

# ОБЩИЙ КУРС ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Общекультурный курс  
в видеороликах



# **ОБЩИЙ КУРС ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

Под редакцией профессора Ю. И. ЕФИМЕНКО

*Допущено  
Министерством образования Российской Федерации  
в качестве учебного пособия для студентов образовательных учреждений  
среднего профессионального образования*

УДК 625.1/.5(075.32)

ББК 39.12я723

О-288

**Авторы:**

проф. Ю.И. Ефименко — введение, гл. 4—9, 11—19;

проф. М.М. Уздин — введение, гл. 1—3 (кроме подразд. 2.4), 11—19, 22—24;

проф. В.И. Ковалев — гл. 3, 12—15, 24; проф. С.И. Логинов — гл. 20, 21;

проф. Б.Ф. Шаульский — гл. 16—19; проф. В.Л. Белозеров — подразд. 2.4;

доц. П.К. Рыбин и ст. преп. В.В. Васильев — гл. 10

**Рецензенты:**

зам. директора Санкт-Петербургского техникума

железнодорожного транспорта А.Б. Зинов;

преподаватель Московского колледжа железнодорожного  
транспорта Л.И. Хушит

О-288 **Общий курс железных дорог: Учеб. пособие для студ.  
учреждений сред. проф. образования / Ю.И. Ефименко,  
М.М. Уздин, В.И. Ковалев и др.; Под ред. Ю.И. Ефименко.** — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 256 с.  
**ISBN 5-7695-2046-9**

Приведена характеристика железнодорожного транспорта и показана его роль в транспортной системе страны. Изложены основные сведения о железных дорогах, их устройстве и работе, а также требования, предъявляемые к ним Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (2000 г.). Отражены происходящие в последние годы изменения в структуре, технической оснащенности и технологии работы железных дорог в соответствии с Программой структурной реформы на железнодорожном транспорте.

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

УДК 625.1/.5(075.32)

ББК 39.12я723

© Ефименко Ю.И., Уздин М.М., Ковалев В.И.,  
Логинов С.И., Шаульский Б.Ф., Белозеров В.Л.,  
Рыбин П.К., Васильев В.В., 2005

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2005

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2005

**ISBN 5-7695-2046-9**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Основной вид транспорта в Российской Федерации — железнодорожный. На его долю приходится более 80 и около 40 % всего объема соответственно грузовых и пассажирских перевозок, выполняемых транспортом общего пользования. Железные дороги, будучи основой транспортной системы Российской Федерации, имеют чрезвычайно важное государственное, экономическое, социальное и оборонное значение. От них требуется своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей населения, грузоотправителей и грузополучателей в перевозках.

Железные дороги располагают различными инженерными сооружениями, техническими устройствами и средствами, основными из которых являются железнодорожные пути, подвижной состав (локомотивы и вагоны), локомотивное и вагонное хозяйства, сооружения и устройства сигнализации, связи, электро- и водоснабжения, железнодорожные станции и узлы.

Бесперебойная и безаварийная работа многоотраслевого хозяйства железнодорожного транспорта требует согласованного функционирования всех его звеньев. Для того чтобы с наибольшей эффективностью направить свои усилия на совершенствование перевозочного процесса, каждому специалисту необходимо не только быть профессионалом в своей области, но и обладать знаниями по вопросам, связанным с другими, смежными отраслями железнодорожного транспорта.

Такие знания позволяет получить дисциплина «Общий курс железных дорог», в основу которой положен принцип обеспечения слаженности в работе всех хозяйств и подразделений и безопасности движения на железных дорогах. В создании этой дисциплины и написании учебников и пособий в 20—30-х гг. XX в. принимали участие видные ученые транспорта академики В. Н. Образцов и А. М. Фролов, профессора С. Д. Карейша, Б. Н. Веденисов, И. И. Николаев и др.

Задачей «Общего курса железных дорог» является изучение комплекса устройств, технического оснащения, технико-экономических показателей, основ эксплуатации железных дорог и взаимодействия их с другими видами транспорта. В результате студенты получат целое представление о железнодорожном транспорте, взаимосвязи его отраслей и роли избранной ими профессии в ра-

боте железных дорог, что весьма важно для формирования специалиста. Это в полной мере относится к техникам по эксплуатации, обслуживанию и ремонту подвижного состава, от которых в большой мере зависит исправность и готовность к перевозочной работе локомотивов и вагонов и, следовательно, бесперебойность и безопасность движения поездов и маневровой работы.

В последние годы создаются новые локомотивы и вагоны для скоростного движения, более совершенные устройства автоматики, телемеханики, связи, вычислительной техники и путевого хозяйства, проводятся работы по развитию автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ). Для оптимизации оперативного управления перевозочным процессом созданы автоматизированные диспетчерские центры управления перевозками, функционирующие на базе потоков информации, поступающей в компьютерную сеть АСУЖТ.

Реализуется комплексная программа информатизации железнодорожного транспорта, основанная на применении высокоеффективных информационных технологий во всех его сферах.

Четкая работа и безопасность движения обеспечиваются строжайшим соблюдением Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ). В новых ПТЭ, введенных в действие в 2000 г., предъявляются более строгие требования к работникам железнодорожного транспорта по эффективному использованию технических средств, обеспечению безопасности движения, сохранности перевозимых грузов и охране окружающей среды.

Железнодорожному транспорту приходится работать в сложных условиях рыночных отношений и социальных реформ. Для обеспечения рентабельности и конкурентоспособности железных дорог на рынке транспортных услуг потребовалось внести структурные изменения в систему управления и изменить технологию перевозочного процесса применительно к условиям рыночной экономики.

В рамках реализации первого этапа Программы структурной реформы на железнодорожном транспорте, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 18 мая 2001 г. № 384, произошло разделение функций государственного регулирования и хозяйственного управления.

Функции государственного регулирования и контроля в отношении всех видов транспорта, включая железнодорожный, возложены на вновь образованное в 2004 г. Министерство транспорта Российской Федерации, а функции управления хозяйственной деятельностью железных дорог переданы открытому акционерному обществу «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»). Процесс реформирования на железнодорожном транспорте направлен на обновление производственно-технической базы отрасли,

повышение эффективности и качества работы всех ее звеньев, освоение растущих объемов перевозок.

Все это нашло отражение в настоящем учебном пособии. Степень детализации материала по главам определена программой дисциплины и с учетом того, что ряд ее разделов, например о подвижном составе, учащиеся техникумов и колледжей будут детально изучать в соответствующих специальных курсах.

# РАЗДЕЛ I

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

---

### Глава 1

#### ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ — ОСНОВНОЙ ВИД ТРАНСПОРТА РОССИИ

##### 1.1. Значение железнодорожного транспорта и основные показатели его работы

Транспорт наряду с земледелием, добывающей и обрабатывающей промышленностью представляет собой сферу материально-го производства. В отличие от других отраслей промышленности транспорт не производит новых продуктов. Его продукцией является перевозка пассажиров и грузов.

Транспорт — это связующие звено между производителями и потребителями товаров и услуг, без которого немыслим рынок и рыночные отношения.

Первостепенная роль в осуществлении перевозок принадлежит железнодорожному транспорту. Железные дороги связывают все области и районы нашей огромной страны, имеющей территорию площадью 17,8 млн км<sup>2</sup>, и в условиях недостаточности хороших автомобильных дорог обеспечивают потребности населения в перевозках и нормальное обращение продукции промышленности и сельского хозяйства.

Железнодорожный транспорт в значительной мере способствует освоению новых районов и их природных богатств, играет первостепенную роль в развитии экономики страны, улучшении благосостояния населения и укреплении культурных связей между народами. Благодаря единой железнодорожной сети стран СНГ и Балтии сохранились экономические связи между ними. Заказы на изготовление железнодорожной техники на российских предприятиях способствуют развитию отечественной промышленности и увеличению числа рабочих мест.

Железнодорожный транспорт России имеет первостепенное значение и для обороны.

Все виды транспорта взаимодействуют между собой, дополняют друг друга и составляют транспортную систему страны.

Для оценки перевозочной работы используется ряд показателей: количество перевезенных грузов, грузооборот, число переве-

зенных пассажиров, пассажирооборот, грузонапряженность, оборот вагона, производительность труда, себестоимость перевозки и др. Далее приводятся краткие сведения о них.

В качестве основного показателя принят *объем грузовых перевозок*, т, характеризующий отправление грузов (обычно за год). Этот показатель обеспечивает лучшую сбалансированность планов производства и перевозок благодаря единой единице измерения (тонны) по сравнению с другим показателем — грузооборотом.

*Грузооборот*  $\sum pl$ , тоннокилометры ( $t \cdot km$ ), представляет собой сумму произведений массы  $p$  перевезенных грузов на расстояние ( дальность)  $l$  перевозки. Для уменьшения транспортных расходов и ускорения доставки грузов задания по грузообороту должны выполняться за счет увеличения количества перевезенного груза, а не дальности перевозок. Грузооборот является обобщающим показателем, используемым для определения потребности в подвижном составе, ремонтной базе, затратах труда, топлива, электроэнергии и т.д.

К наиболее важным показателям относится и *число перевезенных пассажиров*  $a$  (обычно за год).

*Пассажирооборот*  $\sum al$ , пассажирокилометры (пасс.-км), представляет собой сумму произведений числа перевезенных пассажиров на расстояние перевозки.

*Приведенная продукция транспорта*, приведенные  $t \cdot km$ :

$$\sum (pl)_{\text{пр}} = \sum pl + k \sum al,$$

где  $k$  — коэффициент перевода пассажирокилометров в тоннокилометры.

Коэффициент перевода принимают равным единице, исходя из существовавшего в прошлом равенства себестоимости 1  $t \cdot km$  и 1 пасс.-км перевозочной работы. В настоящее время себестоимость 1 пасс.-км существенно выше себестоимости 1  $t \cdot km$ , однако во избежание нарушения сопоставимости отчетных цифр за прошлые годы значение коэффициента не меняется.

При определении же производительности труда на железнодорожном транспорте значение  $k$  в большинстве случаев принимают равным двум, что позволяет более точно учесть затраты труда на выполнение перевозочной работы.

Важным показателем работы железных дорог является *грузонапряженность*, характеризуемая средним числом тоннокилометров или приведенных тоннокилометров, приходящихся на 1 км эксплуатационной длины  $L_{\text{эк}}$ :

$$\Gamma = \frac{\sum pl}{L_{\text{эк}}} \quad \text{или} \quad \Gamma_{\text{пр}} = \frac{\sum pl + \sum al}{L_{\text{эк}}}.$$

Под *эксплуатационной длиной* понимают протяженность железнодорожных линий между станциями без учета таких путей, как второй главный, станционные и др.

Установлены также показатели использования вагонов и локомотивов. Наиболее важным качественным показателем на железнодорожном транспорте, отражающим работу всех основных служб дорог, подразделений и предприятий, является оборот вагона. *Оборотом вагона* называют промежуток времени от начала погрузки вагона до начала его следующей погрузки.

К основным экономическим показателям работы транспорта относятся производительность труда, себестоимость перевозок, доходность, прибыль и рентабельность.

*Производительность труда* определяется объемом произведенной продукции в приведенных тоннокилометрах, пассажирокилометрах или тоннокилометрах, приходящимся на одного работника эксплуатационного штата (иначе говоря, работника, занятого на перевозках), а *себестоимость перевозок* — отношением эксплуатационных расходов на перевозку к объему произведенной продукции. В эксплуатационные расходы входит зарплата с отчислениями на социальное страхование, затраты на топливо, электроэнергию, материалы и запасные части, амортизационные отчисления и прочие издержки.

*Прибыль*  $\Pi$  представляет собой разность между суммарными доходами дороги или предприятия и эксплуатационными расходами на выполнение перевозок.

Вместе с тем важно знать не только абсолютную величину, но и размер прибыли, приходящейся на каждый рубль стоимости производственных фондов, т.е. *рентабельность*  $P$ , %, определяемую по формуле

$$P = \frac{\Pi}{O\Phi_{пл} + OBC_{пл}} \cdot 100,$$

где  $O\Phi_{пл}$  и  $OBC_{пл}$  — среднегодовая стоимость в планируемом году соответственно основных производственных фондов и оборотных средств.

К основным производственным фондам относятся производственные и служебные здания, сооружения (пути, линии электропередачи и др.), подвижной состав, приборы, механизмы, станки, оборудование.

Оборотные средства включают в себя оборотные производственные фонды (материалы, сырье, топливо, запасные части) и фонд обращения (запасы готовой продукции на складе, товары отгруженные, но не оплаченные получателем, материалы и топливо в пути, денежные средства в кассе предприятия или на расчетном счете в банке).

Рассмотренные экономические показатели тесно связаны между собой: с увеличением производительности труда снижается себестоимость, возрастают прибыль и рентабельность перевозок.

## 1.2. Место железных дорог в транспортной системе страны

Железнодорожному транспорту принадлежит ведущая роль в системе путей сообщения России, что видно из табл. 1.1, в которой приведен удельный вес различных видов транспорта в грузо- и пассажирообороте в 2003 г.

Железные дороги наиболее приспособлены к массовым перевозкам. Они функционируют днем и ночью независимо от времени года и атмосферных условий, что особенно важно для России с ее разными климатическими зонами. На железных дорогах сравнительно небольшая себестоимость перевозок и высокая скорость доставки грузов. За последние годы скорость движения грузовых и пассажирских поездов значительно увеличилась. Скорость экспрессов достигает 160 км/ч, а поезд ЭР200 развивает скорость до 200 км/ч.

Железные дороги являются универсальным видом транспорта для перевозок всех видов грузов в межрайонном и во внутрирайонном сообщении. Однако постройка железных дорог требует больших капитальных вложений, зависящих от топографических, климатических и экологических условий.

На железнодорожном транспорте велика доля расходов, мало зависящих от размеров движения (ремонт зданий и устройств, содержание административно-технического персонала). Они составляют около половины общих расходов на эксплуатацию. Это обуславливает необходимость значительной концентрации грузовых потоков для обеспечения высокой эффективности функционирования железных дорог.

Перевозка грузов по железной дороге на относительно большие расстояния экономически выгоднее, чем на малые, что объясняется высоким удельным весом расходов, не зависящих от дальности перевозок и увеличивающих их себестоимость при небольших расстояниях. Это расходы на выполнение начальных и конечных операций, включая подачу вагонов к месту погрузки-выгрузки и их уборку, грузовых операций и др.

Таблица 1.1

Вид транспорта	Грузооборот, %	Пассажирооборот, %
Железнодорожный	83,0	39,9
Автомобильный	8,7	41,9*
Морской	3,9	—
Речной	4,3	0,2
Воздушный	0,1	18,0

\* Перевозка автобусами в междугородном и пригородном сообщении.

Общепризнанными преимуществами железных дорог перед другими видами транспорта являются экономичность (сравнительно низкая стоимость перевозок), ресурсосберегаемость, экологическая предпочтительность (с точки зрения шума и сохранности окружающей среды), безопасность движения. Число погибших во время крушений, происшествий и катастроф, приходящееся на 1 млрд пасс.-км, составило в 2002 г. на железных дорогах (с учетом лишь пассажирских поездов) 0,025, на автомобильном транспорте (с учетом только автотранспорта, принадлежащего предприятиям и организациям) — 39,2, речном — 11,1, воздушном — 2,02.

При выборе транспортных средств для осуществления перевозок принимают во внимание положительные качества каждого вида транспорта. Развитию таких качеств может способствовать не только конкуренция, но и партнерские отношения между различными видами транспорта: координация и согласование работы в области рационального использования технических средств, планирования и распределения перевозок, разработка и внедрение единых технологических процессов работы станций, подъездных путей, предприятий, морских и речных портов и пристаней, согласование графиков и расписаний движения поездов, автобусов, самолетов и судов. Важной формой сотрудничества является организация комбинированных (смешанных) перевозок по принципу «от двери до двери», без перегрузки грузов.

Взаимодействие различных видов транспорта может осуществляться в условиях рыночных отношений на договорных началах.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем состоит государственное, экономическое, социальное и оборонное значение железнодорожного транспорта?
2. В чем заключается преимущество железных дорог перед другими видами транспорта?
3. Какое место занимает железнодорожный транспорт в транспортной системе России?
4. Какими показателями характеризуются грузовые и пассажирские перевозки?
5. Каковы основные экономические показатели работы железнодорожного транспорта?

## Глава 2

# КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОЗНИКНОВЕНИИ И РАЗВИТИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

### 2.1. Дороги дореволюционной России

Железные дороги нашей страны имеют богатую историю. Их прообразом являются заводские колейные лежневые пути.

В 1764 г. Кузьма Фролов применил механическую канатную тягу на Колывано-Воскресенских заводах на Алтае, оборудованных рельсожневыми внутрицеховыми путями, имевшими форму желоба. Вагонетки, груженные рудой, перемещались по путям с помощью водяного колеса и канатов.

В 1788 г. А. С. Ярцевым в Петрозаводске на Александровском пущечном заводе сооружена рельсовая дорога с чугунными рельсами протяженностью 174 м, а через 21 г. горный инженер Петр Фролов (сын Кузьмы Фролова) закончил строительство на Алтае чугунной дороги с конной тягой.

В 1809 г. создан Корпус инженеров путей сообщения для проектирования, строительства и эксплуатации дорог, гражданских и гидротехнических сооружений. В том же году образован институт Корпуса инженеров водных и сухопутных путей сообщения (в дальнейшем Петербургский институт инженеров путей сообщения, Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта (ЛИИЖТ), а в настоящее время — Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС)).

Первая в мире железная дорога общего пользования с паровой тягой протяженностью 18 км создана в 1825 г. в Англии, между городами Стоктон и Дарлингтон под руководством Д. Стефенсона — изобретателя паровоза.

Первая в России железная дорога с паровой тягой построена на Урале в 1834 г. механиком Нижнетагильского завода Е. А. Черепановым и его сыном М. Е. Черепановым. Дорога протяженностью около 1 км соединяла рудник и завод. Они же создали и первый в России паровоз.

Первая в России железная дорога общего пользования протяженностью 27 км построена в 1837 г. между Петербургом и Царским Селом (ныне г. Пушкин) с продолжением до Павловска. Ширина колеи составляла 1829 мм\*. Дорога продемонстрировала воз-

\* В 1904 г. завершилось строительство железнодорожной линии Царское Село—Дно с переустройством на колею шириной 1524 мм.

можность и целесообразность применения в России нового для того времени вида транспорта — железнодорожного.

Крупнейшее достижение русского инженерного искусства — постройка в 1851 г. Петербурго-Московской железной дороги. Двухпутная магистраль протяженностью около 650 км возводилась в течение 8 лет одновременно с двух сторон. Ее сооружение послужило отечественной школой формирования талантливых строителей железных дорог. Особая роль в проектировании и сооружении дороги принадлежит инженеру (впоследствии академику) П. П. Мельникову — первому министру путей сообщения страны, автору первой в России книги о железнодорожном транспорте.

Эта магистраль имела важное экономическое значение. Богатый опыт ее постройки впоследствии использовали при сооружении железнодорожных линий; в частности, ширину колеи 5 футов (1524 мм) приняли как нормальную (стандартную) для российских железных дорог.

В 1860 г. в России введены единые обязательные для всех линий габариты приближения строений и подвижного состава, разработанные профессором Н. И. Липиным.

Развитие капитализма в России после отмены крепостного права и увеличение экспорта хлеба значительно активизировали строительство железных дорог, особенно в конце 60-х — начале 70-х гг. и во второй половине 90-х гг. XIX в. С 1865 по 1875 г. среднегодовой прирост протяженности железных дорог России составлял 1,5 тыс. км, а с 1893 по 1897 г. — около 2,5 тыс. км. Были построены линии Москва — Курск (1868 г.), Курск — Киев (1870 г.), Москва — Брест (1871 г.), Красноводск — Ташкент (1899 г.) и др. В 1891 г. начато строительство Великой Сибирской магистрали. Оно осуществлялось сразу с двух сторон: от Челябинска и Владивостока. По завершении строительства в 1901 г. эта железная дорога стала самой протяженной в мире (6503 км).

В конце 70-х — начале 80-х гг. XIX в. в России начато сооружение сортировочных станций, специально предназначенных для формирования поездов. Потребность в них связана с ростом грузовых перевозок и подписанием соглашений о прямом бесперегрузочном сообщении по дорогам России. Первой в стране сортировочной станцией была станция Петербург-Сортировочный, построенная в 1879 г. К этому же времени относится и начало формирования железнодорожных узлов, объединивших станции, расположенные в крупных городах (Петербургский, Московский и Ростовский узлы).

Расширение железнодорожного строительства и необходимость обеспечения безопасности движения обусловили разработку нормативно-технических документов, устанавливающих жесткий порядок работы железных дорог и организации движения поездов, требования к сооружениям, устройствам и подвижному составу и их содержанию.

В 1898 г. утверждены Правила технической эксплуатации железных дорог общего пользования, построенных на средства казны, акционерных и частных обществ. К 1909 г. относится введение для всей сети Общих правил сигнализации железных дорог.

Первая мировая война вызвала необходимость срочной постройки новых железнодорожных линий. В 1916 г. в основном было закончено строительство Мурманской железной дороги (от Петрозаводска до Мурманска).

С первых лет существования железных дорог начали появляться крупные научные работы и изобретения русских ученых и инженеров, способствовавшие развитию железнодорожной техники. Так, нашей стране принадлежит приоритет в применении термической обработки рельсов: она была введена в 1864 г. К. П. Поленовым. Важное значение для железнодорожного транспорта имел способ расчета прочности рельсов, разработанный выдающимся ученым Н. П. Петровым — автором гидродинамической теории трения.

На железных дорогах постепенно совершенствовались средства сигнализации и связи. В 1852 г. на Петербурго-Московской магистрали введена телеграфная связь. Начало применения желтовой системы относится к концу 1870-х гг. В конце 1880-х гг. стали использовать телефонный способ регулирования движения поездов. К этому же времени относится начало внедрения централизованного управления стрелками и сигналами из одного или нескольких постов. В 1885 г. по проекту профессора Я. Н. Гордеенко оборудована устройствами взаимного замыкания стрелок и сигналов станция Саблино Петербурго-Московской железной дороги. Он же разработал систему механической централизации стрелок и сигналов. Полуавтоматическая блокировка введена на отдельных двухпутных линиях в конце XIX — начале XX вв.

## 2.2. Железнодорожный транспорт послереволюционной России и Советского Союза

После Октябрьской революции казенные железные дороги перешли в ведение государства, а в 1918 г. были национализированы частные дороги. Первая мировая и гражданская войны привели транспорт России в состояние разрухи. Для восстановления путей, сооружений и подвижного состава, а также налаживания работы транспорта потребовались чрезвычайные меры. По завершении гражданской войны в числе первоочередных стояла задача скорейшего восстановления транспорта. Его восстановление и развитие на новой технической основе — на базе электрификации — были намечены в плане ГОЭЛРО, утвержденном VIII Всероссийским съездом Советов в 1920 г. В этом же году был утвержден Общий устав железных дорог РСФСР, а через год изданы первые после революции правила их технической эксплуатации.

После образования СССР (30 декабря 1922 г.) вопросы технического развития железных дорог оставались в центре внимания правительственные органов, ученых и специалистов. Начались работы по созданию новых видов тяги. В ноябре 1924 г. первый тепловоз с электрической передачей, построенный по проекту профессора Я. М. Гаккеля, совершил рейс по железнодорожной дороге Ленинград — Москва. Одновременно был построен и в дальнейшем введен в эксплуатацию тепловоз аналогичного типа по проекту профессора Ю. В. Ломоносова.

В 1926 г. открыт первый в стране электрифицированный железнодорожный участок Баку — Сабунчи — Сураханы.

Значительные успехи в реконструкции существовавших железных дорог, улучшении их работы и строительстве новых линий достигнуты за годы довоенных пятилеток (1928—1941 гг.).

В 1930 г. сдана в эксплуатацию Туркестано-Сибирская магистраль (Луговая — Алма-Ата — Семипалатинск) протяженностью 1442 км. В том же году вступил в эксплуатацию первый опытный участок с автоблокировкой Покровское-Стрешнево — Волоколамск длиной 114 км. К 1931 г. относится начало внедрения селекторной связи на железных дорогах. В том же году принят как типовой прогрессивный в то время тормоз системы Матросова. В 1932 г. построен первый отечественный электровоз ВЛ19 мощностью 2700 л. с.

Важным событием в развитии технического оснащения железнодорожных станций стала сдача в эксплуатацию в 1934 г. первой в стране механизированной сортировочной горки на станции Красный Лиман. В этот же период началось внедрение диспетчерской централизации; в 1936 г. она была впервые применена на участке Люберцы — Курковская протяженностью 65 км.

К 1940 г. грузооборот железных дорог возрос в 5,6 раза по сравнению с 1913 г., а протяженность железнодорожной сети — в 1,5 раза. Следовательно, увеличение перевозочной работы происходило преимущественно за счет реконструкции и совершенствования эксплуатации существовавших линий.

Нападение в 1941 г. на нашу страну немецко-фашистских захватчиков потребовало от железнодорожников выполнения в кратчайшие сроки чрезвычайно большого объема перевозок, связанных с мобилизацией и сосредоточением армии, эвакуацией людей и промышленных предприятий из западных районов. Железные дороги были переведены на военное положение. Железнодорожникам приходилось работать в условиях воздушных налетов и затемнения. Несмотря на это, они своевременно доставляли на фронт поезда с войсками, боевой техникой, горючим и продовольствием.

Благодаря технической реконструкции, проведенной в период предвоенных пятилеток, самоотверженности, героизму и творческой инициативе железнодорожников транспорт нашей страны

выдержал в годы Великой Отечественной войны (1941—1945 гг.) такую нагрузку, с которой едва липравлялась бы транспортная система любой другой страны. Всего было доставлено для нужд фронта более 443 тыс. поездов.

В послевоенной пятилетке на железнодорожном транспорте не только преодолены последствия войны, но и начаты работы по его совершенствованию. Рост грузооборота потребовал коренного переоснащения железных дорог, замены старой техники. Техническая отсталость железных дорог проявлялась прежде всего в применении малоэкономичной паровозной тяги с крайне низким коэффициентом полезного действия.

В 1956 г. принят Генеральный план электрификации железных дорог. Введение в 1956 г. в опытную эксплуатацию участка Ожерелье — Павелец стало началом внедрения на железных дорогах страны прогрессивной системы однофазного тока промышленной частоты. В 1957 г. завершен перевод рабочего парка вагонов на автосцепку.

Большой объем работ по технической реконструкции железных дорог выполнен в последующие годы. На ряде грузонапряженных направлений уложены вторые пути, что позволило существенно увеличить их пропускную способность. Построены новые железнодорожные линии.

В 1974 г. началось сооружение Байкало-Амурской магистрали протяженностью 3147 км для освоения природных богатств Сибири и Дальнего Востока и ускорения развития производительных сил в этих районах. В 1984 г. открыто рабочее движение на всей протяженности БАМа (рис. 2.1). Эта трасса обеспечивает второй железнодорожный выход к тихоокеанским портам с сокращением дальности перевозок в эти районы на 400...500 км.

В дальнейшем интенсивность грузовых и пассажирских перевозок продолжала возрастать. В 1989 г. грузооборот железных дорог СССР достиг 3851,7 млрд т·км, а пассажирооборот — 410,7 млрд пасс.-км. На долю железнодорожного транспорта СССР приходилось 53 % мирового грузооборота и 25 % пассажирооборота при эксплуатационной длине сети около 147,4 тыс. км, составлявшей 12 % протяженности всех железных дорог мира.

В связи с тем что темп увеличения перевозочной работы значительно превосходил темп роста сети железных дорог, повышалась их грузонапряженность. В 1989 г. она достигла 29 млн приведенных тоннокилометров на 1 км эксплуатационной длины. По длине электрифицированных железнодорожных линий Советский Союз занял первое место в мире. Их протяженность в 1989 г. составила 53,9 тыс. км (более половины из них были электрифицированы по системе однофазного тока). В числе электрифицированных дорог — самая протяженная (около 7 тыс. км) и грузонапряженная магистраль Москва — Омск — Иркутск — Карымская — Куэнга.

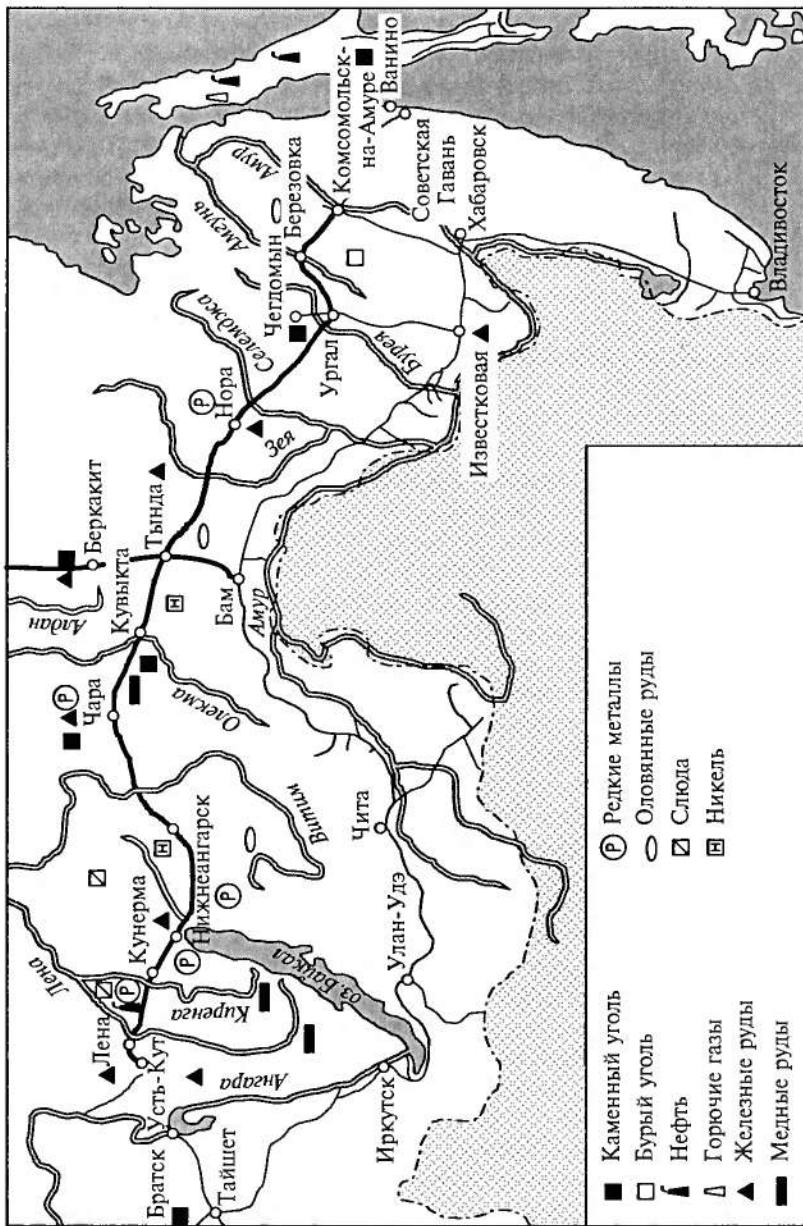


Рис. 2.1. Схема Байкало-Амурской магистрали

В стране был завершен перевод железных дорог на прогрессивные виды тяги — электрическую и тепловозную, усилено верхнее строение пути за счет укладки железобетонных шпал, бесстыкового пути и термически обработанных рельсов. Протяженность главных путей с рельсами тяжелых типов составила более 90 % всей длины линий. Подвижной состав пополнился новыми, в том числе 12-осными, локомотивами и большегрузными вагонами.

Ускорилось развитие контейнерных и пакетных перевозок, получили распространение крупнотоннажные (20- и 30-тонные) контейнеры. Железные дороги были оборудованы автоматической и полуавтоматической блокировкой, причем более чем на двух третях их протяженности — автоблокировкой и диспетчерской централизацией. Реконструированы многие станции и узлы. Автоматизированы сортировочные горки на крупнейших сортировочных станциях: Ленинград-Сортировочный-Московский, Лосиноостровская, Орехово-Зуево, Бекасово-Сортировочное и др. Вводились в действие новые подсистемы АСУЖТ, внедрялись автоматизированные системы управления перевозочным процессом.

Говоря о достижениях на железнодорожном транспорте, следует вместе с тем отметить, что в его работе и техническом оснащении было много недостатков и нерешенных проблем и он не в полной мере удовлетворял потребности народного хозяйства и населения. Чрезмерная грузонапряженность многих железных дорог привела к повышенному износу пути и подвижного состава. Некоторые технические средства устарели. Крайне медленно внедрялась компьютерная техника. В связи с этим была разработана и утверждена Программа технического перевооружения и модернизации железных дорог СССР в 1991—2000 гг. Однако в связи с распадом СССР она не была осуществлена.

### **2.3. Железнодорожный транспорт Российской Федерации**

После распада Советского Союза и образования СНГ объем перевозок на железных дорогах Российской Федерации резко уменьшился и продолжал снижаться из-за нарушения экономических связей с бывшими союзными республиками. На состояния и работе железных дорог негативно отразились экономические и финансовые трудности, обусловленные сложностью перехода страны на рыночные отношения.

Сохранение в этих условиях единой управляемой сети железных дорог в России и странах СНГ явилось важным фактором, позволившим создать новое единое экономическое пространство. Деятельность железнодорожных администраций стран СНГ стал координировать созданный в 1991 г. Совет по железнодорожному транспорту, в работе которого участвуют также страны Балтии.

На железнодорожном транспорте стран СНГ предусмотрен единый график движения поездов, существует единый план их формирования и действуют общие для этих стран правила безопасности. Разработана и введена система взаиморасчетов стран за использование вагонов, не являющихся их собственностью.

Для преодоления трудностей, связанных со спадом объема перевозок, на железнодорожном транспорте России в середине 1990-х гг. начата перестройка системы управления и реорганизация перевозочного процесса применительно к новым условиям хозяйствования. Укрупнены ряд железных дорог и отделений, созданы диспетчерские центры управления в МПС России и на дорогах, а также специальная система Фирменного транспортного обслуживания (СФТО), основанного на использовании современных методов и средств маркетинга.

На железных дорогах в процессе внедрения сквозного экспедирирования грузов при доставке их от склада производителя до склада потребителя организованы специализированные предприятия «Желдорэкспедиция».

Для привлечения клиентуры железные дороги стали применять гибкую систему тарифов, предусматривающую, в частности, предоставление скидок, зависящих от расстояния и объема перевозок отдельных видов грузов.

Обновление технических средств железных дорог потребовало реализации комплексной программы информатизации железнодорожного транспорта.

Начавшийся рост промышленного производства в России сопровождается увеличением показателей перевозочной работы на железнодорожном транспорте. Основные из них в 2003 г. достигли следующего уровня:

Число перевезенных пассажиров, млн чел. ....	1303,5
Пассажирооборот, млрд пасс.-км .....	157,6
Объем грузовых перевозок, млн т .....	1160,8
Грузооборот, млрд т·км .....	1688,9
Прибыль от перевозок, млн руб. ....	55 378

Железные дороги Российской Федерации по технической оснащенности и показателям перевозочной работы являются в настоящее время одной из крупнейших транспортных систем мира. По их эксплуатационной длине (к началу 2003 г. составившей 85,5 тыс. км) Россия занимает второе место в мире (после США); по протяженности электрифицированных железных дорог — первое место, причем из 42,3 тыс. км линий электрифицированы на постоянном токе 18,8 тыс. км, на переменном — 21 тыс. км. На долю железнодорожного транспорта с электрической тягой приходится 76 % грузооборота железных дорог. Россия занимает третье место в мире по объему грузовых перевозок (после Китая и США), грузообороту

(после США и Китая) и числу пассажиров, перевезенных железнодорожным транспортом (после Японии и Индии).

Автоблокировкой и диспетчерской централизацией оснащены железнодорожные линии общей протяженностью 62,0 тыс. км. Средняя масса одного погонного метра рельсов на главных путях составляет 64,1 кг, протяженность бесстыкового пути — около 38 тыс. км.

Перед железнодорожниками стоят сложные задачи по удовлетворению растущих потребностей в перевозках с предоставлением всего комплекса сервисных услуг пассажирам и грузовладельцам, повышению доходности, рентабельности и конкурентоспособности этого вида транспорта, снижению транспортной составляющей в цене выпускаемой продукции.

#### **2.4. Основные положения структурной реформы железнодорожного транспорта**

На рубеже ХХ и ХХI вв. в России начался процесс реформирования железнодорожного транспорта в целях повышения качества и эффективности его работы и конкурентоспособности в условиях рыночной экономики.

Основные положения структурной реформы железнодорожного транспорта страны определены в Указе Президента РФ от 16 мая 1996 г. № 732 «О дальнейшем развитии железнодорожного транспорта в Российской Федерации» и Концепции структурной реформы Федерального железнодорожного транспорта, утвержденной постановлением Правительства РФ от 15 мая 1998 г. № 448. Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте (далее — Программа) утверждена постановлением Правительства РФ от 18 мая 2001 г. № 384.

В Программе исходя из анализа работы железнодорожного транспорта России и зарубежных стран обоснована необходимость реформирования отрасли, определены цели, задачи и этапность реализации реформы.

В соответствии с Программой целями структурной реформы являются:

- повышение устойчивости работы железнодорожного транспорта, его доступности, безопасности и качества предоставляемых им услуг для обеспечения единого экономического пространства страны и общенационального экономического развития;
- формирование единой гармоничной транспортной системы страны;
- снижение совокупных затрат на перевозку грузов железнодорожным транспортом;
- удовлетворение растущего спроса на услуги, предоставляемые железнодорожным транспортом.

Для реализации структурной реформы и достижения ее целей Программой предусмотрены:

- постепенное, поэтапное реформирование и минимизация риска необратимых процессов;
- разделение функций государственного регулирования и управления хозяйственной деятельностью;
- переход от монопольного состояния отрасли к конкурентному для повышения эффективности и качества транспортных услуг;
- разделение основных и неосновных видов деятельности\*;
- формирование организационной структуры по основным видам деятельности (грузовые, пассажирские, пригородные перевозки и т. п.);
- сохранение государственного регулирования и контроля над монопольным сектором (инфраструктурой);
- сохранение за владельцем инфраструктуры части грузовых перевозок, по меньшей мере в течение первых лет реформирования, с поэтапным увеличением доли подвижного состава, принадлежащего независимым компаниям-операторам.

На первом (подготовительном) этапе реформирования (2001 – 2003 гг.) функции хозяйственного управления выделены из ведения МПС России и переданы единственному хозяйствующему субъекту – ОАО «РЖД», все акции которого принадлежат государству.

На втором этапе реформирования отрасли (2003 – 2005 гг.) из ОАО «РЖД» выделяются его дочерние структуры – акционерные государственные компании, в ведении которых будут находиться пригородные и дальние пассажирские перевозки, ремонт технических средств, производство запасных частей и т. п. Это обеспечит условия для реальной конкуренции.

На третьем этапе (2006 – 2010 гг.) предполагается создание развитого конкурентного рынка железнодорожных перевозок.

Особенность структурной реформы железнодорожного транспорта состоит в том, что она проводится одновременно с административной реформой, в ходе которой создаются три уровня федеральных органов исполнительной власти: министерства с правоустанавливающими функциями, федеральные службы с функциями надзора и контроля за исполнением законов и нормативных правовых актов и федеральные агентства с правоприменительными функциями.

На железнодорожном транспорте предусмотрены следующие федеральные органы исполнительной власти:

- Министерство транспорта Российской Федерации, в состав которого входят десять департаментов. Его задачей является выработка

---

\* Согласно Программе виды деятельности, непосредственно не связанные с перевозками, должны быть обособлены с последующим их исключением из системы железнодорожного транспорта.

ка государственной политики и нормативно-правовое регулирование по видам транспорта: железнодорожному, воздушному, морскому, внутреннему водному, автомобильному, городскому, в том числе метро, и промышленному;

• *Федеральная служба по надзору в сфере транспорта* Министерства транспорта Российской Федерации, включающая в себя десять управлений. Она осуществляет контроль и надзор за исполнением органами государственной власти действующего законодательства, выдает лицензии на определенные виды деятельности и участвует в расследовании происшествий на транспорте;

• *Федеральное агентство железнодорожного транспорта* Министерства транспорта Российской Федерации, к ведению которого относится проведение государственной политики на железнодорожном транспорте исходя из требований экономики, обороноспособности и безопасности страны, а также потребностей населения.

Федеральное агентство наделено полномочиями собственника в отношении федерального имущества и государственного заказчика по организации и исполнению целевых программ в сфере железнодорожного транспорта, организации перевозок опасных грузов, сертификации продукции, работ и услуг и др. В его состав входят пять управлений: по вопросам инфраструктуры и перевозок, экономики и финансов, кадров и учебных заведений, правовое управление и управление делами Агентства.

Федеральному агентству железнодорожного транспорта подчинены территориальные органы в семи федеральных округах, связанные с конкретными железными дорогами и реализующие государственную политику на местах.

Вся хозяйственная деятельность и организация перевозочного процесса на железнодорожном транспорте находятся в ведении ОАО «РЖД».

### **Контрольные вопросы**

1. Когда и кем в России построена первая железная дорога с паровой тягой?
2. Когда построена в России первая железная дорога общего пользования?
3. Когда и кем построена первая в России двухпутная железнодорожная магистраль? Каково ее значение для развития сети железных дорог?
4. Когда построена Великая Сибирская магистраль? Каково ее значение для страны?
5. Когда и кем построен первый тепловоз?
6. Какова эксплуатационная длина сети железных дорог России?

## Глава 3

# СООРУЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

### 3.1. Понятие о комплексе устройств и сооружений и структуре управления на железнодорожном транспорте

Железнодорожный транспорт представляет собой сложное многоотраслевое хозяйство, в состав которого входят железные дороги, предприятия, административно-хозяйственные, культурно-бытовые и медицинские учреждения, научно-исследовательские институты, вузы, техникумы, школы.

Для осуществления перевозочного процесса железные дороги располагают техническими средствами, включающими в себя подвижной состав и инфраструктуру, в которую входят:

- железнодорожный путь с необходимым путевым развитием в раздельных пунктах для приема, скрещения, обгона, расформирования, формирования и отправления поездов и выполнения других операций;
- сооружения для посадки, высадки и обслуживания пассажиров;
- устройства для хранения, погрузки и выгрузки грузов;
- устройства сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы для обеспечения безопасности движения поездов и ускорения производственных процессов;
- сооружения для экипировки и ремонта локомотивов и вагонов;
- устройства электроснабжения, в том числе тяговые подстанции и контактная сеть на электрифицированных линиях;
- устройства водоснабжения;
- устройства материально-технического снабжения.

Специфике работы железных дорог, связанной с размещением их по всей территории страны, необходимостью обеспечения регулярного движения поездов при любых условиях и четкого взаимодействия всех звеньев железнодорожного конвейера, свойственна особая структура управления, организованная по производственно-территориальному принципу. Благодаря этому обеспечиваются конкретность руководства и возможность проведения единой технологической политики на всей сети железных дорог страны.

Единое централизованное руководство работой железнодорожного транспорта осуществляет ОАО «РЖД» во главе с советом директоров. Совету директоров подчиняется правление ОАО «РЖД» во главе с президентом акционерного общества.

Вся железнодорожная сеть России разделена на 17 дорог, представляющих собой филиалы ОАО «РЖД». Кроме железных дорог филиалами ОАО «РЖД» являются перевозочные компании «Трансконтейнер», «Рефсервис», Федеральная пассажирская дирекция, Главный вычислительный центр (ГВЦ) и др.

В состав ОАО «РЖД» вошли ряд научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций и внедренческих центров, в их числе Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи (ВНИИАС), Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), Государственный институт технико-экономических изысканий и проектирования железнодорожного транспорта (ГипротрансТЭИ), проектно-изыскательские институты железных дорог (желдорпроекты).

В составе ОАО «РЖД» образовано свыше 30 департаментов и управлений, которые руководят в оперативном и техническом отношении деятельностью железных дорог по следующим отраслям: автоматика и телемеханика, вагонное хозяйство, дальние пассажирские перевозки, коммерческая работа в сфере грузовых перевозок, локомотивное хозяйство, управление перевозками, электрификация и электроснабжение и др. В управлении железных дорог имеются службы и отделы по отраслям, в основном соответствующие департаментам ОАО «РЖД».

Структурными подразделениями железных дорог являются отделения, которые руководят всей производственно-хозяйственной деятельностью отраслевых структурных единиц — станций, локомотивных и вагонных депо, дистанций пути, служб электроснабжения, автоматики и телемеханики и др. Там, где нет отделений, предприятия подчиняются непосредственно управлению дороги через соответствующие службы.

На ряде дорог функции отдельных служб частично или полностью передаются государственным унитарным предприятиям и филиалам дорог без статуса юридического лица.

Поэтапное реформирование железнодорожного транспорта в период до 2010 г. предусматривает соответствующие изменения в системе управления отраслью.

### **3.2. Габариты на железных дорогах**

Для безопасного движения поездов необходимо, чтобы локомотивы, вагоны и грузы на открытом подвижном составе могли свободно проходить мимо устройств и сооружений, расположенных вблизи пути, не задевая их, а также мимо следующего по соседним путям подвижного состава. Это требование обеспечивается габаритом приближения строений и габаритом подвижного состава.

*Габаритом приближения строений* называется предельное попечерное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны входить никакие части сооружений и устройств. Исключение составляют лишь те устройства, которые предназначены для непосредственного взаимодействия с подвижным составом (вагонные замедлители в рабочем состоянии, контактные провода с деталями крепления, поворачивающаяся часть колонки при наборе воды и др.).

*Габаритом подвижного состава* называется предельное попечерное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженый, так и порожний подвижной состав, расположенный на прямом горизонтальном пути.

Габарит приближения строений С (рис. 3.1) применяется при строительстве новых линий, постройке вторых путей, электрификации железных дорог и других видах реконструкции общей сети и подъездных путей (от станции их примыкания до территории предприятия).

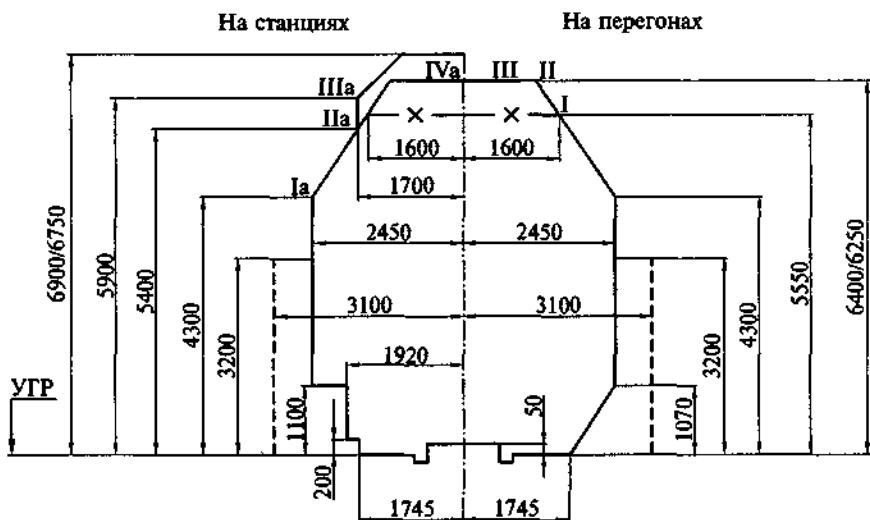


Рис. 3.1. Габарит приближения строений С:

УГР — уровень верха головки рельса; I—II—III — линия приближения всех вновь строящихся сооружений и устройств, расположенных на электрифицируемых путях в пределах искусственных сооружений (для перегонов и путей на станциях, где остановка подвижного состава исключена); Ia—IIa—IIIa—IVa — линия приближения всех вновь строящихся сооружений и устройств, расположенных на электрифицируемых путях (для остальных путей станций); — x — линия приближения сооружений и устройств на путях, где электрификация исключена; --- — линия приближения зданий, сооружений и устройств; в числителе — высота габарита для контактной подвески с несущим тросом, в знаменателе — без него

Габаритные расстояния по высоте измеряют от уровня верха головки рельса, горизонтальные расстояния — от оси пути. Очертание I — II — III установлено для перегонов и путей на станциях (в пределах искусственных сооружений), на которых не предусматривается стоянка подвижного состава, очертание Ia — IIa — IIIa — IVa — для остальных путей станций. Высота габарита указана на рис. 3.1 дробью: числитель — для контактной подвески с несущим тросом, знаменатель — без него. Ширина габарита приближения строений С составляет 4900 мм.

В габарите для перегонов на расстоянии от оси пути 1745 мм предусмотрен скос высотой 1070 мм от уровня верха головки рельса для перил на мостах, эстакадах и других искусственных сооружениях.

Расстояние от оси пути до линии приближения строений (вновь строящиеся здания, заборы, опоры контактной сети и линий связи) составляет 3100 мм.

Государственным стандартом установлен также габарит Сп, отличающийся от габарита С отдельными размерами (например, высота для габарита Сп равна 5500 мм). Требованиям этого габарита должны удовлетворять сооружения и устройства депо, мастерских, грузовых районов, складов, портов, промышленных предприятий, а также между территориями этих предприятий, т. е. там, где скорости движения сравнительно невысоки.

Установлены габариты подвижного состава 1-Т и Т (рис. 3.2), а также габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ, области применения и размеры которых указаны в табл. 3.1.

Подвижной состав габарита 1-Т допускается к обращению по всем путям общей сети железных дорог, подъездным путям и путям промышленных предприятий, а подвижной состав габарита Т — по путям общей сети железных дорог, подъездным путям промыш-

Рис. 3.2. Совмещенные габариты приближения строений и подвижного состава:

Т — очертание габарита подвижного состава; С — очертание габарита приближения строений; УГР — уровень верха головки рельса

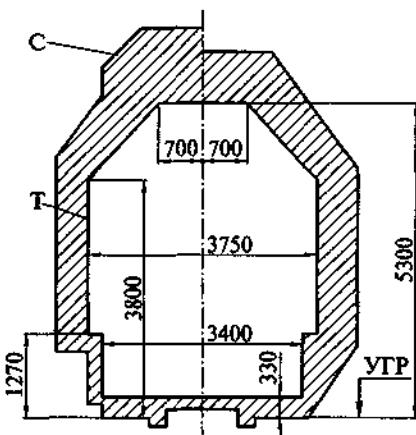


Таблица 3.1

Габарит	Высота, мм	Ширина, мм	Область применения
1-Т	5300	3400	Сеть железных дорог России, стран СНГ, Балтии, Монголии
Т	5300	3750	
1-ВМ	4700	3400	Железные дороги России, стран СНГ и европейских стран
0-ВМ	4650	3250	
02-ВМ	4650	3150	
03-ВМ	4280	3150	Железные дороги России, европейских и азиатских стран

ленных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габаритов С (с очертанием верхней части для неэлектрифицированных линий) и Сп.

Габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ установлены для подвижного состава, допускаемого к обращению по железным дорогам колеи как 1520 (1524), так и 1435 мм.

Расстояния между осями смежных путей определяются условиями обеспечения безопасности движения поездов и личной безопасности людей, находящихся на междупутьях (рис. 3.3). При этом учитываются соответствующие размеры габаритов подвижного состава и приближения строений. Согласно ПТЭ расстояния, мм, между осями путей на прямых участках должны быть не менее указанных:

На перегонах двухпутных линий .....	4100
На трех- и четырехпутных линиях между осями второго и третьего путей .....	5000
На станциях между осями смежных путей .....	4800
На путях второстепенных и грузовых районов .....	4500

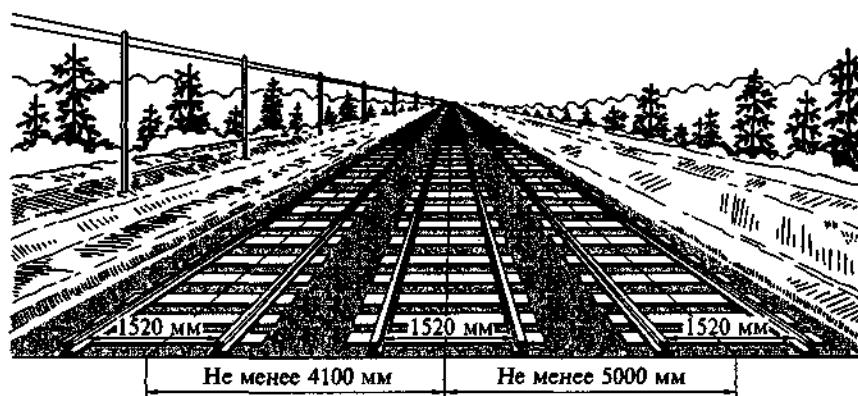


Рис. 3.3. Расстояния между осями путей на прямых участках перегона

Расстояние между осями второго и третьего путей 5000 мм позволяет оставить в междупутье инвентарь и инструмент для ремонта пути при следовании поездов по этим путям.

Между осями путей, предназначенных для непосредственной перегрузки грузов из вагонов в вагон, может быть допущено расстояние 3600 мм.

В кривых участках размеры междупутья, а также расстояние между осью пути и габаритом приближения строений, зависящие от радиуса кривой, скорости движения, месторасположения пути (перегон или станция) и других факторов, устанавливаются согласно нормам, приведенным в указаниях по применению габаритов приближения строений.

Железные дороги принимают к перевозке и негабаритные грузы, которые, будучи погружены на открытый подвижной состав, выходят за пределы габарита погрузки.

*Габаритом погрузки* называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен размещаться груз (с учетом упаковки и крепления) на открытом подвижном составе при нахождении его на прямом горизонтальном пути.

Негабаритные грузы могут быть перевезены при принятии специальных мер предосторожности. Для проверки габаритности грузов, погруженных на открытый подвижной состав, их пропускают

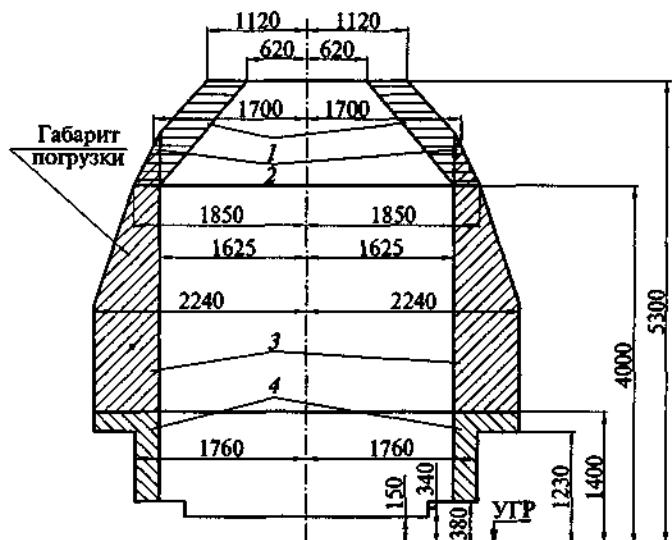


Рис. 3.4. Зоны негабаритности груза:

1 — верхняя; 2 — совместная боковая и верхняя; 3 — боковая; 4 — нижняя;  
УГР — уровень верха головки рельса

через габаритные ворота, устанавливаемые в месте массовой погрузки. Габаритные ворота представляют собой раму, внутри которой по очертанию габарита погрузки шарнирно укреплены планки. Если открытый подвижной состав с грузом пройдет ворота, не касаясь планок, то габарит не нарушен. Изменение положения планки укажет на место, не соответствующее габариту.

