (скорость движения до 10 км/ч).

Практически все нарушения безопасности движения являются следствием несоблюдения установленной технологии ТО тормозов, правил полного и сокращенного опробования тормозов. В практике работы необходим постоянный контроль со стороны руководства вагонных депо, руководителей и инструкторов ПТО, ревизоров по безопасности движения за выполнением технологии. Производят также инструктаж локомотивных бригад, работников станций и линейных работников служб пути, сигнализации и связи по выявлению случаев

заклинивания колесных пар, выявлению ползунов и принятия мер к остановке поезда для проверки состояния колес.

В состав ПТО включают компрессорные станции с воздухопроводной сетью.

### **13.2. Контрольные пункты автотормозов**

Ремонт тормозного оборудования, снятого с вагонов при техническом обслуживании и текущем отцепочном ремонте, производят в контрольных пунктах автотормозов (АКП), за исключением деталей рычажных передач и авторегуляторов, которые ремонтируют в ремонтно-комплектовочных участках (РКУ). Контрольные пункты автотормозов и ремонтно-комплектовочные участки входят в состав ремонтных вагонных депо.

После выделения вагонного хозяйства в самостоятельную службу (1933г.) автоконтрольные пункты размещали в отдельных зданиях, вблизи станционных парков отправления, смешанных (приемо-отправочных) или транзитных. В этом же здании помещалась компрессорная станция. На крупных сортировочных станциях, например, Свердловск-Сортировочный АКП размещались вблизи парков отправления каждой системы станции по направлениям (нечетному и четному). Впоследствии, в 70-80-х гг., совершенствовалось тормозное оборудование и ситуация изменилась. В настоящее время ремонт воздухораспределителей, авторежимов, арматуры и поршневых узлов производится преимущественно для ремонтных подразделений вагонного хозяйства.

Каждому АКП присвоен номер клейма для бирок, устанавливаемых на воздухораспределителях, соединительных рукавах и концевых кранах после ремонта. Номер клейма включает букву «А» и одну, две или три цифры, например А-1 Москва-Пассажирская Октябрьской ж.д., А-43 Люблино Московской ж.д., А-274 – Свердловск-Сортировочный. Автоматным отделением и АКП вагоноремонтных заводов также присвоены номера клейм.

Вагонные депо и ВРЗ, производившие периодический ремонт или ревизию тормоза, гарантируют его исправную работу на вагоне в течение установленного межремонтного периода. Если произойдет отказ деталей и узлов отремонтированного тормозного оборудования до установленного срока, при условии соблюдения правил его эксплуатации ремонтному предприятию направляется акт-рекламация.

Схема АКП приведена на рис. 13.1.

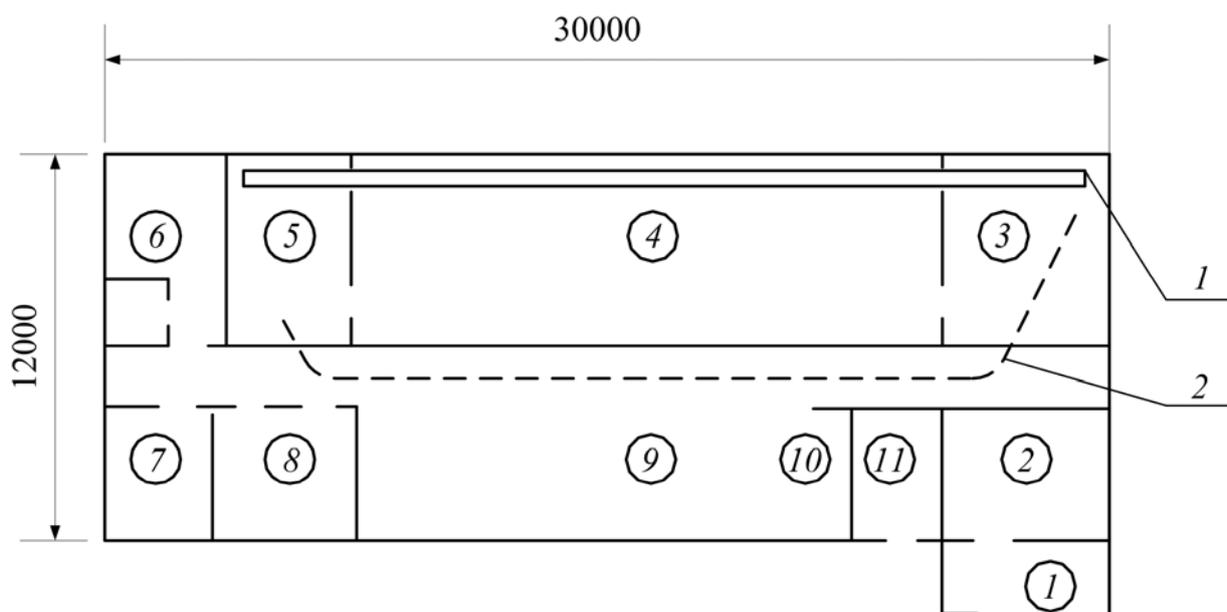


Рис. 13.1. Схема (план) типового АКП

Отделения и помещения: 1 – наружной очистки; 2 – ремонта авторегуляторов; 3 – ремонта поршневых узлов и предварительной разборки приборов; 4 – ремонта воздухораспределителей и авторежимов; 5 – испытания тормозных приборов; 6, 7, 8 – кладовая и служебно-бытовые; 9 – механическое; 10 – арматурное; 11 – насосная.

Транспортные средства: 1 – ленточный конвейер; 2 – цепной роликовый конвейер

Тормозное оборудование в АКП ремонтируют в соответствии с типовым технологическим процессом. На плане типового АКП его отделения размещены в технологической последовательности. Тормозные приборы (воздухораспределители и авторежимы) очищают и обмывают в моечной машине, после чего разбирают и направляют для вторичной обмывки. Промытые приборы по конвейеру следуют в ремонтное и затем – в испытательное отделение и кладовую.

Для ремонта приборов используют поточно-узловой метод, когда на каждой позиции конвейера выполняют ремонт определенного узла.

Авторегуляторы промывают, разбирают, проверяют, ремонтируют и испытывают с использованием типовой оснастки.

Поршневые узлы (поршень, шток, головка штока, передняя крышка тормозного цилиндра, пружина) очищают и проверяют, неисправные детали заменяют.

В арматурном отделении очищают, проверяют и ремонтируют краны: концевые, разобщительные и экстренного торможения, выпускные клапаны и соединительные рукава.

Неисправные рукава раскомплектовывают, детали очищают, проверяют шаблонами, ремонтируют и комплектуют вновь. Скомплектованный рукав вы-

держивают 24 ч для высыхания резинового клея и подвергают гидравлическому и пневматическому испытаниям.

Для проверки и ремонта тормозного оборудования в АКП используют большое количество стандартного и нестандартизированного оборудования в соответствии с типовым технологическим процессом ремонта тормозного оборудования вагонов.

### **13.3. Компрессорные станции и стационарные воздухопроводные сети**

Для обеспечения сжатым воздухом ПТО, АКП и производственных участков депо служат специальные компрессорные станции. В вагонных депо постройки 1933-35 гг. компрессорные станции размещались в АКП. На некоторых крупных сортировочных станциях есть объединенные компрессорные станции, обеспечивающие сжатым воздухом парки станции (горочные замедлители, обдувка стрелок), локомотивное и вагонное депо.

В зависимости от потребления воздуха компрессорные станции могут иметь производительность 20, 40, 60, 80, 120, 180 м<sup>3</sup>/мин (в объеме воздуха при атмосферном давлении). Для производства сжатого воздуха используют поршневые (обычно двухступенчатые) компрессоры. Для хранения сжатого воздуха и для уменьшения перепадов давления воздуха при расходе служат воздухохранилища объемом 5 и 10 м<sup>3</sup>.

Для подвода воздуха к потребителям укладывают воздухопроводную сеть из стальных труб, диаметр которых определяют расчетом (обычно в пределах 50 – 100 мм).

Давление воздуха в сети принято в соответствии с наибольшим зарядным давлением для автотормозов (0,65 МПа). Поэтому используют компрессоры, создающие давление 0,8 МПа.

На рис. 13.2 приведен упрощенный план типовой автоматизированной компрессорной станции производительностью 60 м<sup>3</sup>/мин.

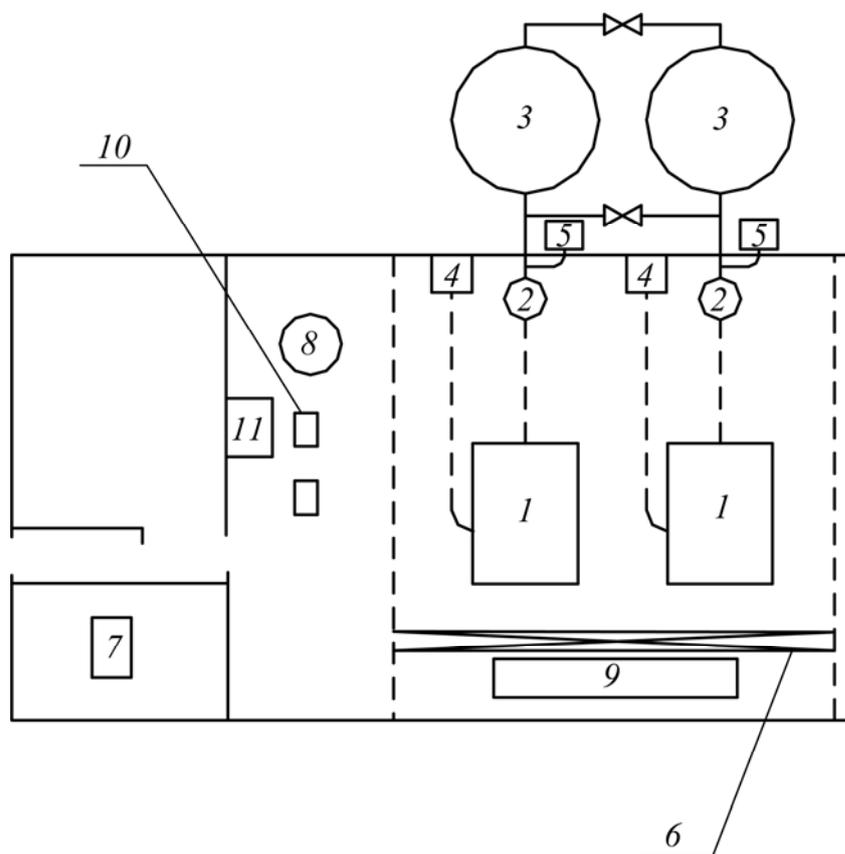


Рис.13.2. План компрессорной станции производительностью  $60 \text{ м}^3/\text{мин}$

1 – компрессоры; 2 – концевые холодильники и водомаслоотделители; 3 – воздухохранилища; 4 – воздушные фильтры воздухозабора; 5 – баки для продувки; 6 кран-балка; 7 – силовой трансформатор; 8 – бак для масла; 9 – шкаф управления и автоматики; 10 – насосы; 11 – бак для воды

Техническая характеристика основных типов компрессоров приведена в таблице 13.1.

Таблица 13.1  
Характеристики компрессоров

Характеристики	Численные значения характеристик по типам компрессоров			
	ВП-10/8 <sup>*)</sup>	ВП-20/8	ВП-30/8	ВВ-10/8
Производительность, $\text{м}^3/\text{мин}$	10	20	30	10

Продолжение табл.13.1

Наибольшее давление воздуха абсолютное, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8
Мощность электродвигателя, кВт	60	125	200	65

\*) ВП – воздушный поршневой;  $10/8$  – в числителе производительность в  $\text{м}^3/\text{мин}$ ; в знаменателе – давление в атмосферах; все компрессоры с двумя ступенями сжатия.

Потребная емкость воздухохранильников у компрессорной станции и у потребителей рассчитывается. Воздухохранильники имеют манометры и предохранительные клапаны, отрегулированные на давление на 15% выше рабочего. Воздухохранильники, как сосуды, работающие под давлением, должны быть зарегистрированы в Госгортехнадзоре, и на них ведется техническая документация.

Через 4 года производят внутренний осмотр и протирку воздухохранильников, а через 8 лет гидравлическое испытание давлением, на 25% выше рабочего, с обстукиванием сварных швов.

В процессе работы компрессоров контролируют:

- пуск и остановку в заданных режимах (0,6 – 0,75 МПа);
- температуру сжатого воздуха в нагнетательной трубе (не более  $170^\circ\text{C}$  для компрессорных масел марок 12М и 19Т с температурой вспышки, соответственно  $216$  и  $242^\circ\text{C}$ );
- температуру нагрева обмоток электродвигателя (не более  $85^\circ\text{C}$ );
- температуру охлаждающей воды на выходе (не более  $40^\circ\text{C}$ );
- давление масла в смазочной системе компрессора (в пределах 0,01 – 0,03 МПа).