В зависимости от высоты, на которой груз выходит за габарит погрузки, установлены зоны нижней, боковой и верхней негабаритности (рис. 3.4). Кроме того, для более точного определения условий пропуска грузов при наличии верхней негабаритности на двухпутных линиях дополнительно введена зона совместной боковой и верхней негабаритности.

Порядок определения негабаритности грузов, приема их к перевозке и погрузке, отправления и следования поездов изложен в Инструкции по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов по железным дорогам колеи 1520 мм.

### **3.3. Основные руководящие документы по обеспечению работы железных дорог и безопасности движения**

Правовые, организационные и экономические условия функционирования железнодорожного транспорта общего пользования, основы взаимодействия его с органами государственной власти и другими видами транспорта, а также основы государственного регулирования в области железнодорожного транспорта определяются Федеральным законом от 10 января 2003 г. № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации».

В нем сформулированы основные принципы функционирования железнодорожного транспорта: устойчивость работы, доступность, безопасность и качество оказываемых услуг, развитие конкуренции и рынка услуг, согласованность функционирования единой транспортной системы Российской Федерации.

В указанном Федеральном законе используется ряд основных понятий, характерных и важных для железнодорожного транспорта в условиях рыночной экономики. Эти понятия приводятся в настоящем пособии при изложении соответствующих вопросов.

Рассмотрим следующие новые понятия в формулировках, приведенных в вышеназванном Федеральном законе:

- *инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования* — технологический комплекс, включающий в себя железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), информационные комплексы и систему управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование;

- *пользователь услугами железнодорожного транспорта* — пассажир, грузоотправитель, грузополучатель либо иное физическое или юридическое лицо, пользующиеся услугами (работами), оказываемыми организациями железнодорожного транспорта и индивидуальными предпринимателями на железнодорожном транспорте;

- *владелец инфраструктуры* — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющие инфраструктуру на праве собственности или ином праве и оказывающие услуги по ее использованию на основании соответствующих лицензий и договора;

- *перевозчик* — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, принявшие на себя по договору обязанность доставить пассажира, вверенный им отправителем груз, багаж или грузобагаж из пункта отправления в пункт назначения, а также выдать груз, багаж или грузобагаж управомоченному на его получение лицу (получателю);

- *оператор железнодорожного подвижного состава* — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющие вагоны, контейнеры на праве собственности или ином праве, участвующие на основе договора с перевозчиком в осуществлении перевозочного процесса с использованием указанных вагонов, контейнеров.

Отношения, возникающие между перевозчиками, пассажирами, отправителями и получателями грузов, владельцами инфраструктур железнодорожного транспорта общего пользования и железнодорожных путей необщего пользования, а также другими физическими и юридическими лицами при пользовании услугами железнодорожного транспорта, регулирует Федеральный закон от 10 января 2003 г. № 18-ФЗ «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации», который устанавливает их права, обязанности и ответственность. Устав определяет основные условия организации и осуществления перевозок пассажиров, грузов, багажа и грузобагажа, оказания услуг по использованию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и иных услуг, связанных с перевозками.

Важную роль в реформировании железнодорожного транспорта играют также Федеральный закон от 27 февраля 2003 г. № 29-ФЗ «Об особенностях управления и распоряжения имуществом железнодорожного транспорта», который устанавливает организационно-правовые особенности приватизации имущества железнодорожного транспорта, управления и распоряжения им, и Федеральный закон от 10 января 2003 г. № 16-ФЗ «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «О естественных монополиях», являющийся правовой основой для перевода железнодорожного транспорта из состояния естественной монополии в состояние конкурентного рынка.

От слаженности взаимодействия всех подразделений железнодорожного транспорта зависят бесперебойность и безаварийность его работы, выполнение планов перевозок пассажиров и грузов. Такая согласованность действий обеспечивается соблюдением графика движения поездов. График движения объединяет деятельность всех подразделений железных дорог и отражает план их эксплуатационной работы. Движение поездов по графику возможно при правильной организации технологических процессов работы станций, депо, тяговых подстанций, пунктов технического обслуживания и других подразделений железных дорог, связанных с движением поездов.

Четкая и бесперебойная работа железных дорог и безопасность движения достигаются неукоснительным выполнением ПТЭ, Инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации и Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации.

ПТЭ устанавливают основные положения и порядок работы железных дорог и работников железнодорожного транспорта; основные размеры, нормы содержания важнейших сооружений, устройств и подвижного состава и требования, предъявляемые к ним; систему организации движения поездов и принципы сигнализации. ПТЭ обязательны для всех подразделений и работников железнодорожного транспорта. Требованиям ПТЭ должны соответствовать все инструкции и другие руководящие указания, относящиеся к технической эксплуатации, проектированию и строительству железных дорог, сооружений, устройств и подвижного состава.

Инструкция по сигнализации на железных дорогах определяет систему видимых и звуковых сигналов для передачи приказов и указаний, относящихся к движению поездов и маневровой работе, а также типы сигнальных приборов, с помощью которых эти сигналы подаются.

Инструкция по движению поездов и маневровой работе устанавливает правила приема, отправления и пропуска поездов при использовании различных устройств СЦБ и связи, в том числе при проведении ремонтно-строительных работ на железнодорожных путях и сооружениях.

Необходимым условием обеспечения безопасности движения поездов является содержание технических устройств в исправном состоянии. Согласно ПТЭ каждый работник железнодорожного транспорта обязан подавать сигнал остановки поезду или маневрирующему составу и принимать другие меры к их остановке в случаях, угрожающих жизни и здоровью людей или безопасности движения. При обнаружении неисправности сооружения или устройства, угрожающей безопасности движения или вызывающей загрязнение окружающей среды, работник транспорта должен немедленно принять меры к ограждению опасного места и устранению неисправности.

Исключительно важное значение для работы железнодорожного транспорта имеют высокая сознательность и строгое соблюдение дисциплины работниками железных дорог, ибо нарушение ее может повлечь за собой угрозу для жизни перевозимых людей и сохранности материальных ценностей. Требования к железнодорожникам в этой области определены Положением о дисциплине работников железнодорожного транспорта (1996 г.).

На железнодорожном транспорте повышенное внимание уделяется охране труда. Каждый работник должен соблюдать правила и инструкции по технике безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии, касающиеся выполняемой им работы. Лица, поступающие на работу, связанную с движением поездов, должны пройти профессиональное обучение, а локомотивные бригады — также профессиональный отбор и выдержать испытания. В последующем периодически проверяют знание работниками ПТЭ, инструкций по сигнализации, движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации, должностных инструкций, правил и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии, Положения о дисциплине работников железнодорожного транспорта.

В настоящее время на железнодорожном транспорте большое значение придается работе с кадровым составом, от которого требуются безупречное выполнение профессиональных обязанностей и обеспечение безопасности движения. Этому способствует внедряемая на железных дорогах на базе Психологического центра ПГУПСа автоматизированная система профессионального психологического отбора локомотивных бригад, поездных диспетчеров, дежурных по станции и других работников, от действий которых непосредственно зависит безопасность движения.

### **Контрольные вопросы**

1. Что включает в себя понятие «железнодорожный транспорт»?
2. В чем суть структурной реформы на железнодорожном транспорте?
3. Что представляет собой габарит приближения строений и габарит подвижного состава?
4. Что называется габаритом погрузки?
5. Как проверяют соблюдение габаритов?
6. Каковы расстояния между осями путей на перегонах и станциях?
7. Какие положения устанавливают ПТЭ?
8. Что определяет Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации?

# РАЗДЕЛ II

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

### Глава 4

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПУТИ

##### 4.1. Основные сведения о категориях железнодорожных линий, трассе, плане и продольном профиле

Железнодорожные линии сооружают для освоения новых районов и их природных богатств, разгрузки существующих грузонапряженных линий, сокращения пути и времени следования пассажиров и грузов. Новые линии могут существенно различаться по своему значению в работе сети железных дорог, размерам и характеру перевозок. В зависимости от этих факторов технические требования и нормы, которыми руководствуются при разработке проектов железнодорожных линий, дифференцированы.

Строительные нормы и правила, являющиеся основным руководством при проектировании, предусматривают деление новых железных дорог колеи 1520 мм и подъездных путей на несколько категорий. От категории линии зависят наиболее важные параметры и технические условия ее проектирования, допустимая скорость движения пассажирских и грузовых поездов, мощность всех устройств линии. Значения одного из основных показателей железных дорог — грузонапряженности — по категориям приведены в табл. 4.1.

В связи с многообразием климатических и сейсмических условий в России вся территория страны разделена на климатические и сейсмические зоны с различными условиями и стоимостью строительства железных дорог.

Трасса железнодорожной линии характеризует положение в пространстве продольной оси пути на уровне бровок земляного полотна. Проекция трассы на горизонтальную плоскость называется планом, а развертка трассы на вертикальную плоскость — продольным профилем линии.

Полоса земли вдоль трассы, отведенная для размещения железнодорожного пути и других устройств железной дороги, а также железнодорожных поселков и лесонасаждений, носит название полосы отвода. Границы полосы отвода определяются с учетом пер-

Таблица 4.1

Категория железнодорожных линий	Назначение железных дорог	Расчетная годовая приведенная грузонапряженность нетто в грузовом направлении на десятый год эксплуатации, млн т·км/км
Скоростные	Железнодорожные магистральные линии для движения пассажирских поездов со скоростью 160 ... 200 км/ч	—
Особогрузонапряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	Свыше 50
I	Железнодорожные магистральные линии	30 ... 50
II	То же	15 ... 30
III	»	8 ... 15
IV	Железнодорожные линии общей сети	Не более 8
	Внутристанционные соединительные и подъездные пути	Не регламентирована

спективы развития путей и обозначаются специальными указателями (межевыми знаками).

Процесс прокладки трассы в ходе проектирования называется *трассированием линии*. Идеальной была бы трасса, представляющая собой прямую в плане и пологий спуск в грузовом направлении — в профиле. Однако это не всегда возможно из-за необходимости подхода к населенным пунктам, обхода естественных препятствий (горы, озера, болота и т. п.), наличия неровностей земной поверхности и стремления удешевить строительство линии. Поэтому план железнодорожной линии (рис. 4.1) проектируют в виде сочетания прямолинейных участков и кривых, а продольный про-

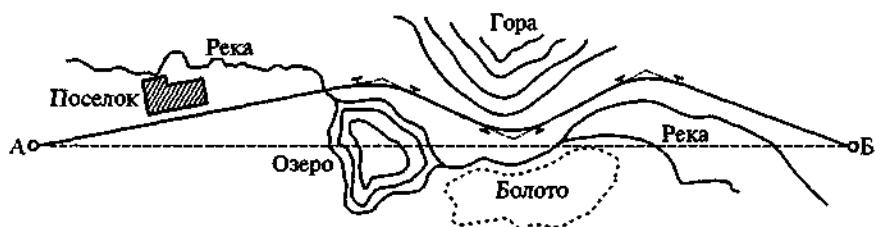


Рис. 4.1. План железнодорожной линии:  
А, Б — начальный и конечный пункты линии



Рис. 4.2. Элементы продольного профиля железнодорожной линии

филь (рис. 4.2) — в виде горизонтальных участков, называемых *площадками*, и наклонных, именуемых *уклонами*.

Прямые участки характеризуются длиной и направлением. К основным параметрам кривой относятся угол поворота  $\phi$ , зависящий от условий местности, радиус  $R$ , обусловленный категорией линии, длина  $K$  кривой и тангенс  $T$  — расстояние от начала или конца кривой до вершины угла поворота (рис. 4.3). Эти параметры кривых геометрически связаны. Исходя из заданного радиуса кривой  $R$  и угла поворота  $\phi$  легко определить значения  $T$  и  $K$ :

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\phi}{2}; \quad K = \frac{\pi R \phi}{180}.$$

Кривые малого радиуса вызывают необходимость снижения скорости движения (наибольшая скорость движения по кривой, км/ч, в зависимости от радиуса  $R$ , м, может быть определена по формуле  $v_{\max} \approx 4,6\sqrt{R}$ ) и удлинения линии, повышают сопротивление движению, боковой износ рельсов и колес подвижного состава, ухудшают видимость. Плохая видимость в кривых малого радиуса затрудняет ведение поездов машинистами локомотивов, требует привлечения дополнительного числа сигналистов для обеспечения безопасности при выполнении работ по содержанию и ремонту пути и контактной сети. Поэтому при проектировании новых железных дорог в зависимости от категории линии и местных условий выбирают радиусы кривых, указанные в табл. 4.2.

Для обеспечения плавного вписывания подвижного состава в круговые кривые их сопрягают с прямыми участками с помощью

переходных кривых, радиус которых постепенно уменьшается от  $\infty$  до радиуса  $R$  круговой кривой (подробнее см. в гл. 7). Между смежными кривыми предусматривают прямолинейные вставки, имеющие минимальную длину 30...150 м в зависимости от категории линии и направления изгиба кривых (в одну или разные стороны).

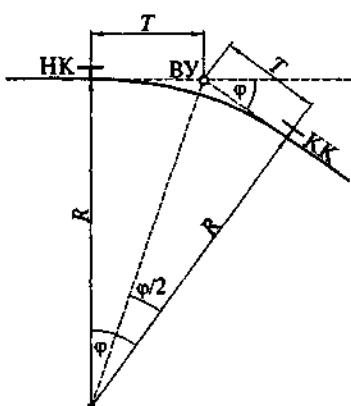


Рис. 4.3. Элементы круговой кривой:  
НК — начало кривой; ВУ — вершина угла поворота; КК — конец кривой;  $R$  — радиус;  
 $\phi$  — угол поворота;  $T$  — тангенс кривой

Таблица 4.2

Категория железнодорожных линий	Радиус кривой, м			
	рекомендуемый	допустимый		
		в тяжелых условиях	в особо тяжелых условиях при технико-экономическом обосновании	по согласованию с ОАО «РЖД»
Скоростные	4000 ... 3000	2500	1200	800
Особо грузонапряженные	4000 ... 2500	2000	1000	600
I	4000 ... 2000	1500	1000	600
II	4000 ... 2000	1500	800	400
III	4000 ... 1200	800	600	350
IV:				
линии общей сети	2000 ... 1000	600	350	200
подъездные пути	2000 ... 600	500	200	200
соединительные пути	2000 ... 350	250	200	200

*Продольный профиль* линии характеризуется крутизной уклонов его элементов и их длиной (рис. 4.4). Крутизна  $i$ , измеряемая в тысячных долях, представляет собой частное от деления разности  $h$  отметок конечных точек элемента профиля на его длину  $l$ , т. е. равна тангенсу угла наклона  $\alpha$  элемента профиля к горизонту.

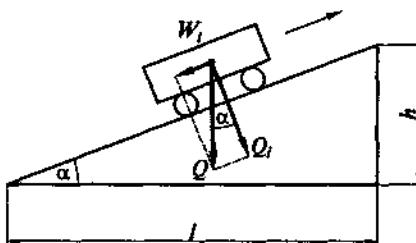
Из рис. 4.4 видно, что уклон создает дополнительное сопротивление движению поезда на подъеме:

$$W_i = Q \sin \alpha \approx Q \operatorname{tg} \alpha \approx 10^{-3} Q i,$$

где  $Q$  — вес поезда;  $i$  — крутизна уклона.

Рис. 4.4. Расчетная схема для определения крутизны уклона:

$\alpha$  — угол наклона элемента профиля к горизонту;  $l$  — длина элемента профиля;  $h$  — разность отметок конечных точек элемента профиля;  $Q$  — вес поезда;  $Q_i$  и  $W_i$  — составляющие  $Q$



От крутизны уклона зависит масса поезда, поэтому при проектировании железных дорог стремятся обеспечить возможно меньшее ее значение.

Одним из основных параметров железнодорожной линии является ее *руководящий уклон*, представляющий собой наибольший затяжной подъем, по величине которого устанавливают норму массы поезда при одиночной тяге и минимальной расчетной скорости движения. Этот уклон, зависящий от категории линии и топографических условий, определяется технико-экономическими расчетами с учетом унификации весовых норм на новой и примыкающих существующих линиях.

В сложных топографических условиях, когда на протяжении не менее перегона уклон местности значительно превышает руководящий, применяют так называемый *уклон кратной тяги*, который поезд расчетной массы проходит с несколькими локомотивами.

Длина элементов продольного профиля должна составлять не менее половины длины обращающихся поездов, принятой на перспективу. При этом под поездом одновременно будет не более двух переломов профиля. Смежные элементы профиля обычно сопрягают в вертикальной плоскости кривыми радиусом 3...20 км в зависимости от категории железнодорожной линии.

Продольные профили выполняют с применением стандартных условных обозначений. По масштабу изображения и количеству содержащихся данных различают подробный и сокращенный продольные профили.

*Подробный продольный профиль* обычно используют при проектировании вторых путей, развития станций и других объектов, в частности, при определении объемов земляных работ. Этот профиль, имеющий горизонтальный масштаб 1 : 10 000 и вертикальный 1 : 1000, включает в себя собственно профиль (верхняя часть) и сетку (нижняя часть). На сетке продольного профиля указывают план линии, пикетаж, существующие отметки земли и проектные отметки, проектные уклоны, особенности местности и инженерно-геологическую характеристику.

На профиле также показывают условными обозначениями мосты, трубы и другие искусственные сооружения, оси станций, других раздельных пунктов и переездов.

*Сокращенный продольный профиль* составляют на основе подробного продольного профиля для характеристики и удобства рассмотрения основных элементов плана и всех линейных сооружений. Его используют главным образом машинисты локомотивов при ведении поездов для получения информации о предстоящих подъемах и спусках.

Сокращенный профиль в основном повторяет в сжатом виде наиболее важные данные подробного продольного профиля. Он имеет горизонтальный масштаб 1 : 50 000 и вертикальный 1 : 1000.

На нем указывают проектные отметки земляного полотна, километраж, оси раздельных пунктов и расстояния между ними, входные и проходные сигналы, положение входных стрелочных переводов, путевых зданий, переездов и искусственных сооружений, а также проектируемые объекты.

#### **4.2. Значение пути в работе железных дорог, его основные элементы и требования к ним**

*Железнодорожный путь* — это комплекс инженерных сооружений, предназначенный для пропуска по нему поездов с установленной скоростью. От состояния пути зависят непрерывность и безопасность движения поездов, а также эффективность использования технических средств железных дорог.

К путевому хозяйству железнодорожного транспорта относятся собственно путь со всеми его сооружениями и устройствами, а также комплекс производственных подразделений и хозяйственных предприятий, предназначенных для обеспечения бесперебойной работы железнодорожного пути и проведения его планово-предупредительного ремонта. Структурными подразделениями путевого хозяйства являются дистанции пути, дистанции лесозащитных насаждений и путевые машинные станции.

Путевое хозяйство — одна из наиболее важных отраслей железнодорожного транспорта, от которой в значительной мере зависит выполнение перевозочного процесса. Удельный вес путевого хозяйства в системе железнодорожного транспорта весьма значителен: на его долю приходится более 50 % всех основных средств железных дорог и свыше 20 % общей численности работников.

Железнодорожный путь состоит из нижнего и верхнего строений. *Нижнее строение* пути включает в себя земляное полотно (насыпи, выемки, полунасыпи, полувыемки, полунасыпи-полувыемки) и искусственные сооружения (мосты, тоннели, трубы, подпорные стены и др.). К *верхнему строению* пути относятся балластный слой, шпалы, мостовые и переводные брусья, рельсы, рельсовые скрепления, противоугоны, стрелочные переводы, глухие пересечения.

Железнодорожный путь функционирует при различных погодных условиях, воспринимая большие нагрузки от проходящих поездов. При этом согласно ПТЭ все элементы железнодорожного пути (земляное полотно, верхнее строение и искусственные сооружения) по прочности, устойчивости и техническому состоянию должны обеспечивать безопасное и плавное движение пассажирских и грузовых поездов со скоростями, установленными на данном участке.

Для выполнения указанных требований постоянно проводятся работы по усилению несущей способности и надежности всех эле-

ментов пути: широко применяются термически упрочненные рельсы тяжелых типов, новые конструкции рельсовых скреплений, бесстыковой путь, железобетонные шпалы, новые конструкции стрелочных переводов и др.

Размещение и техническое оснащение дистанций пути, путевых машинных станций и других предприятий путевого хозяйства должны обеспечивать проведение необходимых работ по ремонту железнодорожного пути, сооружений и устройств для предотвращения срыва графика движения поездов.

### **Контрольные вопросы**

1. По каким признакам железные дороги подразделяют на категории?
2. Что такое трасса, план и продольный профиль железнодорожной линии?
3. Назовите основные элементы плана и профиля линии.
4. Что представляет собой руководящий уклон железнодорожной линии?
5. Перечислите основные элементы железнодорожного пути.
6. Каковы требования ПТЭ к элементам пути?

## Глава 5

### НИЖНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

#### 5.1. Земляное полотно и его поперечные профили. Водоотводные устройства

Земляное полотно представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки поверхности земли и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Непосредственно на поверхность земли путь не укладываются из-за наличия неровностей.

Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и долговечным, требующим минимальных расходов на его устройство, содержание и ремонт и обеспечивающим возможность механизации работ. Выполнение указанных требований достигается правильным выбором грунтов для насыпей и их тщательным уплотнением, приданием земляному полотну очертаний, способствующих надежному отводу воды, укреплением откосов насыпей и выемок.

Разрез, перпендикулярный продольной оси пути, называется *поперечным профилем земляного полотна*. В зависимости от формы поперечного профиля земляное полотно может представлять собой насыпь, выемку, полунасыпь, полувыемку или полунасыпь-полувыемку. Различают типовые и индивидуальные поперечные профили земляного полотна. Типовые профили, в свою очередь, подразделяют на нормальные и специальные. Нормальные профили применяют при сооружении земляного полотна на надежном основании из обычных грунтов. Специальные профили используют в специфических условиях: при наличии вечной мерзлоты, подвижных песков, лессов, скальных грунтов, болот и т. п.

Индивидуальные профили создают в сложных топографических, гидрологических, геологических и климатических условиях и при высоте откосов более 12 м, обосновывая все размеры конкретными расчетами.

Типовой нормальный профиль *насыпи* приведен на рис. 5.1. Верхняя часть, на которую укладываются балласт, шпалы и рельсы, называется *основной площадкой*. На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции с шириной верхней части 2,3 м и высотой 0,15 м, а на двухпутных — форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м. Такое очертание основной площадки способствует стоку воды, проникающей через балластный слой во время дождя и таяния снега.

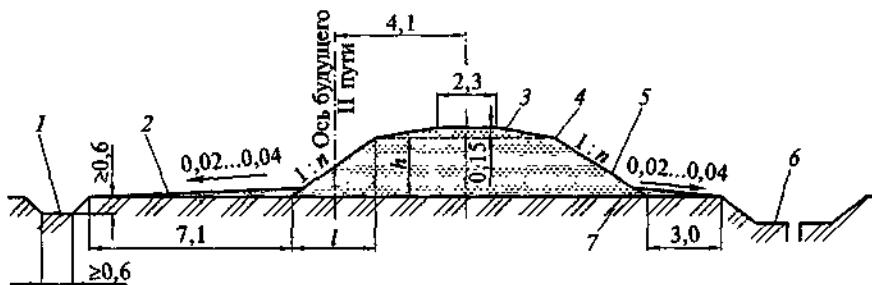


Рис. 5.1. Типовой нормальный профиль насыпи (размеры приведены в м):  
 1 — водоотводная канава; 2 — берма; 3 — основная площадка; 4 — бровка земляного полотна; 5 — откос; 6 — резерв; 7 — подошва насыпи;  $h$  — расстояние от бровки земляного полотна до подошвы насыпи;  $l$  — длина горизонтальной проекции откоса насыпи;  $1:n$  — крутизна откоса насыпи

Минимально допустимые значения ширины, м, основной площадки однопутных линий эксплуатируемой сети железных дорог России и установленные для вновь строящихся линий приведены в табл. 5.1.

На двух- и многопутных линиях ширина основной площадки увеличивается на расстояние между осями крайних путей (на двухпутных линиях — на 4,1 м, а на трехпутных — на 9,1 м).

Полоса земли, на которую опирается насыпь, является ее основанием. Линия пересечения основной площадки с откосом называется бровкой земляного полотна, а откоса с основанием — подошвой откоса. Высотой насыпи считается расстояние от уровня бровок до ее основания по оси (см. рис. 5.1). Горизонтальная проекция  $l$  линии откоса называется его заложением, а отношение высоты откоса  $h$  к заложению, которое обозначается  $1:n$ , — его крутизной. Крутизна откосов, надежно обеспечивающая их устойчи-

Таблица 5.1

Грунты	Эксплуатируемая общая сеть	Категории вновь строящихся линий					
		скоростные	особо грузонапряженные	I	II	III	IV
Скальные, крупнообломочные и песчаные, кроме мелких и пылеватых песков	5,0	6,6	6,6	6,6	6,6	6,4	6,2
Остальные грунты	5,5	7,6	7,6	7,6	7,6	7,3	7,1

вость, устанавливается в зависимости от высоты насыпи, свойств грунтов, геологических, гидрологических и климатических условий местности. Широкое распространение получили откосы крутизной 1 : 1,5, называемые полуторными.

Отвод поверхностных вод от насыпей, сооружаемых из привозного грунта, осуществляется с помощью продольных водоотводных канав шириной (по дну) и глубиной не менее 0,6 м, которые при поперечном уклоне местности до 0,04 сооружаются с обеих сторон, а при большем уклоне — только с нагорной стороны.

Если насыпь возводится из местного грунта, находящегося рядом с ней, то для отвода воды от полотна используются образующиеся при этом спланированные углубления, называемые *резервами*. Дну резервов и водоотводных канав придают продольный уклон не менее 0,002.

Полоса земли от подошвы откоса до водоотводной канавы или резерва называется *бермой*. Со стороны будущего второго пути на однопутных линиях ширина бермы составляет не менее 7,1 м, а с противоположной стороны — не менее 3 м. Для обеспечения отвода воды от насыпи берма имеет уклон 0,02 ... 0,04.

Типовой поперечный профиль *выемки* приведен на рис. 5.2. Основная площадка выемки имеет такие же размеры, как у насыпи. С каждой стороны основной площадки земляного полотна в выемках создают продольные канавы для отвода воды, называемые *кюветами*. Они характеризуются следующими минимальными значениями параметров: глубина 0,6 м, ширина (по дну) 0,4 м и продольный уклон 0,002.

Удаленный при сооружении выемки грунт, не используемый для создания насыпи в другом месте, укладывают за откосом выемки с нагорной стороны в правильные призмы, называемые *кавальерами*. Для перехвата и отвода притекающих к выемке поверхностных вод за кавальерами сооружают нагорные канавы, а на полосе между кавальером и бровкой откоса выемки отсыпают банкет с поперечным уклоном в сторону от откоса для отвода воды в

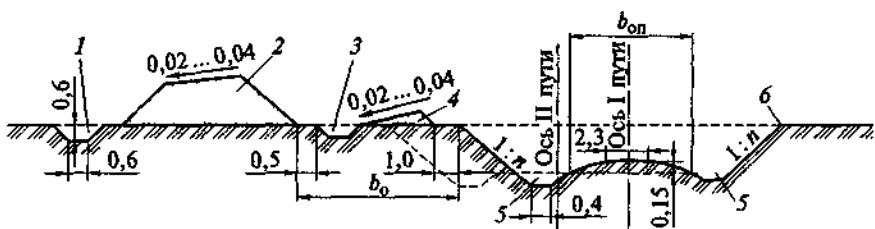


Рис. 5.2. Типовой поперечный профиль выемки (размеры приведены в м):  
1 — нагорная канава; 2 — кавальер; 3 — забанкетная канава; 4 — банкет; 5 — кювет; 6 — бровка откоса;  $b_o$  — ширина обреза;  $b_{on}$  — ширина основной площадки земляного полотна

забанкетную канаву. В неустойчивых грунтах, а также в стесненных условиях вместо водоотводных канал и кюветов устраивают лотки, которые могут быть железобетонными, бетонными, каменными или деревянными, а по форме — трапецидальными, прямоугольными, полукруглыми и треугольными.

В пределах станций поверхностные воды отводят с помощью поперечных и продольных водоотводов, которые в местах работы людей выполняют закрытыми. На крупных станциях для продольного отвода воды прокладывают коллекторы и канализационные трубы, а в районах с интенсивными осадками, кроме того, устраивают ливневую канализацию. Для перехвата и отвода грунтовых вод от земляного полотна или понижения их уровня предусматривают специальные дренажные устройства открытого типа в виде дренажных канав либо лотков или закрытого типа в виде подкюветных дренажей, дренажных галерей или штолен.

Подкюветный дренаж (рис. 5.3) представляет собой траншею, заполненную дренирующим материалом (крупнозернистый песок, гравий, щебень), в нижней части которой обычно укладывают дренажную трубу с отверстиями для поступления в нее воды. Для защиты от попадания поверхностной воды в дренажную траншею верхнюю часть дренажа заполняют утрамбованной глиной, которую отделяют от дренирующего заполнителя (во избежание смешивания с ним) двумя слоями дерна.

Для предохранения земляного полотна от размывания водой и выдувания ветром его откосы и бермы укрепляют. Наиболее про-

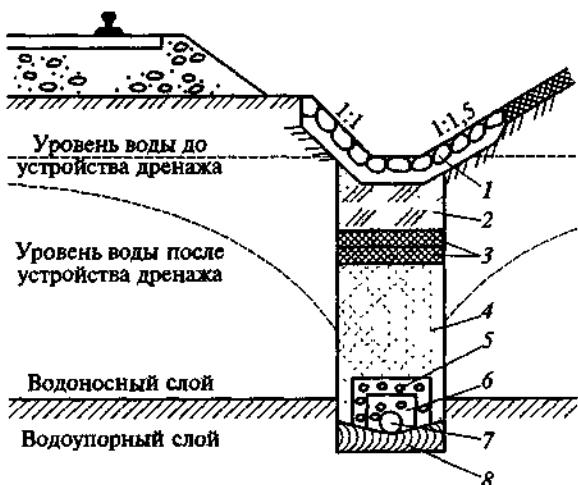


Рис. 5.3. Подкюветный дренаж:

1 — одиночное мощение; 2 — утрамбованный глинистый грунт; 3 — два слоя дерна; 4 — крупнозернистый песок; 5 — щебень или гравий; 6 — щебень или галька; 7 — дренажная труба; 8 — деревянная доска

стым способом укрепления незатапливаемых откосов земляного полотна является посев многолетних трав с густой, стелющейся корневой системой. При небольшом периодическом затоплении применяют дернование откосов (сплошное или в клетку), для чего предварительно срезанные куски дерна закрепляют на них деревянными спицами.

При периодических затоплениях хорошо противостоят воздействию текущей воды древесно-кустарниковые насаждения (в благоприятных климатических условиях). Надежно защищают затапливаемые откосы от размывания мощение камнем, использование каменной наброски в плетневых клетках и габионов — проволочных ящиков, заполненных камнем. Однако эти способы укрепления земляного полотна требуют больших затрат ручного труда.

Прочные и надежные укрепления, изготовление и укладку которых можно полностью механизировать, сооружают из железобетонных плит (рис. 5.4). На строительстве БАМа, кроме того, применяли гибкие железобетонные решетки и плиты, более эффективные в условиях вечной мерзлоты и сейсмичности. Тип укрепления земляного полотна выбирают исходя из особенностей грунтов, степени затапливаемости, скорости течения воды, наличия дешевых местных материалов и возможности механизации работ. Бровка земляного полотна в месте разлива вод согласно ПТЭ должна быть не менее чем на 0,5 м выше максимальной высоты наката волн при сильном ветре.

Опыт строительства железных дорог в горных районах Сибири показал, что в ряде случаев вместо укладки земляного полотна на крутых неустойчивых косогорах целесообразнее размещать его у их подошвы, отсыпая насыпи из скального грунта в русле реки (рис. 5.5). Такое техническое решение было осуществлено при прокладке трассы Байкало-Амурской магистрали в долинах рек Олекмы, Нюкски и др.

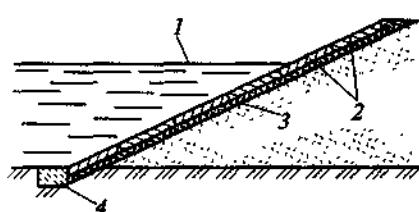


Рис. 5.4. Укрепление откоса насыпи железобетонными плитами:

1 — уровень высоких вод; 2 — железобетонные плиты; 3 — обратный фильтр;  
4 — бетонный упор

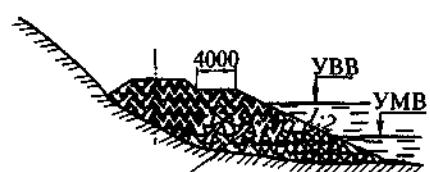


Рис. 5.5. Поперечный профиль насыпи из скального грунта, отсыпанной в русле реки:

УВВ — уровень высоких вод; УМВ — уровень меженных вод

## 5.2. Искусственные сооружения, их виды и назначение

Искусственные сооружения обеспечивают возможность пересечения железной дорогой водных преград, других железнодорожных линий, автодорог, глубоких ущелий, горных хребтов, застроенных городских территорий, а также безопасный переход людей через пути и устойчивость земляного полотна в сложных геологических и гидрологических условиях.

К искусственным сооружениям относятся мосты, трубы, тоннели, подпорные стены, регуляционные сооружения, галереи, селеспуски и др. При пересечении железной дорогой рек, каналов, ручьев и оврагов создают мосты (рис. 5.6) или трубы (рис. 5.7).

*Мост* состоит из пролетных строений, являющихся основанием для пути, и опор, поддерживающих пролетные строения и передающих давление на грунт.

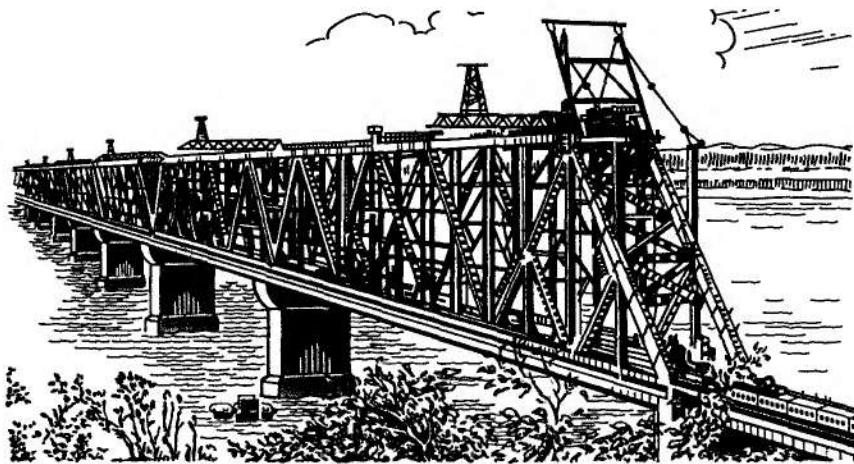


Рис. 5.6. Мост через р. Амур на БАМе

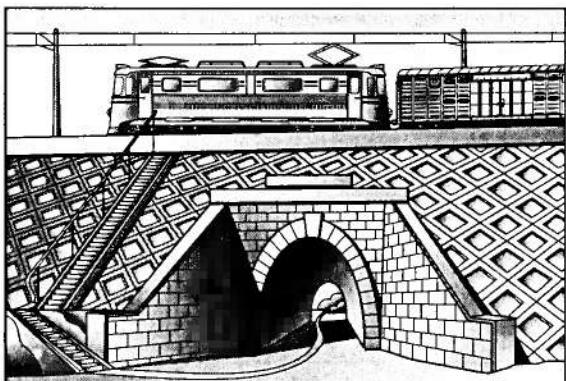


Рис. 5.7. Труба

Береговые опоры моста называют устоями, а промежуточные — быками. Мост разделяется опорами на пролеты. Пролетное строение включает в себя главные фермы, соединяющие их конструкции, проезжую часть и мостовое полотно. В фермах различают верхний и нижний пояса, к одному из которых прикрепляют попечевые балки, а к ним — продольные балки, образующие проезжую часть.

Если проезжая часть располагается на уровне верхнего пояса, мост называют с ездой поверху, если на уровне нижнего — с ездой понизу; кроме того, может быть конструкция моста с ездой посередине (рис. 5.8). Разновидностями мостов являются путепроводы, виадуки и эстакады.

*Путепроводы* (рис. 5.9) строят в местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линий. Они обеспечивают независимый и безопасный пропуск транспорта благодаря пересечению дорог на разных уровнях.

*Виадуки* (рис. 5.10) сооружают вместо обычной высокой насыпи при пересечении железной дорогой глубоких долин, оврагов и ущелий.

*Эстакады* (рис. 5.11) создают вместо больших насыпей в городах, где они меньше стесняют улицы и обеспечивают проезд и проход под ними, а также возводят на подходах к большим мостам через реки с широкими поймами при разливе воды.

*Трубы* применяют при пересечении железной дорогой небольших водотоков или суходолов. По виду материала различают каменные, металлические, бетонные и железобетонные трубы.

Весьма распространены сборные железобетонные трубы из отдельных звеньев длиной 1...6 м, разделенных деформационными швами (рис. 5.12). Затраты на сооружение и содержание труб невелики.

Для уменьшения сопротивления потоку воды и предотвращения размывания насыпи на входах и выходах труб создают оголовки, расширяющиеся в направлении от трубы.

Существуют и безоголовочные гофрированные металлические трубы. Они дешевле железобетонных, намного легче их и не имеют фундамента, что позволяет значительно сократить сроки строительства. Их укладывают на подушку из песка, гравия или щебня. С увеличением высоты насыпи возрастает длина трубы и ее стоимость.

При пересечении горных хребтов вместо глубоких выемок сооружают тоннели (рис. 5.13). Их создают и для безопасного перехода людей через железнодорожные пути на станциях и остановочных пунктах пригородных поездов.

*Тоннель* представляет собой искусственное сооружение для прокладки пути под землей. Транспортные тоннели по их месторасположению разделяют на горные, подводные и городские. Пространство, образованное после удаления породы при сооружении тон-

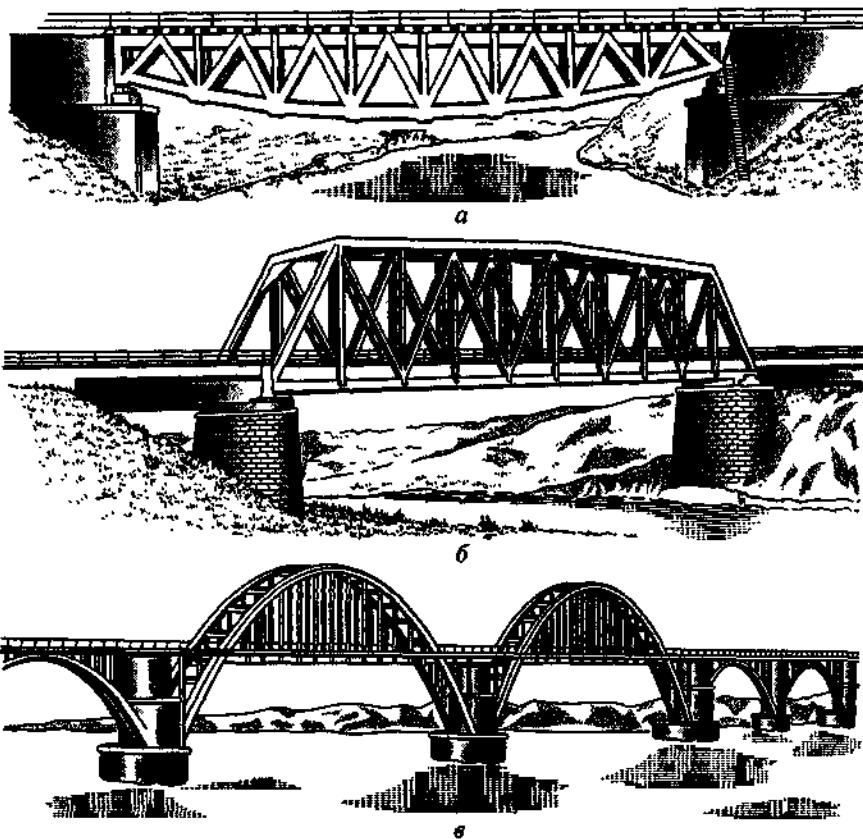


Рис. 5.8. Мосты с ездой поверху (а), понизу (б) и посередине (в)

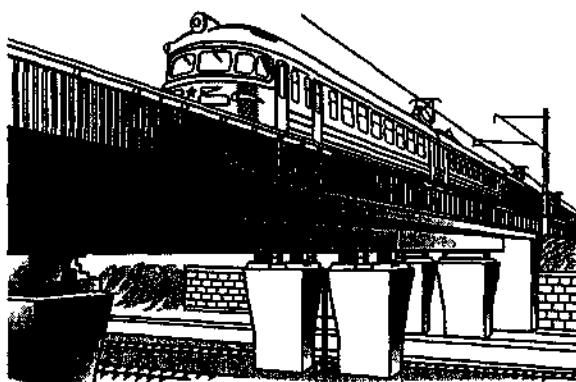


Рис. 5.9. Путепровод

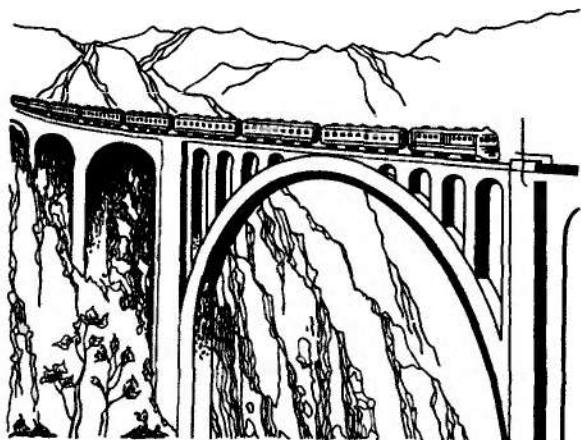


Рис. 5.10. Виадук

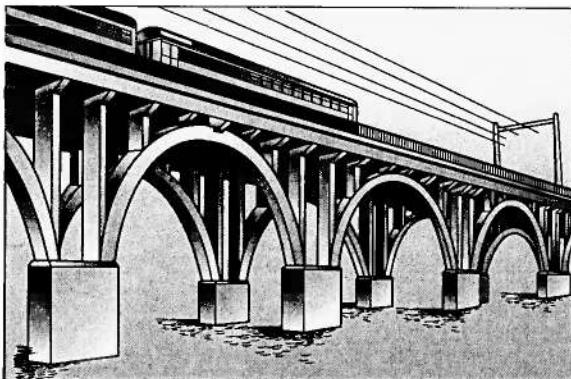


Рис. 5.11. Эстакада

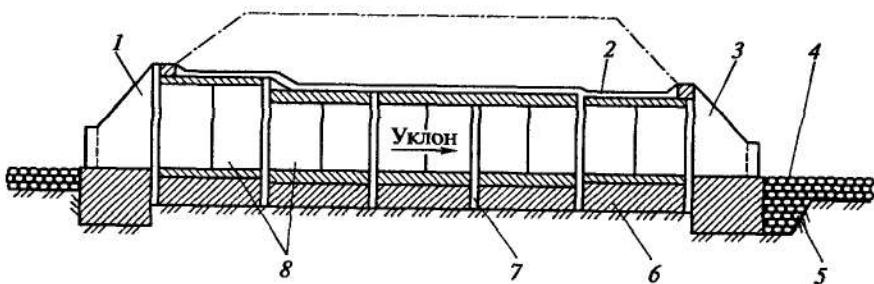


Рис. 5.12. Продольный разрез трубы:

1 — входной оголовок; 2 — гидроизоляция; 3 — выходной оголовок; 4 — мощение;  
5 — рисберма; 6 — фундамент; 7 — деформационный шов; 8 — звенья трубы



Рис. 5.13. Тоннель

неля, называется тоннельной выработкой, а конструкция, служащая для ее закрепления, — обделкой. В слабых грунтах во избежание обвала в тоннелях несущую обделку обычно выполняют из железобетона или бетона, а в тяжелых гидрогеологических условиях — из металла.

В скальных породах в зависимости от их прочности разрешается применять вместо несущей обделки облицовочную или сооружать тоннель без обделки и облицовки.

Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна на крутых косогорах, берегах рек и морей служат *подпорные стены* (рис. 5.14), а при подходах к большим мостам для защиты их опор от подмыва при паводках и повреждения льдом — *регуляционные сооружения* (рис. 5.15), состоящие из водонаправляющих грушевидных и шпоровидных дамб и траверс, откосы которых со стороны реки укрепляют каменным мощением или бетонными плитами.

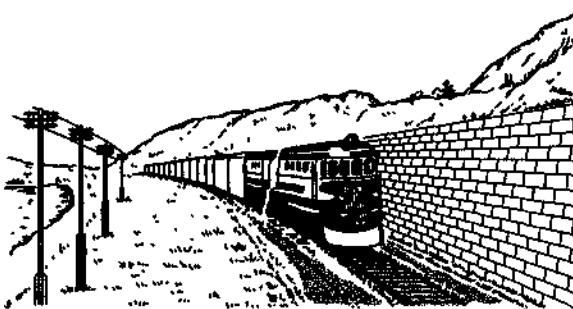


Рис. 5.14. Подпорная стена

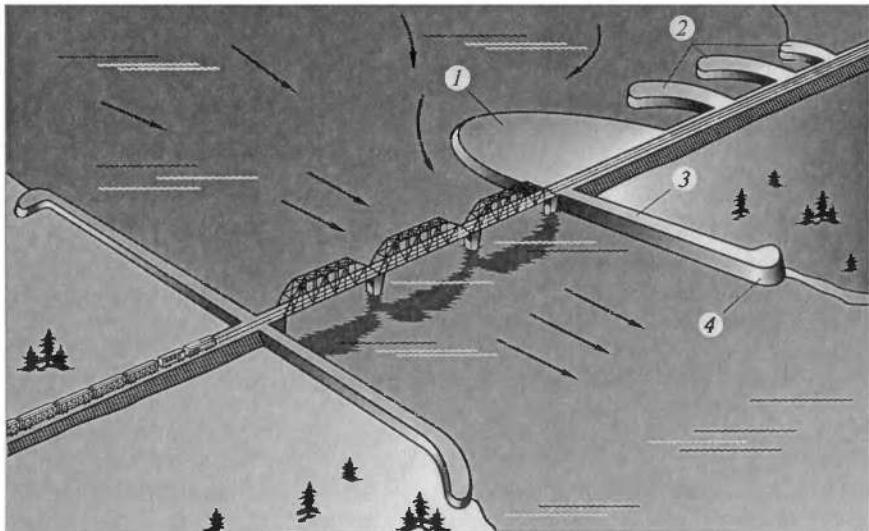


Рис. 5.15. Регуляционные сооружения:

1 — грушевидная дамба; 2 — траверсы; 3 — шпоровидная дамба; 4 — гол'зова дамбы

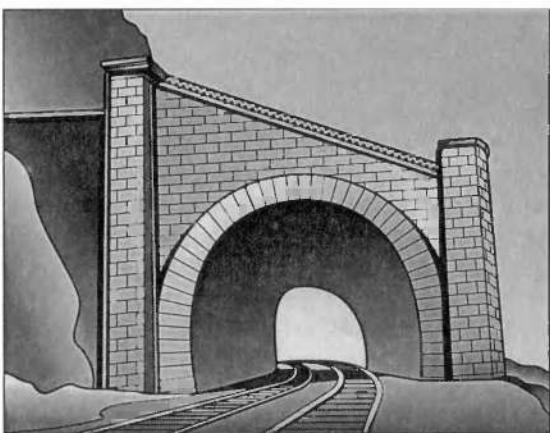


Рис. 5.16. Противообвальная галерея

В горах, в местах возможных обвалов, сооружают специальные галереи (рис. 5.16), а в местах возможного схода грязекаменных (селяховых) потоков — селеспуски.

Наиболее распространеными видами искусственных сооружений являются мосты и трубы (более 92 %). Протяженность искусственных сооружений составляет в среднем менее 1,5 % общей длины пути, однако их доля в стоимости железной дороги равна по-

чи 10 %, поэтому их проектируют в расчете на длительный срок службы. Необходимо, чтобы они были простыми и дешевыми в эксплуатации и вместе с тем обеспечивали безопасное и бесперебойное движение поездов с наибольшей скоростью, установленной для данного участка.

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите поперечные профили насыпи и выемки.
2. Назовите виды водоотводных устройств.
3. Какие способы укрепления откосов земляного полотна вы знаете?
4. Перечислите виды искусственных сооружений и укажите их назначение.
5. Каковы основные элементы конструкции моста?

## Глава 6

### ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

#### 6.1. Назначение, составные элементы и типы верхнего строения пути

Верхнее строение пути служит для направления движения подвижного состава, восприятия силовых воздействий от его колес и передачи их на нижнее строение.

Верхнее строение пути (рис. 6.1) представляет собой комплексную конструкцию, включающую в себя балластный слой, шпалы, рельсы, рельсовые скрепления, противоугоны, стрелочные переводы, глухие пересечения, мостовые и переводные брусья. Рельсы, соединенные со шпалами, образуют рельсошпальную (путевую) решетку. При этом шпалы заглубляются в балластный слой, укладываемый на основную площадку земляного полотна.

Толщина балластного слоя и расстояние между шпалами должны быть такими, чтобы давление на земляное полотно не превышало величины, обеспечивающей его упругую осадку, исчезающую после снятия нагрузки.

Верхнее строение пути, подверженное воздействию неблагоприятных факторов (проходящие поезда, атмосферные осадки, ветер, колебания температуры), должно быть достаточно прочным, устойчивым, долговечным и экономичным.

Тип верхнего строения пути зависит от класса путей, который определяется грузонапряженностью, а также максимально допустимыми скоростями движения пассажирских и грузовых поездов. По грузонапряженности все пути подразделяют на пять групп,

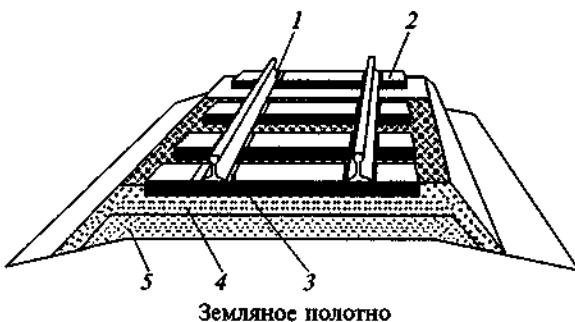


Рис. 6.1. Элементы верхнего строения пути:

1 — рельс; 2 — шпала; 3 — промежуточное рельсовое скрепление; 4 — щебеночный балласт; 5 — песчаная подушка

Таблица 6.1

		Категории пути							
		Допустимая скорость движения пассажирских (грузовых) поездов, км/ч							
Группа путей	Грузонапряженность, млн т·км брутто на 1 км в год	1	2	3	4	5	6	7	
		121...140 (более 80)	101...120 (более 70)	81...100 (более 60)	61...80 (более 50)	41...60 (более 40)	Не более 40 (не более 40)	—	
		Станционные, подъездные и прочие пути							
		Главные пути							
		Классы пути							
B	Более 50	1	1	1	2	2	3	3 — 5*	
V	25...50	1	1	2	2	3	3		
Г	10...25	1	2	3	3	3	3		
Д	5...10	2	3	3	3	4	4		
E	Не более 5	3	3	3	4	4	4		

\* Примесятравочные и другие станционные пути, предназначенные для сквозного пропуска поездов со скоростью 40 км/ч и более, подъездные пути со скоростью движения свыше 40 км/ч и горочные пути относятся к третьему классу. Станционные пути, не предназначенные для сквозного пропуска поездов, при установленной скорости 40 км/ч, а также специальные пути, предназначенные для обращения подвижного состава с опасными грузами, и сортировочные пути со скоростью движения 40 км/ч относятся к четвертому классу. Остальные станционные и подъездные пути относятся к пятому классу.

обозначаемых буквами Б—Е, а по допустимым скоростям — на семь категорий, обозначаемых цифрами. Классы, представляющие собой сочетание групп и категорий путей, обозначают цифрами (табл. 6.1). Пути, для которых установлена максимальная скорость движения пассажирских поездов более 140 км/ч, относятся к вне-классным; их укладку и обслуживание осуществляют в соответствии со специальными техническими условиями.

Приналежность пути к соответствующему классу, группе и категории обозначается сочетанием цифр и буквы: первая цифра — класс пути, затем буква — группа пути, цифра после буквы — категория пути. Например, обозначение 2Б4 свидетельствует о принадлежности пути ко второму классу, группе Б и категории 4.

На главных путях первого и второго классов укладываются новые термоупрочненные рельсы массой 65 кг/пог. м, новые рельсовые скрепления, железобетонные или пропитанные деревянные шпалы и щебеночный балласт на песчаной подушке. Все элементы верхнего строения второстепенных станционных, подъездных и прочих путей, относящихся к пятому классу, обычно представляют собой старогодные элементы, ранее использовавшиеся на путях более высоких классов. На путях других классов укладываются как новые, так и бывшие в употреблении годные элементы верхнего строения пути.

## 6.2. Балластный слой

Основным назначением балластного слоя является восприятие давления от шпал и равномерное распределение его по основной площадке земляного полотна; обеспечение устойчивости шпал, находящихся под воздействием вертикальных и горизонтальных сил, упругости подрельсового основания и возможности выправления рельсошпальной решетки в плане и профиле; отвод от нее поверхностных вод. Во избежание переувлажнения основной площадки вода не должна задерживаться на поверхности балластного слоя.

Материал для балласта должен быть прочным, упругим, устойчивым под нагрузкой и атмосферными воздействиями, а также дешевым. Кроме того, он не должен дробиться при уплотнении, пылить при проходе поездов, раздуваться ветром, размываться дождями и прорастать травой. В качестве балласта используют сыпучие, хорошо дренирующие упругие материалы: щебень, гравий, песок, ракушечник. Лучшим материалом для балласта является щебень из естественного камня, валунов и гальки.

Путевой щебень, применяемый на железных дорогах России, выпускают в виде двух основных фракций с размерами частиц 25...60 и 25...50 мм. Для балластировки станционных путей и применения в качестве строительного материала стандартом предусмотрен также мелкий щебень с размерами частиц 5...25 мм.

Щебень хорошо пропускает воду, не смерзается в зимнее время года, оказывает в 1,5 раза большее сопротивление продольному сдвигу, допускает в 2 раза большее вертикальное давление по сравнению с песчаным балластом и обеспечивает больший срок службы балласта, чем любой другой материал.

Однако щебень быстрее загрязняется различными сыпучими материалами (уголь, торф, руда), просыпающимися на путь при перевозках. Для предохранения щебня от загрязнения грунтом при вдавливании его в земляное полотно и уменьшения расхода щебня его укладывают на песчаную подушку.

*Гравийный* и *гравийно-песчаный* балласт получают в результате разработки естественно образовавшихся отложений гравия и крупнозернистого песка. Такой балласт дешевле щебня, меньше загрязняется, но вместе с тем менее устойчив к нагрузкам, хуже пропускает воду и может смерзаться в зимнее время года.

*Ракушка* как балласт имеет местное значение и используется лишь на линиях с малым грузооборотом. *Песчаный* балласт является наихудшим, поэтому его применяют только на линиях с малым грузооборотом, станционных путях и в качестве материала для подушки, создаваемой под щебеночным балластом.

Балластный слой укладывают в виде призмы (рис. 6.2), которая имеет откосы крутизной, как правило, 1 : 1,5. Ширина ее верхней части, устанавливается техническими условиями. Так, расстояние  $b_{ш}$  от края шпалы до начала откоса балластной призмы в зависимости от класса путей составляет 25...45 см, толщина слоя щебня  $h_{ш}$  под шпалой на главных путях — 25...35 см при деревянных и 30...40 см — при железобетонных шпалах. Толщина песчаной подушки  $h_n$  во всех случаях не превышает 20 см.

На линиях скоростного движения пассажирских поездов путь должен быть уложен на щебеночный балласт с размерами призмы не менее установленных для путей 1Б1.

Наименьшая толщина балластного слоя под шпалами на приемоотправочных путях станций принята равной 25 см, а на прочих

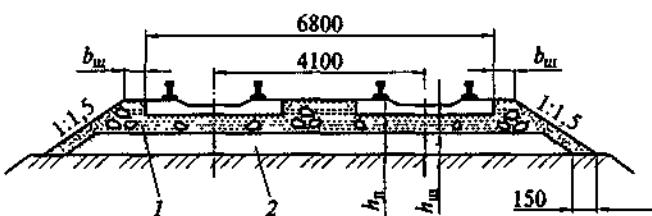


Рис. 6.2. Поперечный профиль балластной призмы для главных путей двухпутной линии:

1 — щебень; 2 — песок;  $b_{ш}$  — расстояние от края шпалы до начала откоса;  $h_n$  — толщина песчаной подушки;  $h_{ш}$  — толщина щебеночного балласта под шпалой

станционных путях — 15 см. Все основные направления сети железных дорог России имеют на главных путях щебеночный балласт.

В процессе эксплуатации балласт загрязняется, что ухудшает его дренирующие свойства. В связи с этим щебеночный балласт периодически очищают, а гравийный и песчаный заменяют и пополняют. Для снижения затрат труда на устранение расстройств балластного слоя и повышение его стабильности применяют обработку щебня вяжущими полимерными материалами. Для уменьшения засорения балласта и потерь грузов в пути запрещена погрузка сыпучих материалов в вагоны с неисправными дверями и полом, погрузка угля с «шапкой», которая сдувается ветром и осыпается на путь. После погрузки проводят обработку сыпучего груза в вагонах специальными растворами, образующими прочную пленку, которая препятствует его выдуванию.

### 6.3. Шпалы

Шпалы являются наиболее важным видом подрельсовых оснований и служат для восприятия давления от рельсов и передачи его на балластный слой. Кроме того, шпалы предназначены для крепления к ним рельсов и обеспечения постоянства ширины колеи. Помимо шпал к подрельсовым основаниям относятся мостовые и переводные брусья, отдельные опоры в виде полуспал, а также сплошные опоры в виде плит и рам. Необходимо, чтобы шпалы были прочными, упругими и дешевыми, а также обладали достаточно высоким электрическим сопротивлением. Материалом для шпал служат дерево, железобетон и металл.

Достоинствами деревянных шпал являются легкость, упругость, простота изготовления, удобство крепления рельсов, высокое сопротивление протеканию тока в рельсовых цепях. К недостаткам таких шпал относятся сравнительно небольшой срок службы (15...18 лет) и значительный расход деловой древесины. Для увеличения срока службы деревянные шпалы пропитывают маслянными антисептиками. Для изготовления шпал обычно используются сосна, ель, пихта и лиственница, реже — кедр и береза.

По форме поперечного сечения деревянные шпалы подразделяют на обрезные, опиленные с четырех сторон, полуобрезные, у которых опилены три стороны, и необрезные, имеющие опиленные поверхности только сверху и снизу (рис. 6.3).

В зависимости от назначения деревянные шпалы изготавливают трех типов. Шпалы I типа предназначены для главных путей магистральных железных дорог, II типа — для станционных и подъездных путей и III типа — для путей промышленных предприятий. Размеры поперечного сечения шпал в зависимости от их типа приведены в табл. 6.2. Стандартная длина деревянных шпал 2750 мм.

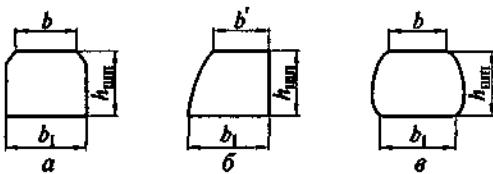


Рис. 6.3. Поперечные профили обрезных (а), полуобрезных (б) и необрезных (с) деревянных шпал:

$h_{шп}$  — высота шпалы;  $b$ ,  $b'$  — ширина верхней постели;  $b_1$  — ширина нижней постели

Для особо грузонапряженных участков изготавливают шпалы длиной 2800 мм.

На железных дорогах России наряду с деревянными получили широкое распространение *железобетонные* шпалы с предварительно напряженной арматурой (рис. 6.4). Их достоинствами являются долговечность (40...50 лет), обеспечение высокой устойчивости пути и плавности хода поездов, что обусловлено одинаковыми размерами и равной упругостью шпал. Кроме того, применение железобетонных шпал позволяет сберечь древесину для других нужд. Благодаря указанным качествам они уже используются на главных путях всех основных направлений сети, в том числе на участках скоростного движения поездов.

К недостаткам железобетонных шпал относятся большая масса, наличие электропроводности, высокая жесткость и сложность крепления рельсов к ним. Для повышения упругости пути с железобетонными шпалами под рельсы укладывают амортизирующие прокладки. Во избежание утечки электрического тока применяют рельсовые скрепления специальной конструкции с электроизоляционными деталями.

Железобетонные шпалы изготавливают из тяжелого бетона с арматурой из стальной углеродистой холоднотянутой проволоки периодического профиля диаметром 3 мм.

В зависимости от вида рельсового скрепления железобетонные шпалы подразделяются на два типа: Ш1 — для раздельного клеммно-

Таблица 6.2

Тип шпалы	Высота $h_{шп}$ , мм	Ширина, мм		
		верхней постели		нижней постели $b_1$
		$b$	$b'$	
I	180	180	210	250
II	160	150	195	230
III	150	140	190	230

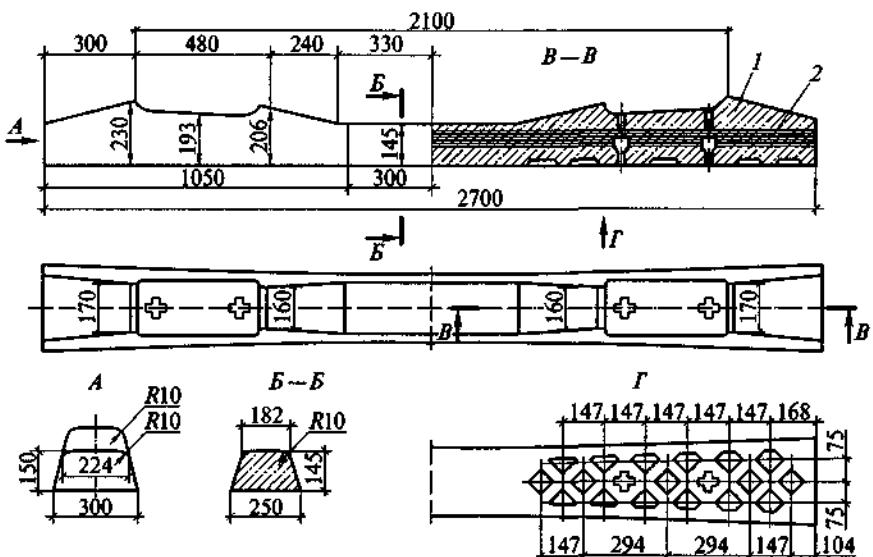


Рис. 6.4. Железобетонная шпала:

1 — бетон; 2 — арматура

болтового скрепления типа КБ с болтовым соединением подкладки со шпалой и Ш2 — для нераздельного клеммно-болтового скрепления типа БПУ с болтовым соединением подкладки или рельса со шпалой.

*Металлические шпалы не получили распространения в нашей стране из-за значительного расхода металла, высокой электропроводности, большой жесткости, подверженности коррозии и неприятного шума при движении поездов.*

Порядок расположения шпал по длине рельсового звена называют их эпюй. На железных дорогах России применяют три эпюи, соответствующие укладке 1600, 1840 и 2000 шпал на 1 км пути.

На станциях метро и при устройстве смотровых канав в депо вместо сплошных шпал используются полушипалы, заглубленные в бетон.

#### 6.4. Рельсы

Рельсы предназначены для направления движения колес подвижного состава, восприятия нагрузки от него и передачи ее на шпалы. Кроме того, на участках с автоблокировкой рельсы служат проводниками сигнального тока, а при использовании электротяги — проводниками обратного тягового тока.

Для надежной работы рельсы должны быть достаточно прочными, долговечными, износостойчивыми, твердыми и в то же время

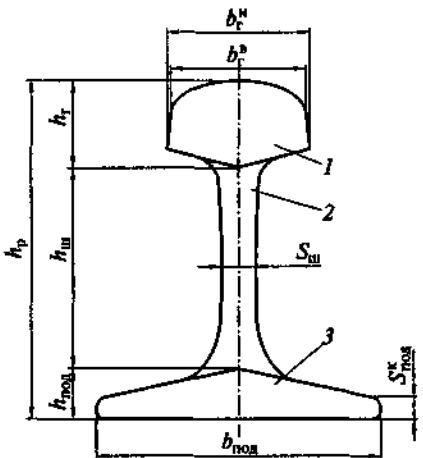


Рис. 6.5. Профиль рельса:

1 — головка рельса; 2 — шейка; 3 — подошва;  $h_p$  — высота рельса;  $h_r$  — высота головки;  $h_w$  — высота шейки;  $h_{\text{под}}$  — высота подошвы;  $b_p^t$  — ширина верхней части головки;  $b_{\text{под}}$  — ширина подошвы;  $S_w$  — толщина шейки;  $S_{\text{под}}^k$  — толщина подошвы у края

в зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяют на несколько типов: Р50, Р65 и Р75. Буква Р означает рельс, а число — округленное значение массы, кг, одного погонного метра рельса.

Поскольку наибольшее воздействие на рельс оказывает вертикальная нагрузка, стремящаяся изогнуть его, рациональной формой рельса считается двутавровая (рис. 6.5), одновременно обеспечивающая и меньший расход металла.

Выбор того или иного типа рельсов зависит от грузонапряженности линии, нагрузок и скоростей движения поездов. На линиях скоростного движения пассажирских поездов укладывают рельсы Р65.

Рельсы выпускают стандартной длины 25 м. Кроме того, для укладки в кривых изготавливают укороченные рельсы длиной 24,92 и 24,84 м. В качестве уравнительных рельсов для бесстыкового пути, а также при укладке стрелочных переводов используют рельсы прежней стандартной длины (12,5 м) и укороченные (12,46; 12,42 и 12,38 м).

Срок службы рельсов, измеряемый числом тонн брутто прошедшего по ним груза до их перекладки, в среднем составляет для термически упрочненных рельсов Р65 500 млн т, а для Р50 — 350 млн т. Срок службы рельсов Р75 примерно на 30 % больше, чем у рельсов Р65.

Продление срока службы рельсов достигается комплексом взаимосвязанных мер: увеличением их массы, повышением качества рельсовой стали, ее термоупрочнением и легированием, совершенствованием поперечных профилей рельсов, улучшением условий их работы посредством создания бесстыковых путей, шлифования поверхности качения, нанесения смазки на боковую рабочую грань головки рельса в кривых и др.

## 6.5. Рельсовые скрепления. Противоугоны

Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии одна от другой благодаря креплению рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев друг к другу. Рельсы соединяют со шпалами с помощью *промежуточных скреплений*, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую их связь, неизменную ширину колеи и необходимый уклон рельсов, не допускать их продольного смещения и опрокидывания, а при использовании железобетонных шпал помимо этого электрически изолировать рельсы и шпалы. Существуют три основных типа промежуточных скреплений: нераздельные, смешанные и раздельные.

При *нераздельном скреплении* (рис. 6.6, *а*) рельс и подкладки, на которые он опирается, крепят к шпалам одними и теми же костылями или шурупами. При *смешанном скреплении* (рис. 6.6, *б*) подкладки, кроме того, крепят к шпалам дополнительными костылями. Смешанное костыльное скрепление с применением клинчатых подкладок, имеющих уклон 1 : 20, широко распространено на дорогах нашей страны. Его достоинствами являются простота конструкции, небольшая масса, сравнительная легкость зашивки, перешивки и разборки пути. Однако такое скрепление не гарантирует постоянства ширины колеи и способствует механическому изнашиванию шпал.

При *раздельном скреплении* рельс соединяют с подкладками жесткими или упругими клеммами и клеммными болтами, а подкладки крепят к шпалам болтами или шурупами. Достоинства раздельного скрепления (возможность смены рельсов без снятия подкладок, большое сопротивление продольным усилиям, обеспечение постоянства ширины колеи) способствуют все более широкому его применению, хотя оно несколько дороже и сложнее по конструкции скреплений других видов. Кроме того, раздельное

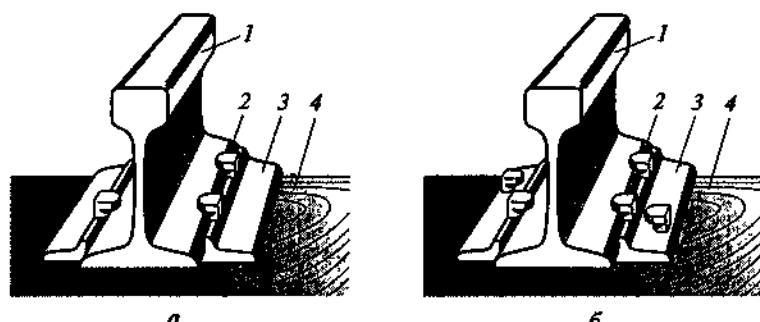


Рис. 6.6. Нераздельное (*а*) и смешанное (*б*) рельсовые скрепления:  
1 — рельс; 2 — костыль; 3 — подкладка; 4 — шпала

скрепление не требует дополнительного закрепления пути для предотвращения его угона и позволяет снизить эксплуатационные расходы по сравнению со скреплениями других видов.

На железных дорогах России широко распространено раздельное скрепление КБ-65. Его недостатками являются большое число деталей, значительная масса и высокая жесткость. Поэтому в настоящее время началось активное внедрение нового бесподкладочного пружинного раздельного скрепления пониженной жесткости — ЖБР-3-65 (рис. 6.7), у которого масса и число деталей уменьшены более чем в 1,5 раза.

Кроме того, разработано анкерное рельсовое скрепление АРС-4 (рис. 6.8), наиболее перспективное для пути с железобетонными шпалами. Благодаря отсутствию резьбовых соединений оно не требует обслуживания, что позволяет существенно сократить затраты на содержание пути.

Рельсовые звенья соединяют друг с другом с помощью стыковых скреплений, основными элементами которых являются накладки, болты с гайками и пружинные шайбы. Стыковые накладки предназначены для восприятия в стыке изгибающих и поперечных сил. Двухголовые накладки (рис. 6.9) изготавливают из высоко прочной стали и подвергают закалке.

Болты, как и накладки, должны обладать высокой прочностью. Под их гайки для обеспечения постоянного натяжения подкладывают пружинные шайбы. В последнее время переходят на применение шестидырных накладок.

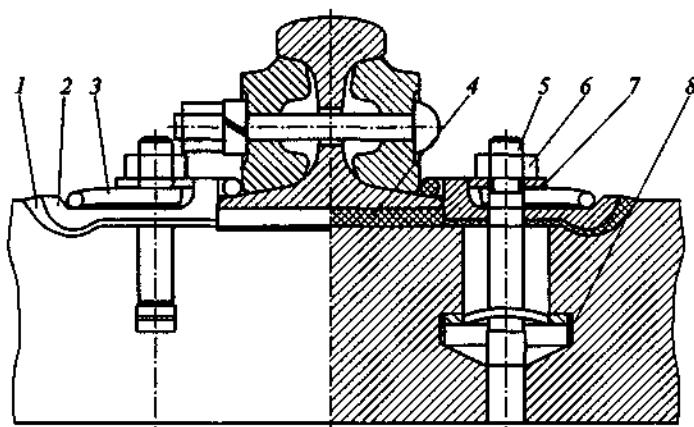


Рис. 6.7. Пружинное раздельное скрепление ЖБР-3-65:

1 — пластмассовый боковой упор; 2 — металлический боковой упор; 3 — пружинная клемма; 4 — резиновая прокладка; 5 — закладной болт; 6 — гайка; 7 — опорная скоба; 8 — пластмассовый пустообразователь в шпале

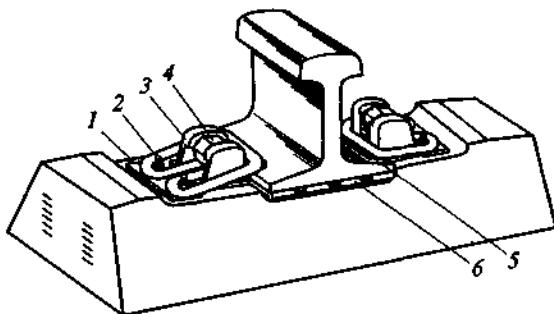


Рис. 6.8. Анкерное рельсовое скрепление APC-4:

1 — клемма; 2 — под克莱мник; 3 — анкер; 4 — монорегулятор (регулятор с фиксатором); 5 — изолирующий уголок; 6 — резиновая прокладка

По расположению относительно шпал в качестве стандартных приняты стыки на весу (см. рис. 6.9), что обеспечивает большую упругость и удобство подбивки балласта под стыковые шпалы.

Так как с изменением температуры длина рельсов меняется, между их торцами в стыках оставляют зазор, наибольшая величина которого во избежание сильных ударов колес подвижного состава не должна превышать 21 мм. Каждому значению температуры воздуха (и рельсов) соответствует определенный стыковой зазор:

$$l_s = \gamma l_p (t_{\max} - t),$$

где  $\gamma$  — коэффициент линейного расширения стали;  $l_p$  — длина рельса;  $t_{\max}$ ,  $t$  — соответственно наибольшая температура воздуха в данной местности и температура во время укладки рельса.

Для обеспечения возможности некоторого перемещения концов рельсов в стыках болтовые отверстия в ранее изготавливавшихся рельсах имели форму овала (с большой осью, направленной вдоль рельса) или круга большего диаметра, чем у болтов. Вновь выпускаемые рельсы имеют только круглые отверстия, что повышает прочность рельсов и упрощает технологию их изготовления.

На линиях с автоблокировкой на границах блок-участков применяют изолирующие стыки, препятствующие прохождению элек-

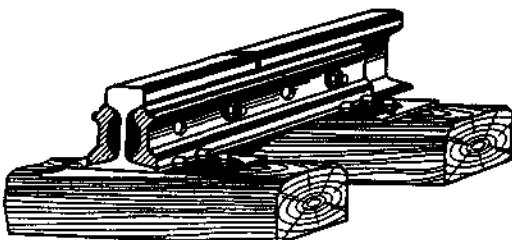


Рис. 6.9. Двухголовая накладка в стыке на весу

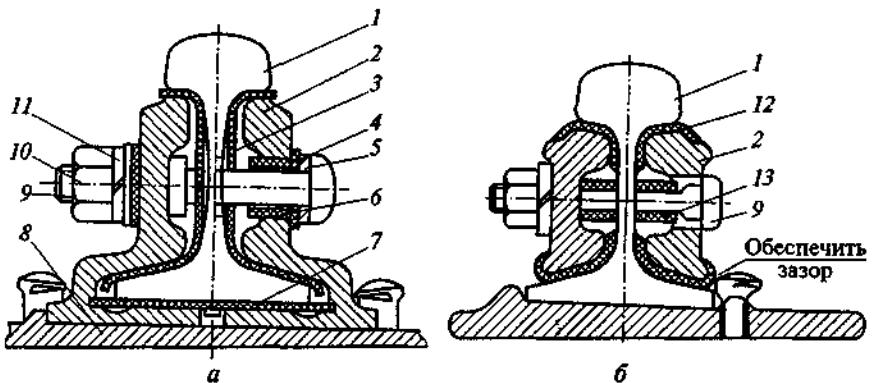


Рис. 6.10. Поперечные разрезы изолирующего стыка с металлическими объемлющими накладками (а) и kleebolтового стыка (б):

1 — рельс; 2 — накладка; 3 — боковая прокладка; 4 — планка из фибры или полиэтилена под болты; 5 — стопорная планка; 6 — втулка; 7 — нижняя изолирующая прокладка; 8 — подкладка; 9 — стыковой болт; 10 — гайка; 11 — шайба; 12 — изоляция из стеклоткани, пропитанной эпоксидным клеем; 13 — изоляция на болте

трического тока от одного из соединяемых рельсов к другому. Существуют два типа изолирующих стыков: с металлическими объемлющими накладками и kleebolтовые (рис. 6.10). В стыках первого типа изоляцию обеспечивают установкой прокладок и втулок из фибры, текстолита или полиэтилена. В стыковой зазор также помещают прокладку из текстолита или трикопа, имеющую очертания рельса. В последнее время все шире применяют kleebolтовые стыки, в которых металлические стыковые накладки, изолирующие прокладки из стеклоткани и болты с изолирующими втулками соединяют с помощью эпоксидного клея с концами рельсов в монолитную конструкцию.

На линиях с электрической тягой и автоблокировкой для беспрепятственного прохождения тока через стык устанавливают специальные стыковые соединители.

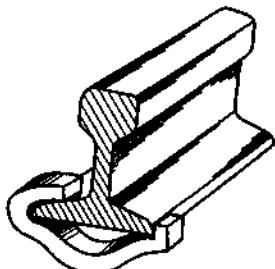


Рис. 6.11. Пружинный противоугон

Под действием сил, которые возникают при движении поездов, особенно при торможении на затяжных спусках, может происходить продольное перемещение рельсов по шпалам или вместе со шпалами по балласту, называемое *угоном пути*. На двухпутных участках угон происходит по направлению движения, а на однопутных линиях он бывает двусторонний.

Наилучший способ предотвращения угона пути связан с применением щебеночно-

го балласта и раздельных промежуточных скреплений, которые обеспечивают достаточное сопротивление продольному перемещению рельсов и не требуют дополнительных средств их закрепления.

При нераздельном и смешанном скреплении для предотвращения угона пути применяют *противоугоны*. Стандартные пружинные противоугоны (рис. 6.11) представляют собой пружинную скобу, защемляемую на подошве рельса и упирающуюся в шпалу. На 25-метровом рельсовом звене устанавливают от 18 до 44 пар противоугонов.

## 6.6. Бесстыковой путь

В настоящее время на железных дорогах широкое распространение получил наиболее совершенный бесстыковой путь. Благодаря устраниению стыков ослабляется динамическое воздействие на путь, существенно уменьшаются износ колес подвижного состава и сопротивление движению поездов, что снижает расход топлива и электроэнергии на обеспечение тяги поездов. Значительное сокращение числа стыковых скреплений посредством сварки отдельных рельсовых звеньев в плети позволяет сэкономить до 1,8 т металла на каждый километр пути, снизить расходы на его содержание и ремонт. Срок службы рельсов бесстыкового пути возрастает примерно на 20 % по сравнению со стыковым, деревянных шпал — на 8 ... 13 %, балласта (до очистки) — на 25 %, а затраты труда на текущее содержание пути снижаются на 10...30 %.

Для бесстыкового пути рельсовые плети изготавливают, как правило, из термически упрочненных рельсов Р65 или Р75 стандартной длины, не имеющих болтовых отверстий. Рельсы сваривают электроконтактным способом на стационарных или передвижных контактно-сварочных машинах.

Между сварными плетями укладывают 2—4 пары уравнительных рельсов длиной 12,5 м или переменной длины (12,5; 12,46; 12,42 и 12,38 м) для сезонного регулирования длины плетей перед летними и зимними периодами. Весь комплект уложенных на путь уравнительных рельсов называется уравнительным пролетом. Для обеспечения необходимой прочности пути рельсовые стыки в уравнительных пролетах соединяют только шестидырными накладками и стыковыми болтами из стали повышенной прочности.

На первых этапах внедрения бесстыкового пути длина сварных плетей на сети железных дорог России обычно не превышала 800 м, что соответствовало длине специальных поездов, которые состояли из платформ, оборудованных роликами. Этими поездами плети доставляли на перегон. С 1986 г. после многолетних опытов разрешена укладка плетей, длина которых совпадает с длиной блок-участка и даже перегона, с введением ряда дополнительных требований к их изготовлению и эксплуатации.

Одна из основных особенностей бесстыкового пути состоит в том, что длина хорошо закрепленных рельсовых плетей при повышении или понижении температуры не может изменяться. Вследствие этого в них возникают значительные продольные растягивающие или сжимающие силы, достигающие 100... 200 кН, действие которых в жаркую погоду может привести к выбросу пути в сторону, а в сильный мороз — к излому пласти с образованием опасного зазора. Поэтому бесстыковой путь обычно укладывают на железобетонных шпалах с раздельным скреплением и щебеночном балласте. Балластную призму тщательно уплотняют.

Применение бесстыкового пути особенно эффективно на участках скоростного движения поездов. На этих участках к верхнему строению пути предъявляют повышенные требования, уделяя особое внимание предотвращению и устранению волнообразного износа поверхности катания рельсов, который ликвидируется их обработкой, осуществляющей специальными рельсошлифовальными поездами.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите составные элементы верхнего строения пути.
2. По каким признакам пути подразделяются на классы?
3. Какие требования предъявляют к балласту?
4. Назовите основные материалы, используемые в качестве балласта.
5. Укажите назначение шпал, их тип и длину.
6. Перечислите достоинства и недостатки деревянных и железобетонных шпал.
7. В чем состоит назначение рельсов и каковы их основные размеры?  
Что такое рельсовые скрепления?
8. Что представляет собой бесстыковой путь?

## Глава 7

### УСТРОЙСТВО РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ

#### 7.1. Общие сведения

Устройство рельсовой колеи тесно связано с конструкцией и размерами колесных пар подвижного состава. Колесная пара (рис. 7.1) включает в себя стальную ось, на которую наглухо насажены колеса, имеющие для предотвращения схода с рельсов направляющие гребни.

Для того чтобы каждая колесная пара не могла поворачиваться вокруг вертикальной оси, колесные пары вагона или локомотива соединяют по две и более жесткой рамой тележек. Расстояние между крайними осями колесных пар, соединенных рамой, называется *жесткой колесной базой*, а между крайними осями вагона или локомотива — *полной колесной базой* (рис. 7.2).

Жесткое соединение колесных пар обеспечивает их устойчивое положение на рельсах, но в то же время затрудняет прохождение в кривых малого радиуса, где возможно их заклинивание. Для облегчения вписывания в кривые современный подвижной состав выпускают на отдельных тележках с небольшими жесткими базами.

Поверхность катания колес подвижного состава в средней части имеет уклон 1 : 20, наличие которого обеспечивает их более равномерное изнашивание, повышенное сопротивление действию горизонтальных сил, направленных поперек пути, меньшую чувствительность колесных пар к его неисправностям и препятствует появлению желоба на поверхности катания, затрудняющего прохождение колесных пар по стрелочным переводам. В соответствии с этим рельсы устанавливаются также с уклоном 1 : 20, что при деревянных шпалах достигается за счет клинчатых подкладок, а при железобетонных — соответствующим наклоном поверхности шпал в зоне опирания рельсов.

Расстояние между внутренними гранями головок рельсов называется шириной колеи. Эта ширина складывается из расстояния между колесами ( $1440 \text{ мм} \pm 3 \text{ мм}$ ), двух толщин гребней (от 25 до 33 мм) и зазоров между колесами и рельсами, необходимых для

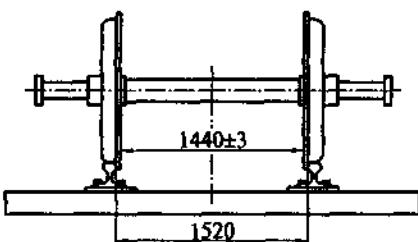


Рис. 7.1. Колесная пара на рельсовой колее

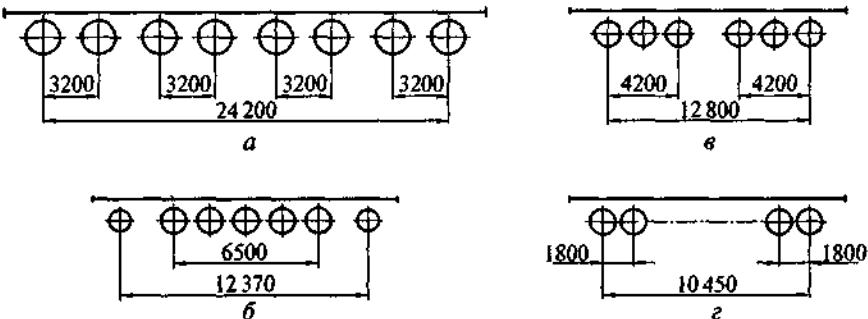


Рис. 7.2. Жесткая и полная колесные базы:

*а* — электровоза ВЛ8; *б* — одной секции тепловоза ТЭ3; *в* — паровоза серии ФД;  
*г* — четырехосного полувагона

свободного прохождения колесных пар. Ширина нормальной (широкой) колеи в прямых и кривых участках пути с радиусом более 349 м, принятая в России, составляет 1520 мм с допуском в сторону уширения 8 мм, а на участках со скоростью движения до 50 км/ч — 10 мм. Допуск в сторону сужения равен 4 мм. До 1972 г. нормальной на наших дорогах считалась ширина колеи 1524 мм; ее сужение до 1520 мм принято для ограничения зазора между колесами и рельсами, что при возросшей скорости движения способствует уменьшению расстройств пути.

В соответствии с ПТЭ верхние части головок рельсов обеих нитей пути на прямых участках должны находиться на одном уровне. На всем протяжении прямых участков пути разрешается сооружать одну рельсовую нить на 6 мм выше другой.

При строительстве пути стыки на обеих рельсовых нитях располагают точно один против другого по наугольнику, что по сравнению с расположением стыков вразбежку уменьшает число ударов колесных пар о рельсы, а также позволяет заготавливать и менять рельсошпальную решетку целыми звеньями с помощью путеукладчиков.

## 7.2. Особенности устройства пути в кривых участках

В кривых участках устройство пути имеет ряд особенностей, основными из которых являются возвышение наружного рельса над внутренним, наличие переходных кривых, уширение колеи при малых радиусах, применение укороченных рельсов на внутренней рельсовой нити, усиление пути, увеличение расстояния между осями путей в круговых кривых двух- и многопутных линий в соответствии с требованиями габарита.

*Возвышение наружного рельса* предусматривается при радиусе кривой 4000 м и менее для того, чтобы нагрузка на рельсовые

Рис. 7.3. Профиль и план переходной кривой:

НПК — начало переходной кривой; КПК — конец переходной кривой;  $h$  — возвышение наружного рельса в кривой;  $\rho$  — переменный радиус переходной кривой;  $R$  — радиус круговой кривой



нити была примерно одинаковой с учетом действия центробежной силы. Величина возвышения  $h$  зависит от массы

поезда, скорости движения и радиуса кривой. Согласно ПТЭ максимальное возвышение наружного рельса в кривой составляет 150 мм.

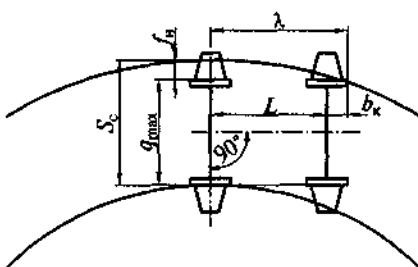
*Наличие переходных кривых связано с необходимостью плавного сопряжения кривой с примыкающей прямой как в плане, так и в профиле пути.*

Переходная кривая в плане (рис. 7.3) имеет переменный радиус, уменьшающийся от бесконечно большого до радиуса  $R$  круговой кривой (с увеличением кривизны) пропорционально изменению ее длины. Кривая, обладающая таким свойством, представляет собой радиоидальную спираль. В профиле переходная кривая в обычных условиях — это наклонная прямая с постоянным уклоном  $i = h/l$ , где  $l$  — длина переходной кривой.

*Уширение колеи* обеспечивает вписывание подвижного состава в кривые. Поскольку колесные пары закреплены в раме тележки таким образом, что в пределах жесткой базы они всегда параллельны друг другу, в кривой только одна колесная пара может расположиться по радиусу, а остальные находятся под углом к нему. Это требует увеличения зазора между гребнями колес и рельсами во избежание заклинивания колесных пар (рис. 7.4). Ширина ко-

Рис. 7.4. Схема свободного вписывания в кривую двухосной тележки:

$S_c$  — ширина колеи в кривой;  $q_{\max}$  — максимальное расстояние между наружными гранями гребней колес;  $f_n$  — стрела изгиба кривой наружного рельса;  $L$  — длина базы тележки;  $\lambda$  — расстояние от геометрической оси второй колесной пары до точки касания гребня колеса с рельсом;  $b_k$  — расстояние от геометрической оси первой колесной пары до точки касания гребня колеса с рельсом



леи, необходимая для свободного вписывания двухосной тележки в кривую,

$$S_c = q_{\max} + f_u + 4,$$

где  $q_{\max}$  — максимальное расстояние между наружными гранями гребней колес;  $f_u$  — стрела изгиба кривой по наружной нити; 4 — допуск на сужение колеи, мм (остальные размеры выражены также в миллиметрах).

ПТЭ установлены следующие нормативные значения ширины колеи в кривых в зависимости от радиуса кривой:

Радиус кривой, м .....	Не более 299	300 ... 349	350 и более
Ширина колеи, мм .....	1535	1530	1520

*Укладка укороченных рельсов* во внутреннюю рельсовую нить необходима для исключения разбежки стыков. Поскольку внутренняя нить в кривой короче наружной, применение рельсов одинаковой длины вызвало бы забегание стыков вперед на внутренней нити. Для предотвращения разбежки стыков каждому радиусу кривой должна соответствовать своя величина укорочения рельса. В целях унификации установлены стандартные укорочения рельсовых звеньев длиной 25 м — 80 и 160 мм.

Укладку укороченных рельсов во внутреннюю нить чередуют с укладкой рельсов нормальной длины так, чтобы забегание стыков не превышало половины укорочения, т. е. 40 и 80 мм.

*Усиление пути* в кривых осуществляют при радиусе кривой, не превышающем 1200 м, для обеспечения его равнопрочности с примыкающими прямыми участками. Для этого увеличивают число шпал, укладывающихся на 1 км пути, уширяют балластную призму с наружной стороны кривой, устанавливают несимметричные подкладки с большим плечом на наружной стороне и применяют рельсы из наиболее твердого материала.

### Контрольные вопросы

1. Как устроена рельсовая колея на прямых и кривых участках пути?
2. Каковы нормы ширины колеи в прямых и кривых участках?
3. Какими должны быть уровни рельсовых нитей на прямых?
4. Каково максимальное возвышение наружного рельса в кривой?
5. Для чего устраивают переходные кривые?
6. В чем заключается усиление пути в кривых?

## Глава 8

# СОЕДИНЕНИЯ И ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПУТЕЙ

### 8.1. Стрелочные переводы

Переход подвижного состава с одного пути на другой обеспечивают устройства по соединению и пересечению путей, относящиеся к их верхнему строению. Соединение путей друг с другом осуществляют стрелочными переводами, а пересечение путей — глухими пересечениями. Применяя стрелочные переводы и глухие пересечения, создают соединения путей, называемые стрелочными улицами и съездами.

В зависимости от назначения и условий соединения путей различают одиночные, двойные и перекрестные стрелочные переводы. Одиночные переводы подразделяют на обычные, симметричные и несимметричные.

Обычный стрелочный перевод (рис. 8.1), служащий для соединения двух путей, может быть право- или левосторонним. Он применяется при отклонении бокового пути от прямолинейного в ту или иную сторону. Этот вид переводов наиболее распространен. В состав стрелочного перевода входят собственно стрелка, крестовина с контррельсами, соединительная часть, расположенная между ними, и переводные брусья.

Стрелка включает в себя два рамных рельса, два остряка, предназначенные для направления подвижного состава на прямой или боковой путь, и переводной механизм.

Остряки соединяют друг с другом поперечными стрелочными тягами, с помощью которых один из них подводится вплотную к рамному рельсу, в то время как другой отводится от другого рамного рельса на расстояние, необходимое для свободного прохода гребней колес.

Перевод остряков из одного положения в другое осуществляется специальными стрелочными приводами через одну из тяг, а в пологих стрелочных переводах, остряки которых имеют значительную длину, — через две тяги и более. В приводе имеется устройство, запирающее остряки в том или ином положении и контролирующее их плотное прилегание к рамным рельсам. Тонкая часть остряка называется острием, а другой его конец — корнем. Корневое крепление обеспечивает поворот остряков в горизонтальной плоскости и соединение с примыкающими к ним рельсами.

Крестовина (рис. 8.2) состоит из сердечника 3, двух усовиков 1 и желобов 2. Она обеспечивает пересечение гребнем колес рель-

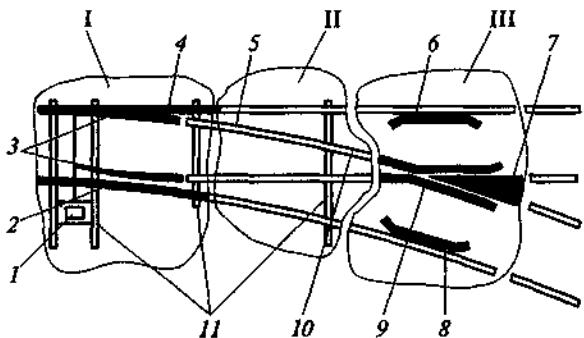


Рис. 8.1. Схема обычного стрелочного перевода:

I — стрелка; II — соединительные пути; III — комплект крестовинной части; 1 — переводной механизм; 2, 4 — рамные рельсы; 3 — остряки; 5 — упорная нить переводной кривой; 6, 8 — контррельсы; 7 — сердечник крестовины; 9 — усовик; 10 — конец переводной кривой; 11 — переводные брусья

совых головок, а контррельсы направляют гребни колес в соответствующие желоба при прохождении колесной пары по крестовине. Точка пересечения продолжения рабочих граней сердечника крестовины называется ее математическим центром, а самое узкое место между усиковыми — горлом крестовины. Угол  $\alpha$ , образуемый рабочими гранями сердечника, называется углом крестовины.

Соединительная часть перевода, лежащая между стрелкой и крестовиной, включает в себя прямой участок и переводную кривую. Радиус этой кривой зависит от угла крестовины: чем меньше угол, тем больше радиус. Переводы с меньшими углами крестовины допускают более высокие скорости движения поездов. Стрелочные переводы крепят с помощью специальных башмаков, под-

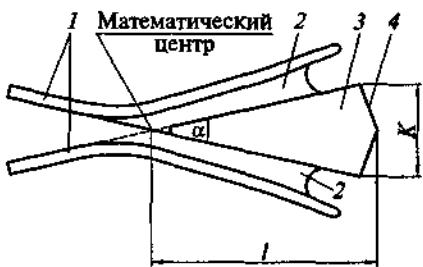


Рис. 8.2. Схема крестовины:

1 — усовики; 2 — желоба; 3 — сердечник; 4 — хвост крестовины;  $K$  — ширина сердечника крестовины;  $l$  — длина сердечника крестовины;  $\alpha$  — угол крестовины

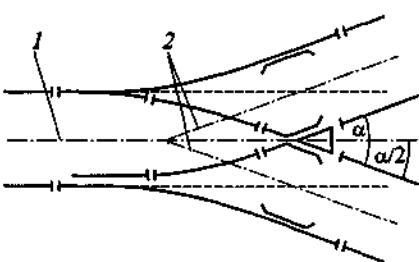


Рис. 8.3. Схема симметричного стрелочного перевода:

1 — ось прямого пути; 2 — оси боковых путей;  $\alpha$  — угол крестовины

кладок, шурупов и костылей к переводным брусьям или железобетонным плитам, которые укладываются на балластную призму.

Симметричный стрелочный перевод (рис. 8.3) имеет те же основные элементы, что и обыкновенный, но благодаря меньшей длине остряков, крестовины и переводной кривой позволяет значительно сократить длину соединения путей. Симметричные переводы применяют при разветвлении основного пути на два боковых, расположенных под одинаковым углом  $\alpha/2$  к нему, при укладке путей на станциях. Весьма редко применяют разносторонний несимметричный перевод, имеющий разные углы отклонения двух боковых путей от основного.

Двойной стрелочный перевод разветвляет основной путь на три направления. Такие переводы применяют в стесненных условиях.

Перекрестный стрелочный перевод (рис. 8.4) позволяет подвижному составу переходить с одного пути на другой в обоих направлениях. Переход имеет восемь остряков и четыре крестовины — две острые и две тупые.

Стрелочные переводы различаются типом рельсов, конструкцией остряков и значениями углов между пересекающимися в крестовинах рельсовыми нитями. Остряки могут быть прямолинейными и криволинейными. Последние образуют меньший угол с рамным рельсом, что облегчает вписывание подвижного состава в переводную кривую.

Наиболее важным параметром стрелочного перевода является марка крестовины  $M$ , которая определяется следующим образом:

$$M = \frac{1}{N} = \operatorname{tg} \alpha,$$

где  $\alpha$  — угол крестовины;  $N$  — целое число.

Согласно ПТЭ в зависимости от назначения пути используют стрелочные переводы с крестовинами, имеющими марки, указанные в табл. 8.1.

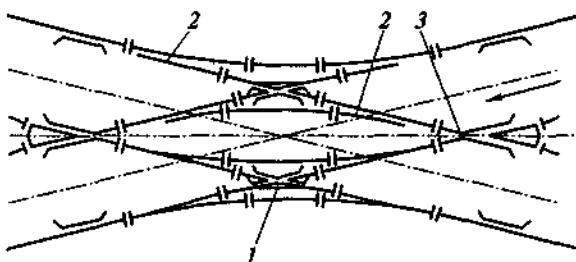


Рис. 8.4. Схема перекрестного стрелочного перевода:  
1 — тупая крестовина; 2 — остряки; 3 — острая крестовина

Таблица 8.1

Пути, на которых расположены стрелочные переводы	Марки крестовины стрелочных переводов	
	обыкновенных	симметричных
Главные и приемоотправочные пассажирские	Не круче 1/11*	—
Приемоотправочные для грузового движения	Не круче 1/9	Не круче 1/6
Прочие	Не круче 1/8	Не круче 1/4,5

\* При проходе пассажирских поездов только по прямому пути допустимы переводы с маркой крестовины 1/9.

На железных дорогах широко применяется стрелочный перевод усиленной конструкции с литой крестовиной марки 1/11 и гибкими остряками, допускающий движение поездов по прямому пути со скоростью до 160 км/ч. Существующие переводы пологой марки 1/18 применяют на маршрутах следования поездов при отклонении их с главного пути на боковое направление, где скорость движения составляет 80 км/ч.

На линии Москва — Санкт-Петербург используют стрелочные переводы с крестовиной марки 1/11, предназначенные для движения пассажирских поездов по прямому пути со скоростью 200 км/ч. Конструктивной особенностью этого перевода является наличие кре-

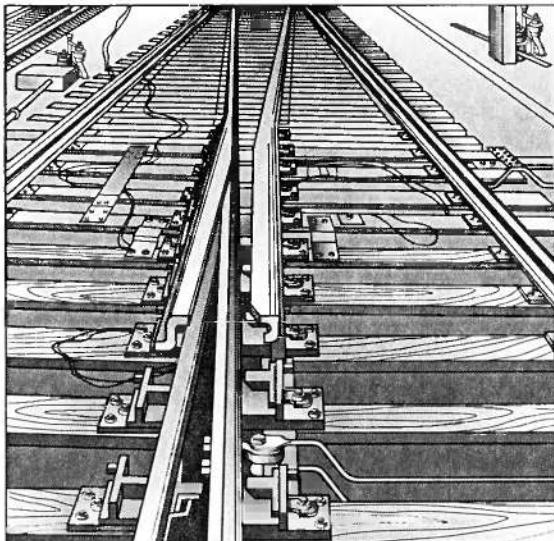


Рис. 8.5. Крестовина с подвижным сердечником

стовины, имеющей гибкий подвижной сердечник (рис. 8.5). В рабочих положениях такой сердечник плотно прилегает к соответствующей боковой грани усовика крестовины, благодаря чему образуется непрерывная поверхность катания для колес подвижного состава.

## 8.2. Съезды, глухие пересечения и стрелочные улицы

Распространенными устройствами для соединения путей являются съезды. В зависимости от расположения соединяемых путей съезды бывают обычные, перекрестные и сокращенные.

Обыкновенный съезд (рис. 8.6) состоит из двух одиночных стрелочных переводов и соединительного пути длиной  $d$ , укладываемого между корнями их крестовин.

Перекрестный, или двойной, съезд (рис. 8.7) представляет собой пересечение двух одиночных съездов. Он имеет четыре стрелочных перевода и глухое пересечение, помещаемое между корнями крестовин. Такие съезды укладываются в стесненных условиях, когда для последовательного расположения двух одиночных съездов нет участка достаточной длины.

При устройстве перекрестных съездов, а также в местах, где пути пересекаются, но перевод подвижного состава с одного из них на другой не осуществляется, выполняют глухие пересечения под прямым или острым углом. На магистральных железных дорогах получили широкое распространение глухие пересечения под острым углом с применением крестовин марок 2/9 и 2/11. Эти пересечения состоят из четырех крестовин с контррельсами, из них две крестовины острые и две тупые (рис. 8.8). У прямоугольных пересечений все крестовины одинаковые.

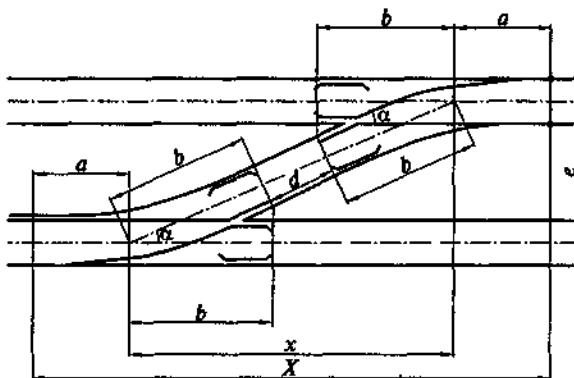


Рис. 8.6. Обыкновенный съезд:

$x$  — горизонтальная проекция расстояния между центрами стрелочных переводов;  $a$  — расстояние от центра перевода до начала рамных рельсов;  $b$  — расстояние от центра перевода до торца крестовины;  $e$  — расстояние между осями смежных путей;  $\alpha$  — угол крестовины;  $d$  — длина прямой вставки;  $X$  — полная длина съезда

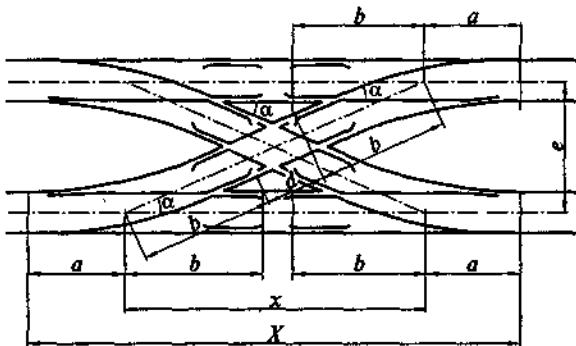


Рис. 8.7. Перекрестный съезд:  
обозначения см. на рис. 8.6

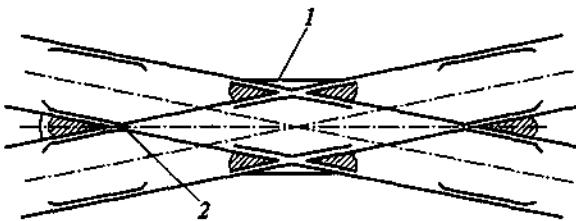


Рис. 8.8. Схема глухого пересечения:  
1 — тупая крестовина; 2 — острая крестовина

**Сокращенный съезд** применяют при соединении двух далеко отстоящих друг от друга путей для уменьшения общей длины соединения.

Путь, на котором последовательно расположены стрелочные переводы, ведущие на параллельные пути, называется *стрелочной улицей*. Это устройство дает возможность перемещать подвижной состав на любой из соединяемых путей. Обычно стрелочные улицы объединяют группы путей одного назначения в парки. В зависимости от расположения по отношению к основному пути и угла наклона стрелочные улицы бывают разных видов.

#### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены стрелочные переводы?
2. Назовите основные элементы стрелочного перевода.
3. Каково назначение крестовинной части стрелочного перевода?
4. Каковы марки крестовин стрелочных переводов, укладываемых на главных, приемоотправочных и прочих путях?
5. Для чего предназначены съезды?
6. Что представляет собой стрелочная улица?

## Глава 9

### РЕМОНТ И ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ПУТИ

#### 9.1. Классификация и организация путевых работ

Работы по техническому обслуживанию пути и стрелочных переводов подразделяются на следующие виды: усиленный капитальный ремонт пути и стрелочных переводов, капитальный ремонт пути и стрелочных переводов, усиленный средний ремонт пути, средний ремонт пути, подъемочный ремонт пути, сплошная замена рельсов и металлических частей стрелочных переводов, сопровождающаяся работами в объеме среднего ремонта пути, планово-предупредительная выправка пути, шлифовка рельсов, текущее содержание пути и др.

Нормы периодичности ремонта, выраженные в млн т брутто грузов, перевезенных по данному участку, а также схемы чередования ремонтов устанавливают в зависимости от класса, группы и категории пути.

*Усиленный капитальный ремонт пути* предназначен для комплексного обновления верхнего строения пути на путях первого и второго классов, а стрелочных переводов — на путях первого—третьего классов. При проведении усиленного капитального ремонта пути выполняют работы, связанные с заменой рельсошпальной решетки новой, заменой стрелочных переводов, ремонтом водотводов, повышением несущей способности земляного полотна в местах деформаций, выправкой и подбивкой пути с учетом его проектной отметки в профиле, выправкой кривых в плане с восстановлением проектных радиусов, приведением переходных кривых и прямых вставок между ними в соответствие с максимальными значениями скорости движения, установленными на участке, планировкой балластной призмы, срезкой обочины земляного полотна, и другие работы, предусмотренные проектом ремонта.

*Капитальный ремонт пути* предназначен для замены рельсошпальной решетки на путях третьего—пятого классов более мощной или менее изношенной, смонтированной либо полностью из старогодных материалов, либо из таких материалов в сочетании с новыми, а также для замены стрелочных переводов на путях четвертого и пятого классов.

При капитальном ремонте пути выполняют фактически те же виды работ, что и при усиленном капитальном ремонте.

*Усиленный средний ремонт пути* предназначен для повышения несущей способности балластной призмы и земляного полотна,

включая основную площадку. Его выполняют на участках, где при капитальном (в том числе усиленном) ремонте пути был уложен слой щебня под шпалами меньшей толщины, чем предусмотрено нормами, не было проведено замены одного вида балласта другим или упрочнения основной площадки земляного полотна.

При усиленном среднем ремонте пути очищают щебеночную призму, уширяют основную площадку земляного полотна, срезают обочины, ликвидируют пучины, восстанавливают и ремонтируют водоотводы, дренажные устройства и т. д.

Сопутствующие работы при усиленном среднем ремонте пути включают в себя замену негодных шпал, брусьев и скреплений, выправку круговых и переходных кривых в профиле и плане, ремонт переездов, водоотводных и укрепительных сооружений и др.

*Средний ремонт пути* предназначен для сплошной очистки щебеночной балластной призмы, замены дефектных шпал и элементов скреплений, а также проведения планово-предупредительной выправки пути. При этом выполняют те же сопутствующие работы, что и при усиленном среднем ремонте.

*Подъемочный ремонт пути* связан с восстановлением равноупругости подшпального основания путем сплошной подъемки и выправки пути с подбивкой шпал, замены негодных деревянных шпал и частичного восстановления дренирующих свойств балласта.

*Сплошная замена рельсов и металлических частей стрелочных переводов* новыми или старогодными выполняется с целью усиления рельсов и стрелочных переводов и сопровождается сопутствующими работами в объеме среднего или подъемочного ремонта пути. После сплошной замены рельсов должна проводиться ихшлифовка.

*Планово-предупредительная выправка пути* предназначена для восстановления равноупругости подшпального основания, снижения степени неравномерности отклонения его уровня от проектного и уменьшения просадки пути. При этом проводят сплошную выправку пути с подбивкой шпал, заменяют неисправные рельсовые скрепления, регулируют стыковые зазоры и выполняют другие виды работ.

*Шлифовка рельсов*, осуществляемая рельсошлифовальными поездами, бывает двух видов: профильная, при которой головка рельса шлифуется по всему ее периметру, и предназначенная для устранения волнообразного износа и коротких неровностей других видов на поверхности катания рельсов с целью уменьшения вибрационного воздействия подвижного состава на путь.