Типовые устройства автоматики обеспечивают заданный режим включения и выключения и все контрольные функции.

Расход сжатого воздуха для опробования тормозов и производительность компрессорной станции для ПТО определяют по следующей методике.

Рассчитывают расход воздуха,  $\text{м}^3$ , на наполнение тормозной сети всех вагонов одного испытуемого состава

$$V_n = V_T \frac{p_z}{p_o}, \quad (13.1)$$

где  $V_T = V_с m_с$  – общий объем тормозной сети состава,  $\text{м}^3$ ;

$V_с = 0,106$  – средний объем тормозной сети четырехосного грузового вагона,  $\text{м}^3$ ;

$m_с$  – количество вагонов в поезде;

$p_z$  – зарядное давление, МПа;

$p_o$  – атмосферное давление ( $p_o = 0,1$  МПа).

Определяют расход воздуха на пополнение утечек в тормозной магистрали состава в период зарядки и испытания тормозов

$$V_y = \frac{a t}{p_o} V_T, \quad (13.2)$$

где  $a_c = 0,015$  – средний темп падения давления воздуха в магистрали состава из-за утечек, МПа/мин;  
 $t_3$  – время зарядки и испытания тормозов.

Вычисляют объем воздуха на опробование тормозов состава

$$V_o = \frac{(p_3 - p_c)}{p_o} V_T, \quad (13.3)$$

где  $p_c = 0,37 \div 0,39$  – давление в тормозной магистрали заторможенного состава, МПа.

Суммируют три составляющие  $V_n$ ,  $V_y$ ,  $V_o$  и устанавливается расход воздуха на один испытываемый состав

$$V_c = \frac{2p_3 + a t_3 - p_c}{p_o} V_T. \quad (13.4)$$

Определяют объем дополнительных воздухопоборников для испытания тормозов одного состава из условия, что при выключенном компрессоре можно произвести зарядку и испытание тормозов состава за счет понижения давления в воздухопоборниках с  $p_n = 0,8$  МПа до  $p_3 = 0,55$  МПа.

Это условие можно выразить равенством

$$V_c = V_{cb} (p_n - p_3 - at_3) \frac{1}{p_o}, \quad (13.5)$$

где  $V_{cb}$  – объем дополнительных воздухопоборников, м<sup>3</sup>;  
 $p_n = 0,8$  МПа – предельное давление в стационарной сети и воздухопоборниках;

$at_3 = 0,025$  МПа – снижение давления в стационарном трубопроводе в результате утечек через его неплотности в течение всего периода испытания тормозов состава.

Из равенства (13.5) имеем объем дополнительных воздухопоборников, м<sup>3</sup>,

$$V_{\partial} = \frac{V_c p_0}{p_n - p_3 - at_3}. \quad (13.6)$$

Определяют расход воздуха, м<sup>3</sup>, на пополнение утечек в стационарном трубопроводе в период испытания тормозов одного состава

$$V_{Tp} = \frac{at}{p_o} V_{cb}. \quad (13.7)$$

Затем определяют общий расход воздуха, м<sup>3</sup>, на испытания тормозов одного состава с учетом утечек в стационарном трубопроводе

$$V_{общ} = V_c + V_{Tp}. \quad (13.8)$$

Производительность компрессорной установки, м<sup>3</sup>/мин, для обеспечения сжатым воздухом одновременного испытания тормозов заданного количества составов определяют по формуле

$$Q_k = \frac{1,12 V_{общ} N_c}{t_3 \eta_k}, \quad (13.9)$$

где 1,12 – коэффициент, учитывающий расход воздуха на нужды контрольного пункта автотормозов;  
 $N_c$  – количество испытуемых составов;  
 $\eta_k$  – 0,85÷0,90 – объемный коэффициент полезного действия компрессора.

Выбирают тип компрессора (см. табл. 13.1). Количество компрессоров составит

$$N_k = \frac{Q_k}{q_k},$$

где  $q_k$  – производительность компрессора, м<sup>3</sup>/мин.

Объем воздухоотборников компрессорной станции определяют по эмпирическим формулам:

$$\text{для } Q_k \leq 15 \text{ м}^3/\text{мин} \quad V_p = 0,72 \sqrt{5Q_k}, \quad (13.10)$$

$$\text{для } Q_k > 15 \text{ м}^3/\text{мин} \quad V_p = \sqrt{5Q_k}, \quad (13.11)$$

где  $V_p$  – суммарный объем воздухоборников, м<sup>3</sup>.

Объем дополнительных воздухоборников (для зарядки тормозов в поездах) определен выше (13.5).

Выбирают воздухоборники объемом 5 и 10 м<sup>3</sup>. Размещают основные воздухоборники с северной стороны здания компрессорной (на расстоянии 3-5 м от здания). Дополнительные воздухоборники устанавливают на разветвлениях станционного воздухопровода и в местах наибольшего расхода воздуха в парках отправления вблизи помещения оператора ПТО и на пунктах текущего отцепочного ремонта вагонов.

Условия работы компрессорной станции определяют по приведенной ниже методике.

Суммарный суточный объем расходуемого воздуха на ПТО составит

$$V_{\Sigma} = V_{\text{общ}} \cdot 24 \cdot 60 \quad (13.12)$$

Время работы компрессоров за сутки составляет (в часах)

$$t_c = \frac{V_{\Sigma}}{N_k Q_k \cdot 60}. \quad (13.13)$$

Фактическая суточная потребность в электроэнергии составит (кВт·ч)

$$W = \frac{1}{\eta_d} N_p N_k t_c, \quad (13.14)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия электродвигателя;

$N_p$  – мощность электродвигателя (кВт).

Если компрессорная станция обеспечивает сжатым воздухом пункт текущего отцепочного ремонта, потребность ПТОР в сжатом воздухе рассчитывается по нормам технологического проектирования депо для ремонта вагонов.

Расчет воздухопровода от компрессорной станции до воздухоборника в парке отправления выполняют по приведенной ниже методике.

На плане железнодорожной станции проектируют прокладку воздухопровода и определяют его длину. Затем рассчитывают диаметр трубы.

Диаметр трубы определяют по формуле

$$\alpha = 0,25 \sqrt{\frac{Q_k p_a}{\pi r_k V}}, \quad (13.15)$$

где  $V$  – средняя скорость движения воздуха по трубопроводу (в расчетах  $V = 6 - 8$  м/с);

$p_k$  – давление в трубопроводе (расчетное – 0,8 МПа).

Полученную величину диаметра проверяют по величине давления в наиболее удаленной точке из условия

$$p_k - \Delta H \geq p_3 + 0,05 \text{ МПа}, \quad (13.16)$$

где  $\Delta H$  – общее сопротивление трубопровода.

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2, \quad (13.17)$$

где  $\Delta H_1$  – сопротивление трения;

$\Delta H_2$  – местные сопротивления.

$$\Delta H = \frac{V^2}{2g} \rho \left( \lambda \frac{l}{d} + \xi \right) 10^{-4} \text{ МПа}, \quad (13.18)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха при 15°C (1,3 кг/м<sup>3</sup>);

$\lambda$  – коэффициент трения воздуха о поверхность трубы;

$l$  – длина трубопровода;

$\xi$  – коэффициент сопротивления в частях трубопровода, имеющих сложную форму (находят по таблицам).

Величину  $\lambda$  определяют по эмпирической формуле

$$\lambda = \frac{9,4 \cdot 10^{-3}}{\sqrt[3]{d}}. \quad (13.19)$$

Если условие (13.16) не выполняется, то следует увеличить диаметр трубы.

Станционные воздухопроводы от компрессорной станции до мест потребления (помещения оператора парков отправления и транзитных, пунктов текущего отцепочного ремонта вагонов) укладывают в грунте, на поверхности грунта или на опорах (столбиках). План укладки воздухопроводов должен быть согласован со станцией и с другими службами (пути, сигнализации и связи, ло-

комотивной). План воздухопроводной сети должен быть нанесен на схему станции. Для случая большой длины воздухопроводов, примерно через один километр и на разветвлениях устанавливают дополнительные воздухоборники. Трубы укладывают с уклоном 0,003 – 0,005 в сторону движения воздуха. Через 200 – 300 м предусматривают смотровые колодцы с установкой бачков для сбора конденсата и для продувки.

#### **13.4. Организация технического обслуживания автосцепного устройства**

На вагонах и локомотивах железных дорог РФ и на вагонах промышленного транспорта используют автосцепку СА-3. Небольшое количество восьмиосных цистерн и некоторых специальных вагонов было оборудовано автосцепкой СА-3М. Для рефрижераторных секций использовалась автосцепка СА-3Д.

Автосцепное устройство типов СА-3 и СА-3М не взаимозаменяемо, за исключением деталей механизма корпуса, однако, взамен СА-3М можно установить СА-3 с небольшими изменениями (используя тяговый хомут с отверстием для клина, обеспечивающего свободное отклонение автосцепки до 25° и приваркой подкладки на опору центрирующей балочки). Такие хомуты используют на некоторых специальных вагонах с длинной консольной частью рамы.

Допускается с 1996 г. при ремонте вагонов производить замену автосцепки СА-3М на автосцепку СА-3 с ограничителем вертикальных перемещений с одновременной заменой упряжного устройства (тяговый хомут, поглощающий аппарат, клин тягового хомута по чертежам ПКБ ЦВ (проект М 1497). При капитальном ремонте рефрижераторных вагонов производят замену корпуса автосцепки СА-3Д на СА-3.

При использовании вагонов в бесперегрузочном сообщении со странами Азии (Китай и др.) используют переходную сцепку (кулак), представляющую вкладыш, левая часть которого выполнена по контуру зацепления китайской автосцепки, а правая – по контуру СА-3.

При передаче вагонов РФ в страны Западной Европы корпус автосцепки снимают и ставят крюк со стяжкой и буферные комплекты.

У большинства грузовых вагонов расстояние от оси зацепления до концевой балки рамы 610 мм, у восьмиосных – 565 мм; у пассажирских и рефрижераторных – 540 мм (расстояние от концевой балки до плоскости тарели буфера или упругой площадки – 605 мм). Грузовые вагоны (с 1979 г.) выпускают с укороченной ударной частью розетки (со 185 до 130 мм) для размещения поглощающего аппарата Ш-2-В с увеличенным ходом (90 мм). Часть вагонов ранних лет выпуска модернизирована укорочением ударной части розетки на 55 мм. На немодернизированные вагоны при смене ставят поглощающие аппараты типа Ш-1-Т, Ш-1-ТМ (нельзя ставить аппараты типа Ш-2-В, Ш-6-ТО-4, ПМК-110А с увеличенным ходом). Расстояние от упора головки автосцепки до розетки контролируют в процессе ТО и нормы его различны для вагонов с нор-

мальной розеткой (60-100 мм), с укороченной (120-150 мм) и восьмиосных (100-140 мм).

Поглощающий аппарат типа Ш-2-Т имеет увеличенный размер по высоте, и его нельзя установить в тяговый хомут четырехосных вагонов (автосцепки СА-3). В процессе замены аппарата типа Ш-6-ТО-4 (объединенного с тяговым хомутом), можно ставить аппарат любого другого типа (кроме Ш-2-Т) в комплекте с тяговым хомутом автосцепки СА-3. Постановка аппарата типа Ш-6-ТО-4 на вагоны, не оборудованные специальными задними упорами на хребтовой балке, невозможна из-за конструктивных особенностей аппарата.

Поглощающими аппаратами Ш-6-ТО-4 оборудуют часть вагонов (полувагоны постройки УВЗ) с 1988 г. Аппараты типа ПМК-110А (с металлокерамическими элементами) ставят на рефрижераторные вагоны, платформы для перевозки контейнеров и частично на восьмиосные цистерны. Детали поглощающих аппаратов разных типов не взаимозаменяемы.

Эластомерные поглощающие аппараты 73 ZW устанавливают на вагоны с ударной розеткой, обеспечивающей расстояние от упора корпуса автосцепки до упора розетки не менее 110 мм.

Корпуса автосцепки, устанавливаемые на пассажирские и рефрижераторные вагоны, должны иметь ограничитель вертикальных перемещений (нижний) на расстоянии от продольной оси автосцепки (литейного шва) до горизонтальной полки ограничителя 280+5 мм. На вагонах для перевозки опасных грузов должно быть два ограничителя: нижний и верхний.

В рефрижераторных секциях на корпусе автосцепки должен быть стопорный болт, фиксирующий верхнее плечо предохранителя, для исключения случайного расцепления.

На пассажирских вагонах эксплуатируют поглощающие аппараты ЦНИИ-Н-6 (вновь не изготавливают), Р-2П (с 1969 г.) и Р-5П (с 1989 г.).

Техническое обслуживание автосцепного устройства производят:

- 1) при подготовке грузовых вагонов к перевозкам (под погрузку), пассажирских вагонов в рейс;
- 2) на пунктах технического обслуживания грузовых вагонов на сортировочных и участковых станциях в парках прибытия, сортировочных, отправления и транзитных, на ПОТ, выполняющих ТО вагонов по технологии ПТО;
- 3) на ПТО пассажирских вагонов в пути следования и на пунктах оборота пассажирских составов;
- 4) в процессе ТО-3 (ЕТР) пассажирских вагонов;
- 5) в процессе текущего отцепочного ремонта вагонов (грузовых и пассажирских) независимо от причины отцепки на ПТОР и неспециализированных ремонтных путях.

В процессе ТО вагонов при подготовке к перевозкам и в парках сортировочных станций производят осмотр автосцепного оборудования с пролазкой (т.е. с осмотром элементов на раме, под вагоном).

При этом выполняют следующие операции:

1. У головного и хвостового вагонов проверяют несцепленные автосцепки шаблоном 873.

2. У сцепленных автосцепок проверяют действие предохранителя от саморасцепа с помощью ломика (диаметр 10 мм, длина 400 мм). Ломик вставляют сверху в зев между замком одной и стенкой корпуса другой автосцепки и покачивают замок. Если замок уходит внутрь на величину менее 7мм или более 20 мм – предохранитель неисправен.

У сцепленных вагонов под общим грузом, если нельзя установить ломик сверху, вводят ломик снизу, через отверстие в корпусе.

Если автосцепки натянуты, то предохранитель от саморасцепа проверяют, вводя ломик через отверстие для сигнального отростка замка, приподнимая и отпуская плечо предохранителя, и через отверстие в передней части кармана, приподнимая и отпуская лапу замкодержателя.

3. У пассажирских вагонов в пунктах формирования и оборота проверяют зазор в контурах сцепленных автосцепок ломиком-калибром в продольном (до 25 мм) и поперечном (до 22 мм) направлениях.

4. У грузовых вагонов проверяют расстояние от упора головы до розетки (установлены разные нормы для четырехосных вагонов с нормальными и укороченными розетками и для восьмиосных вагонов).

5. Проверяют высоту оси автосцепки над уровнем головок рельсов и разницу высоты (неподход) у сцепленных автосцепок. Нормы по высоте и неподходу различны для грузовых порожних и груженых вагонов; пассажирских для скоростей до 120 км/ч и свыше 120 км/ч.

6. В процессе осмотра выявляют трещины в деталях, состояние клина, болтов крепления клина, состояние поглощающего аппарата и упоров на хребтовой балке.

7. Проверяют длину цепи расцепного привода.

В процессе ТР и ТО-3 пассажирских вагонов проверяют автосцепки комбинированным шаблоном 940 р и производят все перечисленные выше проверки.

Основными видами нарушения безопасности движения поездов по неисправностям автосцепного оборудования являются:

– саморасцепы (3 – 6% общего количества брака по вагонному хозяйству);

– обрыв автосцепки (хвостовика корпуса или тягового хомута – 3– 4%).

Основными причинами саморасцепа являются неисправности механизма, главным образом – недействующий предохранитель от саморасцепа. Может быть излом, изгиб предохранителя, излом замкодержателя, сход верхнего плеча предохранителя с полочки; большие износы деталей или большой суммарный износ деталей (может привести к опережению включения предохранителя при сцеплении), сход замкодержателя с шипа; износ лапы замкодержателя или утеря формы упорной части противовеса замкодержателя. Небольшое количество саморасцепов получается вследствие износа замка по толщине, износа тяговых

поверхностей зубьев корпуса, уширение зева вследствие изгиба, короткой цепи расцепного привода.

Основными причинами обрыва автосцепки являются трещины, особенно в хвостовике и в тяговых полосах или соединительных планках хомута, излом клина, просадка или излом пружин поглощающего аппарата.

Практически все причины саморасцепов и обрывов автосцепки являются следствием нарушений технологии ремонта или технического обслуживания, следствием несовершенства методов контроля состояния деталей при техническом обслуживании. Методы контроля при ТО примитивны и субъективны (осмотр, проверка ломиком, обстукивание).

Смену корпусов автосцепки, деталей механизма, тяговых хомутов поглощающих аппаратов производят обычно при текущем отцепочном ремонте вагонов. Смену корпусов и деталей механизма иногда приходится производить в сформированных составах в парках отправления или транзитных, однако, для этого необходима растяжка состава, что требует много времени и использования локомотива (можно растянуть состав поездным локомотивом). Механизация этой операции в поездах пока не удается, а корпус СА-3 имеет массу 181 кг.

На крупных сортировочных станциях, например, Челябинск-главный для смены корпусов, деталей механизма, неисправных приводов выделен специальный (специализированный) путь в сортировочном парке. Простой вагонов в ремонте на этих путях существенно меньше, чем на МПРВ. Путь оборудуют козловым краном. Смену тяговых хомутов и поглощающих аппаратов производят на МПРВ.

На тех станциях, где в сортировочном парке имеются специализированные пути текущего ремонта вагонов, осмотрщики парка прибытия размечают вагоны, требующие ремонта механизма сцепления и расцепного привода, на эти пути. Вагоны, которые не удалось расцепить при роспуске с горки, сразу же направляют на специализированные пути для ремонта.

Для ремонта корпусов автосцепки специализированные пути должны быть оснащены козловым краном и механизированными установками для смены упряжных устройств.

Ремонт автосцепного устройства, снятого при ТР и ЕТР, производят в контрольных пунктах автосцепки (КПА), входящих в структуру основных производственных подразделений вагонных депо. КПА обычно размещают в главном корпусе вагонного депо. Здесь же производят проверку автосцепного оборудования.

Правилами технической эксплуатации железных дорог РФ [14] регламентирована высота от головок рельсов до оси автосцепки, и разница высоты автосцепок у сцепленных вагонов (неподход). Составительские бригады, формирующие поезда, должны контролировать эти параметры. После прицепки к составу вагонов поездного локомотива также контролируется неподход автосцепок локомотива и головного вагона.

### 13.5. Организация технического обслуживания букс

К 1995 г. закончен перевод вагонов на роликовые подшипники.

В настоящее время под вагонами эксплуатируются колесные пары типа РУ1-950 и РУ1Ш-950 с цельнокатаными колесами, диаметром 950 мм.

Остается небольшое количество колесных пар типа РУ1-950А для грузовых вагонов. Их оси переделаны из осей типа С-Ш, предназначенных для подшипников скольжения, и имеют длину предподступичной части на 25 мм короче, чем оси РУ1-Ш. Поэтому на шейку оси устанавливают специальное лабиринтное кольцо. Шейка оси удлинена на 25 мм, поэтому колесные пары РУ1Ш-950А разрешено подкатывать под легкогрузные вагоны: платформы для перевозки контейнеров и колесной техники. Признаком для распознавания таких колесных пар является выпускающее из корпуса буксы на предподступичную часть оси лабиринтное кольцо. Выпуск осей РУ1Ш, переделанных из осей С Ш, прекращен с 1995 г., а с 2001 г. у колесных пар РУ1Ш-950А, поступивших в ремонт со сменой элементов, производят замену осей на типовые.

В буксах колесных пар на осях РУ1 и РУ1Ш установлены подшипники на глухой подшипниковой (горячей) посадке: передний – 232726, задний – 42726. Крепление подшипников на осях РУ1 – торцовой гайкой со стопорной планкой; на осях РУ1Ш – тарельчатой шайбой с четырьмя болтами М20х65 и стопорной шайбой.

В перспективе планируется использовать конические подшипники касетного типа:

- ТВУ 130 – для существующих вагонов с осевой нагрузкой 23,25 тс (диаметр шейки оси 130 мм);
- ТВУ 150 – для вагонов с осевой нагрузкой 25 тс (диаметр шейки оси 150 мм).

По данным ВНИИЖТ крепление подшипников тарельчатой шайбой более надежно, чем торцовой гайкой (количество случаев ослабления болтов шайбы в три раза меньше, чем торцовой гайки).

Для смазывания роликовых подшипников используют пластичные (консистентные) смазки:

- ЛЗ ЦНИИ на натрокальциевой основе;
- с 2003 г. «Буксол» (Литол) на литиевой основе.

С 2002 г. производится плановая замена при полной ревизии букс латунных сепараторов на полиамидные.

Недостатком полиамидных сепараторов является низкая температура плавления (280°С). В практике известны случаи загорания полиамидных сепараторов с выделением дыма и пламени через лабиринтное уплотнение.

Перевод вагонов на подшипники качения осуществлен с целью исключения технического обслуживания буксовых узлов в процессе эксплуатации. При техническом обслуживании ремонт букс не предусмотрен. Поэтому возможны только два вида технического состояния буксового узла:

– исправное, работоспособное – вагон пригоден для дальнейшей эксплуатации;

– неработоспособное состояние - вагон должен быть отцеплен для текущего ремонта (для смены колесной пары с отказавшей буксой).

После перевода вагонов на роликовые подшипники количество отцепок вагонов из-за неисправностей буксового узла сократилось, но относительное количество остается высоким. В 2001-2004 гг. отцепка вагонов из-за перегрева букс составляла по дорогам от 50 до 60% общего количества брака в эксплуатационной работе (нарушения безопасности движения). Изломы шеек осей из-за перегрева букс представляют единичные случаи благодаря системе приборов теплового контроля букс (ДИСК-Б, ДИСК2-Б, КТСМ1, КТСМ2). Такие приборы на грузонапряженных направлениях дорог установлены через 25-35 км пути и объединяются в системы слежения АСКПС (см. главу 9).

Предусмотрены следующие виды ТО буксовых узлов:

1. Профилактическая промежуточная ревизия при ТО-3 пассажирских вагонов и по специальному указанию в случае ТР-1 и ТР-2 грузовых.

В процессе промежуточной ревизии грузовых вагонов буксовые узлы должны быть освобождены от нагрузки, т.е. вагон необходимо приподнять на домкратах.

Промежуточная ревизия в этих случаях производится по общим правилам, т.е. снимают смотровую крышку, проверяют узел торцевого крепления подшипников и состояние смазки. Разрешается добавлять свежую смазку.

2. Проверка в процессе подготовки вагонов к перевозкам (под погрузку) и в парках отправления. Оценка технического состояния букс производится по косвенным признакам. Если произошло ослабление торцевого крепления подшипников букса может быть сдвинута на шейке оси, что определяется осмотром лабиринтного кольца (видна блестящая полоска лабиринтного кольца, шириной более 1,5 мм). Обрыв болтов стопорной планки или тарельчатой шайбы можно выявить обстукиванием смотровой крышки.

Если разрушен передний или задний подшипник, то букса перекошена в вертикальной плоскости, что может быть проверено специальным шаблоном (измеряют и сравнивают зазор между лабиринтным кольцом и лабиринтом буксы вверху и в нижней части).

Если букса ранее перегревалась, то имеются следы выброса смазки через лабиринтное уплотнение на ступицу и диск колеса, валик смазки на лабиринте.

Тщательно проверяют буксы, если есть ползуны на колесах.

При наличии косвенных признаков неисправностей разрешается вскрыть смотровую крышку осматривателю, имеющему на это право. Проверяют узел крепления: визуально и обстукиванием.

Проверяют количество и состояние смазки. Валики смазки черного цвета на резьбовой части шейки или у головок болтов тарельчатой шайбы указывают на возможное ослабление затяжки. Обводненная смазка имеет белесый цвет. Смазка серого (грязного) цвета указывает на то, что букса ранее имела высокий нагрев.

3. Проверка в прибывших поездах. Здесь критерием оценки технического состояния букс считают температуру нагрева корпуса в верхней части. Используют также все косвенные признаки, приведенные выше. В настоящее время на подходах к сортировочным станциям установлена аппаратура теплового контроля букс (ДИСК-Б, КТСМ).

4. Контроль температуры нагрева букс в движущихся поездах с помощью аппаратуры теплового контроля букс. Если будет обнаружена перегревшаяся букса устройство подает сигнал для остановки поезда с указанием порядкового номера оси и стороны вагона.

Предельнодопустимая температура нагрева букс определяется из условия возможности заклинивания роликов и свойствами смазки. Смазка ЛЗ-ЦНИИ имеет температуру каплепадения 125°C. Считают, что смазка работоспособна при нагреве примерно на 15°C ниже, т.е. при температуре до 110°C. Температура нагрева деталей роликового подшипника различна: ролики и сепаратор нагреты на 25-30°C выше, чем наружное кольцо в нагруженной зоне. Температура наружной стенки корпуса в верхней части – еще ниже. Предельнодопустимый нагрев корпуса составляет 60-70°C (при температуре воздуха 0°C).

Наиболее опасным последствием неисправностей буксового узла является излом шейки оси с возможным последующим сходом вагонов.