*Текущее содержание пути* — один из наиболее важных видов путевых работ, осуществляемых непрерывно в течение всего года с целью предупреждения расстройств пути, выявления и устранения неисправностей и вызвавших их причин, а также обеспечения постоянной исправности всех элементов пути. К работам по теку-

щему содержанию пути относятся систематический надзор за путем, сооружениями и путевыми устройствами и содержание их в состоянии, гарантирующем безопасное и бесперебойное движение с максимально допустимой скоростью.

Для выполнения работ по ремонту и текущему содержанию пути в графике движения поездов должны предусматриваться «окна», т. е. перерывы в движении продолжительностью 2...8 ч.

Ремонт и текущее содержание пути осуществляют с помощью высокопроизводительных путевых машин, обеспечивающих комплексную механизацию путевых работ. Для перевозки и механизированной разгрузки балласта с его одновременным дозированием и разравниванием используют специальные вагоны — хоппер-дозаторы.

Для дозирования ранее выгруженного балласта и подъемки пути на заданную высоту применяют электробалластеры, планировщики и распределители балласта. Щебеночный балласт очищают щебнеочистительными машинами ЩОМ-4М, -1200, СЧ-600, -601 (рис. 9.1), -1200, СЧУ-801 и ОТ-400С без снятия путевой решетки. Для уборки балласта от концов шпал служат уборочные машины УМ-С и -М.

Выправку пути в продольном и поперечном направлениях, уплотнение балласта под шпалами, рихтовку и отделку пути при его обновлении и капитальном ремонте осуществляют отечественными выправочно-подбивочно-отделочными машинами ВПО-3-3000 производительностью до 3000 м/ч, а также российско-австрийскими машинами Duomatic 09-32 CSM (рис. 9.2). При текущем содержании пути и выполнении основных работ среднего и подъемочного ремонта подбивку шпал и рихтовку пути проводят с помощью выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПР-02 и -03.

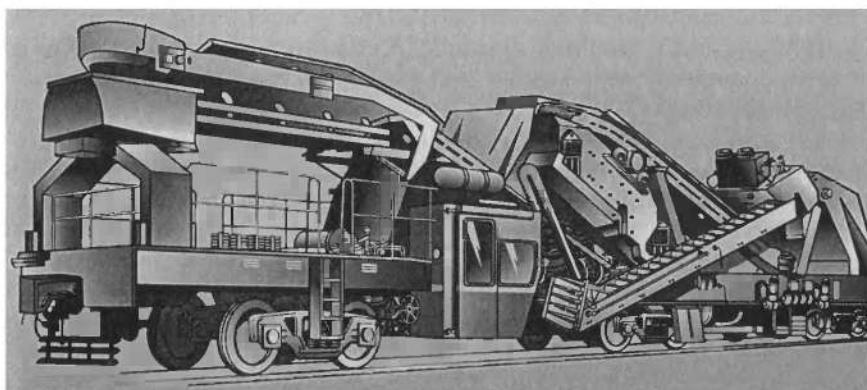


Рис. 9.1. Щебнеочистительная машина СЧ-601

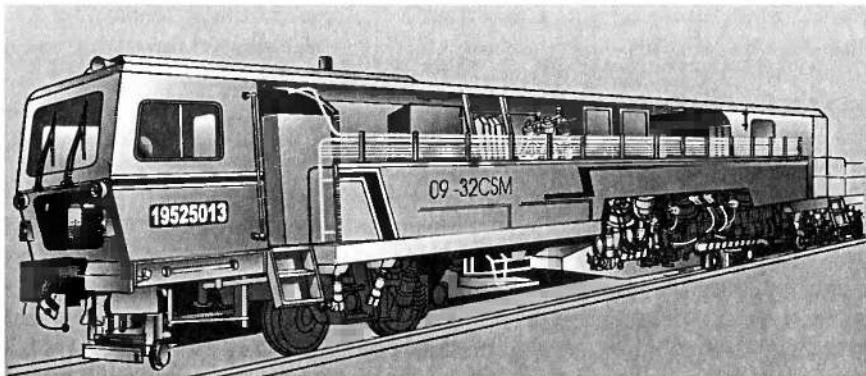


Рис. 9.2. Выправочно-подбивочно-отделочная машина Duomatic 09-32 CSM

Для выправки стрелочных переводов применяют машины ВПРС-02 и -03, а также новые машины Unimat-08-275 3S (рис. 9.3).

Выправку откосов земляного полотна и нарезку кюветов осуществляют с использованием словацких машин СЗП-600 и отечественных МНК-1. Для срезания поросли применяют кусторезные машины СП-93. Ускорение стабилизации пути после очистки и уплотнения балласта обеспечивают машины ДСП-С4 (рис. 9.4).

Разборку старой и укладку новой путевой решетки отдельными звеньями выполняют с использованием комплектов разборочно-укладочных средств, включающих в себя два путеукладочных крана УК-25, два состава платформ, оборудованных роликами для перемещения пакетов с рельсовыми звеньями, моторные платформы, применяемые для перемещения пакетов вдоль состава и в качестве тяговых единиц.

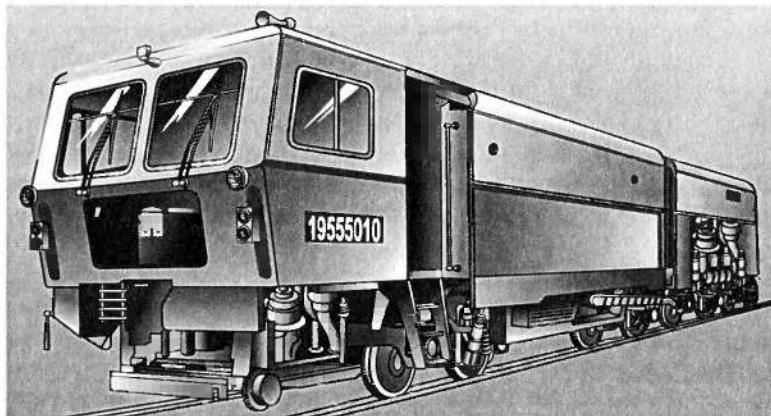


Рис. 9.3. Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина Unimat-08-275 3S

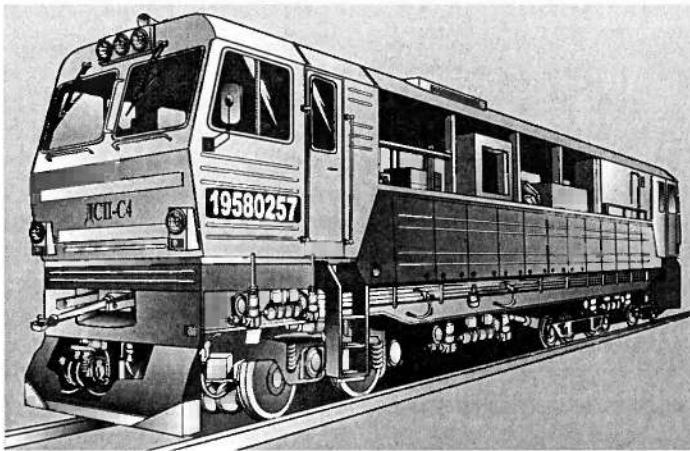


Рис. 9.4. Динамический стабилизатор пути ДСП-С4

Для электроконтактной сварки рельсов предназначены передвижные рельсосварочные машины ПРСМ-4 и -5, а для шлифовки рельсов — рельсошлифовальные поезда РШП-48.

При выполнении работ по текущему содержанию и ремонту пути широко используют электрифицированный и гидравлический инструмент. К электрифицированному инструменту относятся электрошпалоподбойки, электрические гаечные ключи, шуруповерты, рельсосверлильные, рельсорезные и рельсошлифовальные станки, к гидравлическому — домкраты, рихтовочные приборы и приборы для разгонки зазоров.

При ремонте пути, сооружений и устройств должна обеспечиваться личная безопасность работающих, безопасность и график движения поездов. Все это возможно при тесном взаимодействии работников служб пути и перевозок, соблюдении ПТЭ, а также инструкций по сигнализации и обеспечению безопасности движения поездов при осуществлении путевых работ, в которых предусматриваются ограждение мест выполнения работ сигналами остановки, снижение скорости или подачи свистка, предупреждение машинистов локомотивов о местах проведения работ и допустимой скорости их проследования, записи в специальном журнале у дежурных по станции о закрытии и открытии движения поездов по соответствующим путям или стрелочным переводам.

## 9.2. Защита пути от снега, песчаных заносов и паводков

Бесперебойная работа железнодорожного транспорта в зимних условиях в значительной степени зависит от надежной защиты путей от снега, а также своевременной очистки их от снега во время

снегопадов и метелей. Средства и способы защиты пути от снежных заносов выбирают в зависимости от интенсивности осадков.

Наиболее экономичным, долговечным и надежным видом защиты от снега являются естественные леса или защитные лесонасаждения, создаваемые на всей протяженности заносимых участков параллельно железнодорожным путям.

В местах, где лесонасаждения отсутствуют, и в стесненных условиях (в черте населенных пунктов) путь ограждают от заносов постоянными деревянными или железобетонными заборами высотой 4,2 ... 6,7 м или переносными деревянными щитами размерами 2 × 1,5 или 2 × 2 м. Переносные щиты обычно переставляют несколько раз в течение зимы после того, как высота снежного вала достигнет 2/3 высоты щита (рис. 9.5).

В период интенсивных снегопадов и метелей возникает необходимость в очистке от снега. Со станций снег убирают снегоуборочными машинами и поездами СМ-2М, -4, -5, -6 и -7. На перегонах используют снегоочистители СДП-М2, а при больших заносах — фрезерные и роторные снегоочистители.

Стрелочные переводы очищают специальными стационарными пневматическими устройствами для обдувки стрелок с дистанционным управлением. Применяются также электро- и газообогревательные устройства.

На железнодорожных линиях, проходящих через районы песчаных и полупесчаных пустынь, необходимо предусматривать защиту пути от песчаных заносов. С этой целью пески закрепляют растительностью, покрывают битумной эмульсией, суглинком или глинистой сuspензией с полимерами, а также возводят защитные искусственные сооружения в виде различных преград.

Наиболее эффективной мерой борьбы с песчаными заносами является закрепление песков растительностью — древесной (саксаул, черкез, песчаная акация, лох и др.), кустарниковой (джузгун, селюга, гребенчик) или травяной (елякилад, селин, песчаный овес, чагер и др.). Искусственная защита пути от песчаных заносов применяется как временная мера, поскольку она недостаточно эффективна.

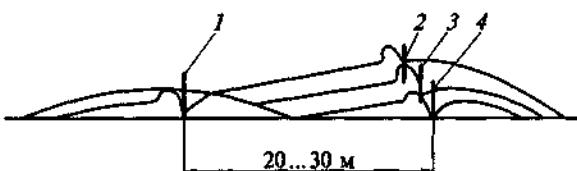


Рис. 9.5. Схема перестановки щитов на снежный вал:

1 — щитовая линия, установленная осенью; 2 — третья перестановка; 3 — вторая перестановка; 4 — первая перестановка

Для предохранения железнодорожного пути от размывания во время ледохода, весенних и ливневых паводков проводится комплекс специальных защитных мероприятий: при весенних водах — вскрытие нагорных и водоотводных канав и кюветов при появлении первых признаков таяния снега, очистка от снега и льда небольших мостов и отверстий труб, удаление снега с балластного слоя и откосов земляного полотна. Кроме того, перед весенними и ливневыми паводками к опасным местам подвозят необходимые водозащитные материалы (камень, хворост, рогожные кули, проволоку, бревна, доски, гвозди и др.) и при необходимости устанавливают дежурство специальных бригад.

Одновременно принимают меры по понижению уровня воды в кюветах прочисткой их от снега и наносов.

Во избежание повреждения мостов льдом до начала ледохода скальвают лед около свай и опор мостов и вокруг ледорезов, делают во льду прорези шириной до 0,5 м, а при необходимости подрывают лед выше и ниже мостов по течению.

Для защиты от ливневых паводков, отличающихся внезапностью, большой скоростью течения, обилием наносов, перед входными оголовками труб и малыми мостами ставят ограждения в виде ряда столбиков. После спада весенних и ливневых вод сооружения и водоотводные устройства осматривают и намечают работы по приведению разрушенных объектов в нормальное состояние, обеспечивающее безопасное движение поездов с установленной скоростью.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие виды ремонта пути предусмотрены на железнодорожном транспорте?
2. Перечислите виды работ, выполняемых при капитальном и среднем ремонте пути.
3. Каково назначение подъемочного ремонта пути?
4. Каков состав работ по текущему содержанию пути?
5. Назовите путевые машины, используемые для ремонта пути.
6. Перечислите способы борьбы со снежными и песчаными заносами.

## Глава 10

### СООРУЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

#### 10.1. Схема электроснабжения. Комплекс устройств

Железнодорожный транспорт потребляет около 7 % энергии, производимой электростанциями России. В основном она расходуется на обеспечение тяги поездов и питания нетяговых потребителей, к которым относятся станции, депо, мастерские и устройства регулирования движения поездов. Кроме того, к системе электроснабжения железной дороги могут быть подключены расположенные вблизи нее предприятия и небольшие населенные пункты.

Согласно ПТЭ на железнодорожном транспорте должно быть обеспечено надежное электроснабжение электрического подвижного состава, устройств СЦБ, связи и вычислительной техники как потребителей электрической энергии I категории, а также других потребителей в соответствии с установленной для них категорией.

Система электроснабжения электрифицированных дорог (рис. 10.1) состоит из внешней (электростанции, районные трансформаторные подстанции, сети и линии электропередач) и тяговой (тяговые подстанции и электротяговая сеть) частей.

На тепловых, гидравлических и атомных электростанциях вырабатывается трехфазный переменный ток напряжением 6...21 кВ и частотой 50 Гц. Для передачи электрической энергии к потребителям напряжение на трансформаторных подстанциях повышают до 750 кВ в зависимости от протяженности высоковольтных линий электропередачи (ЛЭП). Близи мест потребления электроэнергии напряжение понижают до 110...220 кВ и подают в районные сети, к которым наряду с другими потребителями подключены тяговые подстанции электрифицированных же-

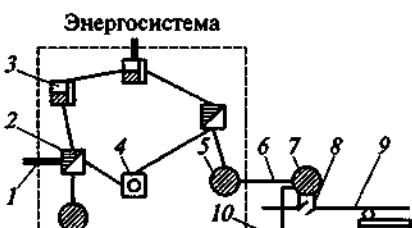


Рис. 10.1. Принципиальная схема электроснабжения электрифицированной железной дороги:

1 — линия, связывающая энергосистемы; 2 — гидроэлектростанция; 3 — тепловая электростанция; 4 — атомная электростанция; 5 — районная трансформаторная подстанция; 6 — районная линия высокого напряжения; 7 — тяговая подстанция; 8 — питающая линия; 9 — контактная сеть; 10 — рельсовая (отсасывающая) линия

лезных дорог и трансформаторные подстанции дорог с тепловозной тягой.

Нарушение электроснабжения железных дорог может привести к сбою в движении поездов. Чтобы обеспечить надежное питание электроэнергией тяговой сети железнодорожного транспорта, как правило, предусматривают ее подключение к двум независимым источникам. В отдельных случаях допускается питание от двух однолиний электропередачи или одной двухцепной.

Тяговая сеть состоит из контактных и рельсовых проводов, представляющих собой соответственно питающую и отсасывающую линии. Участки контактной сети подсоединяют к соседним тяговым подстанциям. Это позволяет более равномерно загружать подстанции и контактную сеть, что в целом способствует снижению потерь электроэнергии в тяговой сети.

## 10.2. Системы тока. Напряжение в контактной сети

На железных дорогах России используют две системы электроснабжения: постоянного и однофазного переменного тока. Тяга на трехфазном переменном токе не получила распространения, поскольку технически сложно изолировать близко расположенные провода двух фаз контактной сети (третья фаза — рельсы).

Электрический подвижной состав обеспечивают тяговыми двигателями постоянного тока, так как предлагаемые модели двигателей переменного тока не отвечают предъявляемым требованиям по мощности и надежности. Поэтому железнодорожные линии снабжают системой однофазного переменного тока, а на локомотивах устанавливают специальное оборудование, преобразующее переменный ток в постоянный.

Правилами технической эксплуатации регламентированы nominalные уровни напряжения на токоприемниках электрического подвижного состава: 3 кВ — при постоянном токе и 25 кВ — при переменном. При этом определены допустимые с точки зрения обеспечения стабильности движения колебания напряжения: при постоянном токе — 2,7...4 кВ, при переменном — 21...29 кВ. На отдельных участках железных дорог допускается уровень напряжения не менее 2,4 кВ при постоянном токе и 19 кВ — при переменном.

Основными параметрами, характеризующими систему электроснабжения электрифицированных железных дорог, являются мощность тяговых подстанций, расстояние между ними и площадь сечения контактной подвески.

На железных дорогах, электрифицированных на постоянном токе, тяговые подстанции выполняют две функции: понижают напряжение подводимого трехфазного тока и преобразуют его в постоянный. Все оборудование, подающее переменный ток, размещается на открытых площадках, а выпрямители и вспомогательные агрега-

ты — в закрытых помещениях. От тяговых подстанций электроэнергия поступает в контактную сеть по питающей линии — фидеру.

Основными недостатками системы электроснабжения постоянного тока являются его полярность, относительно низкое напряжение и отсутствие возможности обеспечить полную электроизоляцию верхнего строения пути от нижнего. Рельсы, служащие проводниками тока разной полярности, и земляное полотно представляют собой систему, в которой возможна электрохимическая реакция, приводящая к коррозии металла. В результате снижается срок службы рельсов и искусственных сооружений. Для предотвращения этого применяют соответствующие защитные устройства (анодные заземлители, катодные станции и др.).

Из-за относительно низкого напряжения ( $U = 3$  кВ) в системе постоянного тока по контактной сети к электрическому подвижному составу подводится мощность ( $W = UI$ ) при большой силе тягового тока  $I$ . Для этого тяговые подстанции размещают недалеко друг от друга (10...20 км) и увеличивают площадь сечения проводов контактной подвески.

При переменном токе повышается эффективность использования электрической тяги, поскольку по контактной сети передается требуемая мощность при меньшей силе тока по сравнению с системой постоянного тока. Тяговые подстанции в этом случае располагаются на расстоянии 40...60 км друг от друга. Их задачей является только понижение напряжения со 110...220 до 25 кВ, поэтому их техническое оснащение проще и дешевле, чем у тяговых подстанций постоянного тока. Кроме того, в системе однофазного переменного тока площадь сечения проводов контактной сети примерно в два раза меньше. Для размещения оборудования на тяговых подстанциях при переменном токе используют открытые площадки. Однако конструкция локомотивов и электропоездов при переменном токе сложнее, а их стоимость выше.

В результате воздействия электромагнитного поля переменного тока на металлические конструкции и коммуникации, расположенные вдоль железнодорожных путей, в них появляется опасное для людей напряжение, а в линиях связи и автоматики возникают помехи. Поэтому применяют особые меры защиты сооружений. Затраты на такие защитные меры, как улучшение электрической изоляции между рельсами и землей, замена воздушных линий кабельными или радиорелейными, составляют 20...25 % общей стоимости работ по электрификации.

Стыкование контактных сетей линий, электрифицированных на постоянном и переменном токе, осуществляют на специальных железнодорожных станциях. В ряде случаев, когда создание таких станций представляется нецелесообразным, применяют электропоезда двойного питания, работающие как на постоянном, так и на переменном токе.

### 10.3. Тяговая сеть

Тяговая сеть состоит из контактной (питающей) и рельсовой (отсасывающей) сетей. Рельсовая сеть представляет собой рельсы, имеющие стыковые электрические соединения. Контактная сеть — это совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам электрического подвижного состава.

Основным требованием к конструкции контактной сети является обеспечение надежного постоянного контакта провода с токоприемником независимо от скорости движения поездов, климатических и атмосферных условий. В контактной сети нет дублируемых элементов, поэтому ее повреждение может повлечь за собой нарушение установленного графика движения поездов.

В соответствии с назначением электрифицированных путей используют простые и цепные воздушные контактные сети. На второстепенных станционных и деповских путях при сравнительно небольшой скорости движения может применяться простая контактная подвеска, представляющая собой свободно висящий провод, который закреплен на опорах.

При высокой скорости движения провисание контактного провода должно быть минимальным. Это обеспечивается конструкцией цепной подвески (рис. 10.2), в которой контактный провод между опорами подведен не свободно, как в простой подвеске, а прикреплен к несущему тросу с помощью часто расположенных проволочных струн. Благодаря этому расстояние между поверхностью головки рельса и контактным проводом остается практически постоянным. Для цепной подвески в отличие от простой требуется меньше опор: они располагаются на расстоянии 70...75 м друг от друга.

В соответствии с ПТЭ высота контактного провода над поверхностью головки рельса на перегонах и станциях должна составлять не менее 5750 мм, а на переездах — 6000...6800 мм.

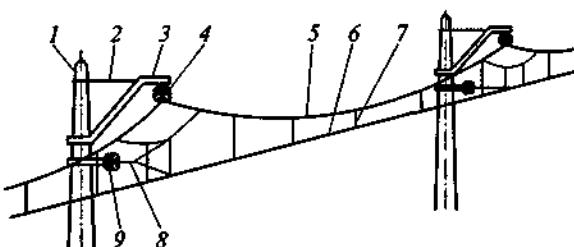


Рис. 10.2. Цепная подвеска:

1 — опора; 2 — тяга; 3 — консоль; 4, 9 — изоляторы; 5 — несущий трос; 6 — контактный провод; 7 — струна; 8 — фиксатор

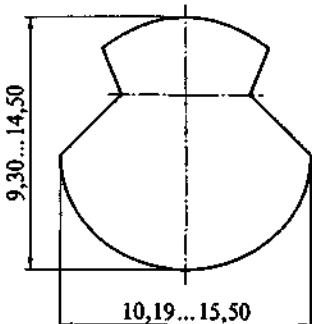


Рис. 10.3. Профиль контактного провода МФ

смазка медных накладок на полозе токоприемника и др.), снижающие их износ.

На строящихся магистральных железных дорогах применяют металлические (высотой до 15 м и более) и железобетонные (до 15,6 м) опоры контактной сети (рис. 10.4). Расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор на прямых участках должно составлять не менее 3100 мм. На существующих линиях, оборудованных контактной сетью, и в особых случаях на электрифицируемых линиях допускается сокращение указанного расстояния до 2450 мм — на станциях и до 2750 мм — на перегонах.

Схема оснащения контактными проводами станционных путей зависит от их назначения и типа станции. Над стрелочными переводами контактная сеть имеет так называемые воздушные стрелки, образуемые пересечением двух контактных подвесок.

Надежное электроснабжение подвижного состава и безопасность работников, обслуживающих контактную сеть, обеспечиваются, в частности, ее секционированием (делением на отдельные участки) с помощью воздушных промежутков, нейтральных вставок (изолирующих соединений), а также секционных и врезных изоляторов.

Нейтральные вставки представляют собой несколько последовательно включенных воздушных промежутков, исключающих кратковременное электрическое соединение смежных секций контактной сети токоприемниками электрического подвижного состава в процессе его движения. Применение нейтральных вставок обязательно на участках переменного трехфазного тока с питанием секций от разных фаз.

Перегоны и промежуточные станции, а на крупных станциях группы электрифицированных путей выделяются в отдельные секции. Соединение или разъединение секций осуществляется посредством секционных разъединителей, размещаемых на опорах контактной сети.

В горизонтальной плоскости контактный провод расположен зигзагообразно относительно оси пути с отклонением у каждой опоры на  $\pm 300$  мм. Благодаря этому обеспечиваются его ветроустойчивость и равномерное изнашивание контактных пластин токоприемников.

Контактный провод изготавливают из твердотянутой электролитической меди. Он может иметь площадь сечения 85, 100 или  $150 \text{ mm}^2$ . Наиболее распространены медные фасонные (МФ) провода (рис. 10.3). Для увеличения срока службы контактных проводов используют различные технические решения (сухая графитовая

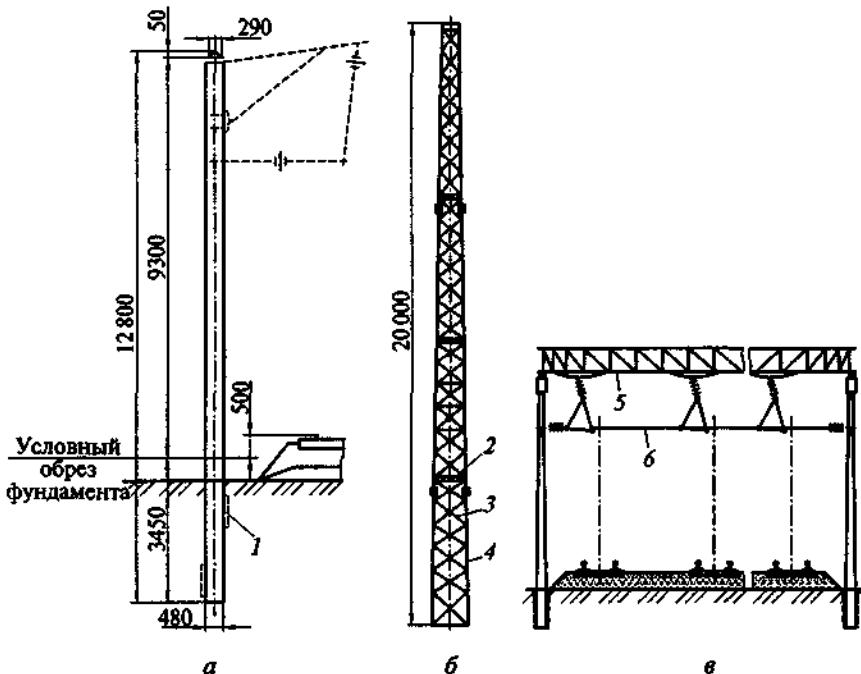


Рис. 10.4. Опоры контактной сети:

*а* — консольные железобетонные; *б* — металлические для гибких поперечин; *в* — железобетонные для жестких поперечин; 1 — лежень; 2 — диафрагма; 3 — раскосы решетки; 4 — стойка; 5 — ригель; 6 — фиксирующий трос

Для защиты контактной сети от короткого замыкания между соседними тяговыми подстанциями располагают посты секционирования, оборудованные автоматическими выключателями. Кроме того, с целью обеспечения безопасности обслуживающего персонала и других лиц, а также защиты систем автоматики и телемеханики от токов короткого замыкания все металлические конструкции, непосредственно взаимодействующие с элементами контактной сети или находящиеся в радиусе 5 м от них, заземляют или оборудуют устройствами отключения. Для предохранения подземных металлических сооружений от повреждения бульдозерами их изолируют от земли.

Снабжение электроэнергией линейных железнодорожных потребителей осуществляется посредством использования специальной трехфазной линии с напряжением 10 кВ, которая подвешивается на опорах контактной сети.

На электрифицированных железных дорогах по рельсам проходит тяговый ток. Для сокращения потерь электроэнергии и обеспечения нормального режима работы устройств автоматики и телемеханики

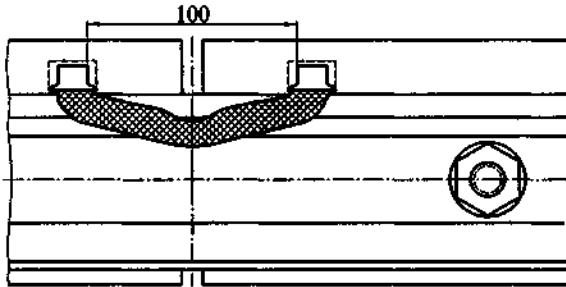


Рис. 10.5. Стыковой соединитель

механики на таких линиях предусматривают следующие особенности устройства верхнего строения пути:

- к головкам рельсов с наружной стороны колеи приваривают медные стыковые соединители (рис. 10.5), снижающие электрическое сопротивление рельсовых стыков;
- рельсы изолируют от шпал с помощью резиновых прокладок в случае применения железобетонных шпал и пропиткой деревянных шпал креозотом;
- используют щебеночный балласт, обладающий хорошими диэлектрическими свойствами, и между подошвой рельса и балластом обеспечивают зазор не менее 3 см;
- на линиях, оборудованных автоблокировкой и электрической централизацией, применяют изолирующие стыки (для того чтобы пропускать тяговый ток в обход их, устанавливают дроссель-трансформаторы или частотные фильтры).

#### Контрольные вопросы

1. Какая доля потребляемой в стране электроэнергии приходится на железнодорожный транспорт?
2. Какие системы тока применяют на электрифицированных линиях?
3. В чем состоят преимущества железнодорожных линий, электрифицированных на переменном и постоянном токе?
4. Каковы допустимые уровни напряжения в контактной сети при постоянном и переменном токе?
5. Каким образом обеспечивается ветроустойчивость контактной сети?
6. Назовите технические решения, приводящие к снижению износа контактного провода.

## Глава 11

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЯГОВОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

#### 11.1. Сравнение различных видов тяги

Движение поездов на железнодорожном транспорте осуществляется с помощью тягового подвижного состава. К нему относятся локомотивы и моторвагонный подвижной состав.

До середины 1950-х гг. основным средством тяги на железных дорогах нашей страны оставался паровоз, в котором в качестве силовой установки используются паровые котел и машина. При сжигании в топке паровоза топлива — твердого (уголь) или жидкого (нефть, мазут) — питательная вода в кotle превращается в пар, который подается в машину, где происходит преобразование тепловой энергии в механическую. Одним из главных недостатков паровоза является низкий КПД, составляющий 5...7 %.

В настоящее время в качестве локомотивов применяют *тепловозы*, оборудованные двигателями внутреннего сгорания (дизелями), и *электровозы*. Локомотивы с карбюраторными двигателями внутреннего сгорания небольшой мощности называют *мотовозами*, а локомотивы с газотурбинными установками — *газотурбовозами*.

Паровозы, тепловозы и газотурбовозы являются *автономными локомотивами*, так как механическая энергия, обеспечивающая движение поезда, вырабатывается в результате сжигания топлива на самом локомотиве.

Развитие транспортной техники привело к созданию *неавтономных локомотивов* и моторных вагонов. В отличие от автономного тягового подвижного состава первичная (электрическая) энергия подводится к ним от внешних источников. На самом локомотиве или в моторном вагоне осуществляется лишь преобразование электрической энергии в механическую энергию движения поезда.

Неавтономный тяговый подвижной состав получает питание от электростанций через тяговые подстанции и контактную сеть. При электрической тяге мощность тягового подвижного состава ограничена только мощностью внешних элементов системы электроснабжения, поэтому электрический подвижной состав может иметь большую мощность по сравнению с автономными локомотивами.

КПД тягового подвижного состава, характеризующий степень использования энергоносителя для получения полезной работы, тем выше, чем совершеннее первичная энергетическая установка.

КПД электрического подвижного состава изменяется в пределах 25...32 % в зависимости от вида электростанций (тепловые, атомные, гидравлические), поставляющих электроэнергию.

КПД современных автономных локомотивов и моторных вагонов дизель-поездов в зависимости от типа тепловозного двигателя достигает 29...31 %.

Эксплуатационные затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт электровозов ниже, чем у тепловозов. По провозной способности электрифицированные линии превосходят неэлектрифицированные железные дороги. По сравнению с тепловозами электровозы имеют больший срок службы, их ремонт проще, они экологически чище.

Вместе с тем введение электрической тяги требует значительных капиталовложений в устройство линий электропередачи, тяговых подстанций и контактной сети. Однако затраты на железных дорогах с высокой интенсивностью движения быстро окупаются. Поэтому на железных дорогах России электрическая тяга нашла широкое применение на грузонапряженных линиях со сложным профилем и в пригородном пассажирском движении.

## 11.2. Классификация тягового подвижного состава

По роду работы локомотивы подразделяют на грузовые, пассажирские и маневровые. Мотор-вагонный подвижной состав, применяемый в пригородном движении, в отличие от локомотивов не только служит для тяги прицепных вагонов, но и используется для перевозки пассажиров.

Применение на электровозах и тепловозах с электрической передачей тяговых электродвигателей позволяет использовать как индивидуальный, так и групповой привод. При индивидуальном приводе каждая движущая колесная пара соединена со своим двигателем. При групповом приводе движущие колесные пары, размещенные в одной жесткой раме, приводятся в движение одним двигателем с использованием промежуточной зубчатой передачи.

Вес кузова современного локомотива передается на колесные пары через опоры (а иногда и вторичное рессорное подвешивание), рамы тележек, первичное рессорное подвешивание и буксы. Если число колесных пар не превышает шести, локомотив обычно выполняют с одним кузовом. Такой локомотив называется односекционным.

При большем числе колесных пар кузов локомотива оказывается чрезмерно длинным, что усложняет его конструкцию и затрудняет прохождение кривых участков пути. Поэтому многоосные локомотивы выполняют не с одним, а с несколькими самостоятельными кузовами-секциями, скрепленными друг с другом специальными шарнирными соединениями или автосцепками.

Расположение колесных пар в экипажной части локомотивов, род привода, передающего усилие от тяговых электродвигателей к колесным парам, и способ передачи тягового усилия принято выражать осевой характеристикой, в которой цифры соответствуют числу колесных пар. В осевой характеристике знак «-» означает, что тележки не сочленены, т. е. не связаны шарнирно, и тяговое усилие от движущих колесных пар к автосцепке передается через раму кузова, которая в этом случае имеет повышенную прочность. Знак «+» показывает, что тележки сочленены, и сила тяги передается через рамы тележек.

Если движущие колесные пары имеют индивидуальный привод, то к цифре, с помощью которой обозначено число осей, добавляют индекс «0». Так, электровоз с осевой характеристикой  $3_0 + 3_0$  представляет собой локомотив с двумя сочлененными трехосными тележками и индивидуальным приводом движущих колесных пар.

Для двухсекционных локомотивов, каждая секция которых может использоваться самостоятельно, перед осевой характеристикой одной секции, заключаемой в скобки, ставят цифру 2. Например, осевая характеристика  $2(3_0 - 3_0)$  относится к двухсекционному локомотиву, каждая секция которого имеет две несочлененные трехосные тележки и может работать самостоятельно. Если же секции локомотива самостоятельно не используются, то осевая характеристика приобретает вид  $3_0 - 3_0 - 3_0 - 3_0$ .

Различным по конструкции локомотивам и мотор-вагонным поездам принято присваивать разные обозначения в виде комбинаций букв и цифр. К основным обозначениям, характеризующим серию локомотивов и моторных вагонов, иногда добавляют буквенные индексы для указания дополнительных особенностей. Так, электровозы имеют буквенное обозначение ВЛ с цифрами (числами), например 10, 11, 23, 80, и индексами в виде малых букв (к, м, р, с, у, т и т. д.). Восьмиосный электровоз переменного (однофазного) тока с реостатным торможением имеет обозначение ВЛ80<sup>т</sup>, с рекуперативным торможением — ВЛ80<sup>р</sup>, электровоз постоянного тока с нагрузкой от колесной пары на рельсы, составляющей 23 т, — ВЛ23.

Для серий тепловозов с электрической передачей принято буквенное обозначение ТЭ, а с гидравлической — ТГ. В буквенное обозначение серий тепловозов, кроме грузовых, включают знак, характеризующий назначение локомотива: П — пассажирский, М — маневровый. Например, тепловоз ТЭП70 представляет собой пассажирский локомотив с электрической передачей.

Каждая секция мотор-вагонного поезда состоит из моторных и прицепных вагонов. Управляют таким поездом из кабины, расположенной в головном вагоне.

Современные электровозы и тепловозы могут совершать пробег между экипировками до 1200 км, а между техническими обслужи-

ваниями — 1200...2000 км. В зависимости от серии электровоза запас песка на нем составляет 1,6...6 м<sup>3</sup>.

На тепловозах запас экипировочных материалов, кг, на одну секцию составляет: топлива — до 7500, песка — до 2300, масла — до 1250 и воды — до 1580.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите автономные и неавтономные локомотивы. Чем они отличаются друг от друга?
2. Каковы значения КПД паровозов, тепловозов и электровозов?
3. Как классифицируют локомотивы по роду работы?
4. Как по серии отличить грузовой, пассажирский и маневровый тепловозы?
5. На каких линиях эффективна электрическая тяга?

## Глава 12

# ПРИНЦИПЫ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

### 12.1. Электрический подвижной состав

К электрическому подвижному составу относятся электровозы и электропоезда. В зависимости от рода применяемого тока различают электроподвижной состав постоянного (рис. 12.1) и переменного (рис. 12.2) тока, также двойного питания.

Основные данные об электроподвижном составе отечественных железных дорог приведены в табл. 12.1 и 12.2.

Электрический подвижной состав включает в себя механическую часть, пневматическое и электрическое оборудование.

К механической части относятся кузов и тележки (экипажная часть).

Электрическое оборудование — это тяговые электродвигатели, аппараты управления и устройства защиты, токоприемники, вспомогательные электрические машины, аккумуляторная батарея, а на электровозах и электропоездах переменного тока и двойного питания — также тяговый трансформатор и преобразователи тока (выпрямители). Расположение оборудования на электровозе ВЛ10 приведено на рис. 12.3.

Кузов электровоза служит для размещения в нем кабины машиниста, электрических машин и аппаратов. Каркас кузова выполняют из металла, его наружная обшивка обычно состоит из стальных

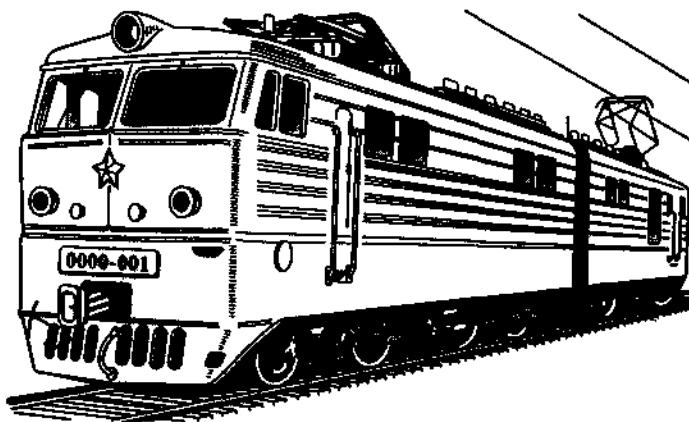


Рис. 12.1. Электровоз постоянного тока ВЛ10

Таблица 12.1

Показатель	Серии электровозов					
	ВЛ23, ВЛ8	ВЛ10, ВЛ10 <sup>у</sup> , ВЛ11	ЧС2, ЧС2 <sup>у</sup>	ЧС6, ЧС200	ВЛ80 <sup>т</sup> , ВЛ80 <sup>р</sup> , ВЛ80 <sup>с</sup>	ЧС4, ЧС4 <sup>у</sup>
Ток	Постоянный				Переменный	
Осьвая характеристика	$3_0 + 3_0; 2_0 + 2_0 + 2_0 + 2_0$	$2_0 - 2_0 - 2_0 - 2_0; 2(2_0 - 2_0)$	$3_0 - 3_0$	$2(2_0 - 2_0); 2_0 - 2_0 - 2_0 - 2_0$	$2_0 - 2_0 - 2(2_0 - 2_0)$	$3_0 - 3_0$
Назначение	Грузовые				Пассажирские	Грузовые
Конструкционная скорость, км/ч	100	100	160	180; 220	110	110
Сцепная масса, т	132; 184	184	123; 126	160; 156	184; 184; 192	288
Длина по осям автосцепки, мм	17020; 27520	32 840	18920	33 000; 33 080	32 840	45 000
						19 980
						32 840

Таблица 12.2

Показатель	Серии электропоездов				
	ЭР1, ЭР2, ЭР12, ЭР2Р, ЭТ2, ЭД2Т	ЭР22М, ЭР22В	ЭР200	ЭР29***	ЭР9П, ЭР9М, ЭР9Е, ЭДТ
Ток	Постоянный			Переменный	
Состав поезда*	5М + 3П + + 2Пг	Mг + 2П + + Mг	2Пг + + 12М	2Пг + 6М + + 4П	5М + 3П + + 2Пг
Конструкционная скорость, км/ч	130	130	200	120	130
Число мест для сидения	1050	988	816	—	1060
Длина поезда, м	201,5	200,5**	347,42	264,9	201,8

\* Вагоны: М — моторный, П — прицепной, Пг — прицепной головной, Мг — моторный головной.

\*\* Длина двух секций.

\*\*\* При 12-вагонном исполнении длина вагона равна 21,6 м.

листов, а кабина машиниста имеет также внутреннюю обшивку с тепло- и звукоизоляцией.

У четырех- и шестиосных электровозов кабины машиниста расположены с обеих сторон кузова, а у двухсекционных — на одном конце каждой секции.

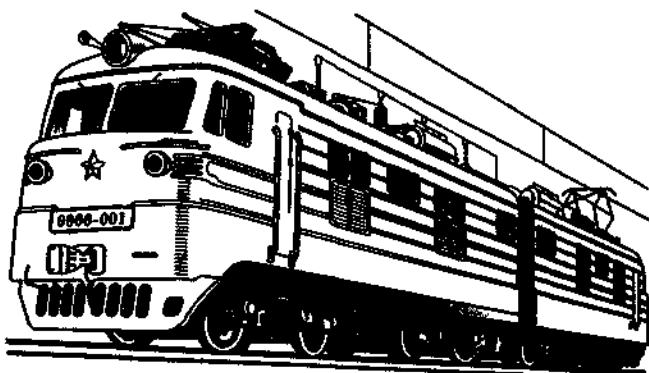


Рис. 12.2. Электровоз переменного тока ВЛ85

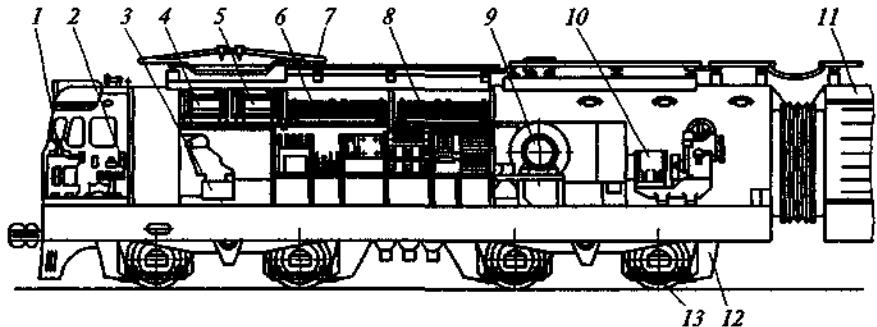


Рис. 12.3. Расположение оборудования на электровозе постоянного тока ВЛ10:

1 — пульт управления; 2 — кресло машиниста; 3 — быстродействующий выключатель; 4, 5 — балки индуктивных щунтов и резисторов; 6, 8 — блоки пусковых резисторов и ослабления возбуждения; 7 — токоприемник; 9 — мотор-вентилятор; 10 — мотор-компрессор; 11 — кузов второй секции электровоза; 12 — тяговый электродвигатель; 13 — колесная пара

В кабине машиниста монтируют аппараты управления, контрольно-измерительные приборы и тормозные краны. В средней части кузова установлена высоковольтная камера с электрической аппаратурой силовых цепей. Вспомогательные машины — мотор-компрессоры, мотор-вентиляторы, генераторы тока управления — расположены между высоковольтной камерой и кабинами машиниста или переходами из секции в секцию (см. рис. 12.3).

Рама кузова опирается на тележки через специальные опорные устройства.

Тележка электровоза (рис. 12.4) состоит из рамы, колесных пар с буксами, рессорного подвешивания и тормозного оборудования. К тележкам крепят тяговые электродвигатели. У электровозов с несочлененными тележками тяговые усилия передаются упряжными приборами (автосцепками), расположенными на раме кузова.

Рама тележки представляет собой конструкцию, состоящую из двух продольных балок — боковин и соединяющих их поперечных балок. Рама воспринимает вертикальную нагрузку от кузова и через рессорное подвешивание передает ее на колесные пары. Рама тележки, передающая также тяговые и тормозные усилия, должна обладать высокой прочностью.

Колесные пары воспринимают вес электровоза, на них передается крутящий момент тяговых электродвигателей. Кроме того, на колеса действуют удары от неровностей пути. Поэтому качеству изготовления колесных пар и содержанию их в исправном состоянии уделяют особое внимание. Колесную пару формируют из отдельных элементов: оси, двух колесных центров с ба-

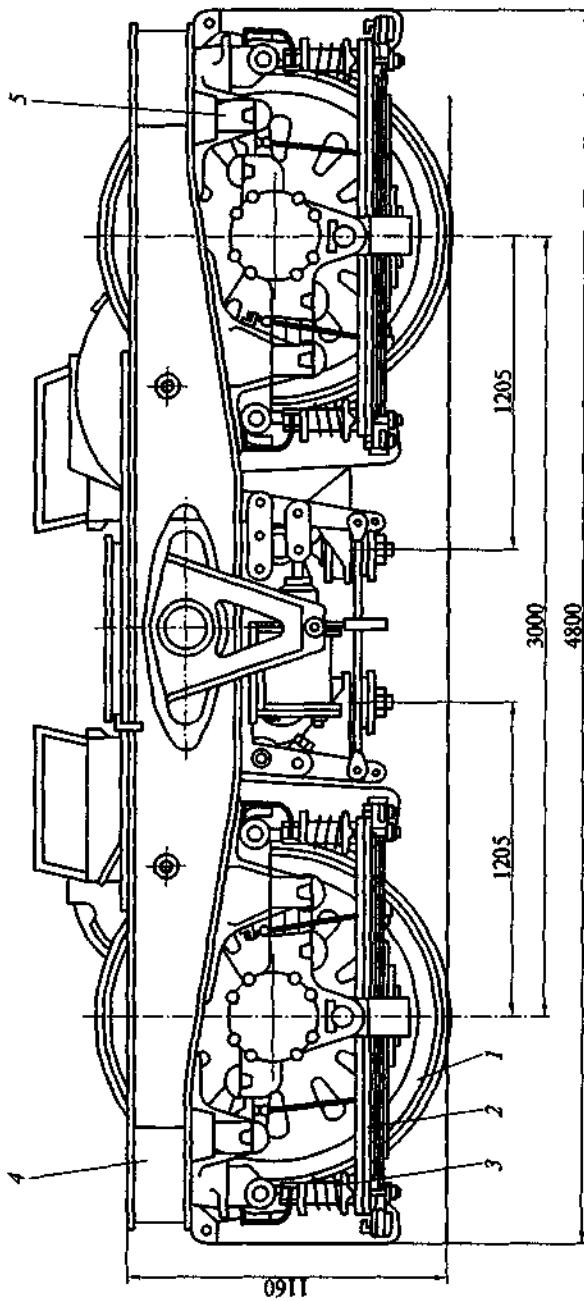


Рис. 12.4. Тележка электровоза ВЛ80\*:  
1 — колесная пара; 2 — листовая рессора; 3 — винтовая пружина; 4 — боковина рамы тележки; 5 — кронштейн

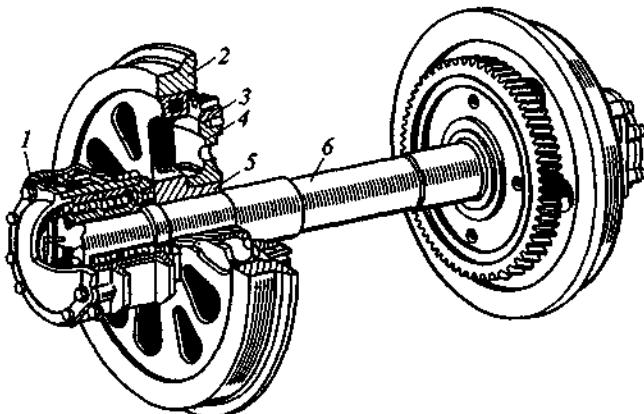


Рис. 12.5. Колесная пара электровоза:

1 — букса; 2 — бандаж; 3 — венец зубчатого колеса; 4 — центр зубчатого колеса;  
5 — колесный центр; 6 — ось

дажами (или безбандажных для цельнокатанных колес) и зубчатых колес тяговой передачи (рис. 12.5). Оси колесных пар заканчиваются шейками, на которые опираются буксы с роликовыми подшипниками.

Рессорное подвешивание является промежуточным звеном между рамой тележки и буксами. Оно служит для смягчения толчков и ударов при прохождении колесами неровностей пути и равномерного распределения нагрузки между колесными парами. Основные элементы рессорного подвешивания таковы: листовые рессоры, пружины, балансиры, амортизаторы различной конструкции и связующие элементы. Чтобы повысить эффективность рессорного подвешивания, в него вводят резиновые элементы, гасящие небольшие толчки и колебания.

На современных электровозах применяют, как правило, индивидуальный привод. При этом различают два вида подвески тяговых электродвигателей — опорно-осевую и рамную.

При опорно-осевой подвеске одна сторона остова тягового электродвигателя опирается на ось колесной пары с помощью двух моторно-осевых подшипников, а другая подвешена к поперечной балке рамы тележки с помощью пружинного устройства. Передача тягового усилия осуществляется через зубчатое зацепление.

При рамной подвеске двигатель расположен над осью колесной пары и прикреплен к раме тележки.

Такая подвеска позволяет уменьшить динамические силы, действующие на тяговые двигатели, особенно при прохождении колесной пары через неровности пути, а также облегчает доступ к двигателям для осмотра. В то же время при рамной подвеске услож-

няется передача тягового усилия от вала двигателя к колесной паре, так как необходимы специальные шарнирные или упругие элементы, компенсирующие перемещения колесной пары относительно рамы тележки.

В качестве *тяговых электродвигателей* на электровозах постоянного тока применяют в основном двигатели с последовательным возбуждением. Они рассчитаны на номинальное напряжение 1500 В.

Скорость движения электровоза постоянного тока можно регулировать изменением напряжения, подаваемого на тяговые двигатели, или соотношения тока якоря и тока возбуждения.

Напряжение варьируют включением последовательно с тяговыми электродвигателями резисторов и перегруппировкой тяговых электродвигателей. При перегруппировке двигателей их соединяют друг с другом последовательно, последовательно-параллельно или параллельно.

В последние годы выполнены работы по осуществлению импульсного регулирования напряжения с использованием управляемых полупроводниковых вентилей — тиристоров.

Основными *аппаратами управления* электровозом являются контроллеры машиниста, устанавливаемые в каждой кабине управления.

Контроллер непосредственно не связан с силовой цепью электровоза. Все переключения в силовой цепи осуществляются приборами, имеющими пневматические или электромагнитные приводы, связанные низковольтными электрическими цепями с контроллером.

Такая система позволяет управлять с одного поста несколькими локомотивами и исключает попадание высокого напряжения на аппараты управления. Включение и выключение вспомогательных машин, получающих питание от контактной сети, производится кнопками и тумблерами, установленными на панели в кабине машиниста.

*Устройства защиты* от перегрузок и коротких замыканий цепи тяговых электродвигателей представлены быстродействующим выключателем, дифференциальным реле и реле перегрузки.

*Токоприемник* соединяет силовую цепь электровоза с контактным проводом. Электровозы имеют по два токоприемника, при движении в нормальных условиях работает один из них. В некоторых случаях, например при разгоне с тяжелым составом или при гололеде, поднимают одновременно оба токоприемника.

К *вспомогательным электрическим машинам* электровоза относятся мотор-вентиляторы, мотор-компрессоры, мотор-генераторы и генераторы тока управления.

*Мотор-вентилятор* служит для воздушного охлаждения пусковых резисторов и тяговых электродвигателей, что способствует более полному использованию их мощности.

**Мотор-компрессор** питает тормозную систему поезда и пневматические устройства электровоза сжатым воздухом.

**Мотор-генератор** применяют на электровозах с рекуперативным торможением для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при их работе в режиме рекуперации.

**Генератор тока управления** предназначен для питания цепей управления, наружного и внутреннего освещения и заряда аккумуляторной батареи, являющейся резервным источником питания тех же цепей.

**Вспомогательные машины** электровоза приводятся в действие от контактной сети.

**Трансформаторы** выполняют с интенсивным циркуляционным масловоздушным охлаждением.

В качестве **выпрямителей** обычно применяют полупроводниковые (кремниевые) вентили — диоды (рис. 12.6, а), а в последнее время — также управляемые кремниевые вентили — тиристоры (рис. 12.6, б), которые позволяют отказаться от механических коммутирующих аппаратов.

Скорость электровоза переменного тока регулируют изменением напряжения, подводимого к тяговым электродвигателям, путем подключения их к различным выводам вторичной обмотки трансформатора или выводам автотрансформаторной обмотки. При таком способе регулирования отсутствует необходимость в использовании пусковых реостатов и перегруппировке двигателей. На электровозах переменного тока тяговые электродвигатели все время соединены друг с другом параллельно. Это улучшает тяговые свойства электровоза и упрощает электрические цепи.

Электровозы переменного тока помимо вспомогательного оборудования, применяемого на электровозах постоянного тока, оснащены мотор-насосами, обеспечивающими циркуляцию масла, которое охлаждает трансформатор, и мотор-вентилятором для охлаждения трансформатора и выпрямителя.

В качестве вспомогательных машин на электровозах переменного тока чаще всего применяют трехфазные асинхронные электродвигатели. Трехфазный ток получают из однофазного с помощью преобразователей, называемых расщепителями фаз.

Расположение оборудования в кузове электровоза переменного тока показано на рис. 12.7.

В ряде случаев целесообразно применение электровозов двойного питания, у которых возможно переключение электрического оборудования для работы на участках постоянного и переменного тока. Двойное питание предусмотрено на электровозах ВЛ82 и ВЛ82<sup>м</sup>.

Для пригородного и междугородного пассажирского сообщения на электрифицированных линиях используют электропоезда, состоящие из моторных и прицепных вагонов. В зависимости от пассажиропотоков поезда формируют из 4, 6, 8, 10 или 12 вагонов.