Излом шейки может произойти в случаях:

- перегрева и разрушения подшипников;
- образования трещин из-за усталости металла шейки оси.

Наиболее часто излом шеек происходит из-за неисправностей буксового узла. По статистическому анализу ВНИИЖТ причинами разрушения буксовых узлов являются:

- проворот внутреннего кольца подшипника;
- ослабление торцового крепления подшипников;
- разрыв внутреннего кольца подшипника;
- скол борта внутреннего кольца;
- износ центрирующей поверхности латунного сепаратора;
- разрушение полиамидного сепаратора;
- обводнение смазки;
- излом упорного кольца подшипника;
- недостаток смазки;
- избыток смазки.

Данные о распределении причин грения букс с роликовыми подшипниками противоречивы по различным периодам, по разным дорогам и депо. Это указывает на сложность выявления причин грения при обследовании разрушившейся буксы.

Ремонт букс при техническом обслуживании вагонов не предусмотрен. Основными причинами грения букс являются нарушения правил промежуточной ревизии, полной ревизии и ремонта букс в ремонтных депо.

Таких причин достаточно много:

- ошибки при измерениях подшипников – осевого и радиального зазоров;

- ошибки при измерении роликов в процессе ремонта подшипников (ремонт второго вида);
- ошибки при измерениях для обеспечения натяга внутренних колец;
- разница температуры измеряемых шеек осей и внутренних колец сверх допускаемой нормы при определении натяга внутренних колец;
- неправильная установка блоков подшипников в процессе монтажа по разнице радиального зазора и по расположению рабочих бортов;
- не выполнено требование о смазывании торцев роликов и дорожек качения препаратом-модификатором ЭМПи – 1;
- после горячей посадки внутренних колец не выполнено требование о подтягивании колец при остывании;
- деформация и износ резьбы торцевых гаек и болтов крепления тарельчатой шайбы;
- нарушение правил затяжки торцевых гаек при монтаже;
- закладка смазки в буксу при монтаже сверх нормы или менее нормы и т.д.

Эти и другие аналогичные причины чрезвычайно сложно установить при служебном расследовании отцепки вагонов из-за перегрева букс.

С целью предотвращения разрушения букс и изломов шеек осей в результате перегрева букс необходимо эффективно использовать аппаратуру теплового контроля букс и автоматизированные системы контроля (АСКПС).

Для распознавания класса контролируемой буксы (с нормальным нагревом или перегревшаяся) используются сигналы инфракрасного (ИК) излучения корпуса буксы. Сигналы инфракрасного излучения корпуса буксы связаны с температурой нагрева подшипников в нагруженной зоне сложной нелинейной зависимостью и определяются с учетом множества факторов. Опытным путем установлено, что плотности функции распределения вероятностей признаков исправных и дефектных букс (амплитуд сигналов ИК излучения) частично совпадают. Поэтому, важное значение имеет выбор порогового значения признака распознавания (границы классов: исправных и дефектных букс). В зависимости от порогового значения возможны ошибки распознавания двух видов: пропуск дефектной буксы (принятие дефектной буксы за исправную) или ложное показание (принятие исправной буксы за дефектную).

В соответствии с НТД [20] системы обнаружения перегретых букс для выработки сигнала «Тревога-1», требующего остановки поезда на станции или на перегоне, должны настраиваться на условную температуру подшипника (по калибровочным таблицам):

- перед станциями, имеющими ПТО – 70-90°C;
- перед станциями размещения ПОТ или КП с остановкой поездов - 100÷120°C;
- перед станциями с КП - 140÷160°C;
- на грузонапряженных направлениях перед КП, размещенных на станциях между ПТО, ПОТ - 160÷180°C;

Уровень настройки систем обнаружения перегретых букс для каждой конкретной станции устанавливается службой вагонного хозяйства с учетом расстояния между соседними пунктами контроля и с учетом местных особенностей.

Нормативно-технической документацией регламентированы также действия осмотрщика вагонов или машиниста локомотива по оценке технического состояния букс, показанных аппаратурой (осмотр и сравнение температуры буксы с температурой других букс).

Регламентирован порядок проверки системы обнаружения перегретых букс, если аппаратурой не была обнаружена перегревшаяся букса.

В соответствии с НТД [9] буксы колесных пар, выкатываемых из-под вагонов по нагреву букс, обнаруженные аппаратурой теплового контроля букс, должны подвергаться полной ревизии. Если при этом будут обнаружены подшипники с неисправностями или полностью разрушенные, должен быть составлен акт и заполнен бланк плана расследования, которые направляются в депо, производившие последнее полное освидетельствование колесной пары или последнюю промежуточную ревизию букс.

Для контроля температуры корпусов букс в движущихся или стоящих поездах с 2002 г. НПО «Микроакустика» выпускает для осмотрщиков вагонов прибор под названием «Измеритель температуры бесконтактный носимый БТ-291.1 для дистанционного измерения температуры нагрева буксовых узлов и диагностики оборудования электроснабжения подвижного состава». Измеритель имеет габаритные размеры (в чехле) 220x110x50 мм, масса – 1,7кг. Время измерения температуры 10 мкс. Прибор снабжен термозондом МТЗ 263 для контактного измерения температуры объектов и определения их излучательной способности. Измеритель содержит базу данных на 265 измерений. Предусмотрена передача информации на IBM – совместимый компьютер.

Если выявлен повышенный нагрев буксового узла или признаки неисправности буксового узла, то осмотрщику вагонов, имеющему право производить промежуточную ревизию букс, разрешается вскрыть смотровую крышку для проверки узла крепления подшипников, состояния смазки и состояния переднего подшипника.

Для определения сдвига буксы на шейке оси при ослаблении торцевого крепления и для измерения зазора между лабиринтным кольцом и лабиринтом, указывающего на разрушение переднего или заднего подшипника на некоторых ПТО используют специальные шаблоны. Осмотрщики вагонов при встрече поезда и в процессе осмотра буксовых узлов в прибывшем поезде определяют их техническое состояние по косвенным признакам в соответствии с требованиями НТД.

### **13.6. Техническое обслуживание колесных пар**

Особенность организации технического обслуживания колесных пар заключается, в том, что имеется много видов неисправностей колес, оси и колесной пары в сборе. В классификаторе неисправностей приводится более сорока видов неисправностей, многие из которых чрезвычайно опасны.

По анализу отцепки вагонов в текущий ремонт, выполняемому департаментом вагонного хозяйства, примерное распределение отказов вагонов из-за неисправностей колесных пар составляет (в процентах):

– трещина, откол обода колеса	– 39;
– тонкий гребень, трещина гребня	– 20;
– ползуны	– 15,5;
– остроконечный накат гребня	– 8;
– навар металла на ободу колеса	– 6,5;
– выщербины	– 5,5;
– тонкий обод	– 4;
– прочие неисправности	– 1,5.

В соответствии с анализом нарушений безопасности движения наиболее частой причиной отказов колес являются их изломы вследствие развития усталостных трещин в диске и ободу, остроконечный накат гребня, приводящий к сходам при противошерстном движении по стрелочным переводам.

Трещины в дисках колес образуются преимущественно в приободной зоне, т.е. на расстоянии примерно 130 мм от обода колеса. В этой зоне диск имеет наименьшую толщину и подвержен наибольшим деформациям в процессе качения колеса. На расстоянии 130 мм от обода (по радиусу колеса) находится граница между штампованной и прокатанной частями колеса.

Выявление трещин в дисках колес визуально в процессе технического обслуживания вагонов чрезвычайно сложная задача, т.к. осмотрщику нужно осмотреть за короткое время много колес. Используются признаки: выступившая из трещины металлическая пыль или ржавчина, дребезжащий звук при обстукивании колеса. Ряд косвенных признаков может указывать на вероятность трещины, например, неравномерный прокат колеса, ползуны на колесе, местное уширение обода, тонкий обод.

С 2004 г. на ПТО используют носимые вихретоковые дефектоскопы для проверки наличия трещин в колесах.

Остроконечный накат гребня представляет собой круговой наплыв металла на границе вершины (закругленной части) гребня и подрезанной части. Величина и место расположения остроконечного наката в нормативно-технической документации не приводится.

Причина образования остроконечного наката гребня – смещение металла на поверхности гребня к его вершине в результате перекоса колесных пар или в разнице диаметра колес одной колесной пары.

Опасным дефектом являются ползуны на колесных парах. Известны случаи схода вагонов с глубокими ползунами. Даже при небольших ползунах повреждаются подшипники, система подвешивания триангелей, боковые рамы

тележки. При движении вагонов в поездах ползуны образуются в результате заклинивания колесных пар, в основном из-за неисправностей тормоза вагона.

Эксплуатация вагонов с ползунами на колесах регламентирована правилами технической эксплуатации железных дорог РФ. Бракуются ползуны колесных пар вагонов при глубине более 1 мм.

Если в пути следования поезда будет обнаружен ползун, глубиной более 1 мм, то дальнейшее следование поезда и выводка вагона с ползунами на колесах производится в соответствии с ПТЭ (см. раздел 13.1).

Своевременное выявление дефектов колесных пар в процессе технического обслуживания вагонов с целью недопущения отказов и возможных последствий отказов является главной задачей работников эксплуатационных вагонных депо. Возможности выявления многих дефектов в процессе ТО ограничены, а некоторые дефекты не могут быть выявлены без применения специальных диагностических средств, например, трещины в шейках и подступичных частях осей.

Основой обеспечения безопасности движения является планово-профилактический ремонт вагонов: измерения регламентированных размеров и зазоров; дефектоскопия; контроль температурного режима; использование новых средств технической диагностики.

В большинстве случаев причинами отказов являются нарушения или несоблюдение технологии освидетельствования колесных пар, несовершенство методов контроля. После планово-профилактического (деповского) ремонта гарантируется безотказная работа ответственных узлов до следующего ремонта. Поэтому при служебном расследовании нарушения безопасности движения необходимо выявлять нарушения, допущенные при планово-предупредительном ремонте, послужившие причиной отказа узла. По этим нарушениям направляются рекламационные акты в депо, допустившие нарушение, и в департамент вагонного хозяйства.

## **Глава 14. Специальные виды технического обслуживания вагонов**

### **14.1. Техническое обслуживание вагонов для перевозки опасных грузов**

Подготовка вагонов к перевозкам опасных грузов, техническое обслуживание в поездах и текущий отцепочный ремонт производятся по специальным правилам.

К опасным грузам относятся вещества и предметы, которые при перевозке, хранении, погрузке, выгрузке и ремонте вагона могут служить причиной взрыва, пожара или повреждения транспортных средств, зданий, сооружений;

гибели, травмирования, ожогов, отравления, обучения и заболевания людей и животных, опасных последствий для природы и среды обитания.

Опасные для людей и природы последствия могут возникнуть в результате нарушений безопасности движения, когда вагоны, контейнеры и грузовые места окажутся в зоне аварии поезда.

В соответствии с ГОСТ 19433-88 (Грузы опасные, классификация и маркировка) грузы, которые считаются опасными для перевозок, разделены на 9 классов:

- 1 – взрывчатые материалы (ВМ);
- 2 – газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением;
- 3 – легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ);
- 4 – легковоспламеняющиеся твердые вещества (ЛВТ) в том числе;
  - самовозгорающиеся вещества (СВ);
  - вещества, выделяющие самовоспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой;
- 5 – окисляющие вещества (ОК) и органические пероксиды (ОП);
- 6 – ядовитые вещества (ЯВ) и инфекционные вещества (ИВ);
- 7 – радиоактивные материалы (РМ);
- 8 – едкие или коррозионные вещества (ЕК);
- 9 – прочие опасные вещества.

Перечисленные классы разделены на 28 подклассов. Каждый подкласс имеет название, характеризующее опасность груза.

Тип (модель) вагонов и контейнеров, в которых допускается перевозка опасных грузов, устанавливается в нормативно-технической документации (государственные стандарты, технические условия) на перевозимые продукты по согласованию с ОАО «РЖД» и Госгортехнадзором РФ.

Вагоны и контейнеры, предназначенные для перевозки опасных грузов, кроме обычных знаков и надписей должны иметь маркировку характеризующую транспортную опасность груза и отличительную окраску в соответствии с НТД.

По правилам перевозок основную часть опасных грузов перевозят в специализированных или специально выделенных универсальных вагонах и контейнерах. Вагоны должны иметь окраску по правилам перевозок опасных грузов.

Для перевозок опасных грузов используют специальные цистерны, предназначенные для определенного груза. Окраска котлов таких цистерн предусмотрена правилами перевозки грузов (табл. 14.1).

Таблица 14.1.