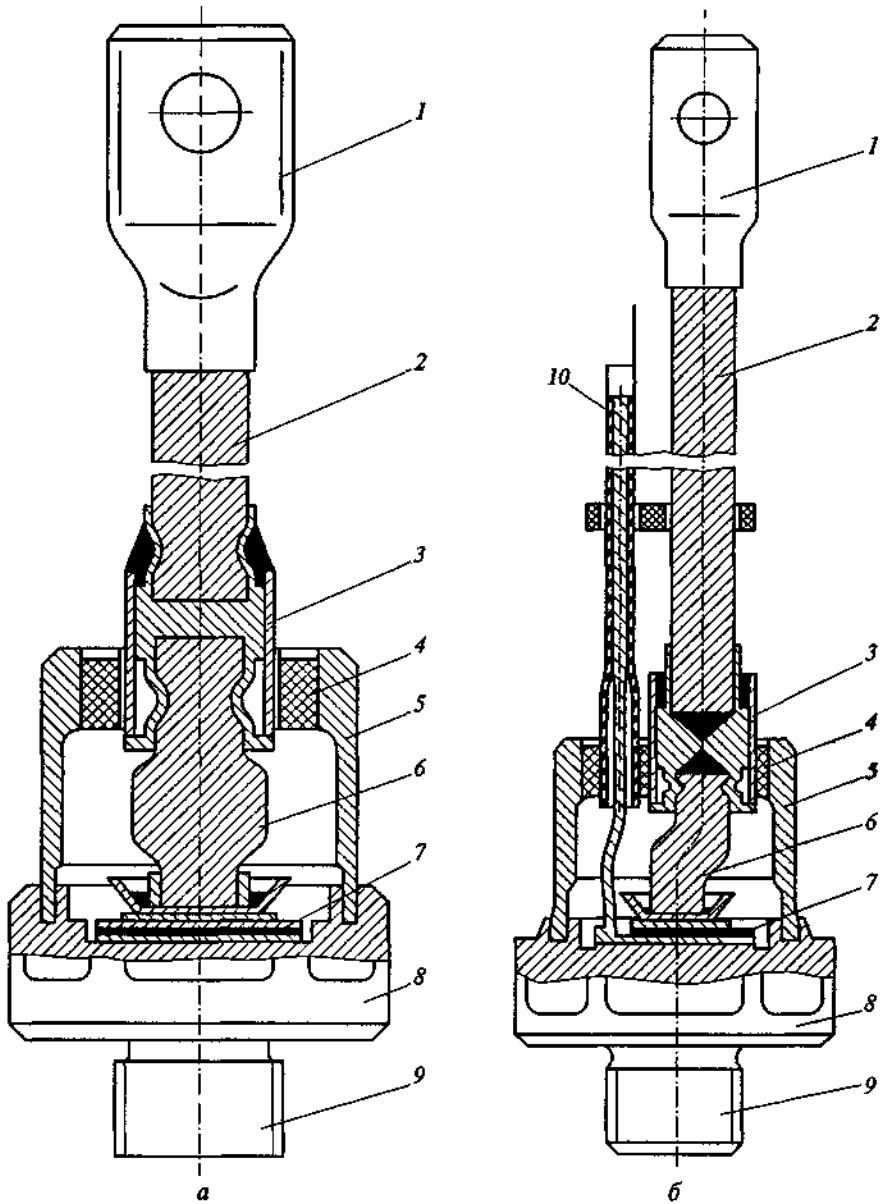


Рис. 12.6. Кремниевые вентили:

*a* — диод; *б* — управляемый вентиль (тиристор); 1 — наконечник; 2 — гибкий внешний вывод; 3 — соединительная втулка; 4 — изолятор; 5 — крышка корпуса; 6 — внутренний гибкий вывод; 7 — пластина монокристаллического кремния; 8 — медный корпус; 9 — соединительный стержень корпуса; 10 — вывод управляющего электрода

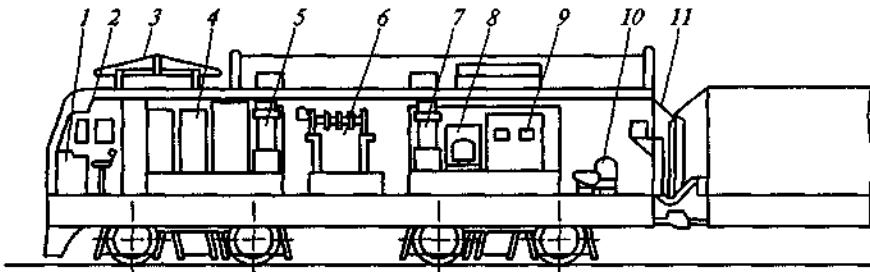


Рис. 12.7. Расположение основного оборудования в кузове электровоза переменного тока:

1 — пульт управления; 2 — кабина машиниста; 3 — токоприемник; 4 — аппараты управления; 5, 7 — выпрямительные установки; 6 — трансформатор с переключателем ступеней; 8 — блок системы охлаждения; 9 — распределительный щит; 10 — мотор-компрессор; 11 — межсекционное соединение

Механическая часть вагона состоит из кузова, тележек, сцепных приборов и тормозного оборудования. Сцепные приборы размещают на раме кузова. На моторных вагонах электропоездов обычно устанавливают по четыре тяговых электродвигателя с рамной подвеской. В отличие от электровозных тяговые электродвигатели моторных вагонов имеют вентилятор, расположенный на валу якоря.

Электрическое оборудование электропоездов в основном аналогично оборудованию электровозов. Чтобы увеличить площадь для перевозки пассажиров, его размещают под кузовом и частично на крыше вагона. Управляют электропоездом с помощью контроллера из кабины машиниста. Принцип управления тяговыми электродвигателями тот же, что и на электровозе, однако в электропоездах предусматривают устройство автоматического пуска, в котором специальное реле ускорения обеспечивает постепенное выключение пусковых резисторов или переключение выводов вторичной обмотки трансформатора одновременно с поддержанием заданного пускового тока.

В 1975 г. Рижским вагоностроительным заводом начат выпуск 14-вагонных электропоездов постоянного тока ЭР200 (рис. 12.8), имеющих конструкционную скорость 200 км/ч. Такие электропоезда, предназначенные для пассажирского сообщения на высокоскоростных железных дорогах, в настоящее время курсируют на линии Санкт-Петербург — Москва.

В последние годы в России проводится разработка нового электроподвижного состава, отвечающего современным требованиям.

С 1994 г. на ряде железных дорог, электрифицированных на постоянном токе, эксплуатируются пригородные поезда производства Демиховского (ЭД2Т) и Торжокского (ЭТ2) вагоностроительных заводов, а с 1996 г. — электропоезда переменного тока ЭД9Т.

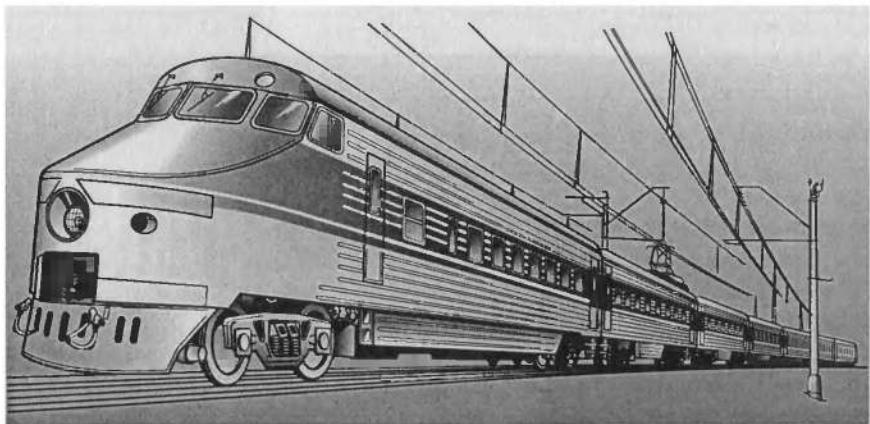


Рис. 12.8. Электропоезд ЭР200

В 1997 г. на Демиховском вагоностроительном заводе начат выпуск электропоездов ЭД4 и ЭД4М. На Тихвинском заводе «Трансмаш» построен первый электропоезд «Сокол», рассчитанный на скорость до 250 км/ч. В 2003 г. завершено создание электропоезда нового поколения ЭМ4 «Спутник».

На Новочеркасском электровозостроительном заводе в 2000-х гг. начал выпуск новых электровозов серий ЭП1, ЭП2, ЭП100 и ЭП300.

Проводятся научно-исследовательские работы по созданию электропоездов нового поколения с применением асинхронных тяговых электродвигателей и импульсным регулированием скоростного движения.

## 12.2. Автономный тяговый подвижной состав

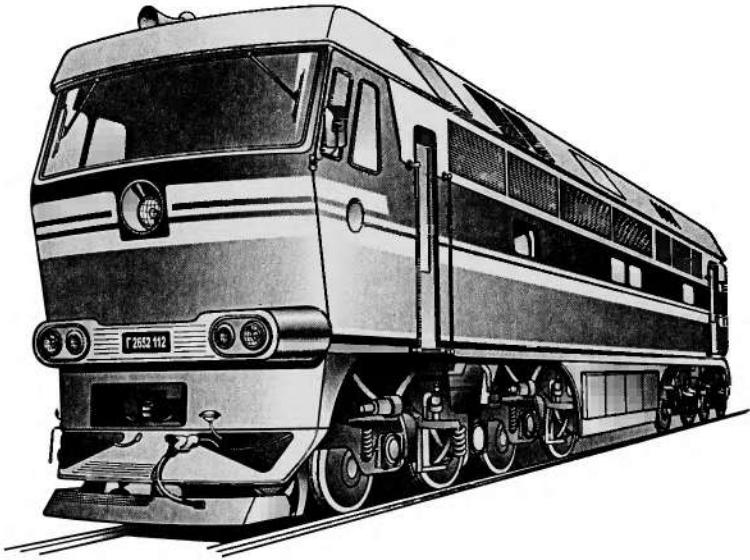
К автономному тяговому подвижному составу относятся тепловозы, дизель-поезда, автомотрисы, мотовозы и газотурбовозы.

По назначению тепловозы подразделяют на грузовые, пассажирские и маневровые (рис. 12.9). Основные параметры тепловозов приведены в табл. 12.3.

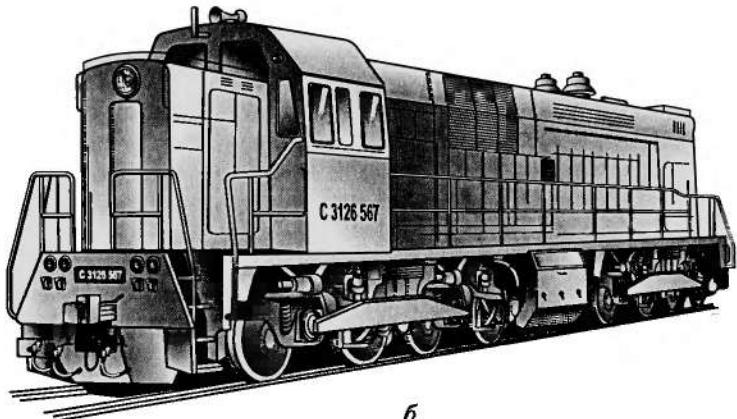
Тепловоз включает в себя следующие основные части: первичный двигатель, передачу, кузов, экипажную часть, аппаратуру управления и вспомогательное оборудование.

*Первичным двигателем* на тепловозе является дизель. Чтобы привести во вращение колесные пары тепловоза от вала дизеля, требуется специальная передача.

На тепловозах применяют двухтактные бескомпрессорные двигатели внутреннего сгорания. Мощность двигателя пропорциональна количеству сжигаемого в цилиндрах топлива, однако чем значительнее его расход, тем больше нужно подать воздуха. В связи с



а



б

Рис. 12.9. Тепловозы ТЭП75 (а) и ТЭМ7 (б)

этим в двигателях современных тепловозов воздух в цилиндры нагнетается под давлением 135...240 кПа, что существенно увеличивает мощность двигателей. Такой способ заряда цилиндра свежим воздухом называется наддувом.

Передача обеспечивает торможение тепловоза с места и реализацию полезной мощности дизеля во всем диапазоне значений скорости движения. Передача может быть электрической, механической или гидравлической.

Таблица 12.3

Серия	Назначение*	Осевая характеристика	Сцепная масса, т	Конструкционная скорость, км/ч	Мощность по дизелю, кВт	Длина тепловоза по осям автосцепок, мм
ТЭ3	Г	2(3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub> )	2 × 126	100	2 × 1470	2 × 16 969
2ТЭ10Л	Г	2(3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub> )	2 × 129	100	2 × 2210	2 × 16 969
2ТЭ10В	Г	2(3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub> )	2 × 129	100	2 × 2210	2 × 16 969
ТЭП60	П	3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub>	129	160	2210	19 250
2М62	Г	2(3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub> )	2 × 120	100	2 × 1470	2 × 16 969
ТЭМ2	М	3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub>	120	100	880	16 970
2ТЭ116	Г	2(3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub> )	2 × 138	100	2 × 2210	2 × 18 150
2ТЭ116Л	Г	2(3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub> )	2 × 138	100	2 × 2210	2 × 18 150
ТЭП70	П	3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub>	129	160	2940	20 470
ТЭМ7	М	2 <sub>0</sub> + 2 <sub>0</sub> - - 2 <sub>0</sub> + 2 <sub>0</sub>	180	100	1470	21 500
ТЭ136	Г	3 <sub>0</sub> - 3 <sub>0</sub>	135	100	4500	—

\* Г — грузовой, П — пассажирский, М — маневровый.

Наиболее широко применяется электрическая передача постоянного или постоянно-переменного тока. В первом случае коленчатый вал дизеля вращает якорь тягового генератора, преобразуя механическую энергию в электрическую, а генератор вырабатывает постоянный ток, который поступает в тяговые электродвигатели. Вращение их якорей с помощью тяговых редукторов передается движущим колесным парам. При этом электрическая энергия, получаемая от тягового генератора, вновь преобразуется в механическую.

В передаче переменно-постоянного тока используются синхронный тяговый генератор переменного тока и тяговые электродвигатели постоянного тока. Вырабатываемый синхронным тяговым генератором переменный ток выпрямляется, т. е. преобразуется в постоянный ток с помощью специальной выпрямительной установки на основе силовых полупроводниковых (кремниевых) вентилей.

На всех отечественных тепловозах постоянного тока осуществляется электрический пуск дизеля от аккумуляторной батареи.

При пуске дизеля тяговый генератор постоянного тока работает в режиме электродвигателя, потребляет электрическую энергию от батареи и приводит во вращение коленчатый вал. На тепловозах с передачей переменно-постоянного тока для пуска дизеля устанавливают стартерный электродвигатель.

Механическая передача подобна автомобильной. Она состоит из шестеренчатой коробки скоростей, реверсивного устройства и муфты сцепления. Эта передача проста по устройству и имеет высокий КПД. Однако при переключении скоростей резко уменьшается, а затем возрастает сила тяги, что вызывает сильные рывки состава. Поэтому механическая передача применяется лишь в мотовозах, автомотрисах и дизельных поездах сравнительно небольшой мощности.

Гидравлическая передача дешевле и проще электрической. Основными элементами гидравлической передачи являются гидротрансформаторы и гидромуфты. Оба эти агрегата представляют собой сочетание центробежного насоса, соединенного с валом двигателя, и гидравлической турбины, работающей за счет энергии струи жидкости, нагнетаемой насосом (рис. 12.10).

Вал 2 центробежного насоса соединен с валом 1 ведущего двигателя. При работе двигателя насос засасывает жидкость в трубу 10 из камеры 9 и подает ее через направляющий аппарат по трубе 3 к турбине 4, вал 5 которой связан с приводным механизмом. Жидкость из турбины по трубе 6 попадает в камеру 7, которая соединена с всасывающей камерой 9 трубой 8. Из камеры 9 жидкость снова засасывается центробежным насосом и повторяет описанный выше путь. В гидромуфте или гидротрансформаторе насосное колесо приводится во вращательное движение с помощью вала дизеля, а турбинное колесо вращается за счет энергии потока рабочей жидкости, нагнетаемой рабочим колесом.

Экипажная часть состоит из следующих узлов: рамы тележки, колесных пар с буксами и рессорного подвешивания. У большинства тепловозов главная рама кузова опирается на две трехосные тележки через восемь боковых опор. В средней части главной рамы расположена дизель-генераторная установка.

На главной раме, представляющей собой жесткую и прочную сварную конструкцию, размещаются кабина, кузов, силовое и вспомогательное оборудование тепловоза. Тележки (рис. 12.11) имеют раму, опоры, буксы, колесные пары, рессорное подвешивание и тормозное оборудование.

Аппаратом управления тепловозом является контроллер, расположенный на пульте машиниста. Контроллер имеет главную рукоятку для включения электрических цепей управления и регулирования частоты вращения вала дизеля, а также реверсивную рукоятку для изменения направления движения тепловоза.

К вспомогательному оборудованию относятся топливная система, системы смазки и охлаждения и др.

Размещение оборудования показано на рис. 12.12 на примере грузового тепловоза 2ТЭ10В.

Топливная система дизеля, например, тепловоза 2ТЭ10Л (рис. 12.13) включает в себя топливный бак, топливоподкачиваю-

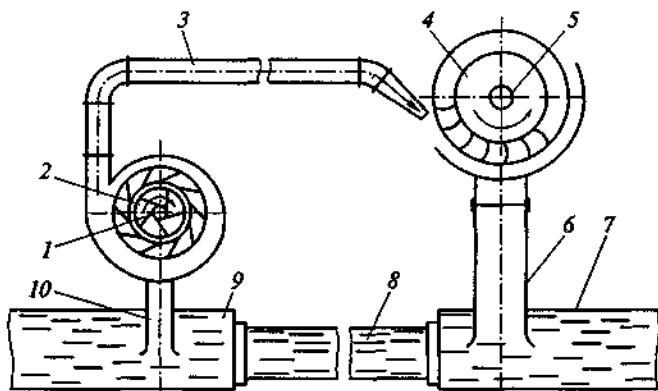


Рис. 12.10. Схема гидропередачи:

1 — вал ведущего двигателя; 2 — вал центробежного насоса; 3, 6, 8, 10 — соединительные трубы; 4 — турбина; 5 — вал турбины; 7 — камера; 9 — всасывающая камера

щие агрегаты, фильтры грубой и тонкой очистки, системы коллекторов и трубопроводов. Запаса топлива в одной секции тепловоза, составляющего 6300 кг, достаточно для 1000...1200 км пробега.

Система смазки дизеля циркуляционная, действующая под давлением, создаваемым насосом 4 (рис. 12.14). Масло из поддона 5 дизеля направляется в холодильник 13, где его температура снижается на 15...20 °C. Охлажденное масло проходит через щелевой фильтр 10 и поступает в маслораздаточный коллектор 7 дизеля и далее к подшипникам коленчатого вала и другим деталям.

Система охлаждения тепловоза служит для отвода теплоты от дизеля, снижения температуры масла в водомасляных теплообменниках, а также подогрева топлива, масла и воздуха, подаваемого для обогрева кабины машиниста.

К вспомогательному электрическому оборудованию тепловоза также относятся двухмашинный агрегат, аккумуляторная батарея, контакторы, реле, регуляторы, контроллер, реверсор и другие устройства.

На отдельных участках железных дорог в качестве автономного тягового подвижного состава применяются дизельные поезда, автомотрисы, мотовозы и газотурбовозы.

*Дизельным поездом* называется постоянно сформированный состав с одним или двумя моторными вагонами и дизельной силовой установкой. На железных дорогах России эксплуатируются в основном четырехвагонные дизельные поезда ДР1 с гидравлической передачей. Их конструкционная скорость составляет 120 км/ч.

После распада СССР возникла проблема создания в России отечественного дизельного поезда.

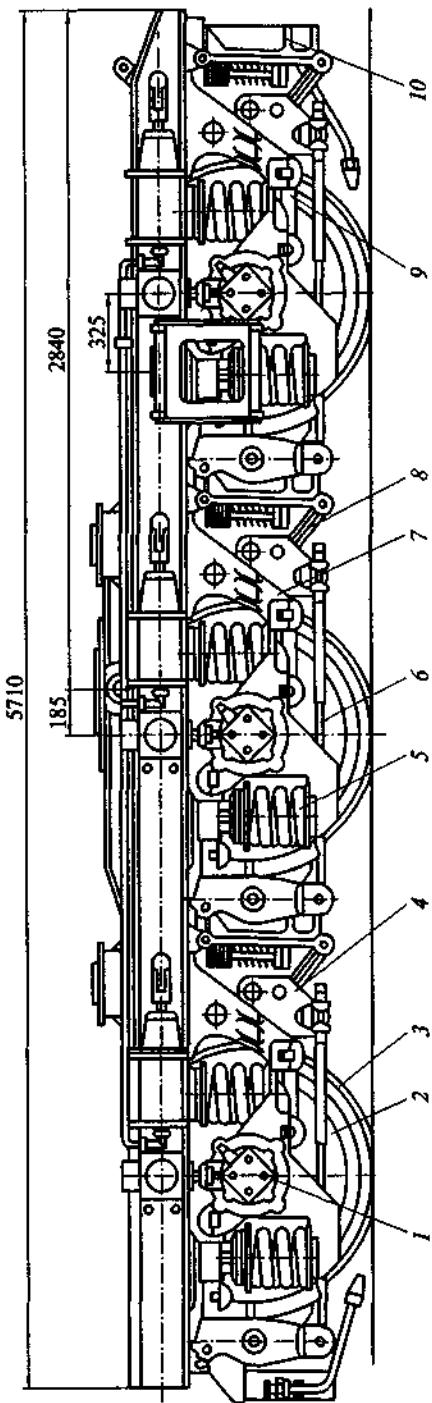


Рис. 12.11. Тележка тепловоза 2ТЭ10В:  
 1 — буксовый узел; 2 — колесный центр; 3 — бандаж; 4 — подвеска; 5 — комплект пружин; 6 — тяга; 7 — кронштейн; 8 — рычажная передача тормоза; 9 — воздуховод; 10 — буровой поводок; 10 — кронштейн полускки тяговых электродвигателей

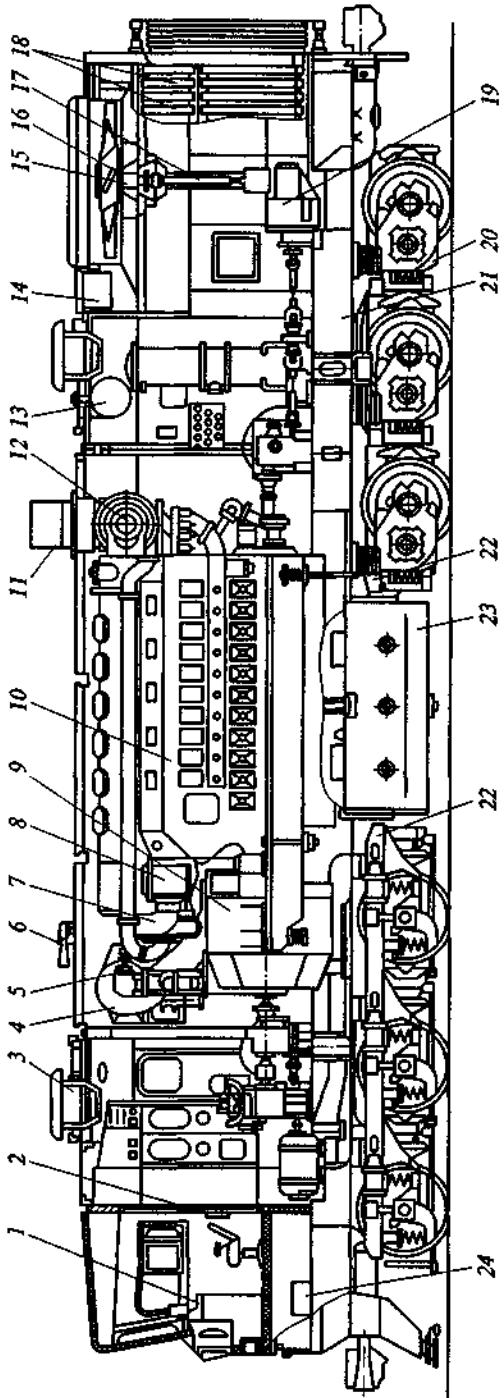


Рис. 12.12. Размещение оборудования на тепловозе 2ТЭ10В:

1 — пульт управления; 2 — ручной тормоз; 3 — вентилятор кузова; 4 — вентилятор охлаждения тягового генератора; 5 — редуктор вентилятора; 6 — телефон; 7 — центробежный нагнетатель; 8 — ходильник поддувочного воздуха; 9 — тяговый генератор; 10 — дизель; 11 — выпускная труба; 12 — турбокомпрессор; 13 — резервуар противопожарного агрегата; 14 — водяной бак; 15 — секции холодильника; 16 — колеса вентилятора; 17 — карданный вал; 18 — гидропривод вентилятора; 19 — ящик для фильтров; 20 — тяговый электродвигатель; 21 — рама; 22 — тележки; 23 — топливный бак; 24 — ящик дешифратора

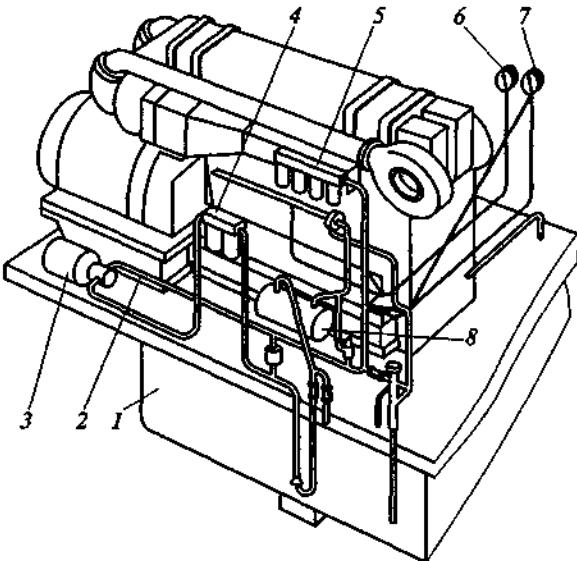


Рис. 12.13. Схема топливной системы тепловоза 2ТЭ10Л:

1 — топливный бак; 2 — нагнетательная труба; 3 — топливоподкачивающий агрегат; 4 — фильтр грубой очистки; 5 — фильтр тонкой очистки; 6, 7 — манометры; 8 — топливоподогреватель

*Автомотриса* представляет собой самодвижущийся вагон с двигателем внутреннего сгорания дизельного или карбюраторного типа, предназначенный для пассажирских или почтовых перевозок.

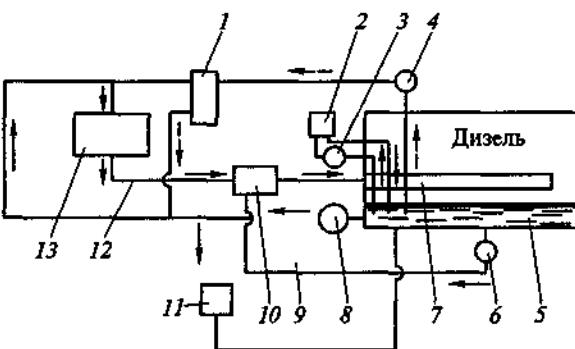


Рис. 12.14. Система смазки дизеля:

1 — маслоподогреватель; 2 — центрифуга; 3 — насос центрифуги; 4 — насос для прокачки масла через маслоподогреватель; 5 — поддон дизеля; 6 — насос для подкачки масла перед запуском; 7 — маслораздаточный коллектор; 8 — главный циркуляционный насос; 9 — трубопровод горячего масла; 10 — фильтр грубой очистки масла; 11 — фильтр тонкой очистки масла; 12 — трубопровод охлажденного масла; 13 — холодильник

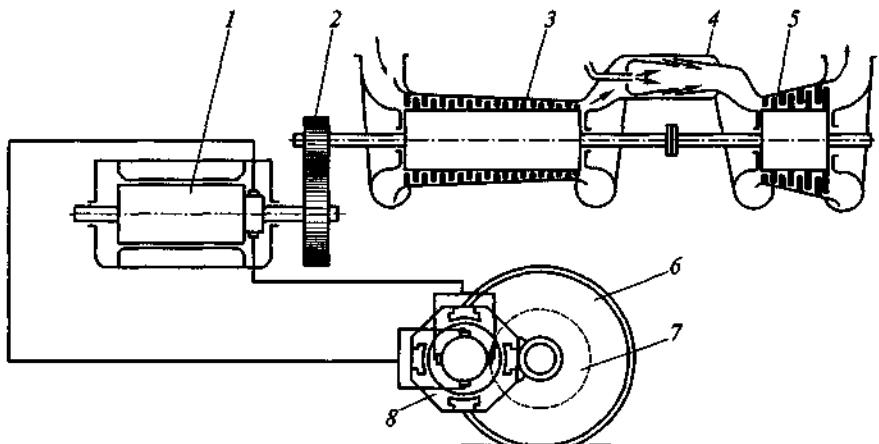


Рис. 12.15. Схема газотурбинной установки газотурбовоза с электрической передачей:

1 — генератор; 2 — редуктор; 3 — компрессор; 4 — камера сгорания; 5 — газовая турбина; 6 — ведущая колесная пара; 7 — зубчатая передача; 8 — тяговый электродвигатель

**Мотовозом** называется локомотив небольшой мощности, используемый для маневровой работы на железнодорожных станциях и подъездных путях промышленных предприятий.

**Газотурбовоз** представляет собой локомотив, у которого первичным двигателем является газовая турбина.

Принцип действия газотурбинной установки газотурбовоза с электрической передачей поясняет рис. 12.15. Воздух, сжатый в осевом компрессоре 3 до давления 600 кПа, поступает в камеру сгорания 4, где сжигается жидкое топливо. Продукты сгорания при температуре до 730 °С поступают на лопатки газовой турбины 5. Вырабатываемая мощность за вычетом мощности, потребляемой компрессором, передается генератору 1.

#### Контрольные вопросы

1. Что относится к механической части, а что — к электрическому оборудованию электровоза?
2. Какими дополнительными устройствами оборудованы электровозы и электропоезда переменного тока?
3. Каким образом регулируют скорость электровозов постоянного и переменного тока?
4. В чем состоит отличие электропоезда от электровоза?
5. Назовите основные части тепловоза.
6. Чем отличаются электрические передачи постоянного и постоянно-переменного тока?

## Глава 13

# ЛОКОМОТИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО

### 13.1. Общие сведения

Локомотивное хозяйство обеспечивает перевозочную работу железных дорог тяговыми средствами и содержание этих средств в соответствии с техническими требованиями. В состав этого хозяйства входят основные локомотивные депо, специализированные мастерские по ремонту отдельных узлов локомотивов, пункты технического обслуживания, экипировки локомотивов и смены бригад, базы запаса локомотивов. Под экипировкой понимают комплекс операций (по снабжению локомотивов топливом, водой, песком, смазочными и обтирочными материалами), связанных с их подготовкой к работе.

*Локомотивные депо* — это структурные единицы локомотивного хозяйства. Их сооружают на участковых, сортировочных и пассажирских станциях. Депо называется основным, если оно имеет приписной парк локомотивов для обслуживания грузовых или пассажирских поездов, производственные здания, мастерские и технические средства для выполнения текущего ремонта, технического обслуживания и экипировки.

По виду тяги различают тепловозные, электровозные, моторвагонные и смешанные депо. В крупных железнодорожных узлах со специализированными станциями — пассажирскими и сортировочными — предусматривают отдельные локомотивные депо для грузовых и пассажирских локомотивов.

В пунктах оборота локомотивы находятся в ожидании поездов для обратного следования с ними. За это время, как правило, проводится их техническое обслуживание, совмещаемое с экипировкой.

*Пункты смены бригад* предусматривают преимущественно на участковых станциях и размещают исходя из условия обеспечения установленной продолжительности работы бригад.

*Пункты экипировки* располагают на территории депо. Иногда экипировочные устройства размещают непосредственно на приемоотправочных путях для выполнения операций без отцепки локомотива от поезда.

*Пункты технического обслуживания локомотивов* размещают как в локомотивных депо, так и в пунктах оборота.

Согласно ПТЭ размещение и техническое оснащение локомотивных депо, пунктов технического обслуживания локомотивов,

мастерских, экипировочных устройств и других сооружений и устройств локомотивного хозяйства должны обеспечивать установленные размеры движения поездов, эффективное использование локомотивов и материальных ресурсов, высококачественный ремонт и техническое обслуживание, безопасные условия труда.

Все локомотивы, приписанные к дороге (депо) и числящиеся на ее балансе, образуют так называемый инвентарный парк, который подразделяется на эксплуатируемый и неэксплуатируемый. В состав эксплуатируемого парка входят локомотивы, находящиеся в работе, в процессе экипировки и технического обслуживания в течение установленной нормы времени приемки и сдачи локомотива, а также в ожидании работы. К неэксплуатируемому парку относятся локомотивы, находящиеся в ремонте и резерве управления дороги, в процессе пересылки в холодном состоянии и др.

В настоящее время основными проблемами локомотивного хозяйства являются физическое и моральное старение локомотивного парка (имеющийся инвентарный парк ОАО «РЖД» изношен более чем на 70 %) и отсутствие необходимых производственных мощностей отечественных заводов для выпуска новых локомотивов.

Для решения этих проблем в процессе реформирования железнодорожного транспорта подготовлена Программа создания и освоения производства новых локомотивов в 2004—2010 гг., предусматривающая продление сроков службы и модернизацию тепловозов и электровозов на локомотиворемонтных заводах, разработку и производство новых локомотивов за счет перепрофилирования и увеличения мощностей локомотивостроительных заводов.

В период до 2010 г. планируется провести реорганизацию локомотивных депо с разделением функций эксплуатации и ремонта, а также переоснащение базовых депо (по ремонту и эксплуатации локомотивов) согласно установленным техническим требованиям.

### **13.2. Обслуживание локомотивов и организация их работы**

Электровозы и тепловозы обслуживаются локомотивные бригады в составе машиниста и его помощника. Мотор-вагонные поезда, поездные и маневровые электровозы и тепловозы могут обслуживаться и одним машинистом при наличии устройств автоматической остановки, срабатывающих в случае внезапной потери машинистом способности вести поезд. При электрической и тепловозной тяге одна локомотивная бригада может обслуживать несколько локомотивов или постоянно соединенных секций, управляемых из одной кабины.

Основным способом обслуживания поездных локомотивов является сменная езда, при которой бригады не закрепляются за определенными локомотивами. Лишь при вспомогательных видах движения (маневровая работа, перевод составов с одной станции

узла на другую и т. п.) закрепляются две — четыре бригады. Сменная езда позволила значительно сократить непроизводительные простоя локомотивов, удлинить участки их обращения и вместе с тем улучшить условия труда и отдыха локомотивных бригад.

Продолжительность непрерывной работы поездных локомотивных бригад составляет 7...8 ч, и лишь в исключительных случаях допускается увеличение этой нормы до 12 ч. Если продолжительность непрерывной работы в оба конца превышает установленную норму, бригаде предоставляется отдых в пункте оборота длительностью не менее половины времени предшествовавшей работы.

Обслуживание поездов локомотивами осуществляется по определенной системе в зависимости от размещения основного депо и станции формирования, характера грузопотока и др. Когда основное депо расположено на граничной станции А участка обращения (рис. 13.1, а), локомотивы, приписанные к основному депо, следуют до участковых станций Б и В, являющихся пунктами оборота. На станцию А локомотив возвращается с поездом обратного направления. Здесь он отцепляется от состава и следует в депо для экипировки, технического обслуживания и смены локомотивной бригады, после чего подается на станцию к следующему составу. Способ обслуживания поездов по такой схеме называется *плечевой ездой*. Ее основными недостатками являются частые отцепки локомотивов от поездов, потери времени из-за захода на территорию депо, более продолжительное нахождение локомотивов в горловинах и на путях станции.

Для того чтобы уменьшить простоя локомотивов, на станциях основных депо стали применять схему *кольцевой езды* (рис. 13.1, б). В этом случае локомотивы не отцепляют от составов при прохождении станции основного депо, бригады меняются на станционных путях, а техническое обслуживание и экипировку локомотивов проводят в пунктах оборота. В основное депо локомотив заходит только для очередного технического обслуживания или текущего ремонта. Однако и при таком способе обслуживания локомотив следует по кольцу, охватывающему только два тяговых плеча, и резервы улучшения его использования полностью не реализуются.

Разновидностью кольцевого способа обслуживания поездов является *петлевой*, при использовании которого локомотив один раз

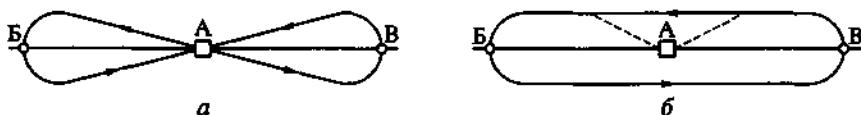


Рис. 13.1. Схемы обслуживания поездов локомотивами при плечевой (а) и кольцевой (б) езде:

А — основное депо; Б, В — оборотные депо; участки АБ, АВ — тяговые плечи



Рис. 13.2. Схема обслуживания поездов при колыцевой езде на удлиненном участке обращения локомотивов:

А — основное депо; Б, В — пункты оборота; Г, Д — пункты смены локомотивных бригад

за полный оборот заходит в основное депо для экипировки и технического обслуживания.

Благодаря тепловозной и особенно электрической тяге в сочетании с работой сменных бригад стало возможно применение наиболее эффективной схемы обслуживания поездов — *езды на удлиненных участках обращения локомотивов* (рис. 13.2). В этом случае локомотивы, не отцепленные от поезда, следуют по большому кольцу, охватывающему несколько участков работы бригад «своей» и других дорог.

На станции А расположено основное локомотивное депо, на станциях Б и В — пункты оборота, а на станциях Г и Д — пункты смены локомотивных бригад. Экипировку и техническое обслуживание локомотивов проводят без отцепки локомотива от поезда на станциях Б и В, а при необходимости — и на станциях смены бригад. В районах с разветвленной железнодорожной сетью с целью улучшения использования локомотивов несколько смежных участков их обращения объединяют в зону обращения (рис. 13.3). При этом локомотивы, приписанные к разным основным депо, входящим в зону обращения, работают по единому плану.

В настоящее время преобладает эксплуатация локомотивов на удлиненных участках обращения при сменной работе бригад. Протяженность этих участков устанавливают исходя из нормативной продолжительности работы локомотивов между техническими обслуживаниями и в зависимости от рода тяги, месторасположения

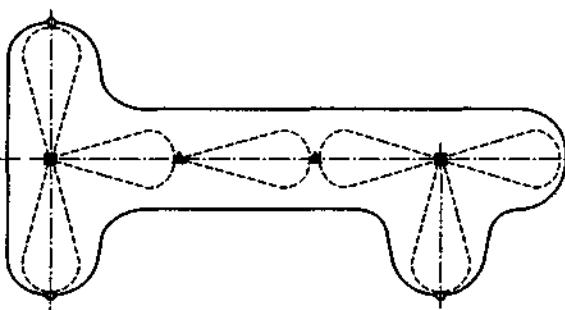


Рис. 13.3. Зона обращения локомотивов

станций формирования поездов, основных депо, наличия пунктовстыкования различных видов тяги и других факторов.

Работа локомотивов осуществляется по графику их оборота, который составляют на основе графика движения поездов с учетом условий труда и отдыха локомотивных бригад и установленного порядка технического обслуживания, экипировки и ремонта локомотивов.

В связи с реализацией структурной реформы на железнодорожном транспорте, укрупнением отделений и дорог сокращается число стыковых пунктов между ними, что позволяет увеличить участки обращения локомотивов и локомотивных бригад.

### **13.3. Экипировка, техническое обслуживание и ремонт локомотивов**

*Экипировка* электровозов заключается в снабжении их песком, смазочными и обтирочными материалами, наружной обмывке и обтирке. В экипировку тепловозов, кроме того, входит обеспечение их дизельным топливом и водой для охлаждения дизеля. Эту воду получают из химически обработанного конденсата пара.

Пробег электровоза и тепловоза между экипировками ограничивается запасом песка и топлива. Локомотивы экипируют на специально оборудованных путях или в закрытых экипировочных помещениях. В обоих случаях экипировочные устройства и канавы, оборудованные для осмотра ходовой части локомотива снизу, а для электровозов — и специальные площадки, предназначенные для осмотра токоприемников, располагаются таким образом, чтобы можно было совместить выполнение всех операций во времени (кроме экипировки песком). На рис. 13.4 представлена схема расположения устройств для проведения экипировки тепловозов, совмещенной с техническим осмотром.

Дизельное топливо хранится на складах в металлических сварных резервуарах вместимостью до 5000 м<sup>3</sup>. Из хранилищ оно подается насосом к раздаточным колонкам, а из них по резиновым шлангам — в топливные баки тепловозов.

Для снабжения локомотивов песком имеются склады сырого песка, пескосушилки, склады сухого песка, раздаточные бункера, компрессоры и вентиляторы для подачи песка от пескосушилок на склады сухого песка и в раздаточные бункера, откуда сухой песок самотеком поступает в песочницы локомотивов.

Смазочные масла хранят в наземных или подземных резервуарах, заполняющихся самотеком через приемные колодцы. Смазочные материалы подают из хранилищ на локомотивы насосами через специальные маслозаправочные колонки.

Для поддержания локомотивов в исправном состоянии на железных дорогах России организована система проведения *техни-*

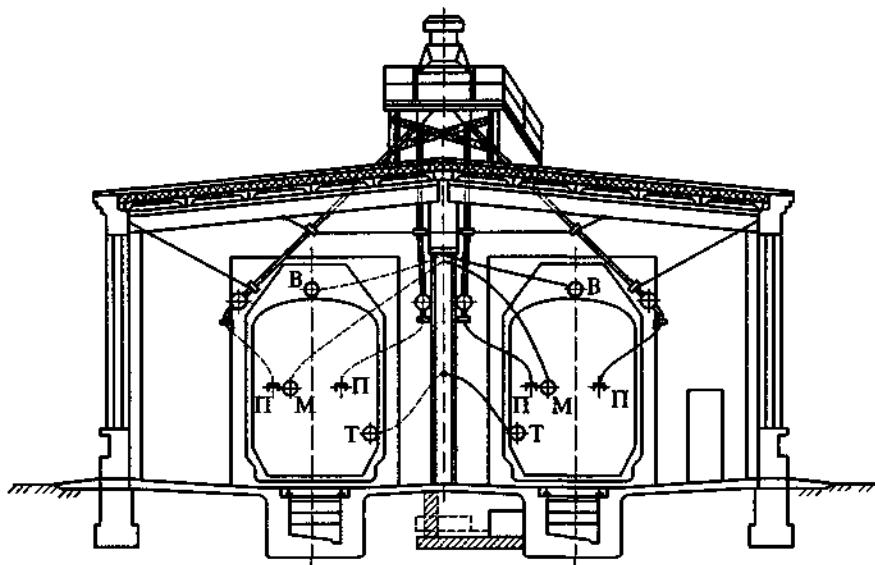


Рис. 13.4. Схема расположения экипировочных устройств для тепловозов в утепленном помещении:

Т, П, М, В — гибкие шланги для подачи соответственно топлива, песка, масла и воды

ческого обслуживания и текущего ремонта после определенного пробега или времени их работы. Для повышения качества, ускорения и удешевления ремонта локомотивов осуществляют концентрацию, кооперирование и специализацию деповского ремонта локомотивов, внедряют агрегатный метод ремонта с широким применением поточных форм организации производства и сетевого планирования.

При выполнении ремонта агрегатным методом основные узлы и агрегаты локомотива заменяют заранее подготовленными в заготовительном цехе депо.

Для электровозов, тепловозов и мотор-вагонного подвижного состава установлено несколько видов планово-предупредительного технического обслуживания (ТО-1, -2, -3, -4 и -5), текущего ремонта (ТР-1, -2, -3 и ТРС — текущий ремонт среднего объема) и капитального ремонта (КР-1, -2 и КРП — капитальный ремонт с продлением срока службы).

Цель проведения ТО-1, -2 и -3 — обеспечение работоспособности локомотивов в процессе эксплуатации. При этих видах технического обслуживания смазывают поверхности трения и осуществляют проверку ходовой части, тормозного оборудования, устройств автоматической локомотивной сигнализации, скоростемеров и других приборов. Техническое обслуживание ТО-4 пред-

назначено для обточки бандажей отдельных колесных пар с целью поддержания оптимальной величины проката и толщины гребня без выкатки из-под локомотивов или мотор-вагонного подвижного состава, а ТО-5 выполняют при подготовке локомотивов в запас (с консервацией для длительного хранения) и после изъятия их из запаса.

Техническое обслуживание ТО-1 осуществляется локомотивная бригада при приемке, сдаче и в процессе эксплуатации локомотива.

Техническое обслуживание ТО-2 проводится бригадой слесарей в специально оборудованных пунктах и, как правило, совмещается с экипировкой локомотива; ТО-3, -4, -5 и текущий ремонт выполняются в основных локомотивных депо комплексными бригадами с участием локомотивных бригад.

Периодичность технического обслуживания ТО-2 (от 48 ч до нескольких суток) устанавливает начальник дороги независимо от пробега. Продолжительность технического обслуживания ТО-2, ч, для пассажирских локомотивов и мотор-вагонного подвижного состава равна 2,0; для грузовых тепловозов ТЭ3, 2ТЭ10, 2ТЭ116 и 2ТЭ121 — 1,2; для трехсекционных локомотивов — 1,5; для остальных серий грузовых и маневровых локомотивов — 1,0.

Продолжительность технического обслуживания ТО-4 устанавливает начальник дороги с учетом конкретных условий из расчета 1,0...1,2 ч на обточку колесной пары.

В ходе текущего ремонта проводят ревизию, замену или восстановление отдельных узлов и деталей, регулировку и испытания, гарантирующие работоспособность локомотива в межремонтный период. В отличие от технического обслуживания, при котором узлы обычно не разбирают, в ходе текущего ремонта осмотр узлов сопровождается их разборкой.

*Капитальный ремонт КР-1* выполняют для восстановления эксплуатационных характеристик, замены или ремонта изношенных или поврежденных агрегатов, узлов и деталей. При капитальном ремонте КР-2 проводят полное оздоровление локомотива с заменой или восстановлением агрегатов, узлов и деталей и необходимую модернизацию. Капитальный ремонт локомотивов выполняют на локомотиворемонтных заводах.

Для содержания в исправном состоянии, обслуживания и ремонта приписанных локомотивов основные депо располагают ремонтными цехами, мастерскими, различного рода складами, административно-хозяйственными помещениями, необходимым путевым развитием и поворотными устройствами.

В ремонтных цехах имеются специальные стойла с канавами для осмотра и ремонта локомотивов. Мастерские для ремонта и изготовления различных деталей, оборудования и инструмента обычно примыкают к цехам, что упрощает транспортирование

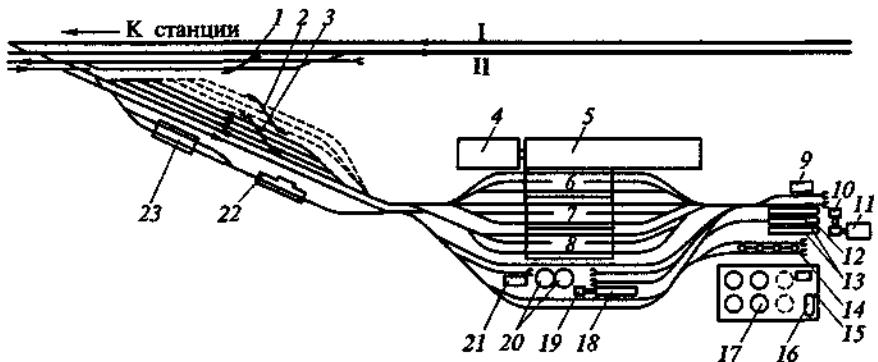


Рис. 13.5. Схема планировки тепловозного депо, оборудованного для проведения экипировки в помещении:

I, II — главные пути; 1 — пути стоянки пожарного и восстановительного поездов; 2 — пути стоянки локомотивов, находящихся в запасе; 3 — пути стоянки готовых к работе локомотивов; 4 — административно-бытовой корпус; 5 — мастерские депо; 6, 7 — стойла для проведения ТР-1, -2, ТО-3, -4 и -5; 8 — стойла для проведения ТО-2 и экипировки; 9 — пункт реостатных испытаний тепловозов; 10 — галерея для подачи угля в котельную; 11 — котельная; 12 — повышенный путь для разгрузки угля; 13 — склады угля; 14 — сливная эстакада; 15 — насосная для дизельного топлива; 16 — железобетонные резервуары для воды; 17 — резервуары для дизельного топлива; 18 — склад сырого песка; 19 — пескосушка; 20 — склад сухого песка; 21 — склад масел; 22 — обмывочная площадка; 23 — площадка для внутренней уборки и обдувки локомотивов

деталей и узлов. В электровозных и тепловозных депо (рис. 13.5) имеются цехи для выполнения текущего ремонта и технического обслуживания локомотивов.

При мастерских организуют специализированные отделения для ремонта различных узлов и деталей локомотивов и их оборудования.

Весьма эффективным с точки зрения комплексной механизации и автоматизации производства при ремонте локомотивов является использование промышленных роботов для выполнения технологических операций, например, при ремонте электродвигателей, шатунно-поршневой группы, аккумуляторов, колесномоторных блоков, букс с роликовыми подшипниками и т. д.

#### 13.4. Восстановительные и пожарные поезда

На ряде станций находятся в постоянной готовности разнообразные восстановительные средства, применяемые при ликвидации последствий крушений и аварий на участках дорог и размещаемые в большинстве случаев на территории локомотивных хозяйств.

К таким средствам относятся восстановительные и пожарные поезда, автодрезины и автомобили для восстановления пути, кон-

тактной сети и линий связи, обслуживаемые аварийно-полевыми командами.

В состав восстановительного поезда входят подъемные краны грузоподъемностью до 250 т, санитарный вагон, вагон-электростанция с прожекторной установкой, крытые вагоны и платформы с подъемно-транспортными машинами, оборудованием и запасом элементов верхнего строения пути.

В этих поездах предусмотрены штат постоянных работников во главе с начальником поезда и аварийно-полевые команды, комплектуемые из неосвобожденных работников — слесарей депо, работников пути и электромехаников. Восстановительные поезда стоят на таких путях, с которых они могут быть отправлены в любом направлении, примыкающем к станции, без каких-либо маневров.

Пожарные поезда имеют в своем составе цистерны, а также мощное насосное и противопожарное оборудование. Они предназначены для тушения пожаров на железных дорогах.

#### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные сооружения и устройства локомотивного хозяйства.
2. Какие требования предъявляются согласно ПТЭ к устройствам локомотивного хозяйства?
3. Какой способ обслуживания локомотивов локомотивными бригадами является основным?
4. Какую роль играет удлинение участков обращения локомотивов и локомотивных бригад?
5. В чем заключается экипировка электровозов и тепловозов?
6. Перечислите основные виды технического обслуживания и ремонта локомотивов.

## Глава 14

### ВАГОНЫ

#### 14.1. Классификация и основные типы вагонов

В состав вагонного парка входят пассажирские и грузовые вагоны.

В зависимости от технических характеристик вагоны классифицируют следующим образом: по числу осей (четырех-, шести-, восьми- и многоосные); по виду материала и технологии изготовления кузова (цельнометаллические, с деревянной или металлической обшивкой, с кузовом из легких сплавов); по грузоподъемности, массе тары вагона, нагрузке на 1 пог. м пути, габариту подвижного состава и другим показателям.

Парк пассажирских вагонов включает в себя цельнометаллические четырехосные вагоны для перевозки пассажиров, вагоны-рестораны, почтовые, багажные, почтово-багажные вагоны и вагоны специального назначения (вагоны-клубы, вагоны-лаборатории, служебные, санитарные и др.).

Устройство *пассажирских вагонов* зависит от дальности перевозок. По назначению эти вагоны бывают дальнего, межобластного и пригородного сообщения. Вагоны дальнего следования (рис. 14.1) подразделяют на мягкие и жесткие, купейные (два или четыре места в купе) и некупейные. В вагонах межобластного сообщения мягкие кресла расположены в общем пассажирском салоне.

Пассажирские вагоны оборудованы устройствами отопления, вентиляции и освещения. Отопление может быть водяным или электрическим. В вагонах современной постройки применяется комбинированное водяное отопление (нагрев воды может осуществляться электронагревателем и твердым топливом). Вагоны оборудованы приточной принудительной вентиляцией (подогретый и очищенный воздух подается по воздушному желобу во все отделения вагона) и специальными установками для кондиционирования воздуха. Такие установки обеспечивают определенную влажность и температуру воздуха при давлении, несколько превышающем атмосферное, что предотвращает попадание наружного воздуха в вагон через негерметичные соединения.

Освещение в пассажирских вагонах электрическое. Электроэнергию для каждого вагона вырабатывают генераторы, приводимые в действие от оси колесной пары вагона или специального вагона-электростанции, находящегося в поезде. В электропоездах вагоны освещаются от контактной сети через специальные установки,

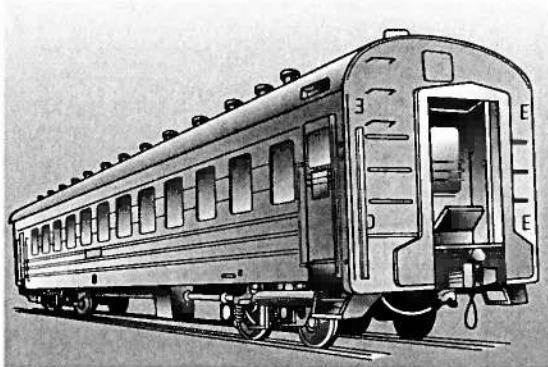


Рис. 14.1. Цельнометаллический пассажирский четырехосный вагон дальнего следования

расположенные в моторных вагонах. На станциях и при малой скорости следования питание вагонов электроэнергией происходит от аккумуляторных батарей, заряжаемых во время движения. В последнее время широкое распространение нашло люминесцентное освещение.

В состав парка *грузовых вагонов* входят крытые вагоны, платформы, полувагоны, цистерны, изотермические вагоны и вагоны специального назначения.

**Крытые вагоны** предназначены для перевозки разнообразных грузов, обеспечения их сохранности и защиты от воздействия атмосферы. Эти вагоны, оснащенные соответствующим оборудованием, могут быть использованы и для массовой перевозки людей. Кузов крытого вагона имеет в каждой из боковых стен задвижные двери и по два люка с металлическими крышками. Люки слу-

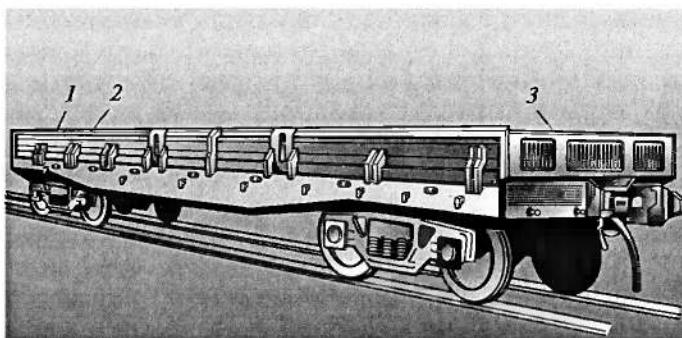


Рис. 14.2. Четырехосная платформа с цельнометаллическими бортами:  
1 — боковой откидной борт, 2 — ограничители бортов; 3 — торцевой откидной борт

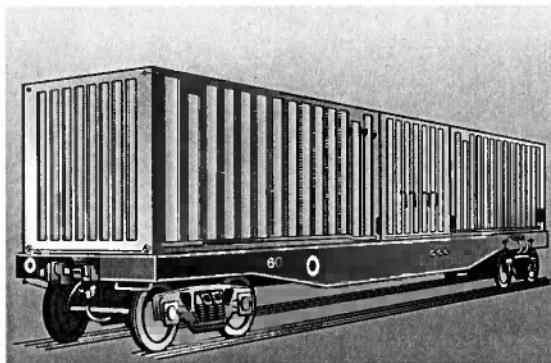


Рис. 14.3. Специальная платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров

жат для освещения, вентиляции и загрузки вагонов сыпучими грузами. Крытые вагоны, выпускаемые в настоящее время, имеют металлический кузов и расширенный дверной проем. Грузоподъемность вагона 68 т, вместимость кузова 140 м<sup>3</sup>.

На платформах (рис. 14.2) перевозят длинномерные, громоздкие и тяжеловесные грузы. Платформы оборудуют невысокими откидными металлическими бортами и приспособлениями для установки стоек, необходимых при перевозке бревен, столбов, досок и т. п. Грузоподъемность современных платформ составляет 70...72 т. Для перевозки крупнотоннажных контейнеров массой брутто 10, 20 и 30 т выпускают специальные четырехосные платформы (рис. 14.3), снабженные фитингами — устройствами для установки и крепления контейнеров.

Полувагоны — наиболее распространенный тип вагонов грузового парка. Они служат в основном для перевозки навалочных сыпучих грузов, таких, как уголь, руда, кокс, щебень, гравий и др. В полукузова, вдоль боковых стен, предусмотрены разгрузочные люки, через которые сыпучий груз самотеком разгружается по обе стороны полувагона. Погрузку в полувагон длинномерных грузов и самоходного транспорта осуществляют через двери.

На железных дорогах применяют четырех- и восьмiosные полувагоны (рис. 14.4), у которых боковые стены и торцевые двери кузова имеют металлическую обшивку. Выпускают также полувагоны с глухим кузовом, без разгрузочных люков; их разгружают на вагоноопрокидывателях.

Разновидностью полувагонов являются так называемые вагоны-хопперы (рис. 14.5) для перевозки сыпучих и пылевидных грузов (щебень, гравий, песок, цемент, зерно и др.) грузоподъемностью 50 т. Хопперы имеют высокие боковые стены. Для перевозки грузов, которые необходимо защитить от атмосферных осад-

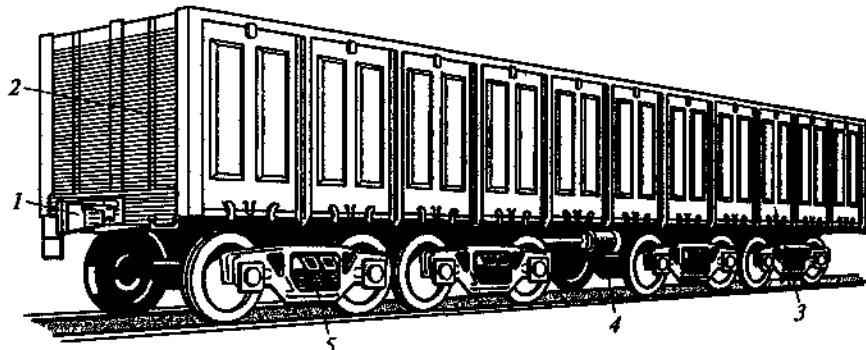


Рис. 14.4. Восьмиосный полувагон грузоподъемностью 125 т:

1 — автосцепка, 2 — кузов, 3 — рама кузова, 4 — двухосная тележка, 5 — тормозной цилиндр

ков, используют полувагоны с крышей. Их торцевые стены наклонены к середине вагона, где расположены разгрузочные люки.

На внутренних путях крупных металлургических заводов руду и строительные сыпучие материалы перевозят преимущественно полувагонами-самосвалами, называемыми думпкарами. Это четырехосные полувагоны грузоподъемностью 60 т и более с кузовом прямоугольной формы, снабженные пневматическим устройством для разгрузки, при выполнении которой кузов наклоняется и одновременно открывается борт с соответствующей стороны.

Жидкие грузы (нефть, керосин, бензин, масло, кислоты и т. п.) перевозят в цистернах. Цистерна представляет собой специальный металлический сварной резервуар (котел) цилиндрической формы, имеющий в верхней части люки для наливания груза, очистки и ремонта. Разнообразие грузов обуславливает существенные различия в конструкции цистерн.

В зависимости от вида перевозимых грузов цистерны могут быть разделены на две группы:

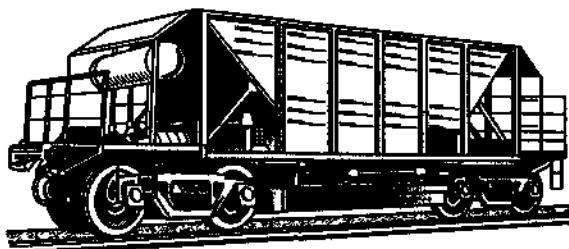


Рис. 14.5. Хоппер-дозатор ЦНИИ-ДВЗ

- общего назначения — для перевозки нефтепродуктов широкой номенклатуры;
- специальные — для перевозки отдельных видов грузов.

Цистерны общего назначения подразделяют на используемые для перевозки светлых (бензин, лигроин и т. п.) и темных (нефть, минеральные масла и т. п.) нефтепродуктов. Внутренняя поверхность цистерн, в которых перевозят кислоты, покрыта защитным слоем (резина, свинец), предохраняющим металл от разрушающего действия кислот. В этих же целях котлы цистерн изготавливают из кислотоупорных металлов — коррозионно-стойкой стали, алюминия. Цистерны для перевозки молока выполняют из аналогичной стали, покрытой снаружи теплоизолирующим слоем.

Вязкие нефтепродукты перевозят в цистернах, оборудованных паровой рубашкой, что значительно упрощает и ускоряет слив предварительно разогретых грузов. Четырехосные цистерны имеют котел вместимостью 72 м<sup>3</sup>. Применяются и восьмиосные цистерны с котлом вместимостью 134 м<sup>3</sup> (рис. 14.6).

Изотермические вагоны используют в летнее время для перевозки скоропортящихся грузов (мясо, рыба и др.), а зимой — грузов, теряющих свои качества при замерзании (овощи, фрукты, молоко и др.). Для поддержания в вагонах необходимой температуры их оборудуют приборами охлаждения и отопления, а кузова снабжают тепловой изоляцией.

Изотермические вагоны соединяют в рефрижераторные секции по пять единиц. При этом в одном вагоне размещаются обслуживающая бригада механиков, дизель-электростанция и холодильное оборудование.

Для перевозки скоропортящихся грузов применяют также автономные рефрижераторные вагоны (рис. 14.7), оборудованные холодильными агрегатами и дизель-генераторными установками с автоматическим (без обслуживающего персонала) управлением.

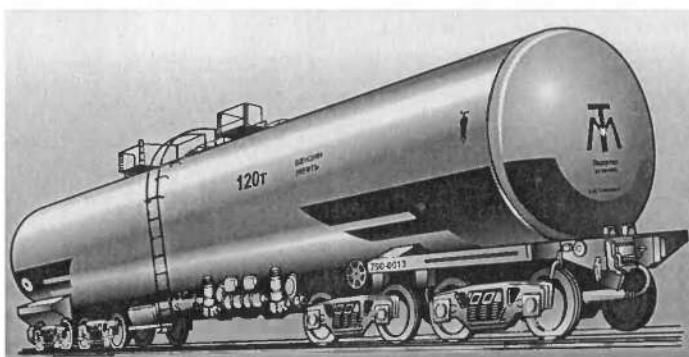


Рис. 14.6. Восьмиосная цистерна

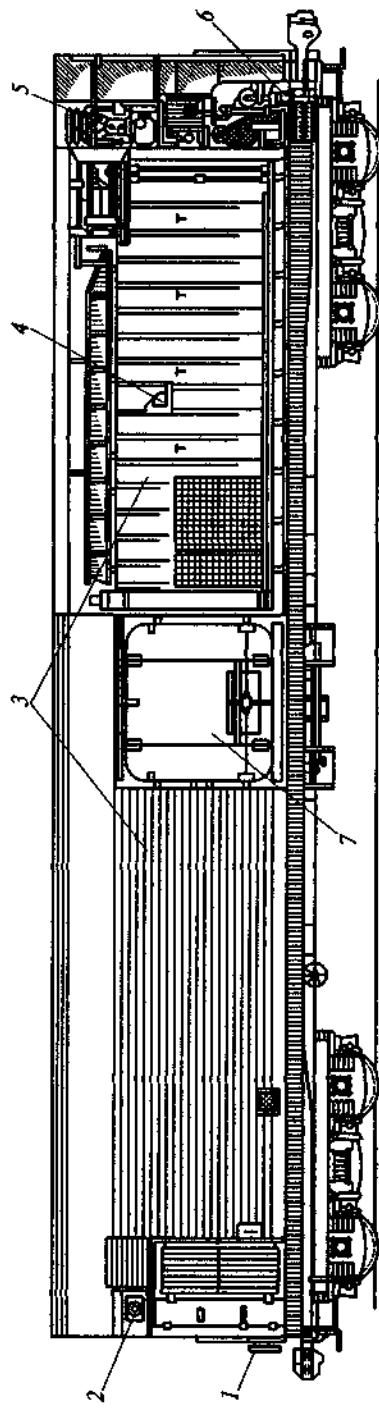


Рис. 14.7. Автономный рефрижераторный вагон:  
1 — розетка для подключения к внешней сети; 2 — сигнальная лампочка; 3 — грузовое помещение; 4 — термостат для регулирования температуры в грузовом помещении; 5 — ходильная установка; 6 — дизель-генератор; 7 — дверь

Помимо универсальных изотермических вагонов, используемых для перевозки скоропортящихся грузов, находятся в эксплуатации и специализированные вагоны для транспортирования живой рыбы, молочных и других продуктов.

Вагоны специального назначения предназначены для грузов, требующих особых условий перевозки. Например, транспортерами перевозят громоздкие и тяжеловесные машины и оборудование. Транспортеры (рис. 14.8) — это многоосные платформы (12, 16, 20 и более осей) грузоподъемностью 130, 180, 230 и 300 т. К специальным относятся также вагоны для перевозки скота, живой рыбы, битума, легковых автомобилей и вагоны, предназначенные для технических и бытовых нужд железных дорог: вагоны-мастерские, вагоны восстановительных и пожарных поездов. Состав оборудования этих вагонов определяется их назначением.

Для перевозки различных грузов, в том числе штучных изделий, домашних вещей и др., используют деревянные или металлические контейнеры с массой брутто 3, 5, 20 т и более. При перевозке на платформах или в полувагонах контейнеры закрепляют соответствующими приспособлениями. Чтобы избежать перегрузки из вагонов в автомашины, применяют специальные контейнеры большой грузоподъемности, приспособленные для подкатки под них автомобильных шасси. Такие контейнеры называют кон-трайдерами.

В последние годы начат выпуск вагонов нового поколения, к которым можно отнести вагоны с раздвижными колесными парами, крытые вагоны с открывающейся или сдвигающейся крышей и со встроенными ленточными конвейерами для полной механизации выгрузки картофеля, овощей и фруктов, платформы со спе-

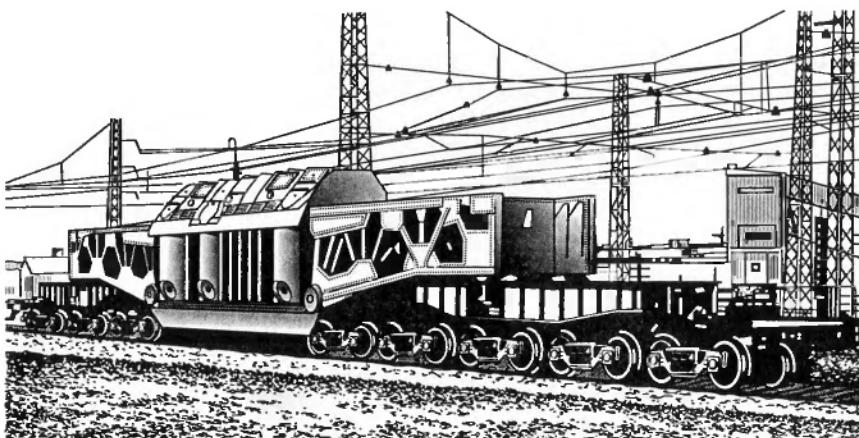


Рис. 14.8. Двадцатиосный транспортер

циальными стационарными приспособлениями для перевозки лесоматериалов и металлоконструкций, специальные вагоны с кузовами-амфибиями для транспортирования навалочных грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении.

## 14.2. Технико-экономические показатели вагонов

Основными показателями, необходимыми для технико-экономической оценки конструкции и эксплуатационных особенностей вагонов, являются число осей, грузоподъемность, тара, коэффициент тары, удельный объем кузова, удельная площадь пола, давление колесной пары на рельсы, давление вагона, приходящееся на 1 пог. м пути.

С числом осей связана *грузоподъемность* вагона — наибольшая масса груза, которая может быть перевезена, исходя из прочности конструкции вагона. Достоинства вагонов большой грузоподъемности таковы:

- меньшее удельное сопротивление движению, за счет чего сокращается расход электроэнергии и топлива, потребляемых локомотивами;
- большая погонная нагрузка, т.е. масса поезда возрастает при неизменной длине станционных путей;
- снижение металлоемкости конструкции на единицу грузоподъемности на 10...15 %;
- сокращение расходов на ремонт и содержание вагонов на 10...20 %;
- снижение затрат на маневровую работу, взвешивание вагонов и оформление перевозочной документации.

Сумма грузоподъемности вагона (масса нетто) и его тары составляет массу вагона брутто. Уменьшение тары вагонов, представляющее собой одну из основных задач вагоностроения, обеспечивает увеличение грузоподъемности грузовых вагонов и, следовательно, повышение провозной способности железных дорог, экономию металла, необходимого для постройки вагонов, электроэнергии и топлива, расходуемых локомотивами при перевозке, а также снижение себестоимости перевозок.

Наиболее важным показателем, характеризующим технико-экономическую эффективность вагона, является *коэффициент тары*

$$K_t = T/P,$$

где  $T$  — тара вагона;  $P$  — его грузоподъемность.

Этот коэффициент показывает, какая часть массы вагона приходится на каждую тонну его грузоподъемности. Чем меньше коэффициент тары, тем экономичнее вагон. Для пассажирских вагонов коэффициент тары определяется как отношение тары вагона к числу мест.

Показателем вместимости вагона служит *удельный объем кузова*  $v_y$ , а у платформ — *удельная площадь пола*  $f_y$ :

$$v_y = V/P; \quad f_y = F/P,$$

где  $V$  — вместимость кузова вагона;  $F$  — площадь пола платформы.

Воздействие вагонов на верхнее строение пути и искусственные сооружения (мосты, путепроводы) характеризуется силой, с которой колесная пара действует на рельсы, т. е. *осевым давлением*, и *давлением на 1 пог. м пути*.

Допустимая нагрузка зависит от прочности железнодорожного пути и мощности элементов его верхнего строения (иначе говоря, от типа рельсов, числа шпал на 1 км пути, вида балласта). Исходя из этого, сила, с которой колесная пара действует на рельс, для грузовых вагонов на наших дорогах ограничена 228 кН. Допустимая нагрузка определяется прочностью искусственных сооружений и для основных типов вагонов составляет 88 кН на 1 пог. м пути.

Возрастание допустимой нагрузки позволяет при той же длине станционных путей увеличить массу поездов и, следовательно, повысить провозную способность железной дороги. Таким образом, допустимая нагрузка определяет и грузоподъемность вагонов.

При проектировании вагонов устанавливают исходя из заданного габарита подвижного состава объем кузова, а для платформ — площадь пола и затем по этим данным находят внутренние размеры вагонов.

При выборе длины вагона учитывают вынос его кузова в кривых участках пути и условия размещения в вагонах грузов и контейнеров.

Таблица 14.1

Тип вагона	Число осей	Тара, т	Грузоподъемность, т	Коэффициент тары	Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	Длина вагона, м
Крытый	4	22,9	64	0,35	90...120	14,73
Полувагон	4	22,1	65	0,34	72,5	13,92
»	8	45,5	125	0,35	137,5	20,24
Платформа	4	21,0	62...66	0,32	36,8*	14,62
Цистерна	4	23,1	62	0,39	72,7	12,02
»	8	48,8	120	0,41	137,2	21,12
Транспортер	20	142,0	300	0,47	—	45,0

\* Указана площадь пола, м<sup>2</sup>.

Таблица 14.2

Тип вагона	Тара, т	Число мест	Длина, м
Мягкий с четырехместным купе	56,5	32	24,540
Жесткий с четырехместным купе	52	38	24,537
Некупейный	54	54	24,537
Межобластного сообщения	47	68	24,537
Мягкий с двухместным купе	62	16	24,537

Основные характеристики и технико-экономические показатели наиболее распространенных конструкций грузовых вагонов приведены в табл. 14.1, а пассажирских — в табл. 14.2.

### 14.3. Основные элементы вагонов

Любые вагоны независимо от их назначения и конструкции имеют следующие общие элементы:

- ходовую часть, воспринимающую нагрузку от вагона и обеспечивающую его безопасное и плавное движение;
- раму, воспринимающую нагрузку от кузова вместе с грузом и передающую на ходовую часть вертикальное и горизонтальное усилия, действующие на вагон;
- кузов, предназначенный для размещения в нем пассажиров или грузов;
- ударно-тяговые приборы, служащие для сцепления вагонов друг с другом и с локомотивом и ослабления растягивающих и сжимающих усилий, передаваемых от локомотива и от одного вагона другому;
- тормоза и тормозное оборудование, обеспечивающие уменьшение скорости движения или остановку поезда.

Ходовая часть вагона включает в себя колесные пары, буксы с подшипниками и рессорное подвешивание, объединенные рамой в тележки.

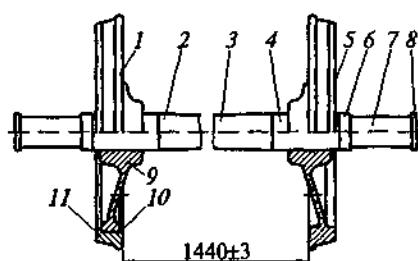


Рис. 14.9. Колесная пара:

1 — бандажное колесо; 2 — вагонная ось; 3 — средняя часть; 4 — подступичная часть; 5 — цельнокатаное колесо; 6 — предподступичная часть; 7 — шейка оси; 8 — бурт, 9 — колесный центр; 10 — кольцо для закрепления бандажа; 11 — бандаж

Колесная пара, состоящая из оси и двух наглухо закрепленных на ней колес диаметром 950...1050 мм (рис. 14.9), воспринимает все нагрузки, передающиеся от вагона на рельсы. Поверхность катания колес (рис. 14.10) имеет коническую форму, что способствует сохранению во время движения среднего положения колесной пары в колее, облегчает прохождение в кривых и обеспечивает более равномерный прокат по ширине колеса. С внутренней стороны поверхность катания ограничена гребнем, не допускающим схода колесной пары с рельсов.

Для передачи давления от вагона на шейки осей колесных пар, а также ограничения продольного и поперечного перемещения колесной пары служат буксы (рис. 14.11).

Для смягчения ударов и уменьшения амплитуды колебаний вагона при прохождении по неровностям пути между рамой вагона и колесной парой размещают систему упругих элементов и гасителей колебаний (рессорное подвешивание). В качестве упругих элементов применяют винтовые пружины, листовые рессоры, резино-металлические элементы и пневматические рессоры (резинокордовые оболочки, заполненные воздухом).

Рессоры изготавливают из специальных сортов стали и подвергают термической обработке. Наиболее распространены цилиндрические пружинные рессоры с круглым сечением витков и одним или двумя рядами пружин (рис. 14.12). По сравнению с листовыми рессорами они при меньших габаритах и массе обеспечивают необходимую упругость и совместно с гасителями колебаний способствуют плавному ходу вагона.

Листовые рессоры составляют из нескольких наложенных одна на другую стальных полос разной длины и соединенных посередине шпилькой и хомутом. По форме листовые рессоры подразделяются на незамкнутые и замкнутые, или эллиптические (рис. 14.13), состоящие из нескольких незамкнутых листовых рессор, соединенных друг с другом концами коренных листов.

Гасители колебаний предназначены для создания сил, обеспечивающих устранение или уменьшение амплитуды колебаний вагона или его частей. На дорогах России наиболее широкое применение находят гидравлические и фрикционные гасители колебаний. Принцип действия гидравлических гасителей заключается в последовательном перемещении вязкой жидкости под действием

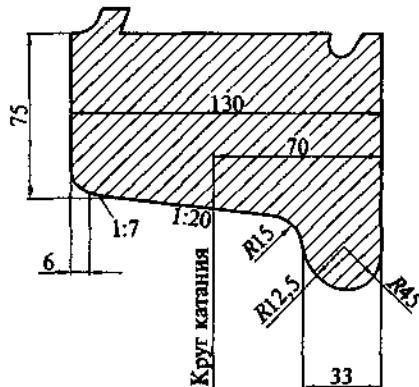


Рис. 14.10. Профиль бандажа и поверхности катания колеса

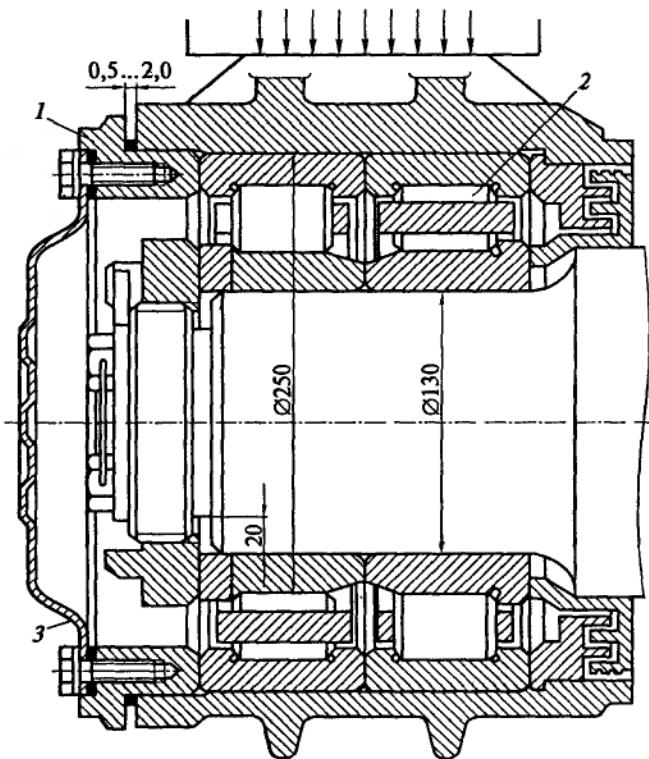


Рис. 14.11. Букса с роликовым подшипником:  
1 — корпус; 2 — ролик; 3 — смотровая крышка

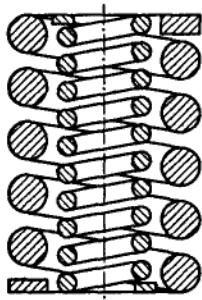


Рис. 14.12. Двухрядная пружинная рессора

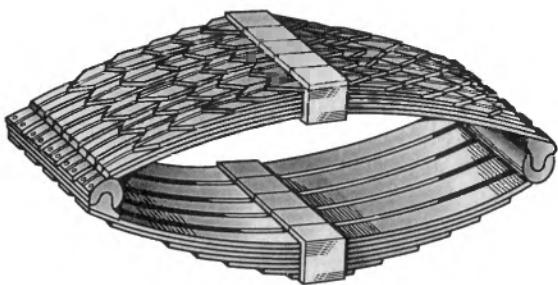


Рис. 14.13. Листовая замкнутая рессора

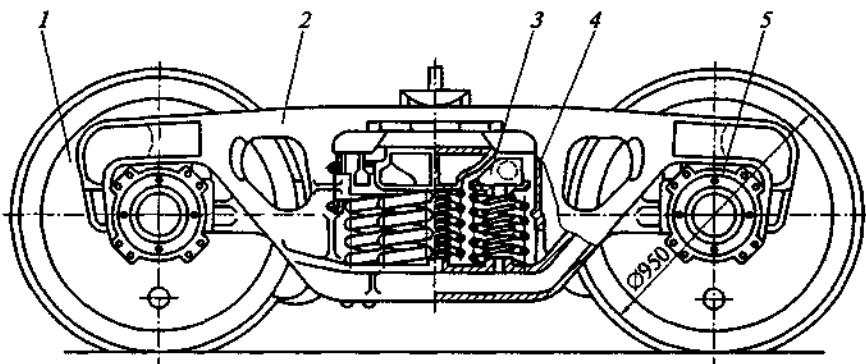


Рис. 14.14. Тележка типа ЦНИИ-Х3-0:

1 — колесная пара; 2 — боковина; 3 — рессорный комплект; 4 — клиновой гаситель колебаний; 5 — букса

растягивающих или сжимающих сил с помощью поршневой системы из одной полости цилиндра в другую. Такие гасители устанавливают в тележках пассажирских вагонов совместно с пружинными рессорами.

В тележках грузовых вагонов с фрикционными гасителями колебаний силы трения возникают при вертикальном и горизонтальном перемещениях клиньев гасителя, трущихся о фрикционные планки, укрепленные на колонках боковин тележек (рис. 14.14).

Для смягчения боковых толчков от набегания гребня колес на рельсы при входе в кривые тележки пассажирских вагонов оборудуют возвращающими устройствами (люльками). Вагоны с такими тележками (рис. 14.15), снабженными гидравлическими амортизаторами, успешно эксплуатируются на пассажирских поездах, развивающих скорость до 160 км/ч.

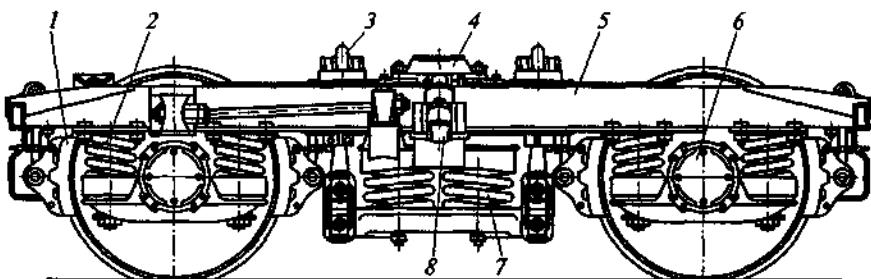


Рис. 14.15. Тележка пассажирского вагона КВЗ-ЦНИИ:

1 — тормозная колодка; 2 — буксовое рессорное подвешивание; 3 — скользун; 4 — подпятник; 5 — рама; 6 — букса; 7 — центральное рессорное подвешивание; 8 — гаситель колебаний

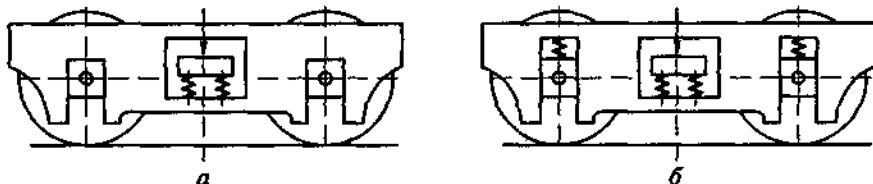


Рис. 14.16. Схемы рессорного подвешивания тележек:  
а — одинарное; б — двойное

Тележки грузовых вагонов не имеют листочного устройства. В таких вагонах широко применяются тележки типа ЦНИИ-Х3-0 с фрикционными клиновыми гасителями колебаний (см. рис. 14.14).

Тележки грузовых вагонов имеют, как правило, одинарное рессорное подвешивание, размещаемое под поперечной балкой (рис. 14.16, а), а тележки пассажирских вагонов — двойное (рис. 14.16, б), обеспечивающее большую плавность хода.

Рама вагона является основанием кузова и несущей конструкцией, состоящей из жестко связанных между собой продольных и поперечных балок (рис. 14.17). К раме крепят ударно-тяговые приборы и тормозное оборудование.

Форма кузова вагона зависит от его назначения. Боковые стены кузова опираются на раму, имеют стальную обрешетку, к которой крепится металлическая обшивка. В грузовых вагонах металлическая обрешетка стен и жестко связанная с ними рама составляют несущую конструкцию, находящуюся под воздействием вертикальных сжимающих и растягивающих сил. В пассажирских цельнометаллических вагонах несущими элементами являются боковые стены, пол и крыша. Для придания большей жесткости стенам вагона их изготавливают из гофрированных полос стали.

*Ударно-тяговые приборы* служат для сцепления вагонов и локомотивов, удерживания их на определенном расстоянии друг от друга, ослабления растягивающих и сжимающих усилий, возникающих при перемещении подвижного состава, и передачи их от одного вагона к другому.

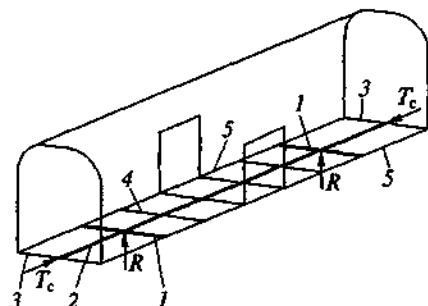


Рис. 14.17. Схема рамы и кузова вагона:

1 — шкворневые балки; 2 — хребтовая балка; 3 — концевые поперечные балки; 4 — промежуточная поперечная балка; 5 — продольная боковая балка;  $T_c$  — продольные силы;  $R$  — реакция пути

В качестве объединенных ударного и тягового устройств на подвижном составе железных дорог России принята автоматическая сцепка типа СА-3.

Автоматическая сцепка (рис. 14.18) размещается посередине поперечной балки на конце рамы вагона и имеет следующие основные части: корпус и расположенный в нем механизм сцепления, расцепной привод, ударно-центрирующий прибор, упражненное устройство с поглощающим аппаратом и опорные части.

Сцепление вагонов друг с другом или с локомотивом происходит автоматически при нажатии или соударении, расцепление же осуществляется поворотом расцепного рычага, расположенного сбоку вагона или локомотива.

Корпус автосцепки представляет собой пустотелую стальную отливку, состоящую из головной части, в которой помещается механизм сцепления, и хвостовика, предназначенного для соединения с упражненным устройством.

Ударно-центрирующий прибор воспринимает сжимающие усилия от корпуса автосцепки, а также возвращает отклоненный корпус из крайних положений в среднее при прохождении вагоном кривых малого радиуса.

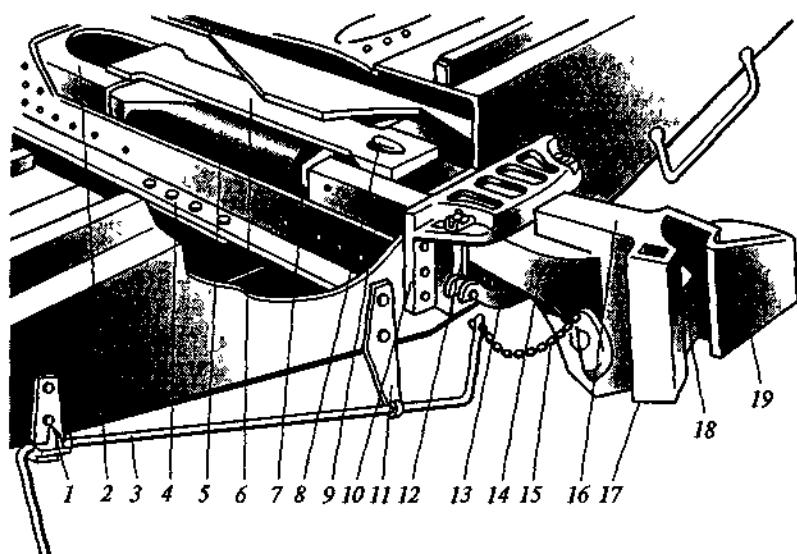


Рис. 14.18. Автоматическая сцепка вагона:

1 — кронштейн; 2 — задний упор; 3 — расцепной рычаг; 4 — поддерживающая планка; 5 — поглощающий аппарат; 6 — тяговый хомут; 7 — упорная плита; 8 — клин; 9 — передний упор; 10 — ударная розетка; 11 — державка; 12 — маятниковая подвеска; 13 — центрирующая балка; 14 — корпус автосцепки; 15 — цепь; 16 — упор, 17 — малый зуб; 18 — замок; 19 — большой зуб

Упряжное устройство ослабляет и передает ударно-тяговые усилия на раму вагона. Оно располагается между щвеллерами хребтовой балки и состоит из клина 8 (см. рис. 14.18), тягового хомута 6, упорной плиты 7, поглощающего аппарата 5 и опорных частей — переднего 9 и заднего 2 упоров и поддерживающей планки 4.

Поглощающий аппарат автосцепки ослабляет сжимающие и растягивающие усилия, передаваемые на раму вагона. В грузовых вагонах обычно применяют пружинно-фрикционный (рис. 14.19), а в пассажирских — резинометаллический поглощающий аппарат автосцепки.

*Тормоза и тормозное оборудование* служат для уменьшения скорости движения поезда или его остановки. Для железнодорожного подвижного состава характерны три вида торможения:

- фрикционное с пневматическим приводом, основанное на действии силы трения между тормозными колодками или дисками и вращающимися колесами;
- реверсивное (электрическое), связанное с использованием силы инерции поезда для выработки электровозом энергии, которая либо поглощается специальными резисторами, либо возвращается в контактную сеть;
- электромагнитное, которое происходит вследствие воздействия электромагнитных устройств на рельсы.

Основным видом торможения является фрикционное с пневматическим приводом. Принцип действия пневматических фрикционных тормозов заключается в том, что сжатый до давления 500 ... 550 кПа воздух, вырабатываемый компрессором локомотива, подается по тормозной магистрали поезда в тормозные цилиндры, имеющиеся в каждом вагоне, и, воздействуя на их поршни, обеспечивает через рычажную передачу прижатие тормозных колодок к ободьям вращающихся колес.

Управление тормозами осуществляется машинистом с помощью крана, находящегося в кабине локомотива. Основной запас сжатого воздуха, интенсивно расходующегося при зарядке и отпуске (оттормаживании) тормозов, накапливается в главном резервуаре, расположеннем на локомотиве. Кроме того, в каждом вагоне имеется запасной резервуар с воздухом для питания тор-

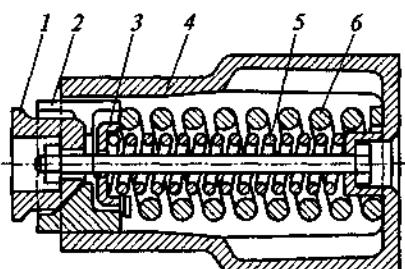


Рис. 14.19. Пружинно-фрикционный поглощающий аппарат автосцепки грузового вагона:  
1 — нажимной конус; 2 — клин; 3 — нажимная шайба; 4 — корпус; 5, 6 — пружины

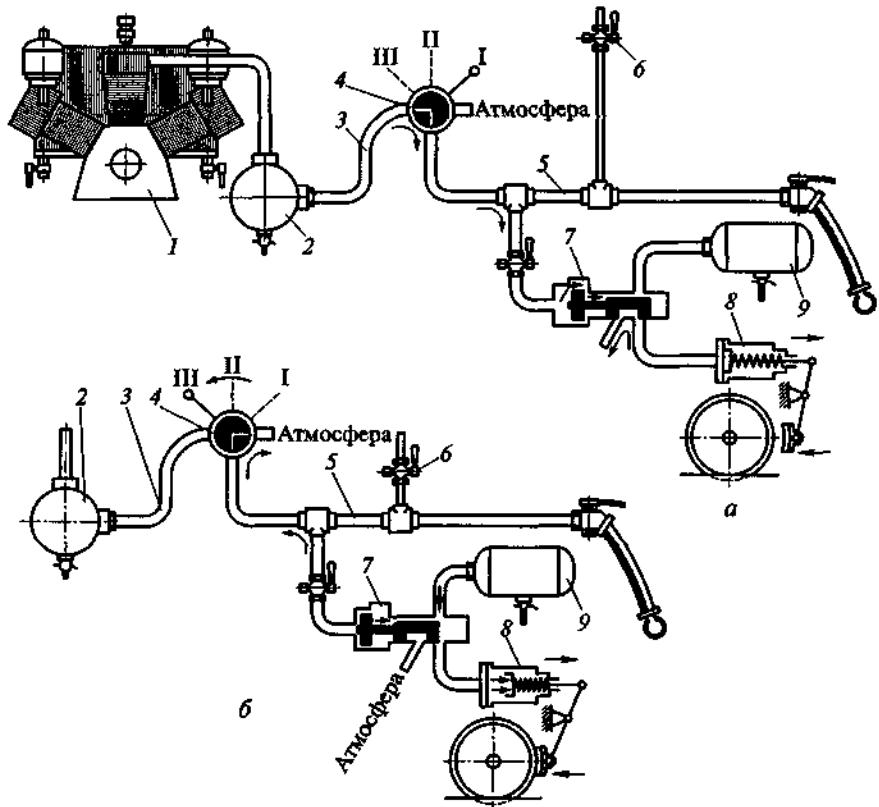


Рис. 14.20. Схема непрямодействующего автоматического тормоза пассажирского поезда:  
а — зарядка и отпуск; б — торможение; 1 — компрессор; 2 — главный резервуар; 3 — питательная магистраль; 4 — кран машиниста; 5 — тормозная магистраль; 6 — стоп-кран; 7 — воздухораспределитель; 8 — тормозной цилиндр; 9 — запасной резервуар; I—III — рабочие положения крана машиниста

тормозного цилиндра. Если при торможении главный резервуар сообщается с запасными резервуарами, то такой тормоз называется прямодействующим, если же отключается от них — непрямодействующим.

Принцип работы непрямодействующего автоматического тормоза, применяемого в пассажирских вагонах, поясняет схема, приведенная на рис. 14.20.

Компрессор 1 нагнетает воздух в главный резервуар 2, откуда он по питательной магистрали 3 подводится к крану машиниста 4. В поезде с отпущенными тормозами этот кран, переведенный в положение I, соединяет главный резервуар с тормозной магистралью 5, в которой устанавливается и постоянно поддерживается

давление воздуха 500...550 кПа. При таком давлении воздухораспределитель 7 с помощью имеющегося в нем поршня с золотником соединяет магистраль с запасным резервуаром 9, а тормозной цилиндр 8 — с атмосферой. Запасной резервуар заряжается воздухом, а тормоза остаются отпущенными, так как пружина, находящаяся в тормозном цилиндре, через рычажную передачу оттягивает колодки от колес (рис. 14.20, а).

При торможении поезда кран машиниста установлен в положение III, при котором магистраль отключена от главного резервуара и сообщается с атмосферой. При уменьшении давления в магистрали поршень с золотником воздухораспределителя перемещается и соединяет запасной резервуар с тормозным цилиндром. В этом случае сжатый воздух, поступая в тормозной цилиндр, перемещает поршень и через связанную с ним рычажную передачу прижимает колодки к колесам — происходит торможение (рис. 14.20, б).

Для последующего отпуска тормозов и новой зарядки запасного резервуара давление в магистрали необходимо вновь повысить до 500...550 кПа. В этом случае машинист устанавливает кран в положение I (отпуск и зарядка), как описано ранее.

Рассмотренный тормоз является автоматическим, так как при разрыве поезда и разъединении междувагонных соединительных рукавов магистрали, а также при открытии стоп-крана б давление воздуха в магистрали резко падает и тормоз приходит в действие. Недостаток тормозов этого типа — отсутствие прямодействия. В процессе торможения запасные резервуары не пополняются сжатым воздухом из магистрали, поэтому при длительном торможении давление воздуха в тормозных цилиндрах и запасном резервуаре постепенно уменьшается, т. е. происходит истощение тормоза.

Прямодействующий автоматический тормоз, применяемый на локомотивах и в вагонах грузовых поездов, при длительном торможении на затяжных спусках не истощается, так как конструкция воздухораспределителя и крана машиниста обеспечивает постоянную связь главного резервуара с тормозными цилиндрами.

Недостатком пневматических тормозов является неодновременность действия, вызываемая низкой скоростью распространения воздушной тормозной волны и в наибольшей мере проявляющаяся в длинносоставных поездах, которые получают все большее распространение на сети железных дорог.

Указанного недостатка лишены электропневматические тормоза, устанавливаемые на электропоездах и пассажирских поездах. Хотя и в этом случае торможение осуществляется сжатым воздухом, но благодаря электрическому управлению оно происходит почти одновременно по всему составу и значительно быстрее. Поэтому тормозной путь поезда с электропневматическими тормозами меньше, чем с обычными пневматическими, что особенно важно при высокой скорости движения.

Торможение может быть служебным и экстренным. В обычных условиях машинист применяет служебное торможение, при выполнении которого давление в главной магистрали понижается ступенчато. Такой режим обеспечивает плавное уменьшение скорости поезда и его остановку в заранее предусмотренном месте.

Для немедленной остановки поезда используют экстренное торможение, которое происходит в результате быстрого и полного выпуска воздуха из магистрали с помощью крана машиниста или крана экстренного торможения, устанавливаемого на всех пассажирских и некоторых грузовых вагонах.

Вагоны и локомотивы оборудуют не только автоматическими, но и ручными тормозами, которые необходимы для удержания поезда на месте в случае его остановки на уклоне при неисправности автоматических тормозов. В ручных тормозах сила нажатия тормозных колодок на колеса передается от тормозной рукоятки, помещаемой в тамбуре вагона.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные типы вагонов пассажирского и грузового парков.
2. Чем принципиально отличаются пассажирские вагоны от вагонов грузового парка?
3. Для перевозки каких грузов используют контейнеры?
4. Перечислите основные технико-экономические показатели вагонов.
5. Что такое коэффициент тары вагона?
6. Назовите основные элементы вагона.
7. Как осуществляется управление тормозами вагона?

## Глава 15

### ВАГОННОЕ ХОЗЯЙСТВО

#### **15.1. Виды ремонта вагонов. Сооружения и устройства вагонного хозяйства**

Основное назначение вагонного хозяйства — обеспечение перевозок пассажиров и грузов исправными вагонами, удовлетворяющими требованиям безопасности движения, при наличии необходимых удобств для пассажиров и сохранности перевозимых грузов. Отсюда вытекают и его главные задачи: поддержание в исправном состоянии пассажирских и грузовых вагонов, подготовка их к перевозкам, обслуживание пассажирских поездов и рефрижераторных вагонов в пути следования.

Для бесперебойной эксплуатации вагонного парка и содержания его в исправном состоянии на железных дорогах России установлена четкая система технического обслуживания и ремонта вагонов.

Для грузовых вагонов эта система предусматривает следующее:

- техническое обслуживание вагонов, находящихся в сформированных составах или транзитных поездах, и порожних вагонов при подготовке к перевозкам, состоящее в проведении осмотра, ремонтных и профилактических работ без отцепки их от состава или группы вагонов;
- текущий ремонт ТР-1 порожних вагонов при комплексной подготовке к перевозкам с отцепкой от состава и подачей на специализированные ремонтные пути;
- текущий ремонт ТР-2 вагонов с отцепкой от транзитных и прибывающих в расформирование поездов или от сформированных составов для ликвидации неисправностей, которые невозможно устранить за время стоянки поезда на станции;
- деповской ремонт (ДР) вагонов для восстановления их работоспособности с заменой или ремонтом отдельных узлов и деталей;
- капитальный ремонт (КР) для восстановления ресурса вагонов, наиболее близкого к полному.

*Пассажирские вагоны проходят:*

- техническое обслуживание ТО-1 — перед каждым отправлением в рейс и в поездах в пути следования, ТО-2 — перед началом летних и зимних перевозок в пунктах формирования пассажирских поездов и ТО-3 — единую техническую ревизию основных узлов — через 6 мес после постройки, планового ремонта или предыдущей ревизии;

- текущий ремонт с отцеплением вагонов от состава в пунктах формирования и оборота поездов или в пути следования с подачей их на специализированные ремонтные пути или в вагонное депо;
- ДР — плановый ремонт вагонов с заменой или модернизацией отдельных узлов и деталей;
- капитальный ремонт КР-1 для восстановления исправности и ресурса вагонов путем замены или ремонта изношенных и поврежденных узлов и деталей, а также их модернизации и КР-2, при выполнении которого дополнительно снимается часть обшивки кузова для замены теплоизоляции и электропроводки;
- капитально-восстановительный ремонт (КВР) с использованием восстановленных существующих конструкций кузовов и тележек, обновлением внутреннего оборудования и созданием современного интерьера.

Виды технического обслуживания и ремонта вагонов и их периодичность устанавливают в зависимости от пробега, км, или предельно допустимых сроков эксплуатации между ремонтами. Так, например, крытые грузовые вагоны, изготовленные после 1984 г., проходят КР через 13 лет после постройки и через 12 лет — после очередного КР; их подвергают ДР через 3 года после постройки и через 2 года после ДР и КР или пробега 100 тыс. км. Пассажирские вагоны проходят КР-1 через 5 лет, КР-2 — через 20 лет, КВР — не ранее чем через 20 лет; ДР — через 2 года или по достижении 300 тыс. км пробега, ТО-3 — не позднее чем через 6 мес или по достижении 150 тыс. км пробега.

Для учета пробега грузовых вагонов создана система пономерного слежения за фактическим передвижением их по сети железных дорог.

Ремонт и текущее содержание вагонов обеспечивают вагоноремонтные заводы, а также сооружения и устройства вагонного хозяйства: вагонные депо, пункты подготовки вагонов к перевозкам, пункты технического и контрольно-технического обслуживания, механизированные пункты текущего отцепочного ремонта, специализированные пути для укрупненного ремонта вагонов и контрольные посты. Кроме того, в состав вагонного хозяйства входят вагоноколесные мастерские, контейнерные депо и мастерские, перестановочные пункты, пункты экипировки и технического обслуживания рефрижераторных вагонов, а также ремонтно-экипировочные депо для пассажирских вагонов.

В соответствии с ПТЭ размещение и техническое оснащение вагонных депо, пунктов технического обслуживания грузовых и пассажирских вагонов, промывочно-пропарочных станций и других сооружений и устройств вагонного хозяйства должны обеспечивать установленные размеры движения поездов, высококачественный ремонт и техническое обслуживание, рациональное использование материальных ресурсов и безопасные условия труда.

*Вагоноремонтные заводы*, являющиеся промышленными предприятиями, предназначены для проведения капитального ремонта вагонов, их модернизации, изготовления запасных частей и формирования колесных пар. Заводы, как правило, специализируются на ремонте одного типа вагонов. Их размещают таким образом, чтобы было удобно обслуживать определенные районы сети железных дорог с учетом преобладающего типа вагонов для сокращения затрат времени на пересылку их в ремонт.

*Вагонные депо* (рис. 15.1) с соответствующими ремонтно-заготовительными цехами, относящиеся к структурным подразделениям вагонного хозяйства железных дорог — филиалов ОАО «РЖД», предназначены для деповского планового и текущего отцепочного ремонта вагонов, изготовления и ремонта запасных частей для пунктов технического обслуживания и безотцепочного ремонта вагонов в пределах участков, прикрепленных к депо. Вагонные депо могут быть грузовыми, пассажирскими и рефрижераторными, а при небольшом объеме ремонта — смешанными (для пассажирских и грузовых вагонов).

В настоящее время часть пассажирских вагонных депо на дорогах подчинена пассажирским службам или компаниям.

Депо имеют следующие основные цехи и отделения: сборочные, колесно-тележечные, механические, автосцепки и автогоризомоз, роликовых подшипников и букс, майярные, кузочно-ресурсные, деревообрабатывающие, электросварочные и др.

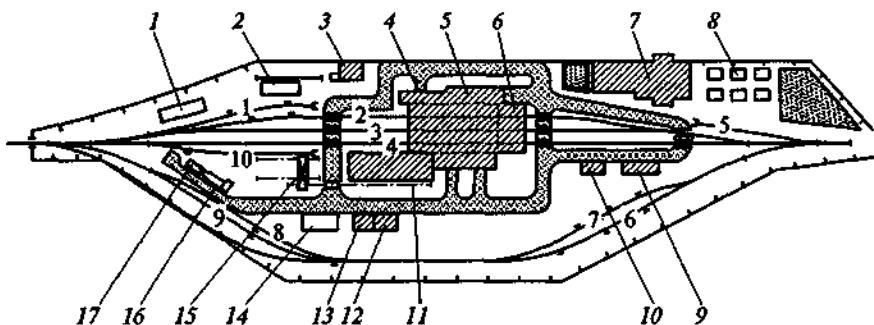


Рис. 15.1. Пример планировки территории вагонного депо:

1 — площадка для утиля; 2 — угольный склад; 3 — котельная; 4 — служебно-технический корпус и бытовые помещения; 5 — мастерские; 6 — вагоноремонтный цех; 7 — деревообделочный цех; 8 — склад лесоматериалов; 9 — главный магазин тележек; 10 — подзарядная аккумуляторов; 11 — рельсовая колея с кругами для поворота тележек; 12 — трансформаторная подстанция; 13 — компрессорная; 14 — хранилище для бензина и красок; 15 — парк колесных пар и тележек; 16 — хранилище для смазки; 17 — концепропиточная; пути: 1—3 — ремонтные; 4, 5 — выгрузочные; 6, 8 — ходовые; 7 — для стоянки отремонтированных вагонов; 9 — для стоянки вагонов, подаваемых в ремонт; 10 — для выгрузки колесных пар

При проектировании и строительстве новых и реконструкции существующих депо стремятся максимально механизировать и автоматизировать производственные процессы. В передовых депо организован ремонт грузовых вагонов на поточно-конвейерных линиях. Весь ремонт, начиная с разборки и кончая сборкой и испытанием, выполняется с помощью механизмов.

В целях повышения производительности труда и сокращения простой вагонов в ремонте вагонные депо специализируются, как правило, на ремонте вагонов одного-двух типов. Новые депо для грузовых вагонов рассчитаны на ремонт 6—10 тыс. вагонов в год. Они располагаются в основном на сортировочных станциях и в пунктах массовой подготовки вагонов к перевозкам.

Депо, предназначенные для ремонта и содержания пассажирских вагонов, размещают в пунктах, к которым приписано не менее 1000 вагонов.

*Пункты подготовки вагонов к перевозкам* служат для выполнения текущего ремонта и подготовки вагонов под перевозку грузов, с тем чтобы не было задержки поездов и отцепки вагонов в пути следования и обеспечивалась сохранность перевозимых грузов. Эти пункты размещают в местах массовой погрузки и выгрузки грузов. В зависимости от типа вагонов различают пункты подготовки полувагонов, платформ и цистерн, комплексной подготовки крытых и изотермических вагонов, в также промывочно-пропарочные станции.

*Пункты технического обслуживания вагонов (ПТО)* размещают на сортировочных, участковых и пассажирских станциях для выявления и устранения технических неисправностей вагонов в формируемых и транзитных поездах и обеспечения максимально возможного их пробега без остановок. Техническое обслуживание осуществляется комплексными бригадами. В состав смен ПТО входят специализированные бригады по ремонту тормозного оборудования.

*Пункты контрольно-технического обслуживания вагонов (ПКТО)* организуют для выявления и устранения технических неисправностей вагонов, угрожающих безопасности движения, и опробования тормозов. Эти пункты размещают в парках приема сортировочных станций, на участковых станциях, где происходит смена локомотивов или локомотивных бригад, и на станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками.

*Механизированные пункты текущего отцепочного ремонта вагонов (МПРВ)* располагают на сортировочных станциях или в пунктах массовой погрузки и выгрузки вагонов. На некоторых сортировочных и крупных участковых станциях выделяют *специализированные пути для укрупненного ремонта вагонов*.

*Контрольные посты* предназначены для выявления на ходу поезда вагонов с перегретыми буксами и другими неисправностями, угрожающими безопасности движения. Эти посты размещают перед

промежуточными станциями, разъездами и обгонными пунктами на участках с интенсивным безостановочным движением поездов.

*Вагоноколесные мастерские* служат для ремонта колесных пар, а *контейнерные депо и мастерские* — для планового, текущего и капитального ремонта контейнеров.

*Перестановочные пункты* предназначены для перестановки вагонов с колеи, имеющей ширину 1520 мм, на колею шириной 1435 мм. Здесь происходит смена тележек: вагоны поднимают на домкратах, затем выкатывают тележки одной колеи и подкатывают тележки другой колеи. Для предупреждения схода тележек на перестановочных путях укладывают контррельсы. Эти пункты размещают на пограничных станциях.

*Пункты экипировки и технического обслуживания рефрижераторных вагонов* служат для заправки этих вагонов топливом, маслом, водой и хладагентом (фреон, аммиак), а также обеспечения другими материалами.

В пунктах технического обслуживания проводят периодический профилактический осмотр, регулирование аппаратуры и ремонт рефрижераторных вагонов.

*Ремонтно-экипировочные депо* предназначены для ремонта и экипировки пассажирских вагонов при подготовке их к рейсу (снабжение водой, топливом, постельными принадлежностями, продуктами, наружная и внутренняя уборка с обмывкой и санитарной обработкой). Эти депо располагаются на пассажирских технических станциях в пунктах формирования пассажирских составов и приписки большого числа пассажирских вагонов.

## 15.2. Текущее содержание вагонов

Основным условием обеспечения исправного состояния вагонного парка в эксплуатации является высококачественное выполнение ремонта вагонов в депо. Однако постоянно возрастающая интенсивность эксплуатации вагонов требует усиления контроля технического состояния и качества ремонта вагонов в пунктах технического обслуживания и пунктах подготовки их к перевозкам, причем неисправности в вагонах должны быть выявлены и устраниены за время стоянки поезда, предусмотренное графиком движения.

С целью механизации производственных процессов и повышения производительности труда пункты технического обслуживания на сортировочных станциях оборудуют громкооповестительной связью, электросварочными линиями, воздухопроводной сетью, устройствами централизованного ограждения составов и опробования тормозов.

В крупных пунктах технического обслуживания применяют специальные передвижные тележки, оборудованные подъемными сред-

ствами для замены деталей вагонов и выполнения сварочных работ. На этих тележках находятся также материалы, запасные части и инструмент, необходимые для ремонта вагонов. Многие пункты технического обслуживания оборудованы специальными тоннелями для транспортирования запасных частей и материалов под путями станций на междупутья, где проводится безотцепочный ремонт вагонов.

Правильная организация осмотра и безотцепочного ремонта вагонов в поездах обеспечивается технологическим процессом, разрабатываемым для каждой станции.