Окраска котлов цистерн для перевозки опасных грузов

Перевозимый продукт	Цвет котла	Отличительная окраска на днищах котла
	Серебристый (алюми-	Круги зеленого цвета

1. Сжиженный пропан, бутилен, бутан и др.	ниевая краска)	диаметром 1600 мм
2. Этилированный бензин, бензин	Палевый	-
3. Олеум (дымящая серная кислота)	Черный, с желтой полосой вдоль всего котла с обеих сторон на середине, шириной 500 мм	Круг зеленого цвета с белым кольцом
4. Слабая азотная кислота	Белый, с желтой полосой вдоль всего котла с обеих сторон на середине, шириной 500 мм	Круг зеленого цвета
5. Улучшенная серная кислота	Черный, с желтой полосой вдоль всего котла с обеих сторон на середине, шириной 500 мм	Черная с желтым квадратом в центре
6. Соляная кислота	Белый	Зеленая
7. Суперфосфорная кислота	Темносерый, с желтой полосой вдоль всего котла с обеих сторон на середине, шириной 500мм	Круг зеленого цвета с белым кольцом
8. Капролактам (продукт для производства пластмасс)	Темносерый, с желтой полосой вдоль всего котла с обеих сторон на середине, шириной 500мм	Круг желтого цвета с белым кольцом

Продолжение табл. 14.1

9. Поливинилхлорид (полимер для производства пластмассовых изделий)	Бежевый	Круг зеленого цвета с белым кольцом
10. Ацетальдегид (продукт для производства лекарств и химпродуктов)	Светло-серый, с желтой полосой вдоль всего котла с обеих сторон на середине, шириной 500мм	-
11. Этиловая жидкость	Серебристый (броневой лист – черный) с зеленой полосой вдоль всего котла с обеих сторон	-

	на середине, шириной 500 мм	
12. Метанол	Желтый (броневой лист – черный) с черной полосой вдоль всего котла с обеих сторон на середине, шириной 500 мм	Желтая с черным квадратом в центре
13. Фенол (карболовая кислота)	Черный с желтой полосой вдоль всего котла на середине, шириной 500 мм	Круг зеленого цвета с белым кольцом
14. Хлор	Серый с полосой защитного цвета вдоль всего котла на середине, шириной 500 мм	Круг зеленого цвета диаметром 1500 мм
15. Жидкая сера	Серый с желтой полосой вдоль всего котла с обеих сторон, шириной 500 мм	Круг зеленого цвета с белым кольцом
16. Желтый фосфор	Верхняя часть желтого цвета, нижняя – черного цвета, с красной полосой вдоль всего котла с обеих сторон, шириной 500 мм	Круг зеленого цвета с белым кольцом
17. Кальцинированная сода	Палевый	Круг зеленого цвета с белым кольцом
18. Пек	Серый	Круг зеленого цвета с белым кольцом

Продолжение 14.1

1	2	3
19. Сернистый ангидрид	Серый с черной полосой вдоль всего котла с обеих сторон	-

На специализированных и специально выделенных для перевозки опасных грузов универсальных вагонах и контейнерах наносят надписи – названия груза.

В соответствии с ГОСТ 19433-88 предусмотрена специальная маркировка вагонов, контейнеров и транспортных пакетов, загруженных опасными грузами с опасными грузами. Для маркировки используют знаки опасности в виде квадратных ярлыков, укрепляемых на кузове вагона или на контейнере (для вагонов – со стороной квадрата – не менее 250 мм). Знаки опасности имеют яркую ок-

раску с символическим изображением характера опасности (пример на рис. 2.2. в главе 2).

В нижнем углу знака наносится номер класса и подкласса опасного груза. Используются 18 знаков опасности для 9 классов опасных грузов.

Знаки опасности должны быть на вагонах, не очищенных от остатков опасного груза.

Вагоны с грузами 1 и 7 класса должны сопровождать проводники грузоотправителя. Вагоны для перевозки некоторых грузов (амидол, органические перекиси) при следовании в порожнем состоянии должны сопровождаться проводниками.

В процессе перевозки вагонов с опасными грузами предусматривается возможность аварийной ситуации, когда условия эксплуатации вагона отличаются от нормальных в связи с загоранием, просыпанием, утечкой опасных веществ, повреждением тары или вагонов.

Основные формы проявления транспортируемых опасных грузов и конкретные меры безопасности, которые должны соблюдаться при ликвидации аварийных ситуаций, приводятся в аварийных карточках. Аварийная карточка – это документ установленной формы, утвержденной центральным аппаратом управления Российских железных дорог, регламентирующий действия работников железных дорог и специальных формирований по ликвидации последствий аварийных ситуаций. Используют групповые и индивидуальные аварийные карточки.

Аварийная карточка содержит указания:

- действия работников железной дороги в аварийной ситуации;
- по типовым средствам индивидуальной защиты;
- действия при утечке, разливе, рассыпании груза;
- действия при пожаре;
- действия по нейтрализации груза;
- меры по оказанию первой помощи пострадавшим.

Формы аварийных карточек приведены в сборнике документов «Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам».

В тех случаях, когда опасный груз сопровождает проводник, в его обязанности входит при возникновении аварийной ситуации:

- доложить об обстоятельствах и необходимых мерах безопасности: на перегоне – машинисту локомотива, на станции – дежурному по станции;
- по прибытии аварийно-восстановительного и пожарного поездов сообщить им о мерах безопасности при восстановлении или тушении пожара.

К вагонам для перевозки опасных грузов предъявляются дополнительные требования по конструкции. На корпусе автосцепки специализированных вагонов для перевозки опасных грузов должны быть установлены ограничители вертикальных перемещений.

Под погрузку опасных грузов 1 класса должны быть подобраны вагоны с композиционными тормозными колодками, а при необходимости, - с переход-

ными площадками. Если опасный груз 1 класса не сопровождается проводниками, погрузка в вагоны, оборудованные тормозными площадками, не допускается.

Техническое обслуживание вагонов для перевозки опасных грузов производят в соответствии с нормативно-технической документацией ОАО «РЖД»:

- правилами перевозки опасных грузов;
- правилами безопасности при перевозке опасных грузов;
- инструкцией о порядке безопасного ведения работ с вагонами, груженными опасными грузами, при техническом обслуживании, безотцепочном ремонте и при текущем отцепочном ремонте (№ 621-93 ПКБ ЦВ);
- инструкцией осмотрщику вагонов.

Техническое обслуживание вагонов и контейнеров, предназначенных к международным перевозкам, производится в соответствии с международными соглашениями:

- международными правилами перевозки опасных грузов по железным дорогам (МПОГ);
- международной грузовой конвенцией (МГК);
- рекомендациями экспертов ООН по перевозкам опасных грузов;
- соглашением о международном грузовом сообщении (СМГС).

В соответствии с правилами безопасности при перевозке опасных грузов при подготовке к перевозкам вагоны должны пройти техническое обслуживание, в том числе вагоны-собственность предприятий и арендованные, с записью в специальную отдельную книгу формы ВУ-14. В этой книге осмотрщик вагонов должен проставить номер свидетельства, выдаваемого грузоотправителем, о техническом состоянии котлов цистерн рабочего и конструктивного оборудования вагона. В книгу заносят наименование опасного груза и номер аварийной карточки. На грузы 1 класса ведется отдельная книга с грифом «Для служебного пользования», а название груза в книгу не заносят.

Вагоны для технического обслуживания должны быть предъявлены в порожнем состоянии и очищены от остатков грузов. Предъявление к ТО производится в день начала погрузки.

Запрещается использовать для перевозки опасных грузов вагоны и контейнеры, у которых до конца срока планового ремонта осталось менее 15 суток.

Техническое обслуживание вагонов с опасными грузами производится также перед выводкой на станцию или при постановке в поезд. Контроль за ведением книги ф. ВУ-14 для опасных грузов возлагается на мастера смены (старшего осмотрщика) и начальника ПТО. Один раз в квартал книгу должен просматривать начальник депо или его заместитель.

На ПТО станций погрузки опасных грузов в собственных вагонах предприятий должен быть список этих вагонов с указанием рода груза и номеров указаний, разрешающих их курсирование по путям общего пользования.

Перед подачей вагонов под погрузку грузов подклассов 1.8.; 1.9; 2.1; 2.3; 2.6; 3.1 осмотрщик вагонов обязан перекрыть разобщительный кран тормоза, закрепить его проволокой и опломбировать.

Очистка и подготовка цистерн из-под этилированного бензина (класс 3) на промывочно-пропарочных предприятиях должна производиться на специализированном пути, удаленном от основных путей станции, или на крытой эстакаде, оборудованной вентиляцией.

Подборку крытых вагонов для перевозки опасных грузов производят осмотрщики вагонов по заявке станции. Плотность кузова проверяется изнутри вагона при закрытых дверях и люках.

Крытые вагоны и контейнеры для перевозки опасных грузов должны иметь исправный кузов без щелей и исправную крышу. Постоянные печные разделки должны иметь плотно закрывающиеся колпаки. Заделка щелей в кузовах перед погрузкой производится грузоотправителем, а при погрузке средствами дороги заделка производится дорогой. Заделка щелей в дверных и люковых проемах производится крафт-бумагой, приклеиваемой жидким стеклом.

Дверь, через которую производят погрузку, заделывается снаружи и укрепляется деревянными клиньями. Под крышки печной разделки подкладывают войлок.

У вагонов с металлическими дверными стойками заделка боковых проемов производится с помощью валиков из крафт-бумаги. Нижний проем двери устраняют с помощью деревянных планок.

Заделка неплотностей в контейнерах для перевозки опасных грузов производится бумагой на жидком стекле, деревянными рейками, фанерой, стеклотканью на клеевой основе.

По окончании подготовки крытых вагонов и контейнеров для перевозки опасных грузов, руководитель пункта, ответственный за техническое состояние вагона или контейнера подписывает свидетельство об исправном состоянии кузова (корпуса контейнера) и его запорно-предохранительных устройств с гарантией безопасной перевозки груза.

Техническое обслуживание и безотцепочный ремонт вагонов с опасными грузами в поездах производят в соответствии с технологическим процессом ПТО. Особое внимание должно быть уделено проверке целостности кузовов крытых вагонов и контейнеров, исправности котлов цистерн и запорной арматуры. Запрещается устранять неисправности на котлах цистерн, предназначенных для перевозки сжиженных и растворимых под давлением газов, при обрыве или ослаблении стяжных хомутов котла. Запрещается ремонт вагона если будет обнаружена утечка газа:

- через предохранительный клапан;
- из-под фланца предохранительного клапана;
- в резиновом уплотнении крышки клапана;
- через угловой вентиль;
- в контактном соединении пары седло-клапан;
- из-под фланца углового вентиля;
- через уплотнение контрольного вентиля;
- через контрольный вентиль;
- в резьбовом соединении контрольного вентиля;

- через уплотнение контрольного вентиля;
- из-под фланца крышки цистерны;
- через пробоины в котле;
- в сварных соединениях котла цистерны.

В группу цистерн для перевозки сжатых и сжиженных газов входят цистерны для перевозки аммиака, хлора, сернистого ангидрида.

У цистерн для перевозки кислот, химических грузов, этилированного бензина при обнаружении течи котла осмотр и безотцепочный ремонт не производят. Вагон должен быть отцеплен от поезда и поставлен на специальный путь. Устранение неисправностей котлов производится специализированной бригадой грузоотправителя (грузополучателя) по вызову начальника станции.

Техническое обслуживание и безотцепочный ремонт цистерн, груженых метанолом, производят в присутствии представителя группы сопровождения.

Запрещается безотцепочный ремонт вагонов с опасными грузами первого класса. Тормоз этих вагонов должен быть выключен еще при подготовке к перевозкам. При техническом обслуживании в поезде вагонов с грузами первого класса работники ПТО должны оповещаться о приеме и отправлении поездов с такими вагонами. До получения данных о номерах этих вагонов запрещается производить какой-либо безотцепочный ремонт в поезде.

Техническое обслуживание и безотцепочный ремонт цистерн для перевозки бензина, нефти, нефтепродуктов должны выполняться с соблюдением мер безопасности.

Все нефтепродукты представляют опасность возгорания в случае течи котла, а относящиеся к третьему классу (ЛВЖ) в смеси с воздухом образуют взрывоопасные смеси. В случае обнаружения течи работники ПТО должны принять меры к устранению течи, соблюдая меры пожарной безопасности: не пользоваться открытым огнем, не курить. Если течь нельзя устранить, то цистерну отцепляют от состава и устанавливают в безопасное место для последующего слива.

Работы по техническому обслуживанию и безотцепочный ремонт вагонов с грузами первого класса производится в присутствии представителя группы сопровождения.

Если выявлены неисправности, с которыми вагон не может следовать в поезде, вагон с опасным грузом должен быть отцеплен от поезда. Когда вагоны с этим грузом следуют группой, то отцепляется вся группа.