Важное значение для текущего содержания вагонов имеет создание на дорогах пунктов комплексной подготовки вагонов к перевозкам. Они специализируются на ремонте крытых и изотермических вагонов, полувагонов, платформ и цистерн. Эти пункты обеспечивают козловыми кранами, порталыми машинами для правки и ремонта кузовов, машинами для внутренней промывки крытых вагонов, электросварочным и подъемно-транспортным оборудованием, электролебедками для передвижения вагонов и другими механизмами.

На сортировочных станциях, как правило в подгорочных парках для текущего ремонта вагонов с отцепкой, имеются механизированные пункты ремонта (МПРВ), которые оснащены козловыми или мостовыми кранами для правки и ремонта кузовов полувагонов, технологическим оборудованием для ремонта тормозов и автосцепки, а также выполнения электросварочных работ. Механизированные пункты имеют минимально необходимое число цехов, в частности для текущего ремонта колесных пар.

В парках прибытия сортировочных станций проводят контроль технического состояния вагонов для выявления неисправностей, требующих отцепочного и безотцепочного ремонта. В сортировочных парках осуществляют контроль технического состояния вагонов с целью выявления повреждений, произошедших в процессе маневровой работы, и предотвращения пропуска в парк отправления неисправных вагонов, требующих отцепочного ремонта.

В парке отправления выполняют технический осмотр и безотцепочный ремонт вагонов по разметкам, сделанным осмотрщиками. Здесь же проводят опробование тормозов и выдают машинисту справку формы ВУ-45 о тормозных нажатиях, числе включенных тормозов и их исправности.

На перегонах устанавливают специальные автоматические приборы обнаружения нагретых буks.

В настоящее время все более широкое распространение получает комплексная дистанционно-информационная система контроля технического состояния подвижного состава ДИСК-БКВ-Ц. В ее состав входят подсистемы ДИСК-Б, -К и -В, предназначенные для обнаружения соответственно перегретых буks, дефектов по-

верхностей колес и волочащихся частей, а также ДИСК-Ц — для сбора информации, поступающей от нескольких приборов, и передачи ее на центральный пост контроля в пункты технического и контрольно-технического обслуживания вагонов.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Назовите основные виды технического обслуживания и ремонта грузовых и пассажирских вагонов.**
- 2. Какие предприятия вагонного хозяйства существуют на железных дорогах?**
- 3. Для чего предназначены ремонтно-экипировочные депо?**
- 4. Что представляет собой дистанционно-информационная система контроля технического состояния подвижного состава?**

## Глава 16

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИКЕ, ТЕЛЕМЕХАНИКЕ И ОСНОВАХ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

## 16.1. Понятие о комплексе устройств автоматики, телемеханики и сигнализации

Устройства автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте, или, как их еще называют, средства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), предназначены для автоматизации процессов, связанных с управлением движением поездов, обеспечения безопасности и необходимой пропускной способности железных дорог, а также повышения производительности труда.

Обычно системы автоматики осуществляют регулирование, контроль и управление объектами, когда расстояние между ними невелико. Если же объекты значительно удалены друг от друга, то вместо систем автоматики применяют системы телемеханики.

На железнодорожном транспорте устройства СЦБ в зависимости от их назначения подразделяют на две группы: устройства СЦБ на перегонах и станциях.

К первой группе относятся автоматическая блокировка, автоматическая локомотивная сигнализация, путевая полуавтоматическая блокировка, система диспетчерского контроля за движением поездов и автоматическая переездная сигнализация; ко второй — электрическая и диспетчерская централизация\*, комплекс устройств горочной автоматики и др.

Движение поездов по перегонам, поездная и маневровая работа на станциях осуществляются в условиях непрерывно меняющейся обстановки. В таких условиях для быстрой передачи различных приказов и указаний локомотивным бригадам и другим работникам, связанным с движением поездов, применяют железнодорожную сигнализацию. Она позволяет регулировать движение поездов на перегонах, поездную и маневровую работу на станциях и обеспечивает безопасность движения.

## 16.2. Классификация сигналов

*Сигналом* называется условный видимый или звуковой знак, с помощью которого подается определенный приказ, подлежащий безусловному выполнению. В соответствии с ПТЭ работники

\* Диспетчерскую централизацию можно рассматривать как сочетание автоблокировки на перегонах и электрической централизации на станциях.

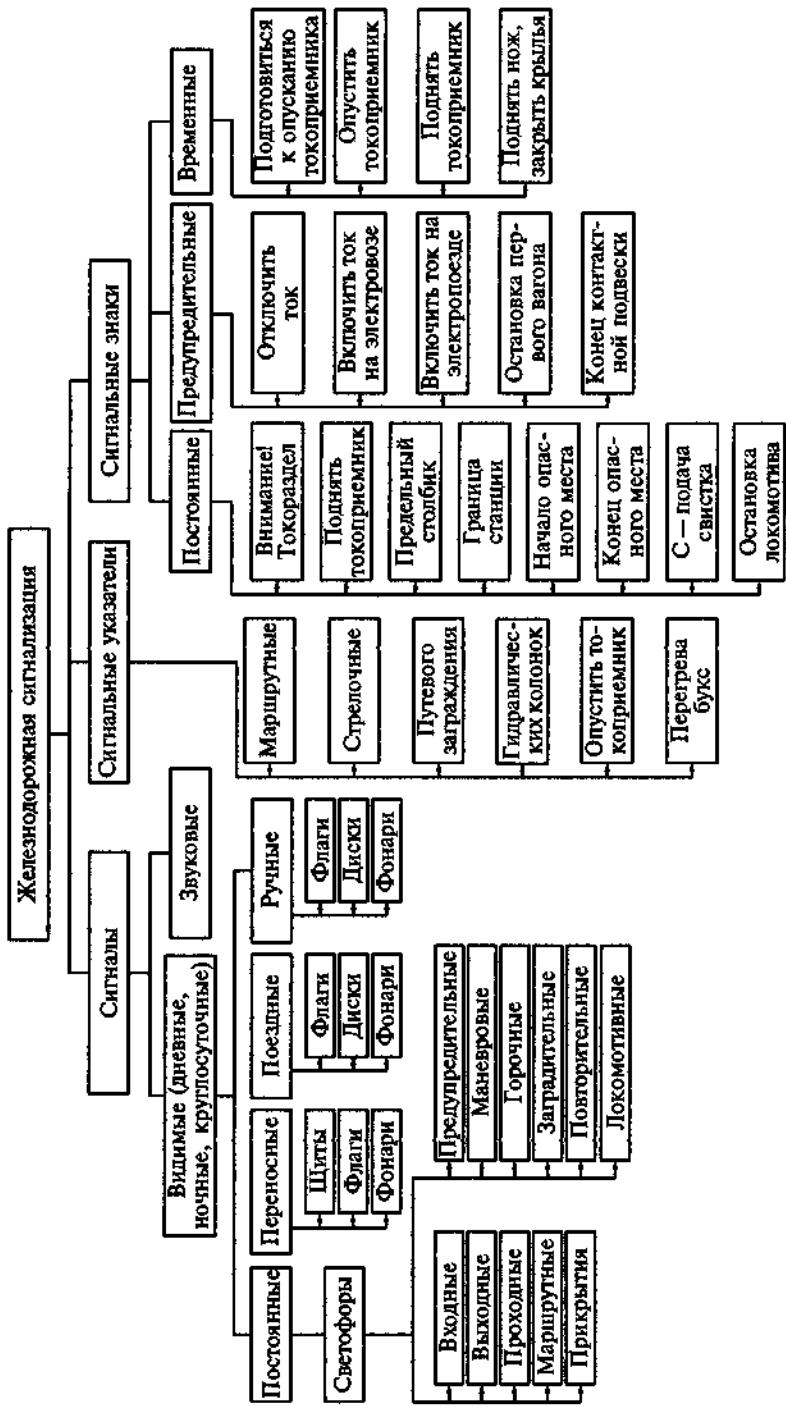


Рис. 16.1. Классификация сигналов

железнодорожного транспорта должны использовать все возможные средства для выполнения требования сигнала. На транспорте под словом «сигнал» обычно понимают и сигнальный прибор, и его сигнальное показание.

Значения сигнальных показаний установлены Инструкцией по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации (ИСИ).

Применяемые на транспорте сигналы по способу их восприятия подразделяют на видимые и звуковые (рис. 16.1).

Видимые сигналы обозначаются цветом огней, щитов, флагов и дисков; числом и взаимным положением сигнальных показаний; режимом горения сигнальных огней и формой переносных сигнальных щитов. Достоинство видимых сигналов заключается в том, что они могут быть переданы на большее расстояние, чем звуковые.

По времени применения видимые сигналы подразделяют на дневные, подаваемые в светлое время суток и сигнализирующие цветом щита, флага или диска; ночные, сигнализирующие огнями установленных цветов и подаваемые в темное время суток; круглосуточные, подаваемые как в светлое, так и в темное время суток и сигнализирующие цветом, режимом горения и сочетанием огней.

Видимые сигналы подаются светофорами, флагами, фонарями, щитами и дисками. Назначение этих приборов, их сигнальные показания, места установки и порядок пользования определены ПТЭ и ИСИ.

Видимые сигналы в зависимости от типа сигнальных приборов, которые их подают, подразделяют на постоянные (светофоры, устанавливаемые в определенных местах железнодорожного пути, и локомотивные светофоры); переносные (щиты, флаги, фонари на шестах, предназначенные для временного ограждения тех или иных участков пути и подвижного состава); поездные (диски, флаги и фонари для обозначения головы и хвоста поезда); ручные (флаги, диски, фонари, посредством которых подают различные команды и указания).

Светофоры в свою очередь в зависимости от назначения подразделяются на входные, ограждающие станции со стороны прилегающих перегонов и разрешающие или запрещающие поезду следовать на станцию; выходные, разрешающие или запрещающие поезд отправляться со станции на перегон; проходные, расположенные на перегоне и разрешающие или запрещающие поезду следовать на ограждаемые ими участки; маршрутные, разрешающие или запрещающие поезду следовать из одного района станции в другой; сигналы прикрытия, ограждающие места одноуровневых пересечений железных дорог с другими железными дорогами, трамвайными путями и троллейбусными линиями, а также разводные мости. Кроме того, бывают светофоры предупредительные, маневровые, горочные, заградительные, повторительные и локомотивные.

Основными сигнальными цветами на железнодорожном транспорте являются красный, желтый и зеленый (возможны их сочетания). Красный огонь принят в качестве сигнала остановки, желтый разрешает движение, но требует снижения скорости, зеленый разрешает движение с установленной скоростью.

Кроме названных применяют синий, лунно-белый, прозрачно-белый и молочно-белый сигнальные огни. Синий огонь используют как запрещающий на маневровых светофорах, а лунно-белый — как разрешающий маневровый и пригласительный на входных, выходных и маршрутных светофорах. Прозрачно-белый огонь применяют в ручных фонарях, поездных сигналах, указателях гидропионок, светящихся указателях перегрева бусс и др., тогда как молочно-белый — в указателях путевого заграждения и стрелочных указателях.

Поездными сигналами являются фонари с прозрачно-белыми, красными и желтыми огнями, красные и желтые флаги, а также красные диски. Эти сигналы служат для обозначения головы и хвоста поезда и других подвижных единиц. По числу, цвету и расположению сигналов в голове и хвосте поезда, зная ИСИ, можно в любое время суток определить, по какому пути и как следует поезд — локомотивом или вагонами вперед.

Для подачи ручных сигналов используют красный и желтый флаги; фонари с красным, желтым, зеленым и прозрачно-белым огнями; диски, окрашенные с одной стороны в красный цвет, а с другой — в белый с черным окаймлением. Ручные сигналы применяют при маневровой работе, опробовании тормозов поезда, приеме, пропуске и отправлении поездов, встрече поездов путевыми, мостовыми и тоннельными обходчиками; их используют также работники, обслуживающие поезда, и др. С помощью ручных сигналов машинистам локомотивов либо предъявляют требование остановить поезд, либо разрешают движение с установленной или пониженней скоростью, либо требуют произвести пробное торможение или отпустить тормоза.

Звуковые сигналы обозначаются числом и сочетанием звуков различной продолжительности. Для подачи звуковых сигналов служат свистки локомотивов, мотор-вагонных поездов и дрезин, звонки, ручные свистки, духовые рожки, сирены, гудки и петарды.

Для передачи дополнительных указаний на дорогах применяют разнообразные по назначению и виду сигнальные указатели и сигнальные знаки.

Имеется несколько типов *сигнальных указателей*: маршрутные — для указания номера пути приема или направления движения поезда; стрелочные, указывающие положение стрелок на движение по прямому или боковому пути; путевого заграждения; гидравлических колонок; перегрева бусс на участках, оборудованных уст-

ройствами для выявления перегретых бус у проходящих поездов; «Опустить токоприемник» — на электрифицированных участках перед воздушным промежутком.

*Сигнальные знаки* разделяются на постоянные, предупредительные и временные. Последние устанавливают на участках, где работают снегоочистители, а также при выполнении плановых ремонтных и строительных работ.

Сигнальные знаки в отличие от светофоров и сигнальных указателей имеют только одно сигнальное значение. Сигнальные знаки не снабжены собственными источниками света, поэтому их размещают так, чтобы при приближении поезда они освещались прожектором. Для лучшей видимости некоторые сигнальные знаки оборудованы отражателями.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение устройств СЦБ?
2. Приведите определение сигнала. Что обеспечивает сигнализация на железнодорожном транспорте?
3. Какие сигнальные цвета используют в железнодорожной сигнализации?
4. Для чего служат поездные сигналы?
5. Чем отличаются сигнальные указатели от сигнальных знаков?

## Глава 17

### УСТРОЙСТВА СЦБ НА ПЕРЕГОНАХ

#### 17.1. Автоматическая блокировка

Автоблокировка (АБ) является основной системой регулирования движения поездов на одно- и двухпутных линиях магистральных железных дорог. При использовании автоблокировки межстанционный перегон разделен на блок-участки длиной 1,0...2,6 км. Каждый блок-участок огражден проходным светофором. Сигнальные показания светофоров сменяются автоматически при движении поезда по перегону. Исключением являются выходные и входные светофоры: ими управляют дежурные по станциям.

Автоблокировка бывает двух-, трех- и четырехзначной. На магистральных железных дорогах применяют трех- и четырехзначную АБ.

При использовании *трехзначной АБ* между движущимися поездами должно быть не менее трех свободных блок-участков. Желтый огонь светофора показывает, что на стоящем впереди светофоре горит красный огонь, перед которым машинист должен остановить поезд. Зеленый огонь показывает, что впереди свободны как минимум два блок-участка и можно двигаться с установленной скоростью.

В случае применения *четырехзначной АБ* на каждом проходном светофоре добавляется сигнальное показание в виде одновременно горящих желтого и зеленого огней. Это позволяет обеспечить минимальный интервал попутного следования поездов с любой скоростью.

Для уяснения принципа смены сигнальных показаний на рис. 17.1 приведена упрощенная схема двухзначной автоблокировки с рельсовыми цепями постоянного тока. Рельсовые цепи отделены друг от друга изолирующими стыками ИС. Источником тока в рельсовой цепи является путевая батарея ПБ, потребителем тока — путевое реле ПР.

Когда блок-участок свободен, ток от источника питания протекает по рельсам и поступает в путевое реле, которое замыкает цепь сигнальной батареи СБ на лампу зеленого огня светофора. Если блок-участок занят хотя бы одной колесной парой (или лопнул рельс), то ток не поступает в путевое реле, его якорь отходит от контакта под действием силы тяжести, и цепь сигнальной батареи замыкается на лампу красного огня светофора (см. рис. 17.1).

АБ позволяет организовать движение поездов в попутном направлении с интервалом 8 мин, а на пригородных участках — с интервалом 3...4 мин.

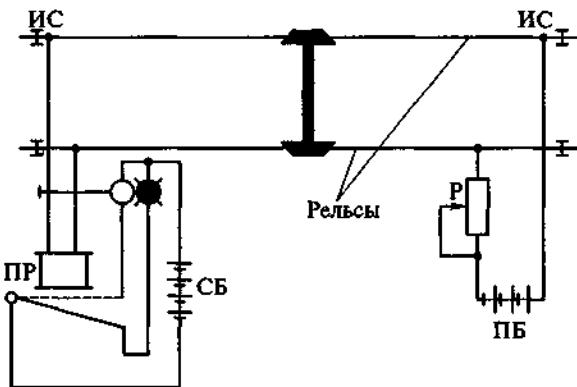


Рис. 17.1. Схема двузначной автоматической блокировки:

ИС — изолирующий стык; ПР — путевое реле; ПБ — путевая батарея; Р — регулирующее сопротивление; СБ — сигнальная батарея

На участках с автономной тягой применяют АБ с рельсовыми цепями постоянного тока, на электрифицированных участках — с кодовыми рельсовыми цепями, которые питаются переменным током в виде импульсов. АБ с кодовыми рельсовыми цепями называют *кодовой автоблокировкой*. Для связи проходных светофоров друг с другом при такой АБ используют кодовые рельсовые цепи. С их помощью показания путевых светофоров передаются в кабину машиниста движущегося поезда. Таким образом осуществляется автоматическая локомотивная сигнализация, позволяющая повысить безопасность движения.

В последние годы разработаны и внедряются новые системы автоблокировки, которые применяются на участках с любыми видами тяги и обладают высокой эксплуатационной надежностью.

Основным средством интервального регулирования движения поездов является АБ с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры. Она позволяет отказаться от изолирующих стыков на перегонах — самого слабого звена действующих систем АБ.

## 17.2. Автоматическая локомотивная сигнализация

Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) предназначена для повышения безопасности движения поездов и улучшения условий труда локомотивных бригад. При плохой видимости (дождь, туман, снегопад) машинист поезда может своевременно не заметить показания светофора, что приведет к проезду запрещающего сигнала. Чтобы исключить такие негативные случаи, автоблокировку дополняют АЛС, с помощью которой показания пу-

тевых светофоров при приближении к ним поезда передаются на локомотивный светофор, установленный в кабине машиниста. Систему АЛС дополняют автостопом, который останавливает поезд перед закрытым светофором, если машинист не принимает мер к своевременному торможению.

Систему АЛС дополняют также устройством для проверки бдительности машиниста и контроля скорости движения поезда, а наиболее совершенные системы — устройствами автоматического регулирования скорости.

АЛС с автостопом осуществляет торможение поезда и в случае превышения допустимой скорости или отсутствия подтверждения бдительности машиниста.

В зависимости от способа передачи показаний путевых сигналов на локомотив (непрерывно или только в определенных точках пути) различают АЛС непрерывного типа с автостопом (АЛСН) и точечного типа с автостопом (АЛСТ), причем последняя может применяться только на участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой.

АЛСН (рис. 17.2) служит для постоянной передачи на локомотив (по рельсовым цепям) показаний путевого светофора, к которому приближается поезд. Навстречу движущемуся поезду от стоящего впереди светофора в рельсовую цепь подается переменный кодовый ток. Он наводит в приемных катушках ПК локомотива кодовые импульсы переменного тока (напряжением около 0,2 В). Эти импульсы поступают через фильтр Ф в усилитель У, с помощью которых преобразуются и усиливаются. В дешифраторе ДШ коды расшифровываются, и в зависимости от их значения вклю-

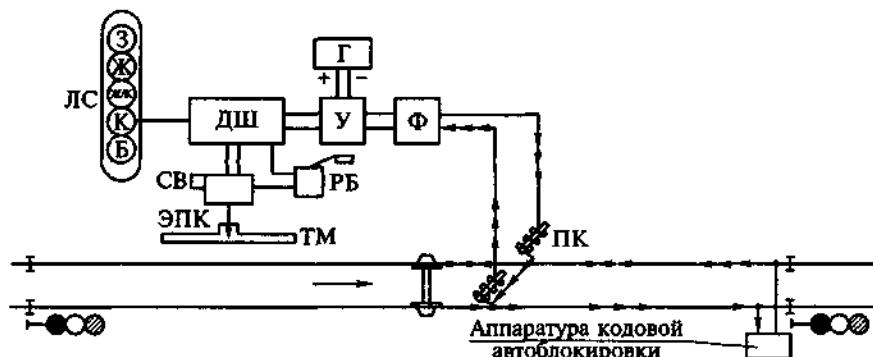


Рис. 17.2. Схема автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа:

ЛС — локомотивный светофор; ДШ — дешифратор; Г — генератор; У — усилитель; Ф — фильтр; СВ — свисток; РБ — рукоятка бдительности; ЭПК — электропневматический клапан; ТМ — тормозная магистраль; ПК — приемные катушки

чается соответствующий огонь локомотивного светофора ЛС. Если на путевом светофоре горит зеленый огонь, то в цепи проходят три импульса тока в кодовом цикле и на локомотивном светофоре горит также зеленый огонь. При включенном желтом сигнале проходят два импульса тока в кодовом цикле, и на локомотивном светофоре горит также желтый огонь. От светофора с красным огнем поступает код с одним импульсом тока в цикле, и на светофоре локомотива включается желтый огонь с красным.

При вступлении поезда на занятый блок-участок на ЛС загорается красный огонь. Белый огонь на ЛС включается при следовании поезда по некодированным путям, когда машинист должен руководствоваться показаниями путевых светофоров. В момент смены на ЛС более разрешающего огня на менее разрешающий машинисту подается предупредительный свисток о возможности срабатывания автостопа. В этом случае машинист должен в течение 6...8 с нажать рукоятку бдительности, в противном случае произойдет экстренное автоматическое торможение поезда. После нажатия рукоятки бдительности машинист должен снизить скорость движения до разрешенной или остановить поезд. Когда машинист проезжает светофор с желтым огнем и движется на красный, на ЛС происходит смена огня на желтый с красным, после чего машинист руководствуется показаниями путевых светофоров.

С момента появления на локомотивном светофоре желтого огня с красным машинист обязан периодически, через каждые 20...30 с, нажимать рукоятку бдительности во избежание экстренной остановки. Для контроля за действиями машинистов на локомотивах применяют скоростемеры, которые записывают на ленту фактическую скорость движения и регистрируют горение красного или желтого с красным огня на ЛС, нажатие рукоятки бдительности и работу автостопа.

Система АЛСН используется на магистральных железных дорогах, где скорость движения пассажирских поездов не превышает 120 км/ч, а грузовых — 80 км/ч. На линиях с более высокой скоростью движения, достигающей 200 км/ч, требуется расширение значности локомотивной сигнализации, так как возрастает тормозной путь и необходимо передавать информацию о приближении поездов не за два, а за три или четыре блок-участка. С этой целью применяют многозначные частотные АЛС.

Для повышения безопасности движения поездов, предупреждения проезда запрещающих сигналов и увеличения пропускной способности участков устройства АЛСН дополняют системой автоматического управления торможением (САУТ) и комплексом локомотивных устройств безопасности (КЛУБ). Устройства САУТ и КЛУБ взаимосвязаны, что позволяет более точно определять расстояние до препятствий, используя спутниковую навигационную связь.

### **17.3. Устройства диспетчерского контроля за движением поездов**

Устройства диспетчерского контроля за движением поездов (ДК) применяют на участках, оборудованных АБ, для передачи информации поездному диспетчеру об установленном направлении движения (на участках однопутной блокировки), о занятости блок-участков, главных и приемоотправочных путей промежуточных станций, показаниях входных и выходных светофоров.

Кроме того, устройства ДК дают возможность дежурным промежуточных станций следить за движением поездов на прилегающих перегонах, а также получать информацию о повреждениях перегонных устройств АБ и переездной сигнализации на этих перегонах.

На железных дорогах применяют систему частотного диспетчерского контроля (ЧДК). Она включает в себя устройства телеконтроля, информирующие о состоянии перегонов в пределах диспетчерского круга. С перегонов информация о состоянии контролируемых объектов по специально выделенным проводам сначала передается на промежуточные станции, а затем по цепи ДК поступает на центральный диспетчерский пункт.

Контрольная информация отправляется с каждой перегонной установки в виде определенного частотного кода, и на табло дежурного по промежуточной станции включается соответствующая контрольная лампочка. Частотные сигналы, принятые на диспетчерском пункте, усиливаются, расшифровываются, и определяются станции, с которых они поступили, и состояние контролируемого объекта.

Сигнальная индикация состояния контролируемых объектов в системе ЧДК высвечивается на табло, где показываются все блок-участки перегона, главные и приемоотправочные пути промежуточных станций, все входные и выходные светофоры.

Дальность действия системы, определяемая видом линии связи, составляет для кабельных линий 180 км, а для воздушных — 300 км. При использовании каналов высокочастотной связи дальность действия ДК практически неограничена.

### **17.4. Автоматическая переездная сигнализация**

На пересечении железной дороги в одном уровне с автомобильными дорогами устраивают переезды. Они могут быть регулируемыми, т. е. оборудованными устройствами переездной сигнализации, и нерегулируемыми, когда возможность безопасного проезда полностью зависит от водителя транспортного средства. В ряде случаев переездная сигнализация обслуживается дежурным работником. Такие переезды называются охраняемыми, а необслуживаемые — неохраняемыми.

К переездным устройствам относятся автоматическая светофорная сигнализация, автоматические шлагбаумы, электрошлагбаумы и механизированные шлагбаумы. Эти устройства служат для прекращения движения автотранспортных средств через переезд при приближении к нему поезда.

Переезды с интенсивным движением для ограждения со стороны автомобильной дороги оборудуют автоматической светофорной переездной сигнализацией с автоматическими шлагбаумами (рис. 17.3). Переезд ограждается переездными светофорами ПС с двумя попеременно мигающими красными огнями, и подается звуковой сигнал для оповещения пешеходов. Мигающая сигнализация применяется для того, чтобы водитель автотранспортного средства не мог принять переезд за обычный городской перекресток.

Для предупреждения автотранспорта о приближении к переезду перед ним устанавливают два предупредительных знака — на расстоянии 40...50 и 120...150 м от ПС. Автоматические шлагбаумы, перекрывающие проезжую часть автодороги, и светофоры автоматической светофорной сигнализации устанавливают на ее правой стороне.

Нормальное положение автоматических шлагбаумов открытое, а электрошлагбаумов и механизированных шлагбаумов — обычно закрытое. Для приведения в действие автоматической переездной сигнализации используют рельсовые цепи автоблокировки или специальные цепи.

Когда поезд приближается на определенное расстояние к переезду, включаются переездная световая сигнализация и звонок, через 10...12 с опускается брус шлагбаума и звонок выключается, а световая сигнализация продолжает действовать до освобождения переезда и поднятия бруса.

В случае аварии на переезде его ограждают со стороны подхода поездов красными огнями заградительных светофоров З<sub>1</sub> и З<sub>2</sub>, включаями

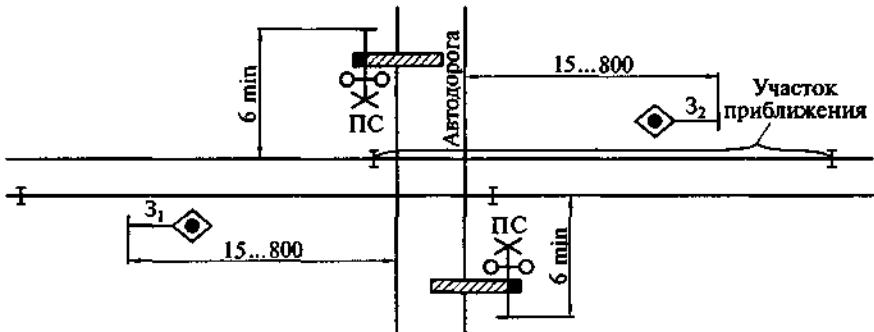


Рис. 17.3. Схема установки автоматических шлагбаумов (размеры приведены в м):

З<sub>1</sub>, З<sub>2</sub> — заградительные светофоры; ПС — переездные светофоры

чаемых дежурным по переезду. На участках с автоблокировкой одновременно загораются красные огни ближайших светофоров автоблокировки.

Заградительные светофоры устанавливают с правой стороны по ходу поезда на расстоянии не менее 15 м от переезда. Место установки светофора выбирают так, чтобы обеспечивалась видимость огня светофора на расстоянии, не меньшем тормозного пути, необходимого в данном случае при экстренном торможении и максимально возможной скорости.

На железнодорожных переездах поезда имеют преимущественное право беспрепятственного движения через переезд.

Чтобы избежать замыкания рельсовых цепей автоблокировки при проходе через переезд гусеничных тракторов, катков и других дорожных машин, верх настила переезда устраивают выше головок рельсов на 30...40 мм.

### 17.5. Полуавтоматическая блокировка

Полуавтоматическая блокировка (ПАБ) применяется для интервального регулирования движения поездов на малодеятельных участках железных дорог. Полуавтоматической она называется потому, что часть операций по изменению показаний сигналов выполняется автоматически (в результате воздействия колес подвижного состава), а другая часть осуществляется дежурным по станции или путевому посту. При ПАБ на межстанционном перегоне может находиться только один поезд. Для увеличения пропускной способности наиболее длинные межстанционные перегоны делят на два межпостовых перегона (блок-участка), и на месте раздела устраивают путевой пост. Разрешением на занятие поездом свободного перегона служит соответствующее показание выходного (для станции) или проходного (для путевого поста) сигнала.

Согласно требованиям ПТЭ устройства ПАБ не должны допускать открытия выходного или проходного светофора до освобождения подвижным составом межстанционного или межпостового перегона, а также самопроизвольного закрытия светофора вследствие перехода с основного на резервное энергоснабжение и наоборот. Для этого на каждой станции (на путевом посту) ограждаемого перегона устанавливают блок-аппараты, связанные друг с другом электрической сетью таким образом, что для пользования сигналами от дежурного по станции или посту требуется выполнить необходимые действия в определенной последовательности.

На железных дорогах применяется электромеханическая ПАБ с полярной линейной цепью и релейная ПАБ (РПАБ). В ПАБ первого типа применяются упрощенные аппараты для посылки блокировочных сигналов в виде токов разной полярности.

В РПАБ всеми блокировочными зависимостями между положением стрелок и сигнальными показателями светофоров управляют реле. Эта система по сравнению с электромеханической обеспечивает более высокий уровень автоматизации управления, так как известительные сигналы подаются автоматически и действия дежурного по станции упрощены.

Полуавтоматические системы блокировки автоматически контролируют прибытие поезда, но не обеспечивают проверки его прибытия в полном составе. Это должен сделать сам дежурный по станции, и только после проверки он имеет право подать блокировочный сигнал о прибытии поезда на станцию.

Этот недостаток РПАБ устраняется применением специального устройства автоматического счета осей поезда, которое устанавливается на станции.

#### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные виды устройств СЦБ на перегонах.
2. Чем отличается автоматическая блокировка от полуавтоматической?
3. Что обеспечивает автоматическая локомотивная сигнализация?
4. Каково назначение устройств диспетчерского контроля за движением поездов?
5. С какой целью в переездной сигнализации используются два попеременно мигающих красных огня?

## Глава 18

# УСТРОЙСТВА СЦБ НА СТАНЦИЯХ

### 18.1. Электрическая централизация стрелок и светофоров

Электрическая централизация стрелок и светофоров (ЭЦ) является основным видом управления стрелками и сигналами на железных дорогах России. При использовании ЭЦ продолжительность приготовления маршрута сокращается до 5...7 с (в зависимости от числа стрелок в нем) против 6...10 мин при ручном управлении стрелками благодаря ускорению выполнения операций. В аппаратах ЭЦ все необходимые зависимости между стрелками и сигналами могут быть исполнены при помощи электрических реле. Такую систему называют релейной централизацией стрелок и сигналов. На сети дорог эту централизацию используют как на малых, так и на крупных станциях.

Общая схема устройства релейной централизации стрелок и сигналов малой станции показана на рис. 18.1. В помещении дежурного по станции (ДСП) установлен централизационный аппарат в виде пульта управления с рукоятками и кнопками. Вся электрическая аппаратура — реле, трансформаторы, выпрямители — размещена в релейных будках по концам станции. Местные источники питания — аккумуляторные батареи — установлены в подвальных помещениях релейных будок, батарейных колодцах или шкафах. Релейная централизация получает электроэнергию (переменный ток) от высоковольтной линии (напряжением 10 кВ) через понижающие линейные трансформаторы, укрепленные на силовых опорах этой линии. Для перевода и контроля положения стрелок они оборудованы электроприводами. Сигнал, разрешающий поезду прибыть на станцию, подают входные светофоры, а разрешение отправиться со станции на перегон — выходные светофоры, установленные на каждом приемоотправочном пути. Для исключения перевода стрелок под подвижным составом, приема поездов на занятые пути и контроля на пульте управления за занятостью стрелок и путей приемоотправочные пути и стрелочные переводы оборудованы электрическими рельсовыми цепями.

Управление стрелками и сигналами, а также контроль состояния путей и стрелочных участков осуществляются по кабельным линиям.

Принцип действия стрелочного электропривода (рис. 18.2) состоит в следующем. Рабочий шибер *I* жестко соединен с остряками стрелки и осуществляет их перевод. Плотность прилегания ост-

Высоковольтная линия

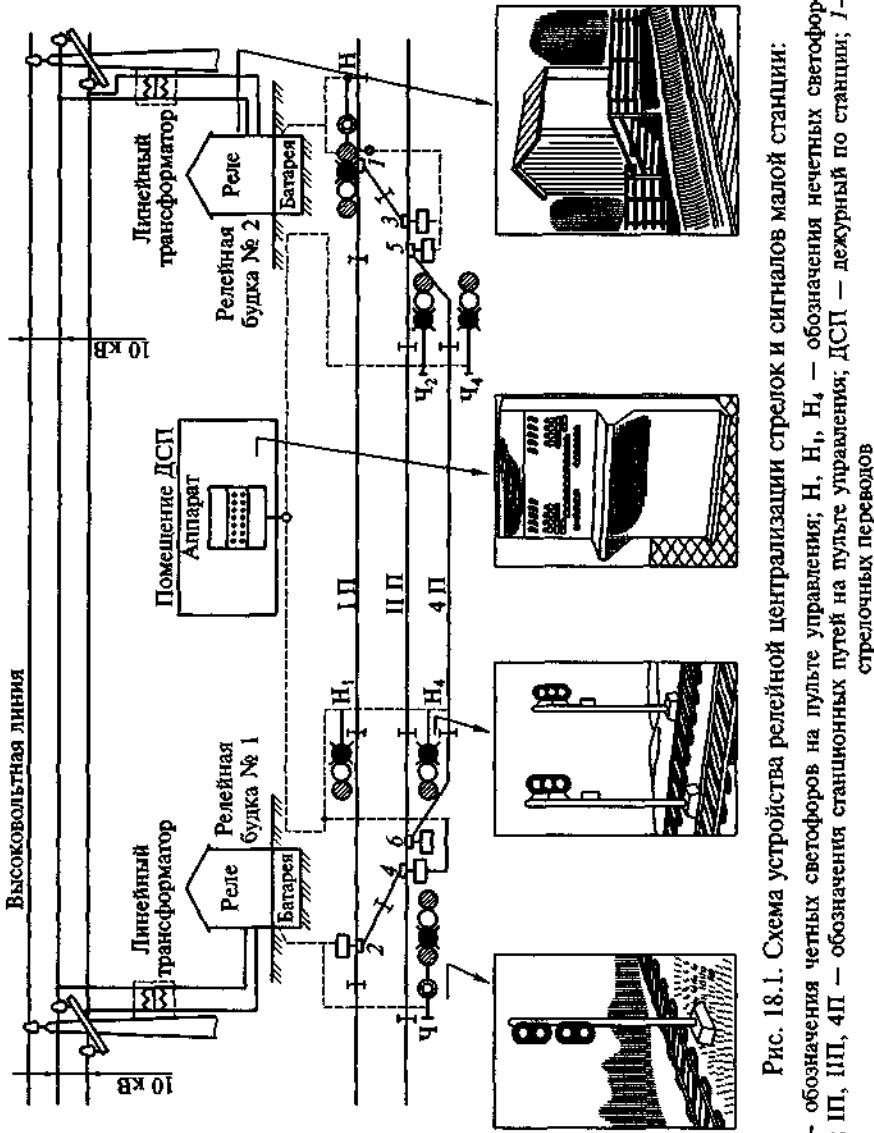


Рис. 18.1. Схема устройства релейной централизации стрелок и сигналов малой станции:  
 Ч<sub>1</sub>, Ч<sub>2</sub>, Ч<sub>3</sub>, Ч<sub>4</sub> — обозначения четных светофоров на пульте управления; Н<sub>1</sub>, Н<sub>2</sub>, Н<sub>3</sub>, Н<sub>4</sub> — обозначения нечетных светофоров на пульте управления; ДСП — дежурный по станции; I—б — номера стрелочных переводов

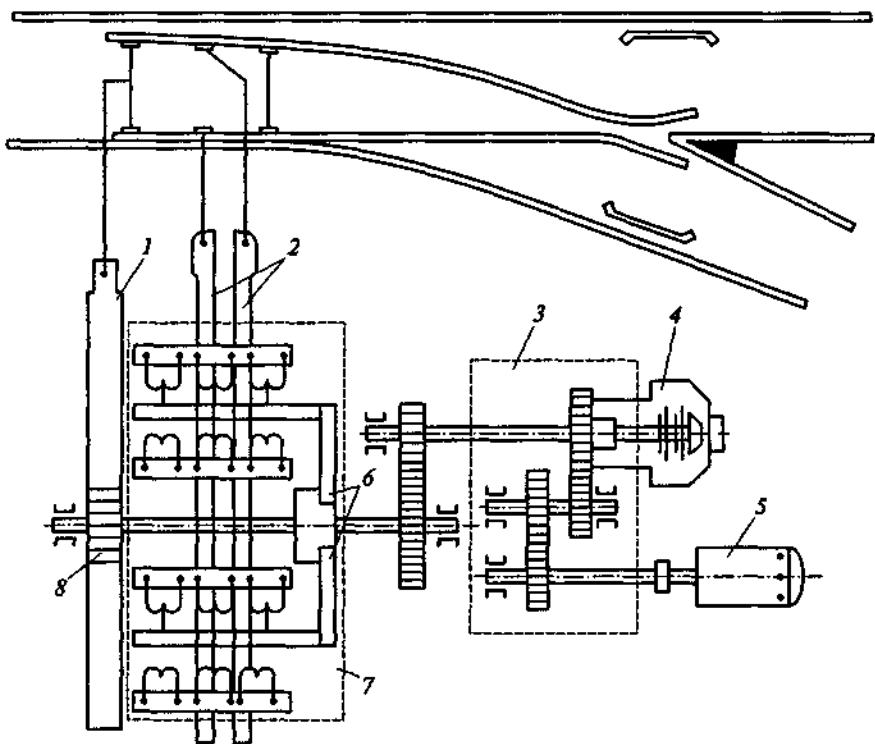


Рис. 18.2. Схема стрелочного привода:

1 — рабочий щибер; 2 — контрольные линейки; 3 — редуктор; 4 — фрикционная муфта; 5 — электродвигатель; 6 — рычаги автопереключателя; 7 — автопереключатель; 8 — приводное зубчатое колесо

ряка к рамному рельсу проверяется контрольными линейками 2. Они же обеспечивают замыкание и размыкание контактов автопереключателя 7.

Стрелками и сигналами управляют с пульта-табло. В его верхней части находится табло с контрольными лампочками, информирующими о занятости путей и стрелок, открытии и закрытии входного светофора, занятости участков приближения и удаления.

На крупных станциях для сокращения затрат времени на приготовление маршрутов вместо раздельного, как это принять на малых станциях, применяют маршрутное управление. При приготовлении маршрута дежурный по станции не производит действий по переводу каждой стрелки в отдельности. Нажатием на две или несколько кнопок, расположенных на пульте-табло по границам маршрута, включаются и переводятся одновременно все стрелки, а после их перевода открывается сигнал. Это значительно ускоряет приготовление маршрутов. Пути станции выполнены на пульте-табло в

виде световых ячеек с красной и белой лампочками в каждой ячейке. Кнопки размещены в начале и конце каждого маршрута.

В последние годы в нашей стране и за рубежом разрабатываются и внедряются новые системы микропроцессорной централизации (МПЦ). Опыт эксплуатации первых вариантов систем выявил их существенные эксплуатационные и технические преимущества перед релейными системами.

Микропроцессорная техника позволяет дополнить ЭЦ новыми функциональными возможностями по автоматизации сбора информации со станций, локомотивов и других подсистем для оптимизации принимаемых решений, регистрации действий оператора и хранения в памяти ЭВМ всех поездных ситуаций.

Принципиальное отличие МПЦ от релейных систем состоит в простоте процессов проектирования, изготовления, строительства и ремонта благодаря малым размерам МПЦ и значительно меньшему (примерно на 50 %) объему монтажных работ, неизбежных при создании релейных систем. Значительным преимуществом МПЦ является снижение стоимости системы, в частности, за счет сокращения затрат на дефицитные материалы (серебро, медь и др.).

## 18.2. Диспетчерская централизация

Оперативное руководство перевозочным процессом на железной дороге осуществляет и контролирует диспетчерский аппарат со сменным дежурством. Участки железных дорог, которыми руководят поездные диспетчеры (ДНЦ), называются *диспетчерскими кругами*; их протяженность достигает в среднем 250 км и более при числе станций до 30.

Границами диспетчерских кругов обычно служат сортировочные или участковые станции.

Наиболее эффективным техническим средством оперативного руководства движением поездов является диспетчерская централизация (ДЦ), позволяющая ДНЦ с центрального поста управлять стрелками и сигналами всех линейных пунктов, входящих, как правило, в диспетчерский круг.

ДЦ — это комплекс устройств, обеспечивающий управление из одного пункта стрелками и сигналами ряда станций и перегонов; контроль на пульте управления за положением и занятостью стрелок, занятостью перегонов и путей на станциях; повторение показаний светофоров; возможность перехода при маневровой работе на местное управление стрелками на самой станции; автоматическую запись графика выполненного движения поездов; выполнение требований, предъявляемых к электрической централизации и автоматической блокировке. Все операции по приему и отправлению поездов со станции участка производит диспетчер, а

регулирование следования поездов по перегону совершается автоматически по сигналам автоблокировки.

На диспетчерском пункте (в отделении или управлении дороги) установлена управляющая аппаратура, соединенная с промежуточными станциями участка двухпроводной линейной цепью (рис. 18.3). На манипуляторе М имеются кнопки для набора управляющих команд, посылаемых на промежуточные станции. Выносное табло ВТ служит для визуального контроля приготовления маршрутов, открытия сигналов на станциях и продвижения поездов по перегонам и станциям. Поездограф П предназначен для записи графика выполненного движения поездов. Имеется также панель связи С.

Набор команд на манипуляторе реализуется с помощью передающей аппаратуры ПП и кодирующего устройства КУ. Сигналы управления принимаются на каждой промежуточной станции КУ и далее поступают в аппаратуру релейной централизации стрелок и сигналов РЦ.

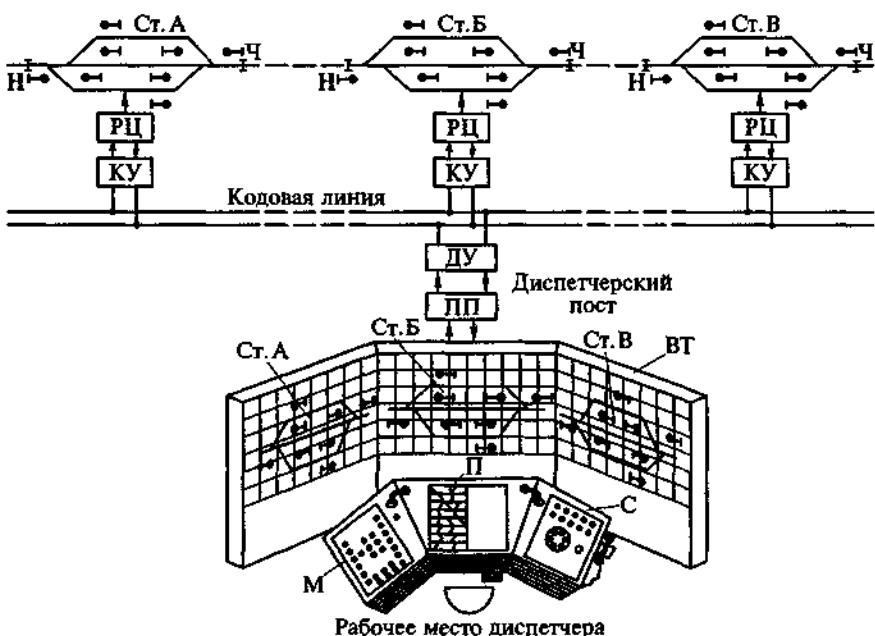


Рис. 18.3. Схема диспетчерской централизации:

А -- В -- станции; Н -- нечетные входные светофоры; Ч -- четные входные светофоры; РЦ -- аппаратура релейной централизации стрелок и сигналов; КУ -- кодирующее устройство; ДУ -- декодирующее устройство; ПП -- передающая аппаратура; ВТ -- выносное табло; М -- манипулятор; П -- поездограф; С -- панель связи

Контрольные сигналы от объектов поступают на выносное табло и включают контрольную сигнализацию, а на поездографе записывается график исполненного движения.

Большие станции, на которых по характеру и объему работы необходимо постоянное руководство дежурного по станции, в ДЦ обычно не включаются.

ДЦ позволяет повысить пропускную способность, участковую скорость и безопасность движения, а также сократить штат работников на 50–60 человек на каждые 100 км пути за счет ликвидации должностей дежурных по станциям и стрелочным постам. В ДЦ применен кодовый принцип телеуправления (ТУ) и телесигнализации (ТС).

На сети отечественных железных дорог действуют следующие системы ДЦ: ПЧДЦ — полярно-частотная, в которой применяются коды в виде импульсов тока различной полярности (плюсовый или минусовый) для передачи сигналов ТУ и импульсов различной частоты — для передачи сигналов ТС; ЧДЦ — частотная, в которой используется код с частотными импульсами.

Наибольшее распространение получила частотная система ДЦ «Нева» и ее модификация «Луч», у которой по сравнению с «Невой» существенно изменена аппаратура канала ТУ.

В настоящее время ДЦ проектируют и выпускают на новых микропроцессорных схемах.

### 18.3. Комплекс устройств горочной автоматики

Современный комплекс устройств механизации и автоматизации сортировочных горок включает в себя горочную автоматическую централизацию (ГАЦ), обеспечивающую перевод стрелок по маршруту скатывания отцепов; систему автоматического регулирования скорости скатывания отцепов (АРС), управляющую вагонными замедлителями; систему автоматического задания скорости роспуска составов (АЗСР), управляющую показаниями горочных светофоров и автоматической локомотивной сигнализацией или воздействующую на устройства управления горочным локомотивом с использованием системы телеуправления (ТГЛ).

В горочном микропроцессорном комплексе (КГМ), разработанном в РИИЖТе, указанные функции объединены. В состав устройств ГАЦ входят стрелочные электроприводы, электрические рельсовые цепи и другое оборудование. Система ГАЦ может работать в двух режимах: программном автоматическом и маршрутном. При первом режиме до роспуска состава с горки с помощью накопителя проводится предварительный набор маршрутов для всех отцепов состава поезда. Корректирование или добор маршрутов возможны в процессе роспуска состава.

Маршруты набирает оператор нажатием соответствующих кнопок на горочном пульте. Стрелки, входящие в данный маршрут,

переводятся последовательно по мере воздействия скатывающихся отцепов на рельсовые цепи, педали и другую аппаратуру. На ряде сортировочных горок набор программы роспуска составов, в которой устанавливается, на какой подгорочный путь должен следовать каждый очередной отцеп, проводится с помощью дисплея. Набранная программа высвечивается на экране, что позволяет оператору контролировать правильность набора и при необходимости корректировать программу. В процессе роспуска состава команды на установку стрелочного маршрута для каждого отцепа вводятся с дисплея в ГАЦ для исполнения.

При втором режиме работы системы ГАЦ маршруты задают для каждого очередного отцепа непосредственно перед его скатыванием с горки нажатием кнопки, соответствующей номеру подгорочного пути. Маршрут приготавливается автоматически от воздействия вагона. В случае неисправности ГАЦ каждую стрелку по пути следования отцепа оператор горки устанавливает в нужное положение индивидуально путем поворота рукоятки стрелочного коммутатора.

Автоматические системы регулирования скорости скатывания отцепов (АРС) исключают повреждение и необходимость осаживания вагонов на путях сортировочных парков.

Комплекс горочной автоматики кроме ГАЦ и АРС включает в себя системы горочных программно-задающих устройств (ГПЗУ), оперативно-запоминающих устройств (ГОЗУ) для ввода информации в ГАЦ, телеуправления горочным локомотивом (ТГЛ), автоматического задания скорости роспуска составов (АЗСР) и автоматического контроля заполнения путей подгорочного парка (КЗП).

В настоящее время проводятся исследования по совершенствованию систем автоматизации для сортировочных горок.

Предусматривается реализация КГМ, основанного на применении отечественных микропроцессорных средств. Устройства этого комплекса связаны с автоматизированной системой управления сортировочной станцией (АСУ СС). Этот вычислительный комплекс обеспечивает управление маршрутами отцепов, регулирование скорости скатывания отцепов, контроль, отображение и проектирование хода роспуска, диагностирование комплекса и технического состояния его устройств.

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды устройств СЦБ на станциях.
2. Что обеспечивает централизация управления стрелками и сигналами?
3. В чем состоит суть диспетчерской централизации?
4. Перечислите основные виды устройств горочной автоматики и их назначение.

## СВЯЗЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

### 19.1. Проводная связь

Для передачи информации на железнодорожном транспорте используют радиосвязь, проводную, радиорелейную и спутниковую связь.

Основным видом связи является проводная связь на кабельных и воздушных линиях. По своему назначению она подразделяется на общетехнологическую и оперативно-технологическую, а по району действия — на магистральную, дорожную, отделенческую, местную и станционную.

*Общетехнологическая* телефонная связь предназначена для ведения служебных переговоров между работниками, находящимися на одной или разных станциях. Такая связь формируется на основе местной сети, имеющей выход на линии междугородной телефонной связи.

*Оперативно-технологическая* связь предназначена для оперативного управления перевозочным процессом.

Магистральную связь организуют между ОАО «РЖД» и управлениями железных дорог. К ней относятся магистральная связь совещаний (МСС), магистральная распорядительная связь (МРС), связь управления военизированной охраны, транспортной милиции и др.

Дорожная связь осуществляется между управлением и отделением, а также между крупными станциями. К этому виду связи относятся дорожная связь совещаний (ДСС), дорожная распорядительная связь (ДРС), дорожная диспетчерская связь служб управления дорог с дистанциями.

Магистральная и дорожная телефонная связь действует на больших расстояниях и является дальней связью. Дальнюю телефонную связь организуют в соответствии со структурой железнодорожного транспорта.

В систему *отделенческой* связи включают поездную диспетчерскую связь (ПДС), энергодиспетчерскую (ЭДС), служебную диспетчерскую (СДС), перегонную (ПГС), вагонную диспетчерскую (ВДС), линейно-путевую (ЛПС), билетно-диспетчерскую и другие виды связи.

Местная связь служит для обмена информацией работников станций, локомотивных и вагонных депо, дистанций пути, электроснабжения, сигнализации и др. Для организации местной связи

создают телефонные станции автоматического (АТС) или ручного (РТС) обслуживания, которые обеспечивают соединение местных абонентов не только между собой, но и с городской телефонной станцией, коммутаторами организаций, линиями постстанционной, дальней и междугородной связи.

К *станционной* телефонной связи относится стрелочная и станционная распорядительная связь, которая используется при приеме и отправлении поездов, а также маневровой работе.

В настоящее время проводятся работы по автоматизации всех видов связи, что позволит абоненту самому устанавливать связь с нужным пунктом. Дорожные и сетевые узлы связи имеют выход на каналы Единой автоматизированной сети связи России и государств СНГ.

В последние годы на железных дорогах России стали применяться электронные АТС (АТСЭ), выполненные на микросхемах. Основное достоинство АТСЭ кроме малых габаритов — это надежность, устойчивость работы, отсутствие шума и относительно низкая себестоимость.

Для передачи письменных сообщений и распоряжений применяют телеграфную связь обычно с использованием буквопечатающих телеграфных аппаратов.

## 19.2. Радиосвязь

Основным преимуществом радиосвязи перед проводной связью является то, что она позволяет вести переговоры с работниками, находящимися в движении (машинисты локомотивов, составители поездов, осмотрщики подвижного состава, работники строительных подразделений, бригад по ремонту пути, контактной сети и устройств СЦБ, обслуживанию пассажирских поездов и др.). Применяют поездную, станционную и ремонтно-оперативную радиосвязь.

Непрерывная двусторонняя *поездная* радиосвязь осуществляется между поездным диспетчером и машинистами локомотивов, находящихся в пределах диспетческого участка; между машинистом локомотива, расположенного на перегоне, и дежурным по ближайшей станции, а также между машинистами встречных поездов. Поездная радиосвязь представляет собой сочетание радиосвязи и проводной связи (рис. 19.1). Радиостанции устанавливают на локомотивах и в служебных помещениях дежурных по промежуточным станциям участка. Переговоры между машинистом и дежурным ближайшей станции происходят по радио, а между машинистом и поездным диспетчером — с помощью проводной связи.

*Станционная* радиосвязь бывает маневровая и горочная. Надежная двусторонняя *маневровая* радиосвязь осуществляется между



Рис. 19.1. Схема двусторонней поездной радиосвязи:  
А — В — станции

маневровым диспетчером (дежурным по станции, составителем поездов) и машинистами маневровых локомотивов в пределах территории станций, а на крупных станциях — в пределах маневрового района. Горочная радиосвязь применяется для переговоров дежурного по горке с машинистами горочных локомотивов.

Для организации маневровой и горочной радиосвязи локомотивы оборудуют радиостанциями РВ, а у маневрового диспетчера и дежурных по паркам устанавливают стационарные радиостанции РС с двумя или тремя пультами управления. Составители поездов и их помощники имеют носимые радиостанции РН, а слесари и регулировщики скорости скатывания отцепов с горки — переносные приемники. Радиостанциями снабжены работники пунктов технического обслуживания и коммерческого осмотра составов, диспетчеры грузовых дворов, службы охраны и др.

*Ремонтно-оперативная* радиосвязь предназначена для управления ремонтными работами на перегонах. Должна быть обеспечена надежная двусторонняя связь ремонтных подразделений с руководителем работ, последнего — с машинистами поездных локомотивов, а также руководством и дежурным аппаратом соответствующей службы.

Устройства поездной и станционной радиосвязи могут быть оборудованы приборами для автоматической записи переговоров.

Железные дороги оснащаются и другими комплексами радиосредств, например системой «Транспорт», в состав которых входят стационарные и переносные радиостанции. Эти радиостанции работают в режимах с индивидуальным и групповым вызовом в радиальных и линейных сетях.