При неисправности вагона с опасным грузом составляется акт о техническом состоянии вагона, в котором указывают: вид неисправности, причину ее возникновения, принятые меры по устранению неисправности и возможность дальнейшего следования вагона.

Вагоны, которые по правилам перевозок должны следовать в сопровождении проводника, ремонтируют в присутствии проводника или представителя грузоотправителя.

Вагоны, следующие без проводников, ремонтируют по общим правилам с соблюдением мер безопасности для данного груза.

Устранение неисправностей на котлах цистерн производится специальной аварийной группой.

Текущий отцепочный ремонт вагонов с опасными грузами производят в соответствии с НТД ОАО «РЖД» на отдельных специализированных путях. Специализированный путь должен быть оснащен необходимым оборудованием: домкратами для подъема вагонов, средствами механизации для смены колесных пар и автосцепного устройства, подъемно-транспортными средствами и оборудованием для пожаротушения.

Если вагон с опасным грузом должен сопровождаться проводником грузоотправителя, то ремонт производят в присутствии проводника.

С особой осторожностью должен производиться ремонт ходовых частей, автосцепного устройства и автотормозного оборудования цистерн со сжатым и сжиженными газами (класс 2). В процессе ремонта цистерн с опасными грузами запрещается:

- производить удары по котлу;
- пользоваться дающим искры инструментом;
- производить под цистерной сварочные работы;
- пользоваться открытым огнем.

Перед началом работы нужно убедиться в отсутствии утечек газа из котла цистерны. При обнаружении утечки ремонт не производится.

Если необходим ремонт тележек с применением огня, сварки или ударов тележка должна быть выкачена из-под цистерны на расстояние не ближе 20 м от котла.

До начала ремонта ходовых частей, автосцепного устройства и тормозного оборудования цистерн для перевозки этиловой жидкости ранее загрязненные этой жидкостью (при погрузке или выгрузке) части вагона должны быть дегазированы грузоотправителем или грузополучателем.

При производстве ТОР вагонов с опасными грузами первого класса запрещается:

- пользоваться керосиновыми фонарями или факелами для освещения места работ (используют только аккумуляторные фонари);
- производить работы с использованием газовой или электрической сварки, пользоваться жаровнями;
- курить;
- внутри вагона включать и выключать аккумуляторные или батарейные фонари.

Для выкатки тележек вагонов, груженных опасными грузами первого класса, следует обеспечить плавный подъем кузова. При подъеме одного конца вагона высота подъема лобового бруса вагона должна быть не более 650 мм от первоначального положения.

Когда необходим ремонт кузова вагона с опасным грузом первого класса, вопрос о возможности и способе ремонта устанавливается специалистами, сопровождающими вагон, о чем выдается письменное уведомление руководителю работ по ремонту вагона.

Ремонт цистерн, груженых кислотами, химическими продуктами, нефтепродуктами, крытых вагонов и контейнеров, загруженных опасными грузами производится с соблюдением мер безопасности и правил, указанных в аварийных карточках и инструкции ЦВ «Порядок безопасного ведения работ с вагонами, груженными опасными грузами при техническом обслуживании, безотцепочном ремонте и при текущем отцепочном ремонте».

В соответствии с НТД ЦВ работники ПТО должны знать особые требования безопасности при техническом обслуживании вагонов, перевозящих опасные грузы, пройти обучение в знании знаков опасности на опасные грузы, мест их нанесения, должны быть ознакомлены с аварийными карточками, знать инструкцию ЦВ «Порядок ведения работ с вагонами, груженными опасными грузами при техническом обслуживании, безотцепочном и отцепочном ремонте».

К обслуживанию специализированных вагонов и контейнеров для перевозки опасных грузов, допускаются работники не моложе 21 года, прошедшие специальное обучение, аттестованные и имеющие удостоверение на право обслуживания специализированных вагонов и контейнеров. Обучение и аттестация персонала, обслуживающего специализированные вагоны и контейнеры для перевозки опасных грузов, должны производиться в учебных заведениях, имеющих лицензию органов Госгортехнадзора.

О проверке знаний обслуживающего персонала должен составляться специальный акт, с указанием перечня работ, к которым допущен работник.

## **14.2 Особенности технического обслуживания вагонов промышленного железнодорожного транспорта**

Грузовые вагоны промышленного железнодорожного транспорта (ПЖТ) делят на три группы:

1) универсальные и специализированные вагоны с максимальной расчетной статической осевой нагрузкой на рельсы 230 кН (23,5 тс), которые можно эксплуатировать на путях ПЖТ и на магистральных железных дорогах;

2) специальные вагоны с максимальной статической нагрузкой на рельсы 230 кН и более (до 320 кН), предназначенные для эксплуатации только на путях ПЖТ (в том числе внутривозовских, на горных выработках и т.д.);

3) специализированные вагоны технологического назначения с максимальной статической осевой нагрузкой на рельсы до 550 кН, обращающиеся по определенным путям с особой или усиленной конструкцией верхнего строения пути со скоростью передвижения 10-15 км/ч.

Вагоны первой группы – это универсальные и специальные вагоны магистральных железных дорог, (транспортёры, вагоны самосвалы, хоппердозаторы), производимые по чертежам, согласованным с департаментом вагонного хозяйства ОАО «РЖД». Для выхода на пути общего пользования железных дорог вагоны - собственность предприятий и организаций, должны быть зарегистрированы в ИТЦ ГВЦ железных дорог. На эти вагоны оформляют до-

кументацию в соответствии с НТД «Правила курсирования и учета собственных грузовых вагонов, принадлежащим предприятиям, организациям и физическим лицам».

Вагоны второй группы, выполненные по габариту подвижного состава 1-Т, в порожнем состоянии могут пересылаться по железным дорогам РФ в (к месту эксплуатации, в ремонт и т.д.) как груз на своих осях. Вагоны самосвалы (думпкары), выполненные по габариту 1-Т, могут пропускаться по путям общего пользования (при пересылке) как груз на своих осях, в соответствии с правилами перевозок грузов железнодорожным транспортом.

Конструкционная скорость вагонов – самосвалов на путях ПЖТ ограничена до величины 70-75 км/ч.

Вагоны третьей группы – специализированные, участвующие в технологическом процессе металлургических и коксохимических предприятий: чугуновозы (для перевозки ковшей с жидким чугуном), шлаковозы, коксотушильные вагоны, трансферкары (вагоны для подачи руды и кокса на эстакады), платформы для перевозки горячих слитков металла, заготовок и проката, вагоны – весы.

Особенности условий эксплуатации вагонов технологического назначения: высокое температурное воздействие, большие осевые нагрузки, необходимость существенного ограничения скорости движения, короткие пути транспортировки (в пределах завода или внутрицеховая). Конструкция вагонов технологического назначения приспособлена для перевозки горячих грузов с температурой 600-1000°C. Погрузка этих вагонов производится экскаваторами, кранами магнитными захватами, из машин для разлива жидкого металла, с конвейерных лент, из коксовых печей.

Для ходовых частей вагонов технологического назначения используют колесные пары и тележки усиленной конструкции.

Перевозку вагонов технологического назначения к месту эксплуатации осуществляют в разнообразном виде на платформах или в полувагонах. Перемещение вагонов технологического назначения по путям общего пользования не допускается.

Технологическое обслуживание вагонов ПЖТ, имеющих право выхода на пути железных дорог, осуществляется по технологическому процессу, принятому для вагонов РЖД.

Техническое обслуживание вагонов ПЖТ второй группы (без права выхода на пути РЖД) осуществляется в соответствии с технологическим процессом, утвержденным Министерством транспорта [11]. Предусмотрены четыре вида обслуживания:

- ТО-1 контроль технического состояния вагонов всех типов и безотцепочный текущий ремонт вагонов в поездах на ПТО (после формирования поезда и в пути следования);
- ТО-2 техническое обслуживание безотцепочный и отцепочный ремонт порожних вагонов при подготовке к перевозкам;
- ТО-3 текущий отцепочный ремонт груженых вагонов с отцепкой от поездов;

– ТО-4 профилактическое обслуживание полувагонов, вагонов - самосвалов и хоппер-дозаторов с ревизией пневматической системы разгрузки вагонов - самосвалов и дозирующих устройств хоппер - дозаторов

– четвертый вид обслуживания (ТО-4) производится по календарному сроку службы или по наработке:

– полувагонов – через 6 месяцев эксплуатации;

– хоппер-дозаторов через 4 месяца;

– вагонов-самосвалов через 300-400 рейсов (2-3 месяца).

Для вагонов, работающих на открытых горных разработках и на строительстве пути, ТО-1 также производится по наработке или календарному сроку службы;

– вагонов-самосвалов – через 3-6 рейсов;

– хоппер-дозаторов ежедневно.

Техническое обслуживание вагонов технологического назначения выполняют специализированные бригады тех цехов, за которыми закреплены эти вагоны. Техническое обслуживание (осмотр) производят ежедневно или ежесменно.

В соответствии с ПТЭ ПЖТ в состав вагонного хозяйства ПЖТ входят вагонные депо и вагонные участки, ПТО, промывочно-пропарочные предприятия, устройства по очистке вагонов и устройства для восстановления сыпучести грузов.

Работники вагонного хозяйства ПЖТ обязаны взаимодействовать с пунктами технической передачи вагонов (ПТП), находящимися в ведении железных дорог по вопросам обеспечения сохранности вагонного парка.

В последние годы в связи с реформами на транспорте сформированы вагонные депо – собственность промышленных предприятий, имеющих парк собственных вагонов, курсирующих по путям железных дорог, например депо Балахонцы ОАО Уралкалий, обслуживающего собственный парк 6 тыс. вагонов. В состав таких депо входит ПТО по подготовке собственных вагонов к перевозкам. Имеются промывочно-пропарочные предприятия – собственность промышленных предприятий.

Технологические процессы ТО вагонов ПЖТ разработаны аналогично ТО вагонов магистральных дорог, с учетом местных условий и особенностей перевозок грузов по путям ПЖТ.

Определенную сложность представляет техническое обслуживание вагонов-самосвалов и открытых хопперов, которые оснащены системами пневматической разгрузки. В настоящее время в эксплуатации находится большое количество типов вагонов-самосвалов, различающихся по конструкции механизма разгрузки и пневмопривода системы разгрузки. Поэтому местные инструкции по техническому обслуживанию вагонов-самосвалов должны соответствовать инструкциям заводов-изготовителей. Вагоны-самосвалы и хоппер-дозаторы, курсирующие по путям ОАО «РЖД», должны быть сформированы в полносоставные вертушки, сопровождаемые специальной бригадой. Техническое об-

служивание вагонов-самосвалов и хоппер-дозаторов выполняют предприятия – собственники вагонов.

Техническое обслуживание вагонов ПЖТ (за исключением вагонов технологического назначения) выполняется на ПТО, на специально выделенных путях. Учетная документация о выполненном техническом обслуживании вагонов ведется в соответствии с правилами, утвержденными Министерством транспорта и предприятиями владельцами вагонов.

Техническое обслуживание и планово-предупредительный ремонт (ППР) вагонов технологического назначения возлагается на службу главного механика предприятия и службу механика производственного цеха. Техническое обслуживание вагонов выполняют бригады механика цеха. Ремонтная служба, подчиняющаяся главному механику, имеет ремонтно-механический участок и ремонтные мастерские. Техническое обслуживание вагонов производят на специально-выделенных участках путей технологического назначения, а случае необходимости вагон подается на пути ремонтных мастерских.

Организация движения, эксплуатация и техническое обслуживание вагонов на путях ПЖТ производится в основном по тем же правилам, что и на РЖД. Главные задачи службы вагонного хозяйства включают обеспечение безопасности движения в поездной и маневровой работе и обеспечение техники безопасности обслуживающего персонала.

Для контроля за обеспечением безопасности движения и для служебного расследования случаев нарушения безопасности движения в подразделениях ПЖТ имеются штат ревизоров и главных ревизоров по безопасности движения.

Организация учета, регистрации и расследования нарушений безопасности движения, классификация нарушений безопасности движения и чрезвычайных случаев регламентированы нормативным документом Министерства транспорта РФ «Инструкция о порядке расследования и учета нарушений безопасности движения на промышленном железнодорожном транспорте, №АН-25Р, 2001 г.».

Классификация нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе такая же, как и на железных дорогах РФ (см.р. 4.2)

Выделено понятие «чрезвычайные случаи». К чрезвычайным случаям относится полная или частичная утрата подвижного состава в ходе террористического акта, или в результате неблагоприятных воздействий окружающей среды.

Нарушения безопасности движения, связанные с вагонами, принадлежащими ОАО «РЖД», произошедшие на путях ПЖТ, расследуют по правилам ОАО «РЖД». Нарушения безопасности движения, связанные с вагонами – собственностью предприятий и организаций, имеющих право выхода на пути РЖД и произошедшие на путях РЖД, расследуют по правилам ОАО «РЖД» .

Для обеспечения безаварийной эксплуатации вагонов на путях ПЖТ пункты технического обслуживания вагонов на станциях ПЖТ должны быть обеспечены необходимыми техническими средствами.

Техническое оснащение ПТО регламентировано НТД [11]. Предусмотрены служебные помещения для осмотрщиков и ремонтных бригад, кладовые для

хранения пятидневного запаса материалов и запасных частей; бытовые помещения.

На станции размещения ПТО должны быть выделены пути для технического обслуживания и безотцепочного ремонта вагонов, специализированный путь для текущего отцепочного ремонта вагонов. Междупутья путей, предназначенные для ТО и текущего отцепочного ремонта вагонов, должны быть забетонированы или заасфальтированы. На междупутьях должны быть размещены стеллажи для запасных частей и материалов.

В соответствии с ПТЭ ПЖТ пути, на которых производится ТО и ремонт вагонов, должны иметь достаточное освещение и двухстороннюю связь с маневровым (станционным) диспетчером и дежурным по станции. Предусматривается технологическое оснащение специализированных путей текущего отцепочного ремонта вагонов: мостовые или козловые краны, монорельсы с электротельферами, самоходные ремонтные установки, электросварочные линии, воздухопроводные линии сжатого воздуха, гидравлические и электрические домкраты, стенды и прессы для правки бортов платформ, крышки люков полувагонов, приспособления для съема и постановки частей автосцепного устройства.

Требования по технике безопасности для работников ПТО ПЖТ дополняются требованиями, связанными с особенностями конструкции специальных вагонов промышленного транспорта.

Техническое обслуживание и ремонт вагонов, оборудованных пневмосистемами разгрузки, производят после выпуска сжатого воздуха из всех трубопроводов и резервуаров пневмосети разгрузки, а рукава межвагонных соединений должны быть отключены от источников сжатого воздуха. Регулировку механизмов вагона должны производить не менее двух человек, при этом запрещено находиться вблизи открываемых бортов, крышек люков.

Запрещается подача в пневмоцилиндры сжатого воздуха давлением более 0,6 МПа.

Особенного внимания требует соблюдение правил техники безопасности при подготовке под налив специализированных цистерн. В эксплуатации находится свыше 40 видов специальных цистерн, в которых перевозят до 300 видов различных продуктов, часто опасных: ядовитых, пожаро- и взрывоопасных. При подготовке специальных цистерн под налив операции очистки от остатков груза, нейтрализации, дегазации, а затем операции загрузки чередуются или совмещены с операциями технического обслуживания.

На предприятиях, производящих погрузку и выгрузку специальных цистерн, должны быть разработаны подробные технологические процессы погрузки, выгрузки и технического обслуживания цистерн для перевозки опасных грузов. Для выхода цистерн на пути магистральных железных дорог техническое состояние их должно соответствовать требованиям, предъявляемым к вагонам ОАО «РЖД» (см. раздел 14.1).

Для примера приведены особенности технического обслуживания некоторых видов цистерн после выгрузки, при подготовке к погрузке, или при под-

готовке для отправки в ремонт на подъездных путях промышленных предприятий.

Особенно серьезные меры безопасности работники ПТО должны соблюдать в процессе эксплуатации цистерн для перевозки сжиженных углеводородных газов (по терминологии железных дорог – сжатых и сниженных газов). Сжиженные углеводородные газы перевозят в цистернах под высоким давлением (до 2 МПа). При утечке газа из котла может произойти взрыв или пожар. Воздействие газа на человека может привести к опасным последствиям:

- обморожению при попадании на кожу человека (вследствие интенсивного испарения);
- кислородной недостаточности при вдыхании воздуха, содержащего 10 % и более паров сниженного газа.

Цистерны для перевозки сжатых и сниженных газов перед отправлением в ремонт должны быть дегазированы. Справка о дегазации цистерны прилагается к перевозочным документам.

В процессе технического обслуживания и текущего ремонта цистерн запрещается:

- производить работы на котле в груженом состоянии, а у порожних – до дегазации котла;
- пользоваться инструментом, дающим искрения;
- производить под цистерной сварочные работы.

При производстве ремонта тележек с применением ударов, сварки и использования открытого огня тележка должна быть выкачена из-под вагона и удалена от него на расстояние не менее 100м.

В процессе налива или слива груза при перерывах запрещается держать цистерну, присоединенной к коммуникаций. На время перерыва шланги от цистерны должны быть отсоединены.

Подтягивание и отвинчивание резьбовых и фланцевых соединений цистерны и коммуникации (при загрузке или выгрузке) под избыточным давлением запрещается. Нельзя применять ударный инструмент при навинчивании или отвинчивании гаек.

Вести посторонние работы вблизи цистерны не допускается. Курить запрещается на расстоянии до 100м от цистерны.

В процессе налива и слива газа производить какие-либо огневые работы на расстоянии ближе 100м от цистерны запрещается.

На подъездных путях и дорогах кучастку налива устанавливаются сигналы с надписью «Стоп. Производится слив (налив) цистерны».

При возникновении огня вблизи цистерны необходимо вызвать пожарную команду и принять меры к тушению огня водой и огнетушителями.

В процессе эксплуатации цистерн для перевозки серы следует учитывать, что погрузка и выгрузка серы производится в жидком состоянии (температура плавления – около 113° С). Котел цистерны для перевозки серы имеет теплоизоляцию и электроподогрев.

При техническом обслуживании цистерн меры по обеспечению безопасности определяются особенностью условий их эксплуатации:

- температура жидкой серы во время погрузки и выгрузки составляет 120-150°C;

- сера – пожароопасное вещество, и ее газы и пары – взрывоопасны;

- разгрузка серы осуществляется под давлением до 0,2 МПа, т.е. должна быть обеспечена плотность и герметичность разъемных соединений трубопровода;

- в цистерне используется мощный электрообогрев напряжением тока 380 В мощностью 90 кВт;

- при заливке серы открытой струей в ее массе накапливается статическое электричество с потенциалом 1-3 кВ.

При подготовке цистерны для перевозки серы под погрузку проверяется исправность системы электрообогрева после продувки котла воздухом. Электроподогрев включают на 10-15 мин на установленную мощность.

При подготовке к перевозкам проверяется крепление котла к раме, исправность взрывной мембраны, болтовых креплений: лазового люка, крышек труб налива и слива, заглушек продувных патрубков; чистота внутренних поверхностей котла.

У пункта налива жидкой серы цистерна должна быть заторможена стояночным тормозом или тормозными башмаками и заземлена.

При сливе сифонированием открывают смотровой люк.

При сливе в резервуары, расположенные выше котла цистерны, герметизируют все соединения и ввертывают манометр.

Слив производится с помощью сжатого воздуха, подаваемого через трубу налива. Давление воздуха должно быть не более 0,2 МПа.

В цистерны для перевозки жидкого пека груз загружают при температуре 250°C. Высокая температура груза сохраняется несколько суток за счет надежной теплоизоляции котла. В процессе разгрузки в случае необходимости включают электроподогрев котла.

Меры безопасности при техническом обслуживании вагонов с опасными грузами изложены в разделе 14.1.

## Библиографический список

1. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М: Изд-во стандартов, 1986 – 14 с.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Термины и определения. – М: Изд-во стандартов, 2002 – 30 с.
3. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Альбом – справочник 002 –И-97 ПКБ ЦВ – М: Изд-во ПКБ ЦВ МПС. 1998 – 284 с.
4. Правила эксплуатации грузовых вагонов при новой системе ремонта и технического обслуживания на основе подачи в ремонт с учетом фактически выполненного объема работ (пробега в километрах)/ ЦВ-626, 1998 – М: Изд-во ЦВ МПС, 1999 – 7 с.
5. Инструкция по исключению из инвентаря вагонов / ЦЧУ-ЦВ 4433, – М: Изд-во МПС, 1987 – 28 с.
6. Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар / ЦВ/3429. – М: Транспорт, 1976. – 86 с.
7. Инструкция по ремонту тележек грузовых вагонов / РД 32 ЦВ 052-2002. – М. Изд-во ЦВ МПС, 2002. – 70 с.
8. Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог / ЦВ- ВНИИЖТ-494. – М: Транспорт, 1997. – 144 с.
9. Инструктивные указания по эксплуатации и ремонту вагонных букс с роликовыми подшипниками/ 3 – ЦВРК – М: Изд-во ЦВ МПС, 1998. – 111 с.
10. Типовой технологический процесс технического обслуживания вагонов / ТК – 234. – М: Изд-во ПКБ ЦВ, 1996. – 165 с.
11. Технология безопасной эксплуатации и ремонта подвижного состава промышленного железнодорожного транспорта /№ АН-25-Р. – М.: Изд-во Министерства транспорта РФ, 2001. – 178 с.
12. ГОСТ 20911-90 . Техническая диагностика. Термины и определения. – М: Изд-во стандартов, 1990 – 11 с.
13. Ермаков В.М., Певзнер В.О. О сходах порожних вагонов. //Железнодорожный транспорт. 2002, №3, с 29-33.
14. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации //№ ЦРБ-756 – 2000 г. – М: Изд-во МПС, 2000 – 191 с.

15. Гридюшко В.И., Криворучко Н.З., Бугаев В.П. Вагонное хозяйство. Издание 2-е. – М: Транспорт, 1988 – 295 с.
16. Инструктивно-методические указания по размещению и совершенствованию работы пунктов подготовки вагонов к перевозкам и пунктов технического обслуживания – М: Транспорт, 1982. – 72. с.
17. Сендеров Г.К., Ступин А.П., Ульянов О.А., Удлинение гарантийных участков проследования грузовых поездов между техническим обслуживанием вагонов – важнейшее условие повышения эффективности работы железных дорог. Обзорная информация ЦНИИТЭИ МПС //Ж-д транспорт. Серия «Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов». Выпуск 1. – М.: Изд-во ЦНИИТЭК МПС, 1998. стр.1 – 28.
18. Павлюков А.Э., Лапшин В.Ф., Павлюков А.Ю. Локальные вычислительные сети. Основы и применение в управлении вагоноремонтным предприятием: Учебное пособие (с грифом УМО МПС РФ). – Екатеринбург: УрГАПС, 1997. – 91 с.
19. Мартынюк Н.Г., Ступин А.П., Кирилюк А.В., и др. Автоматизированная система управления вагонным хозяйством железных дорог России. Обзорная информация ЦНИИТЭИ МПС //Ж-д транспорт. Сер. «Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов» – М.: ЦНИИТЭИ МПС, 1997. – Вып. 3. – с. 1 – 51.
20. Инструкция по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда./ № ЦВ-ЦШ-453. – М: Изд-во МПС, 1997 – 46 с.
21. Указания по техническому оснащению пунктов технического обслуживания и подготовки вагонов к перевозкам. /№ 557. – М.: Изд-во ПКБ ЦВ, 1989. – 45 с.
22. Регламент технической оснащенности производственных подразделений вагонного хозяйства по ремонту и эксплуатации грузовых вагонов. / Утвержд. 30.11.1999 г. – М: Изд-во МПС, 1999. – 92 с.
23. Типовой технологический процесс работы железнодорожных станций по наливу и сливу нефтегрузов и промывочно-пропарочных предприятий по очистке и подготовке цистерн под перевозку грузов /№ Г-14540. – М: Транспорт, 1982. – 71 с.
24. ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Упаковка. Транспортировка. Хранение. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 15 с.
25. Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог /ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277 – М: Изд-во МПС, 1994 – 96 с.
26. Вагоны пассажирские магистральных железных дорог. Инструкция по техническому обслуживанию оборудования /№104 ПКБ ЦВ – М: Транспорт, 1980. – 70 с.
27. Фельд П.А., Юровский Б.А. Подготовка пассажирских вагонов в рейс – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
28. Инструкция по ремонту тормозного оборудования вагонов /ЦВ-ЦЛ-954 –М.: ТРАНСИНФО, 2003. – 127 с.

29. Фаерштейн Ю.О., Садофьев А.Н. Техническое обслуживание оборудования пассажирских вагонов – М: Транспорт, 1978. – 168 с.
30. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания. – М: Машиностроение, 1969 – 324 с.
31. Райков Г.В., Мартынюк Н.Г, Телешевская В.Я. Концепция автоматизированной системы управления вагонным хозяйством //Ж-д транспорт. Сер. Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. – ОИ/ЦНИТЭИ. – 2003. – Вып. 2-3. с. 1 – 68.
32. Тишкин Е.М. Автоматизация управления вагонным парком. – М.: Интекст, 2000. – 224 с.
33. Орлюк А.А., Баврин Г.Н. Система ДИСПАРК: Функциональные возможности и эффективность //Автоматика, связь, информатика, 2002. - № 4. – с. 23-27.
34. Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте с комментариями /А.С. Мишарин, А.В. Шаронов, Б.М. Лapidус, П.К. Чичагов, Н.М. Бурносков, Д.А. Мачерет. – М.: МЦФЭР, 2001. – 36 с.
35. Методические положения по разделному учету наичия, стояния, использования и дислокации вагонных парков по категориям их принадлежности и система оценки вагонных парков через количественные и качественные показатели /МПС РФ, 2001.
36. Правила эксплуатации грузовых вагонов при системе технического обслуживания и ремонта с учетом фактически выполненного объема работ на железных дорогах Российской Федерации /ЦВ-ВНИИЖТ-7 – М.: МПС РФ, 2001. – 20 с.
37. Черепов О.В. Автоматизированная система управления вагонным парком (система «ДИСПАРК»): Учебно-методическое пособие. - Екатеринбург: УрГУПС, 2004. – 30 с.

**ПЕРЕЧЕНЬ**  
**аббревиатур и обозначений, использованных в тексте**

**А**

АБД	– автоматизированная база (банк) данных
АДУ	– установка для автоматического диагностирования упряжного устройства вагонов в поездах, прибывающих на станцию
АКП	– контрольный пункт автотормозов
АИС ЭДВ	– автоматизированная информационная система организации перевозки грузов по безбумажной технологии
АРВ	– автономный рефрижераторный вагон
АРМ	– автоматизированное рабочее место
АРНВ	– аппаратура регистрации неисправностей вагонов
АСКПС	– автоматизированная система контроля подвижного состава
АСОТ	– автоматическая система опробования тормозов
АСО УП	– автоматизированная система оперативного управления перевозками
АСУ	– автоматизированная система управления
АСУ-В	– автоматизированная система управления вагонным хозяйством

**Б**

БД	– безопасность движения (в поездной и маневровой работе)
БТСВ	– база технического состояния парка вагонов

**В**

ВМД	– вагонная модель на дорожном уровне
ВМС	– вагонная модель на сетевом уровне
ВНИИЖТ	– Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта
ВЧД	– телеграфный шифр вагонного депо
ВЦСС	– вычислительный центр сортировочной станции

**Г**

ГВЦ	– главный вычислительный центр
ГИД	– график исполненного движения (поездов)

**Д**

ДРВ	– дирекция по ремонту грузовых вагонов
ДВЦ	– дорожный вычислительный центр
ДКТБ (НКТБ)	– дорожное конструкторско-технологическое бюро
ДИСК-БКВ	– дистанционная информационная система контроля букс, колес, волочащихся деталей
ДИСКОН	– автоматизированная система управления контейнерными перевозками
ДИСКОР	– диалоговая информационная система контроля и управления оперативной работой сети железных дорог
ДКПВ	– дорожная картотека парка вагонов
ДОП	– дирекция обслуживания пассажиров
ДПП	– дезинфекционно-промывочный пункт
ДСП	– телеграфный шифр дежурного по станции
ДЦНТИ	– дорожный центр научно-технической информации
<b>Е</b>	
ЕТР	– единая техническая ревизия (пассажирских вагонов)
<b>Ж</b>	
ЖАТ	– железнодорожная автоматика и телемеханика
<b>З</b>	
ЗПУ	– запорно-пломбировочное устройство
<b>И</b>	
ИТЦ	– информационно-технологический центр (станции)
<b>К</b>	
КИВС	– комплексная информационно-вычислительная сеть
КИТ	– комплекс информационных технологий
КОП	– контора обслуживания пассажиров
КСАРМ	– комплексная система автоматизированных рабочих мест
КТС	– комплекс технических средств
КТСМ	– комплекс технических средств модернизированный
<b>Л</b>	
ЛВС	– локальная вычислительная сеть
<b>М</b>	
МПРВ	– механизированный пункт (текущего) ремонта вагонов
МС	– многоуровневая система управления и контроля безопасности движения
МС, МС-0, МС-1	– условное обозначение габарита на вагонах
<b>Н</b>	
НТД	– нормативно-техническая документация
НПО	– научно-производственное объединение
<b>О</b>	
ОАО	– открытое акционерное общество
ОМД	– отправочная модель на дорожном уровне
ОС	– операционная система
<b>П</b>	

ПБ	– пост безопасности
ПЖТ	– промышленный железнодорожный транспорт
ПКБ	– проектно-конструкторское бюро
ПМД	– поездная модель на дорожном уровне
ПТК	– программно-технический комплекс
ПОВ	– пункт обмывки вагонов
ПОТ	– пункт опробования тормозов
ППВ	– пункт подготовки вагонов (к перевозкам)
ППП	– промывочно-пропарочное предприятие (также – пункт)
ППС	– промывочно-пропарочная станция
ПТО	– пункт технического обслуживания (вагонов)
ПТОР	– пункт текущего отцепочного ремонта (вагонов)
ПТПВ	– пункт технической передачи вагонов
ПТЭ	– правила технической эксплуатации
ПЭМ	– поездной электромеханик
<b>Р</b>	
РБ	– телеграфный шифр дорожного ревизора по безопасности движения
РБВ	– телеграфный шифр помощника РБ по вагонному хозяйству
РЖД	– Российские железные дороги
РКУ	– ремонтно-комплектовочный участок
РИЦ	– международный союз железных дорог
РПС	– рефрижераторный подвижной состав
РЭД	– ремонтно-экипировочное депо
<b>С</b>	
САКМА	– система автоматизированного контроля механизма автосцепки
СБД-И	– система баз данных коллективного пользования
СПД	– система передачи данных
ТСД	– технические средства диагностирования
ССФЖТ	– система сертификации Федерального железнодорожного транспорта
СЦБ	– сигнализация, централизация, связь
СЭС	– санитарно-эпидемиологическая станция
<b>Т</b>	
ТГНЛ	– телеграмма – натурный лист поезда
ТМО	– теория массового обслуживания
ТО	– техническое обслуживание
ТОВ	– техническое обслуживание вагонов
ТР	– текущий ремонт
ТРА	– техническо-распределительный акт (станции)
<b>У</b>	
УЗОТ-Р	– устройство зарядки и опробования тормозов с регистрацией параметров

УКСПС	– устройство контроля схода подвижного состава
УКПТМ	– устройство контроля плотности тормозной магистрали (в поезде)
УО ВНИИЖТ	– Уральское отделение ВНИИЖТ
УПМС	– универсальная промывочная мобильная станция
УСОТ	– устройство опробования тормозов
УТО	– укрупненное техническое обслуживание

## Ц

ЦВ	– телеграфный шифр Департамента вагонного хозяйства
ЦКПВ	– центральная картотека парка вагонов
ЦРБ	– шифр департамента безопасности движения и экологии
ЦПК	– центральный пост контроля
ЦУП	– центр управления перевозками

## Ш

ШДП	– шланговый дыхательный прибор
-----	--------------------------------

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. Перечень форм основных учетных и отчетных документов в вагонном хозяйстве

Наименование	Обозначение
Акт о технической приемке новых грузовых и пассажирских вагонов в окончательном виде	ВУ-1
Книга учета новых грузовых и пассажирских вагонов, рефрижераторных секций и контейнеров, поступивших из-за границы	ВУ-2
Технический паспорт грузового вагона	ВУ-4М
Акт на исключение из инвентаря грузового вагона	ВУ-10М
Книга учета вагонов, исключенных из инвентаря	ВУ-11
Акт о перенумеровании грузового или пассажирского вагона	ВУ-12
Ведомость на передачу заводом новых вагонов железнодорожной станции	ВУ-13
Книга предъявления вагонов грузового парка к техническому обслуживанию	ВУ-14
Книга натурного осмотра вагонов на пунктах технической передачи	ВУ-15
Книга учета вагонов парка МПС, поврежденных и отремонтированных промышленными предприятиями	ВУ-16
Книга номерного учета цистерн, обработанных на промышленно-пропарочной станции (пункте)	ВУ-17
Книга натурного осмотра цистерн на путях станции и подачи их под налив или обработку	ВУ-18
Акт о годности цистерны для ремонта	ВУ-19
Акт о годности цистерны (цистерн) под налив	ВУ-20 ВУ-20а
Дефектная ведомость на ремонт грузового вагона	ВУ-22
Уведомление на ремонт грузовых вагонов	ВУ-23М
Акт о повреждении вагона	ВУ-25М
Сопроводительный листок	ВУ-26

Книга номерного учета наличия и ремонта неисправных вагонов грузового парка	ВУ-31
Уведомление о приемке вагонов из ремонта	ВУ-36М
Журнал учета ремонта, периодических проверок и клеймения шаблонов, измерительного и контрольно-поверочного инструмента и приборов, применяемых при техническом обслуживании и ремонте вагонов	ВУ-40
Акт-рекламация на вагоны, не выдержавшие гарантийного срока после ремонта	ВУ-41
Справка о тормозах	ВУ-45
Книга учета ремонта воздухораспределителей	ВУ-47
Акт о выполнении работ по модернизации вагонов	ВУ-48
Пересылочная ведомость колесных пар	ВУ-50
Натурный колесный листок	ВУ-51
Журнал ремонта и оборота колесных пар	ВУ-53
Журнал учета наличия, оборота и ремонта колесных пар	ВУ-54
Книга инвентарного учета грузовых и пассажирских вагонов	ВУ-63
Книга учета ремонта и ревизии тормозов вагонов	ВУ-68
Акт передачи-приемки на баланс вагонов	ВУ-70
Приемо-сдаточная ведомость на передачу грузовых вагонов для ремонта на завод	ВУ-71
Рабочий журнал 5-вагонной рефрижераторной секции	ВУ-85
Журнал учета технического обслуживания рефрижераторного поезда (секции)	ВУ-86
Журнал учета неисправностей оборудования рефрижераторного поезда (секции)	ВУ-87
Журнал учета технического обслуживания и ремонта автономного рефрижераторного вагона	ВУ-88
Акт на исключение из инвентаря колесных пар вагонов	ВУ-89
Журнал монтажа букс с роликовыми подшипниками	ВУ-90
Журнал осмотра роликовых подшипников и корпусов букс	ВУ-91
Журнал промежуточной ревизии букс с роликовыми подшипниками	ВУ-92
Журнал ремонта роликовых подшипников	ВУ-93
Книга учета работы пункта комплексной подготовки вагонов	ВУ-99
Журнал учета показаний аппаратуры для бесконтактного обнаружения перегретых букс в поездах	ВУ-100
Отчет о наличии и ремонте вагонов грузового и пассажирского парка широкой колеи и контейнеров	ВО-1
Отчет о ремонте вагонов грузового парка, наличии и ремон-	ВО-2

те колесных пар	
Отчет о ремонте и простоях вагонов грузового и пассажирского парка	ВО-2а
Отчет о подготовке цистерн под налив и к ремонту	ВО-3

Отчет о текущем ремонте грузовых вагонов ОАО «РЖД» и контейнеров ОАО «РЖД» предприятиями других министерств и ведомств	ВО-5
Отчет о наличии, обороте и ремонте вагонных колесных пар	ВО-7
Отчет о поступлении, расходе и остатках смазочных материалов (в тоннах) и вагонных пиломатериалов (в кубометрах)	ВО-11
Отчет о повреждении грузовых вагонов инвентарного парка при погрузке, выгрузке, маневровой и поездной работе (нарастающим итогом с начала года)	ВО-15
Отчет о поставке новых вагонов	ВО-18
Отчет о задержках поездов на промежуточных станциях по показанию аппаратуры для обнаружения перегретых букс в поездах	ВО-19
Отчет о браке в поездной и маневровой работе по вагонному хозяйству	РБ-2В
Аварии и крушения (по вине службы «В»)	РБ-6
Отчет о переходе поездов грузовых вагонов и контейнеров между дорогами и отделениями железных дорог и обмене с морским и речным транспортом	ДО-1
Отчет о вагонном парке	ДО-2
Отчет о наличии, распределении и состоянии вагонов грузового парка	ДО-7
Отчет о показателях использования по родам вагонов	ЦО-1
Отчет об использовании грузоподъемности вагонов при погрузке	ЦО-29
Технические средства вагонного хозяйства	АГО-4
Отчет о наличии вагонов инвентарного парка	АГО-15
Паспорт вагонного депо (участка)	АГУ-10
Отчет по основным показателям производственно-финансовой деятельности предприятий ж.д. транспорта	6 Жел.

Василий Федорович Лапшин

Михаил Васильевич Орлов

## ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛУЖИВАНИЯ ВАГОНОВ

Учебное пособие для студентов специальности 190302 «Вагоны»

Компьютерная верстка С.Г. Чудинова

Редактор Е.А. Морозова

620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, УрГУПС  
Редакционно-издательский отдел

---

Бумага офсетная № 1  
Тираж 300

Подписано в печать  
Формат 60x90 1\16  
Цена договорная

Усл.пл.23,7 Уч.-изд.л 20,1  
Заказ