*Радиорелейные линии* связи позволяют создать многоканальные системы радиосвязи в ультракоротковолновом диапазоне. Эти линии образуют цепочку приемно-передающих радиостанций, расположенных на расстоянии 50...60 км в зоне прямой видимости их антенн. При помощи антенн ультракороткие волны излучаются в виде направленного пучка, представляющего собой высокочастотный широкополосный канал связи, который позволяет одновре-

менно вести сотни переговоров. Радиорелейные линии работают устойчиво, не подвергаются воздействиям атмосферы и высоковольтных линий переменного тока. Радиорелейные линии используются также для передачи телевизионного изображения.

Для автоматизации производственных процессов и повышения безопасности движения на железнодорожном транспорте применяется радиолокация. Принцип ее действия заключается в том, что передатчик радиолокационной станции посылает в пространство направленные радиоволны в виде коротких импульсов. Эти волны, отраженные от объекта, достигают приемника станции.

Радиолокация используется на автоматизированных сортировочных горках для измерения скорости движения вагонов. Кроме того, она позволяет обнаружить посторонние предметы, находящиеся в пределах габарита приближения строений на путях, стрелочных переводах, тормозных позициях и представляющие опасность для движения поездов и маневровой работы.

### 19.3. Телевидение

На отечественных и зарубежных железных дорогах широко распространены разнообразные системы промышленных телевизионных установок (ПТУ), предназначенных для наблюдения за производственными процессами. Применение телевидения охватывает следующие основные направления.

*Обзорные телевизионные системы* используют для передачи изображений станций, отдельных парков, цехов локомотивных и вагонных депо. Они позволяют наблюдать за работой складов и сортировочных горок, контролировать процессы загрузки грузовых, почтовых, багажных и пассажирских вагонов.

Телевизионные установки способствуют повышению безопасности движения поездов, особенно на переездах с интенсивным движением автомобильного транспорта, а также обеспечивают наглядный контроль за состоянием путей, мостов, тоннелей, контактной сети и др.

*Телевизионные системы регистрации движущихся поездов* применяют для считывания номеров грузовых вагонов при приеме поездов на станции, перестановке составов из сортировочных парков в парки отправления. Телекамера и видеомагнитофон включаются при вступлении поезда на контрольную рельсовую цепь, а после его прохода видеомагнитофон переводится в режим замедленного воспроизведения для оператора,читывающего номера вагонов, или передачи их в память ЭВМ.

Широкое распространение получило телевидение для коммерческого осмотра вагонов. Так, на станции Люблино-Сортировочное Московской железной дороги телевидение применяют в едином комплексе с электронными габаритными воротами, радио-

и телефонной связью. Телевизионная камера, укрепленная на габаритных воротах, обеспечивает обзор подвижного состава сверху. Нарушение габаритности сигнализируется звонком и индикацией на контрольном табло дежурного.

*Телевизионные системы отображения видеинформации* охватывают диспетчерские дисплейные системы, видеинформационные системы вокзалов и пассажирских поездов, телевизионно-измерительные установки, телевизионно-цифровые тренажеры и обучающие устройства. Большинство диспетчерских дисплейных систем входят как составные части в автоматизированные устройства управления движением поездов.

В последние годы интенсивно разрабатываются и внедряются *видеоинформационные системы* передачи визуальной информации с показом ее на экранах телевизионных приемников. С помощью таких систем передают учебные программы, проводят видеосовещания и т. д.

Тренировку и обучение машинистов осуществляют с помощью тренажеров, представляющих собой имитационные моделирующие системы, которые воспроизводят условия управления локомотивом.

#### **19.4. Линии сигнализации и связи. Понятие о волоконно-оптической связи**

Проводные воздушные линии связи включают в себя телефонные и телеграфные провода, а на участках, не оборудованных автоблокировкой, — провода автоматики и телемеханики. На участках с автоблокировкой проводные линии автоматики и телемеханики размещают отдельно от линий связи.

На опоры линий автоматики и телемеханики подвешивают провода цепей переменного тока напряжением 6 или 10 кВ для питания устройств автоматики и линейных потребителей (малые станции, линейно-путевые здания, электроинструменты путейцев и т. п.), а также провода низковольтной цепи, которая используется для связи напольных светофоров и питания устройств автоблокировки.

Воздушные линии сигнализации и связи строят так, чтобы они надежно противостояли любым неблагоприятным воздействиям: гололеду, изморози, ветру, дожду и грозовым разрядам. Расстояние между опорами (железобетонными или деревянными) составляет 35...50 м. В соответствии с ПТЭ расстояние, м, от нижней точки проводов воздушных линий СЦБ и связи до земли при максимальной стреле подвеса должно составлять не менее 2,5 на перегонах; 3,0 — на станциях и 5,5 — на пересечениях с автомобильными дорогами. На пересечении железнодорожных путей расстояние от нижней точки проводов до уровня головки рельса должно быть не менее 7,5 м.

В последние годы высокими темпами строятся кабельные линии связи. Их основными преимуществами являются большая надежность, долговечность, защищенность от влияния атмосферных и электрических помех. Кабельные линии применяют в дальней и местной связи для соединения друг с другом телефонных станций, а также в системах стрелочной, внутристанционной диспетчерской связи и др.

На дорогах, электрифицированных на переменном токе, используют только кабельные линии связи и автоматики. Кабельную сеть автоматики и телемеханики образуют линии электрической централизации, автоблокировки, соединения напольных и постовых устройств, проводной связи и др. Кабельные линии связи и автоматики бывают воздушные, подземные и подводные. Подземные кабели укладываются в траншеях, кабельной канализации, тоннелях или коллекторах и защищают от механических повреждений и буждающих токов.

Основным направлением совершенствования средств связи является внедрение высокоскоростных волоконно-оптических линий (ВОЛС), обладающих наибольшей помехозащищенностью и высокой пропускной способностью. ВОЛС представляет собой кабель диаметром около 3 см, покрытый пластмассовой оболочкой. Внутри оболочки находится кварцевый световод толщиной 1 мм, в котором находятся до 1000 каналов связи. Потребляемая мощность составляет 50 Вт в отличие от 400 Вт при обычной двенадцатиканальной связи. Аппарата ВОЛС, выполненная на микросхемах, при наличии неисправности легко заменяется.

Ведущую роль в строительстве и эксплуатации ВОЛС на железнодорожном транспорте играет государственное унитарное предприятие «ТрансТелеКом», которым введено в действие около 50 тыс. км магистральных волоконно-оптических линий от Петербурга до Владивостока и от Москвы до Новороссийска.

Развитие микроэлектроники сопровождается созданием сверхбольших (глобальных) электронных сетей и средств компьютерной коммуникации, позволяющих в значительной степени повысить качество передачи обработанной информации, быстро и без потерь доставить ее до объекта, а также снизить ее стоимость. Такие системы предназначены для передачи информации от компьютера к компьютеру и решения различных задач с использованием современных средств вычислительной техники.

Одним из перспективных направлений развития сети связи на железнодорожном транспорте является применение спутниковой связи, позволяющей повысить качество передаваемой информации и надежность сети, а также расширить спектр предоставляемых услуг.

При повреждении линий СЦБ и связи их восстановление необходимо проводить в строго определенной последовательности: уст-

раняют неисправности линий поездной диспетчерской связи, путевой блокировки, энергодиспетчерской, поездной межстанционной и стрелочной связи, телеуправления устройствами электроснабжения, магистральной связи, а затем остальных линий СЦБ и связи.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие виды связи применяют на железнодорожном транспорте?
2. В чем состоят преимущества радиосвязи перед проводной связью?
3. Для каких целей на железных дорогах используют телевидение?
4. Где на железнодорожном транспорте применяется радиолокация?
5. Что представляет собой волоконно-оптическая связь? Каковы ее преимущества?

## Глава 20

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ

#### **20.1. Назначение и классификация раздельных пунктов**

Для пропуска необходимого числа поездов по участку и обеспечения безопасности их движения железнодорожные линии делятся на перегоны, или блок-участки, раздельными пунктами.

Движение поездов происходит с разграничением их раздельными пунктами. Различают раздельные пункты с путевым развитием и без него.

К раздельным пунктам с путевым развитием относятся разъезды, обгонные пункты и станции.

Раздельные пункты *без путевого развития* — это путевые посты при использовании полуавтоматической блокировки, проходные светофоры при наличии автоблокировки, а в случае их отсутствия при применении автоматической локомотивной сигнализации — обозначенные границы блок-участков.

*Разъезды* представляют собой раздельные пункты на однопутных линиях, имеющие путевое развитие, предназначенное для скрещения и обгона поездов.

*Обгонные пункты* — это раздельные пункты на двухпутных линиях, имеющие путевое развитие, допускающее обгон поездов и в необходимых случаях — перевод поезда с одного главного пути на другой.

*Станциями* называются раздельные пункты, имеющие путевое развитие, позволяющее выполнять операции по приему, отправлению, скрещению и обгону поездов, по приему и выдаче грузов, багажа и грузобагажа и обслуживанию пассажиров, а при развитых путевых устройствах — маневровую работу по расформированию и формированию поездов и технические операции с ними.

По характеру работы станции подразделяют на промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и грузовые. Станции, к которым примыкают не менее трех магистральных направлений, называются узловыми. В зависимости от объема и сложности работы станции разбивают на классы. Станции, выполняющие большой объем работы и имеющие высокий уровень технического оснащения, относятся к внеклассным, затем следуют станции I—V классов.

Станции являются основными производственно-хозяйственными единицами (предприятиями) транспорта, через которые осуществляется непосредственная связь железных дорог с клиентурой.

## 20.2. Станционные пути и их назначение

Железнодорожные пути на раздельных пунктах (рис. 20.1) подразделяются на станционные и пути специального назначения.

К *станционным* относятся пути в границах станций: главные, приемоотправочные, сортировочные, вытяжные, погрузочно-выгрузочные, деповские (локомотивного и вагонного хозяйств), соединительные и пр. К путям *специального назначения* относятся предохранительные и улавливающие тупики, а также подъездные пути предприятий.

*Предохранительные тупики* — это тупиковые пути, предназначенные для предупреждения выхода подвижного состава на маршруты следования поездов.

*Улавливающие тупики* представляют собой тупиковые пути, предназначенные для остановки потерявшего управление поезда или части поезда при движении по затяжному спуску, расположенному на примыкающем к станции перегоне.

Пути, предназначенные для выполнения одних и тех же операций, объединяют в отдельные группы, называемые *парками*. В зависимости от назначения различают парки приема и отправления поездов, сортировочные и др.

Зону, в которой уложены стрелочные переводы, соединяющие друг с другом пути и парки, называют *стрелочной горловиной станции*. Конструкция горловины должна обеспечивать необходимую пропускную способность и безопасность движения. Для этого при проектировании предусматривают возможность одновременного передвижения в горловине поездов и маневрового состава. На рис. 20.2 приведена схема стрелочной горловины станции, позволяющая одно-

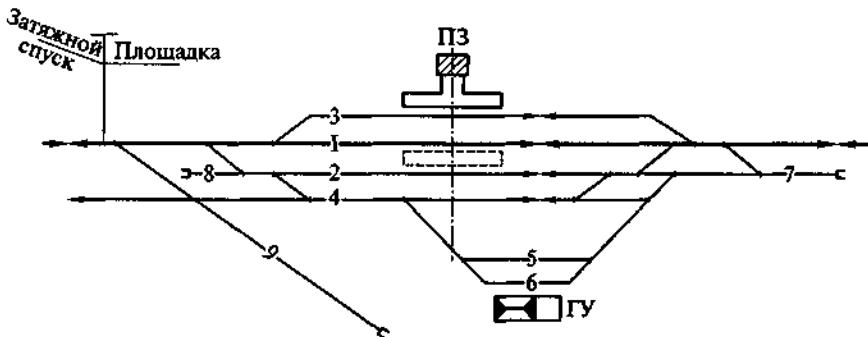


Рис. 20.1. Схема раздельного пункта:

ПЗ — пассажирское здание; ГУ — грузовые устройства; 1 — главный путь; 2—4 — приемоотправочные пути; 5, 6, 7 — соответственно выставочный, погрузочно-выгрузочный и вытяжной пути; 8, 9 — соответственно предохранительный и улавливающий тупики; — — — возможный вариант размещения пассажирской платформы

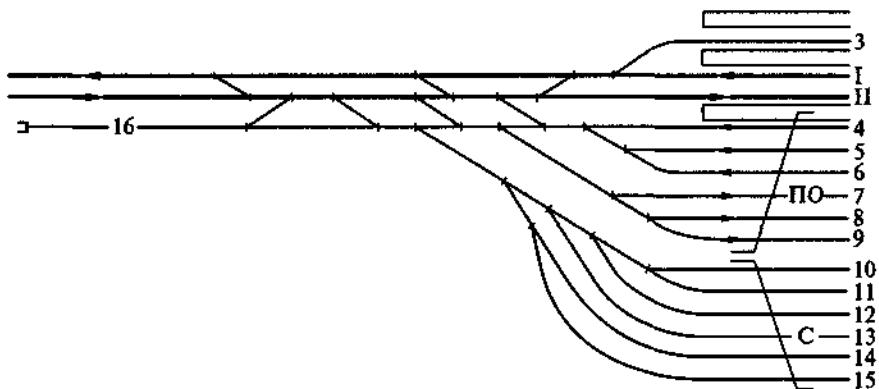


Рис. 20.2. Схема стрелочной горловины станции:

ПО — приемоотправочный парк; С — сортировочный парк; I, II — главные пути; 3 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; 4—9 — приемоотправочные пути для грузовых поездов; 10—15 — сортировочные пути; 16 — вытяжной путь

временно выполнять три вида передвижений: пропуск поездов по I и II главным путям и маневры на вытяжном пути 16.

Число и длину путей на станциях устанавливают исходя из технико-экономических расчетов. При этом различают полную и полезную длину путей. Полной длиной сквозного пути называется расстояние между стыками рамных рельсов стрелочных переводов, ограничивающих путь, тогда как для тупикового пути эта величина представляет собой расстояние от стыка рамного рельса стрелочного перевода, ограничивающего путь, до упора.

Полезнй считается часть полной длины, в пределах которой может находиться подвижной состав, не нарушая безопасности движения по соседним путям. При отсутствии выходных сигналов полезная длина сквозного пути ограничивается предельными столбиками, относящимися к этому пути, а полезная длина тупикового пути — с одной стороны путевым упором, а с другой — предельным столбиком или стыком рамного рельса стрелочного перевода.

При наличии выходных сигналов и электрических рельсовых цепей полезная длина сквозного пути определяется расстоянием от выходного сигнала до изолирующего стыка, установленного на расстоянии 3,5 м от предельного столбика в противоположном конце междупутья, а тупикового пути — от выходного сигнала до путевого упора.

Предельные столбики устанавливают посередине междупутья в том месте, где расстояние между осями сходящихся путей составляет 4100 мм.

Полезную длину приемоотправочных путей для грузового движения устанавливают с учетом унификации полезной длины пу-

тей на связанных направлениях. Ее значение принимается равным 850 или 1050 м, а для части станционных путей при наличии технико-экономического обоснования — 1700 или 2100 м.

Полезная длина путей, специализируемых на пропуске, приеме и отстое пассажирских поездов, устанавливается в соответствии с наибольшей длиной поездов, намечаемых для данной железнодорожной линии на десятый год эксплуатации.

Полезная длина сортировочных путей должна отвечать длине формируемых поездов, увеличенной не менее чем на 10 %. Полезную длину вытяжных путей на сортировочных и участковых станциях устанавливают, исходя из возможности размещения на них грузового поезда полной длины, тогда как на промежуточных, а также в трудных условиях на сортировочных и участковых станциях она должна быть не менее половины длины поезда. Полезная длина предохранительных тупиков составляет не менее 50 м, а у улавливающих тупиков она определяется расчетным путем.

Каждому пути и стрелочному переводу станций присваивают номер. Главные пути нумеруют римскими цифрами, а остальные станционные пути — последующими арабскими. Стрелочные переводы со стороны прибытия четных поездов нумеруют четными цифрами (2, 4 и т. д.), а со стороны прибытия нечетных поездов — нечетными (1, 3, 5 и т. д.). Границей между четной и нечетной сторонами станций или парка путей при нумерации стрелочных переводов является ось пассажирского здания или ось парка, перпендикулярная направлению путей.

### 20.3. Продольный профиль и план путей на станциях

Участок продольного профиля, на котором размещается станция, разъезд или обгонный пункт, называется *станционной площадкой*. В соответствии с ПТЭ станции, разъезды и обгонные пункты, как правило, должны располагаться на горизонтальной площадке; в отдельных случаях допускается размещение их на уклонах с крутизной не более 0,0015; а в тяжелых условиях — не более 0,0025.

В особо тяжелых условиях на разъездах и обгонных пунктах всех типов, а также на промежуточных станциях продольного и полу-продольного типов, на которых не предусматривается маневров и отцепки локомотива или вагонов от состава и разъединения соединенных поездов, в пределах станционной площадки допускаются уклоны крутизной выше 0,0025, но не более 0,010.

Для предотвращения самопроизвольного ухода вагонов или составов (без локомотива) за пределы полезной длины путей на станциях, разъездах и обгонных пунктах продольный профиль вновь построенных и реконструированных приемоотправочных путей, на которых предусматривается отцепка локомотивов от вагонов и

производство маневровых операций, должен проектироваться вогнутого (ямообразного) очертания с одинаковыми отметками высот по концам полезной длины путей.

При необходимости для предупреждения самопроизвольного выхода вагонов на другие пути и маршруты приема и отправления поездов должно предусматриваться устройство предохранительных тупиков, охранных стрелок, башмаков, остряков и стрелок, а также применение станционных устройств для закрепления вагонов.

Во всех случаях при расположении станций, разъездов и обгонных пунктов на уклонах должны быть обеспечены условия трогания с места поездов установленной весовой нормы и условия удержания поездов вспомогательными тормозами локомотивов.

В плане станции разъезды и обгонные пункты, а также отдельные парки и вытяжные пути должны располагаться на прямых участках. В тяжелых условиях допускается размещение их на кривых радиусом не менее 1500 м. В особо тяжелых условиях допускается уменьшение радиуса кривой до 600 м, а в горных условиях — до 500 м.

Минимальный радиус кривых соединительных и ходовых локомотивных путей 200 м, а в тяжелых условиях — 180 м.

## 20.4. Маневровая работа на станциях

Маневровой называется работа, связанная с передвижением вагонов с локомотивами, а также одиночных локомотивов по путям станции для расформирования и формирования составов, обработки поездов и вагонов, подачи вагонов к местам погрузки и выгрузки, подачи поездных локомотивов под составы и уборки их из-под составов в депо. Важнейшее требование к производству маневровой работы — безусловное обеспечение безопасности передвижения и сохранности грузов и подвижного состава.

Маневровые передвижения подвижного состава с одного пути на другой с переменой направления движения называются маневровыми рейсами. Каждый из них состоит из двух полурейсов, т. е. из двух передвижений в одном и другом направлениях.

Маневровая работа с вагонами может проводиться на вытяжных путях толчками и осаживанием и на сортировочных горках путем роспуска составов с использованием силы тяжести скатываемых вагонов.

Основные требования к порядку выполнения маневровой работы установлены ПТЭ. В них указано, что маневры на станционных путях должны проводиться по указанию одного работника — дежурного по станции, маневрового диспетчера либо дежурного по сортировочной горке или парку, а на участках, оборудованных диспетчерской централизацией, — поездного диспетчера. Движением локомотива, производящего маневры, должен руководить

только один работник — руководитель маневров (составитель поездов), ответственный за правильное их выполнение.

В целях обеспечения безопасности движения и сохранности вагонов ПТЭ установлены ограничения скорости маневровых передвижений. Маневры проводят со скоростью не более:

- 60 км/ч — при следовании по свободным путям одиночных локомотивов и локомотивов с вагонами, прицепленными сзади, включенными и отprobованными тормозами;
- 40 км/ч — при движении локомотива с вагонами, прицепленными сзади, а также при следовании одиночного самоходного состава по свободным путям;
- 25 км/ч — при движении маневровых составов вагонами вперед по свободным путям, а также восстановительных и пожарных поездов;
- 15 км/ч — при движении с вагонами, занятymi людьми, а также с негабаритными грузами боковой и нижней негабаритности четвертой—шестой степеней;
- 5 км/ч — при маневрах толчками, при подходе отцепа вагонов к другому отцепу в подгорочном парке;
- 3 км/ч — при подходе локомотива (с вагонами или без них) к вагонам.

Подвижной состав на станционных путях должен устанавливаться в пределах их полезной длины. Стоящие на станции вагоны необходимо сцепить и надежно закрепить (во избежание ухода) ручными тормозами или тормозными башмаками.

## 20.5. Технологический процесс работы станции и техническо-распорядительный акт

Технологический процесс работы станции устанавливает последовательность и продолжительность операций по пропуску транзитных поездов, обработке составов и вагонов, расформированию, маневровой и местной работе в минимальные сроки на основе научной организации и применения передовых методов труда при полном использовании технических средств станции. При разработке технологического процесса стремятся обеспечить поточность и параллельность выполнения различных операций, уменьшение затрат времени на каждую из них и слаженность в работе персонала.

Технологические процессы работы станций применяют как типовые, разработанные МПС России, так и составленные специально для станций с большим объемом работы — сортировочных, грузовых, пассажирских и участковых — применительно к местным условиям работы.

Основным требованием к организации работы станции является безусловное обеспечение безопасности движения и строгое соблюдение правил охраны труда работников станции. Этой цели

служит техническо-распорядительный акт (ТРА), который устанавливает порядок использования технических средств станции и предусматривает безопасное и беспрепятственное выполнение операций по приему, отправлению и проследованию поездов по станции и производству маневровой работы.

Он содержит общие сведения о станции и прилегающих к ней перегонах, данные о примыкании подъездных путей, назначении станционных путей, стрелок и сигналов, об условиях приема и отправления поездов, организации маневровой работы и особенностях ее выполнения на станции. В отдельном разделе ТРА приведены требования по технике безопасности на территории станции, относящиеся к работникам, связанным с движением поездов.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение раздельных пунктов?
2. Назовите существующие виды раздельных пунктов.
3. Какие виды путей имеются на станциях?
4. Что такое горловина станции?
5. Каким должен быть план и профиль путей на станциях?
6. Что представляет собой маневровая работа?
7. Что устанавливает технологический процесс работы станции?

## Глава 21

### УСТРОЙСТВА И РАБОТА РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

#### 21.1. Разъезды, обгонные пункты и промежуточные станции

На разъездах обычно бывает один главный и один-два приемо-отправочных пути для скрещения и обгона поездов, пассажирское здание, совмещенное с помещением дежурного по станции, платформы для посадки и высадки пассажиров с пешеходными переходами, устройства СЦБ и связи, стрелочные посты.

Скрещение поездов заключается в приеме первого поезда на один из приемоотправочных путей с остановкой. Поезд противоположного направления пропускают через разъезд по главному пути без остановки, после чего отправляется ранее прибывший поезд. Обгон поездов состоит в приеме с остановкой первого поезда на приемоотправочный путь и пропуске второго поезда того же направления по главному пути.

Кроме скрещения и обгона поездов на разъездах осуществляются посадка и высадка пассажиров, а в некоторых случаях — грузовые операции (в небольшом объеме). Разъезды бывают с продольным, полупродольным и поперечным расположением путей (рис. 21.1).

Схема с продольным односторонним расположением приемо-отправочных путей обеспечивает некоторое сокращение длины прилегающих перегонов и возможность пропуска удлиненных поездов, что позволяет увеличить пропускную способность линии. Учитывая это, а также исходя из наиболее целесообразной этапности развития, ее рекомендуют в качестве основной для участков, на которых в ближайшее время намечено строительство двухпутной вставки или второго главного пути либо предусматривается пропуск длинносоставных и соединенных поездов.

Если длина площадки недостаточна, то применяют схему с полупродольным расположением путей. При этом смещение путей должно быть достаточным для установки пассажирского поезда в пределах полезной длины главного пути у пассажирского здания.

Разъезд с поперечным расположением путей требует короткой площадки. Его применение рекомендуется на железных дорогах III и IV категорий, а также в тяжелых топографических условиях на дорогах I и II категорий.

На обгонных пунктах (рис. 21.2) для обгона поездов, как правило, имеется по одному приемоотправочному пути (кроме главных) в каждом направлении, а для перевода поездов с одного

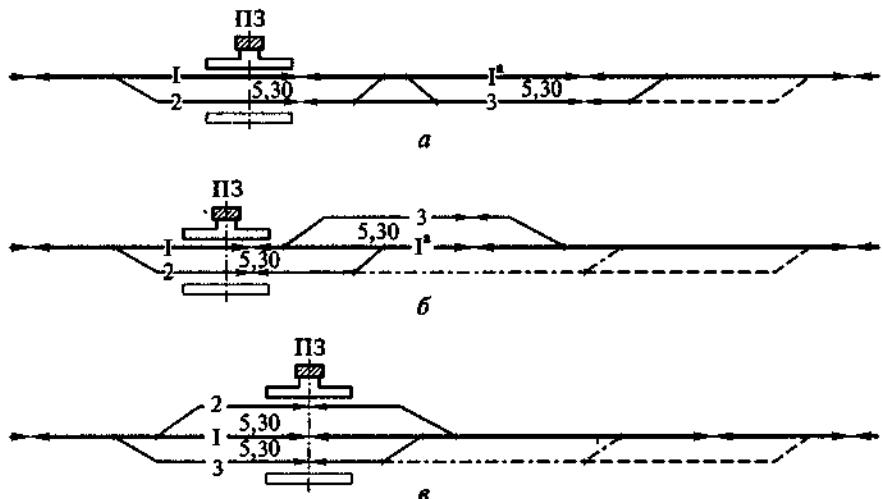


Рис. 21.1. Схемы разъездов с продольным односторонним (а), полупродольным (б) и поперечным (в) расположением путей:

ПЗ — пассажирское здание; I, I' — главный путь; 2, 3 — приемоотправочные пути; 5,30 — междупутное расстояние, м; — удлинение разъездного пути для пропуска соединенных поездов; --- — удлинение разъездного пути до требуемой длины двухпутной вставки для безостановочного скрещения поездов

главного пути на другой между главными путями в горловинах укладывают диспетчерские съезды.

Обгонные пункты оснащены теми же устройствами, что и разъезды. Обгонные пункты бывают с поперечным, полупродольным и продольным расположением приемоотправочных путей, причем первый тип является основным. Полупродольное расположение обгонных путей применяется в случае, когда необходимо облегчить трогание поезда с места и его разгон, а продольное, кроме того, — на линиях скоростного движения пассажирских поездов.

*Промежуточные станции* сооружают на одно-, двух- и много-путных железнодорожных линиях. Они предназначены для скре-

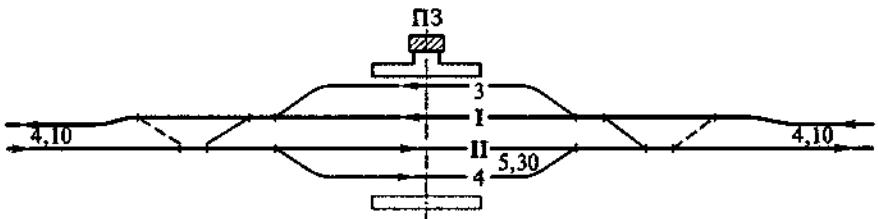


Рис. 21.2. Схема обгонного пункта поперечного типа:

ПЗ — пассажирское здание; I, II — главные пути; 3, 4 — приемоотправочные пути; 4,10; 5,30 — междупутные расстояния на перегоне и обгонном пункте, м; — — возможное положение вторых съездов

щения, обгона и пропуска поездов, а также выполнения работы по погрузке-выгрузке грузов, посадке-высадке пассажиров, приему, хранению и выдаче багажа.

Промежуточные станции имеют следующий комплекс устройств: путевое развитие, состоящее из приемоотправочных, погрузочно-выгрузочных, выставочных и вытяжных путей; пассажирское здание и платформы, грузовой район, устройства СЦБ, связи, электроснабжения, освещения, водоснабжения и канализации.

В полосе отвода со стороны пассажирского здания сооружают поселки для работников станции и их семей, а также работающих на соседних разъездах или обгонных пунктах.

Расстояние между промежуточными станциями составляет 40...60 км, а на линиях, прокладываемых в суровых климатических условиях Крайнего Севера, — 60...80 км.

Существует три основных типа промежуточных станций: с продольным, полупродольным (рис. 21.3) и поперечным расположением путей.

Число приемоотправочных путей на промежуточных станциях составляет от двух до четырех (без главных) в зависимости от размеров движения. Для работы со сборными поездами укладывают погрузочно-выгрузочные, выставочные и вытяжные пути. Во избежание случайного выхода подвижного состава с путей, на которых проводятся маневровые работы, на главные пути или пути приема пассажирского поезда предусматривают предохранительные тупики. Грузовой район располагают со стороны, противоположной пассажирскому зданию, во избежание пересечения главных путей при маневровой работе.

Маневровая работа на промежуточных станциях со сборными поездами в значительной степени зависит от схемы путевого раз-

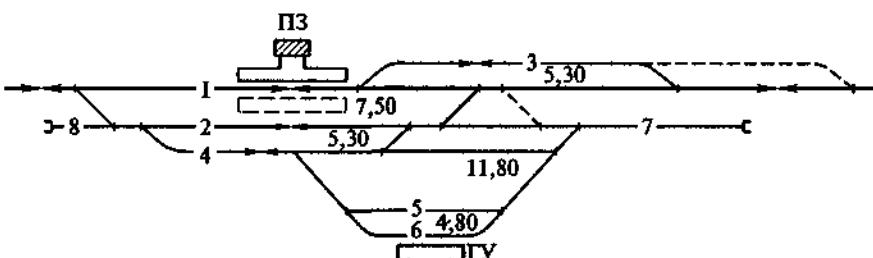


Рис. 21.3. Схема промежуточной станции на однопутной линии с полупродольным расположением путей:

ПЗ — пассажирское здание; ГУ — грузовые устройства; 1 — главный путь; 2—4 — приемоотправочные пути; 5 — выставочный путь; 6 — погрузочно-выгрузочный путь; 7 — вытяжной путь; 8 — предохранительный тупик; 4,80; 5,30; 7,50; 11,80 — межгупутные расстояния, м; — удлинение пути для безостановочного скрещения поездов

вития и расположения прицепляемых или отцепляемых вагонов в составе поезда и на погрузочно-выгрузочных путях станции. При этом маневры могут выполняться локомотивом сборного поезда или специальным маневровым локомотивом, обслуживающим станцию.

Сборные поезда обоих направлений принимают, как правило, на приемоотправочный путь, прилегающий к грузовому району.

Отцепление вагонов от состава сборного поезда и подача их на пути грузового района, а также уборка вагонов с путей грузового района и прицепка их к составу сборного поезда осуществляются с использованием вытяжного пути.

## 21.2. Участковые станции

Для организации обслуживания поездов и работы локомотивных бригад, технического осмотра, экипировки и ремонта подвижного состава, расформирования и формирования сборных и участковых поездов железнодорожные линии делят на участки, на границах которых размещают *участковые станции*. Характер размещения участковых станций на железнодорожных линиях зависит от вида тяги, способа обслуживания поездов локомотивами и локомотивными бригадами. На новых линиях расстояния между участковыми станциями с основным депо при электрической тяге составляют 700...1000 км, а при тепловозной — 500...800 км.

Участковые станции предназначены для приема и отправления транзитных пассажирских и грузовых поездов со сменой локомотивов и локомотивных бригад или со сменой только локомотивных бригад, выполнения технического обслуживания и коммерческого осмотра вагонов, технического обслуживания, экипировки и ремонта локомотивов, отцепочного ремонта вагонов, расформирования и формирования составов сборных и участковых поездов, обслуживания пассажиров, приема и выдачи багажа и почты, погрузки и выгрузки грузов в грузовом районе, обслуживания подъездных путей промышленных предприятий.

Для выполнения перечисленных видов работ участковые станции имеют устройства для обеспечения пассажирского движения и обслуживания пассажиров, пути для грузового движения, грузовые районы, локомотивное и вагонное хозяйства и др.

*Устройства для обеспечения пассажирского движения* включают в себя пассажирские здания, платформы, тоннели, пешеходные мосты, почтовые и багажные помещения, приемоотправочные (перронные) пути, а также пути стоянки составов конечных пассажирских поездов. Число путей для приема и отправления транзитных пассажирских поездов, включая главные, должно быть не меньше числа примыкающих к станции направлений.

В состав *путевых устройств для грузового движения* входят приемоотправочные, сортировочные и вытяжные пути. Приемоотправ-

вочные пути, объединенные в парки, служат для стоянки поездов во время технического обслуживания и коммерческого осмотра, предусмотренных технологическим процессом работы станции.

Необходимое число приемоотправочных путей на участковых станциях может быть рассчитано по методике, изложенной в курсе «Железнодорожные станции и узлы».

Сортировочные пути на участковых станциях предназначены для накопления вагонов разного назначения, стоянки вагонов, прибывших под выгрузку на станцию, а также порожних и неисправных вагонов. Число сортировочных путей, предназначенных для накопления вагонов и формирования поездов, зависит в основном от числа назначений и числа перерабатываемых вагонов. Полезная длина этих путей на 10 % больше, чем у приемоотправочных.

Полезная длина путей для вагонов, поступающих на пункты выгрузки, погрузки или в ремонт, зависит от числа этих вагонов и числа подач в течение суток в различные пункты.

Наиболее широко распространенными устройствами для выполнения маневровой работы на участковой станции являются вытяжные пути. Их устраивают тупиковыми длиной не менее полезной длины приемоотправочных путей и располагают по концам сортировочных парков на площадке или на уклоне крутизной до 0,0025 в сторону сортировочных путей.

Для увеличения производительности маневровой работы используют профилированные вытяжные пути и горки малой мощности, позволяющие сортировать вагоны под действием как силы толчка локомотива, так и силы тяжести вагона.

*Грузовые районы* для выполнения грузовых операций имеют путевое развитие, помещения и площадки для хранения грузов, а также механизмы для выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Для погрузки, выгрузки и хранения грузов устраивают крытые склады, крытые и открытые платформы, навалочные и контейнерные площадки. Грузовой район обычно располагают рядом с сортировочным парком, что обеспечивает подачу вагонов из этого парка к местам погрузки, выгрузки и обратно без пересечения главных путей.

В состав локомотивного хозяйства входят локомотивные здания, мастерские и экипировочные устройства. При организации работы локомотивов по кольцевой схеме для безотцепочной экипировки их песком, топливом и смазочными материалами экипировочные устройства могут располагаться на приемоотправочных путях. Устройства локомотивного хозяйства размещают вблизи приемоотправочных путей для грузового движения так, чтобы не стеснять дальнейшего развития станции.

*Вагонное хозяйство* на участковых станциях — это пункты текущего ремонта, технического обслуживания вагонов и контроля

автотормозов. Пункты технического обслуживания и контроля автотормозов размещают вблизи приемоотправочных парков.

Кроме перечисленных устройств на некоторых участковых станциях сооружают пункты обслуживания изотермических вагонов, тяговые подстанции (на электрифицированных железных дорогах), скотозагоны для погрузки живности и др. Предусматривается также примыкание подъездных путей предприятий. На участковых станциях размещаются весы для взвешивания вагонов, прибывающих с участка или погруженных на станции, перегрузочные платформы, предназначенные для сортировки и перегрузки грузов, перевозимых мелкими отправками, эксплуатационно-ремонтные базы дистанций пути (ПЧ), сигнализации и связи (ШЧ), электроснабжения (ЭЧ) и др.

Участковые станции оборудуют устройствами СЦБ и связи, водоснабжения, канализации и др. Вблизи станции размещают железнодорожный поселок со служебными, культурно-бытовыми и жилыми зданиями. На некоторых станциях сооружают материальные склады.

Участковые станции в зависимости от топографических, геологических условий и особенностей работы проектируют по схемам с поперечным, полупродольным или продольным расположением приемоотправочных парков.

Для схемы участковой станции *поперечного типа* (см. рис. 21.4) характерно параллельное расположение приемоотправочных ПО и сортировочных С путей. Локомотивное хозяйство ЛХ и экипировочные устройства ЭУ размещаются на стороне, противоположной пассажирскому зданию, в том конце станции, где можно избежать пересечения маршрутов прибытия грузовых поездов с маршрутами передвижения локомотивов, подаваемых к поездам. Пассажирские поезда пропускают по приемоотправочным путям, включая и главный путь, где могут осуществляться смена локомотивов,

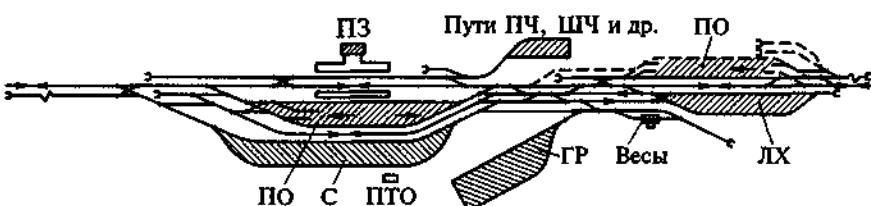


Рис. 21.4. Схема участковой станции поперечного типа на однопутной линии:

ПЗ — пассажирское здание; ПО — приемоотправочный парк; С — сортировочный парк; ЛХ — локомотивное хозяйство; ПЧ — дистанция пути; ШЧ — дистанция сигнализации и связи; ПТО — пункт технического обслуживания; ГР — грузовой район; —— — вариант реконструкции для перехода к станции продольного типа

прицепка или отцепка пассажирских вагонов, снабжение поезда водой и топливом.

Грузовые транзитные поезда принимают на приемоотправочные пути парка, где в соответствии с технологическим процессом может происходить смена локомотивов, техническое обслуживание и коммерческий осмотр вагонов. Грузовые поезда, прибывающие в переработку (участковые и сборные), принимают на крайние пути приемоотправочного парка, граничащие с сортировочными. При этом обеспечивается независимость приема транзитных поездов в приемоотправочный парк и маневровой работы с составами, прибывшими в переработку, при перестановке их на вытяжные пути сортировочного парка. На эти же крайние пути приемоотправочного парка переставляют сформированные на данной станции составы участковых и сборных поездов.

Поезда, прибывшие в переработку, подвергаются операциям по прибытию, включающим в себя подготовку составов к расформированию. После этого состав переставляют маневровым локомотивом на вытяжку, откуда осаживанием или толчками вагоны распределяют по соответствующим путям сортировочного парка.

Составы поездов, формируемые на данной станции, обрабатывают на путях накопления сортировочного парка в процессе расформирования поездов, прибывающих в переработку. На эти же пути ставят вагоны (погруженные на станции или порожние) для отправления. После накопления достаточного числа вагонов выполняют операции по отправлению: списывают номера вагонов, включаемых в состав, подбирают документы на каждый вагон, составляют натурный лист, проводят техническое обслуживание и коммерческий осмотр состава, подают локомотив и проверяют исправность действия автоматических тормозов.

На участковых станциях со значительными размерами движения для прохода поездных локомотивов грузовых поездов в пункт экипировки укладывают специальные ходовые пути между приемоотправочным и сортировочным парками или внутри приемоотправочного парка.

По мере роста грузового и пассажирского движения и возникновения в связи с этим затруднений в работе станции поперечного типа могут быть затем реконструированы в более прогрессивный тип станции с продольным расположением парков. Этот переход показан на рис. 21.4, где штриховыми линиями обозначен приемоотправочный парк для нечетных транзитных поездов станции продольного типа.

Схема участковой станции полупродольного типа отличается от продольной схемы только тем, что приемоотправочный парк для нечетных поездов смешен в сторону пассажирского здания. Такая схема рекомендуется при ограниченной длине площадки, когда нельзя применить продольную схему.

Ту или иную схему станции выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов.

На узловых участковых станциях должен быть обеспечен одновременный прием поездов со всех примыкающих направлений.

На ряде электрифицированных железных дорог в пунктах стыка различных систем тока устраивают станциистыкования этих систем. Обычно это участковые станции с небольшим числом перерабатываемых поездов. Для прохода электровозов переменного и постоянного тока по одним и тем же путям в контактной сети станции предусматривают переключаемые элементы, по которым в зависимости от потребности проходит тот или иной ток.

### 21.3. Сортировочные станции

Сортировочными являются станции, предназначенные для массового расформирования и формирования грузовых поездов. Здесь перерабатывают транзитные и местные вагонопотоки со сходящимися направлений и формируют поезда, идущие на большие расстояния без переработки на попутных станциях. Кроме того, на сортировочных станциях формируют участковые, сборные и передаточные поезда и выполняют операции с транзитными грузовыми поездами, ремонт вагонов, экипировку и ремонт локомотивов и другие операции.

Сортировочные станции устраивают в районах массовой погрузки или выгрузки грузов, на подходах к крупным промышленным центрам в узловых пунктах железных дорог, где сосредоточено значительное число вагонопотоков. Для проведения сортировочной работы на этих станциях сооружают сортировочные парки, горки и вытяжные пути. Для выполнения операций с поездами предусматривают парки приема поездов, поступающих в переработку, парки отправления сформированных поездов, а также отдельные парки или пути для приема и отправления транзитных грузовых поездов.

Парки приема, сортировки и отправления совместно с горкой и вытяжными путями образуют сортировочную систему.

Число путей в сортировочных парках устанавливают исходя из числа назначений и размеров вагонопотоков в соответствии с планом формирования поездов. Число путей в парках приема, отправления и для транзитных поездов определяется в зависимости от размеров движения и числа примыкающих к станции направлений в соответствии с Правилами и техническими нормами проектирования станций и узлов.

На сортировочных станциях имеются устройства локомотивного и вагонного хозяйства, водоснабжения, электроснабжения, связи и СЦБ. Станции оборудуют современными устройствами автоматики и телемеханики.

Различают сортировочные станции с параллельным, последовательным и комбинированным расположением парков приема, сортировки и отправления поездов.

По числу сортировочных систем (комплектов) станции могут быть одно- и двусторонними. На односторонних станциях в сортировочном парке перерабатывают вагоны как четного, так и нечетного направлений. Двусторонние станции имеют две системы сортировочных устройств, каждая из которых перерабатывает вагоны определенного направления.

По способу производства маневров сортировочные станции разделяют на горочные и безгорочные. Наиболее прогрессивными являются горочные станции с объединенными парками приема и отправления поездов для всех примыкающих линий (рис. 21.5). Как следует из схемы, транзитные поезда принимают соответственно на пути Тр<sub>1</sub> и Тр<sub>2</sub> общего парка отправления, где проводят техническое обслуживание, коммерческий осмотр вагонов, смену локомотивов и локомотивных бригад. Нечетные и четные грузовые поезда, подлежащие переработке, принимают в парки приема П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub>, где выполняют отцепку и уборку поездных локомотивов в депо, операции по подготовке составов к расформированию и надвиг их на сортировочную горку.

После роспуска составов с горки в сортировочном парке С происходит процесс накопления и формирования составов. По его завершении готовые составы переставляют в парки отправления О<sub>1</sub> и О<sub>2</sub>. После подачи и прицепки поездного локомотива и пробы автотормозов поезда отправляют по назначению.

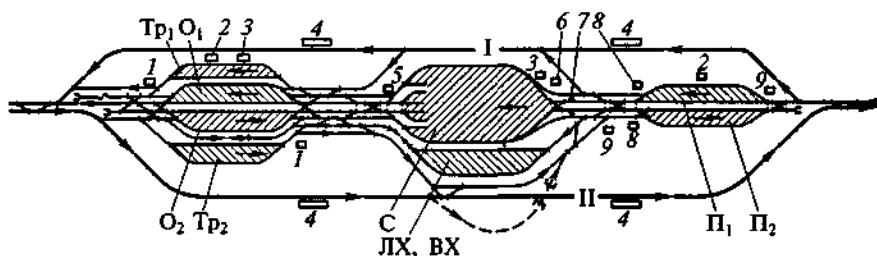


Рис. 21.5. Схема односторонней сортировочной станции:

П<sub>1</sub>, П<sub>2</sub> — объединенный парк приема нечетных и четных поездов; С — сортировочный парк; О<sub>1</sub>, О<sub>2</sub> — объединенный парк отправления нечетных и четных поездов; Тр<sub>1</sub>, Тр<sub>2</sub> — приемоотправочные парки нечетных и четных транзитных поездов; ЛХ, ВХ — локомотивное и вагонное хозяйства; I, II — главные пути; 1 — пост дежурного по отправлению; 2 — пункт технического обслуживания; 3 — компрессорная; 4 — пассажирский остановочный пункт; 5 — пост дежурного по формированию; 6 — центральный пост управления; 7 — сортировочная горка; 8 — приемный пункт пневмопочты; 9 — телеграфный пост; ----- — вариант укладки пути для приема поездов с путепроводной развязкой

Перерабатывающая способность односторонних сортировочных станций достигает 6000 вагонов в сутки. При необходимости увеличения перерабатывающей способности рекомендуется сооружать двусторонние станции (рис. 21.6).

Горки располагают перед входом в сортировочный парк. Они представляют собой насыпь, на которой уложены один или два пути с крутым спуском в сторону сортировочных путей.

Горки подразделяются на автоматизированные, механизированные и немеханизированные. Автоматизированные и механизированные горки оборудуют специальными устройствами для торможения вагонов (вагонные замедлители) и электрической централизацией стрелок и сигналов или ГАЦ.

Сортировочная горка (рис. 21.7) состоит из трех основных частей: надвижной, перевальной и спускной. Надвижная часть представляет собой наклонный участок пути, имеющий перед вершиной горки подъем крутизной 0,008...0,020 и протяженностью 100...150 м для облегчения расцепки вагонов и остановки их в случае прекращения роспуска.

Спускная часть представляет собой участок пути между вершиной горки и расчетной точкой, находящейся на расстоянии 50 м от третьей (парковой) тормозной позиции. Разность отметок между вершиной горки и расчетной точкой называется высотой горки. Эта высота должна обеспечивать скатывание вагона с плохими ходовыми качествами при неблагоприятных условиях до расчетной точки.

Спускная часть горки в плане представляет собой входную горловину сортировочного парка, которая соединяет надвижные пути, проходящие через вершину горки, с сортировочными путями.

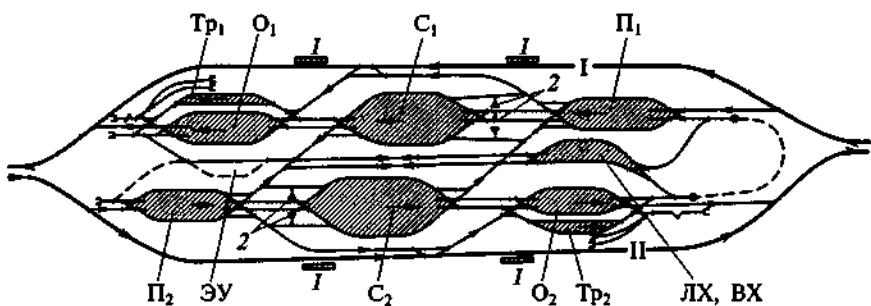


Рис. 21.6. Схема двусторонней сортировочной станции:

П<sub>1</sub>, П<sub>2</sub> — парки приема нечетных и четных поездов; С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> — сортировочные парки расформирования, формирования и накопления нечетных и четных поездов; О<sub>1</sub>, О<sub>2</sub> — парки отправления нечетных и четных поездов; Тр<sub>1</sub>, Тр<sub>2</sub> — приемо-отправочные парки нечетных и четных транзитных поездов; ЛХ, ВХ — локомотивное и вагонное хозяйства; ЭУ — экипировочные устройства; I, II — главные пути; 1 — пассажирские остановочные пункты; 2 — сортировочные горки; — варианты соединений сортировочных систем

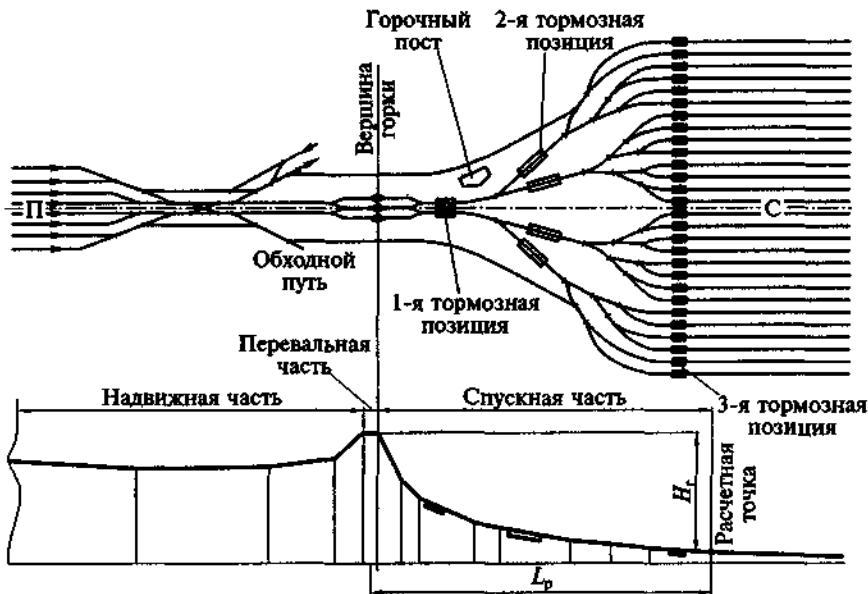


Рис. 21.7. Схема плана и профиля сортировочной горки:

$\Pi$  — парк приема поездов;  $C$  — сортировочный парк;  $L_p$  — расстояние от вершины горки до расчетной точки;  $H_r$  — расчетная высота горки

В профиле спускная часть проектируется по расчетной схеме, состоящей из девяти элементов с уменьшающимися уклонами: от первого скоростного крутизной 0,050 до уклона крутизной 0,0006 на сортировочных путях между третьей (парковой) тормозной позицией и расчетной точкой.

Для регулирования скорости скатывания отцепов на спускной части располагаются тормозные позиции, вагонные замедлители на которых могут быть клещевидно-весовыми (КВ-3), клещевидно-нажимными с подъемом рамы (КНП-5) и пневмогидравлическими (ВЗПГ).

Основным показателем, характеризующим работу горки, является ее перерабатывающая способность, т. е. максимальное число вагонов, рассортированных в течение суток. Перерабатывающая способность горки зависит от продолжительности надвига и роспуска состава, перерывов в работе из-за враждебных пересечений маршрутов, числа вагонов в составе и локомотивов, работающих на горке, а также других факторов.

Существенно возрастает перерабатывающая способность горок при автоматизации процесса расформирования и формирования поездов. Поэтому горки оборудуют системами автоматического регулирования скорости скатывания вагонов (АРС).

## 21.4. Пассажирские станции

Пассажирские станции сооружают в крупных городах, промышленных центрах и курортных районах. На этих станциях осуществляют обслуживание пассажиров (продажа проездных билетов, посадка и высадка пассажиров, прием, хранение, выдача багажа и ручной клади, прием и отправление почты), подготовку подвижного состава к перевозкам и организуют движение пассажирских поездов.

В зависимости от основного назначения различают три вида пассажирских станций: обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение; головные, обслуживающие только пригородное движение, и зонные на пригородных участках, включая пересадочные станции в пунктах слияния или пересечения с линиями метрополитена.

Пассажирские станции, обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение, имеют следующие основные устройства: пассажирское здание (вокзал) с помещениями для обслуживания пассажиров; пассажирские платформы и переходы в одном и разных уровнях (тоннели, пешеходные мосты), связывающие вокзал и привокзальную площадь с платформами; пути для приема и отправления поездов, выполнения маневровых операций и временной стоянки отдельных вагонов (служебных, беспересадочного сообщения и др.); технические парки для очистки, ремонта, формирования, экипировки и стоянки небольшого числа обрабатываемых пассажирских составов в сутки (при большом числе таких составов вместо технических парков строят самостоятельные пассажирские технические станции); локомотивное и вагонное хозяйства; багажные и почтовые устройства; устройства СЦБ и связи, контактной сети, освещения, водоснабжения, канализации и теплоснабжения.

По расположению путей и вокзала рассматриваемые станции могут быть со сквозными или тупиковыми приемоотправочными путями, а также комбинированного типа.

Наибольшее распространение получили пассажирские станции со сквозными приемоотправочными путями (рис. 21.8, а). Станция может принимать пассажирские поезда с каждого направления на любой путь и отправлять их с любого пути на все направления. Однако для уменьшения числа враждебных маршрутов крайние пути 3 и 4 специализируются на приеме нечетных, а пути 7 и 8 — четных поездов, обычно дальних транзитных и сквозных пригородных. Средние пути используются для приема конечных дальних и пригородных поездов.

Пропуск грузовых поездов осуществляется без остановки: нечетных — по пути 3<sup>а</sup>, а четных — по пути 9. Путь 5 является ходовым для подачи и уборки поездных локомотивов, почтовых и багажных вагонов. В конце платформ предусматривают тупиковые пути

для стоянки отцепляемых вагонов — почтово-багажных и беспересадочного сообщения.

Технический парк (или техническая станция) располагается между главными путями со стороны, противоположной той, откуда прибывает наибольшее число конечных дальних пассажирских поездов.

На рис. 21.8, б показана схема тупиковой станции с двухпутным подходом и расположением путей для пригородного движения сбоку от путей для поездов дальнего следования. Пути 1—4 используются для приема и отправления пригородных поездов, а пути 5—9 — для дальних и местных. Парк стоянки пригородных составов расположен между главными путями, а техническая станция — с внешней стороны от главных путей последовательно с приемоотправочными путями для дальних поездов, причем в перспективе возможна укладка главного пути для отправления дальних поездов в обход технической станции. Для этой схемы характерны пересечения маршрутов приема дальних поездов и отправления пригородных. Основными недостатками тупиковых пассажирских станций являются большая загрузка горловин со значительным числом враждебных маршрутов и меньшая пропускная способность по сравнению со станциями сквозного типа.

Учитывая преимущества станций со сквозными путями по таким важнейшим показателям, как пропускная способность и удобство эксплуатации, именно им, как правило, отдают предпочтение при проектировании новых пассажирских станций.

*Пассажирские технические станции* (рис. 21.9) предназначены для подготовки составов к рейсам. Составы поездов с пассажирской станции по соединительному пути прибывают в парк приема 5, где после технического и санитарного осмотра, а также очистки вагонов при необходимости их переформировывают. Составы направляют в моечную машину, а затем переставляют в ремонтно-экипировочное депо 10 для ремонта ходовых частей и внутреннего оборудования вагонов. Здесь же выполняют зарядку аккумуляторов, влажную очистку, уборку, техническую и санитарную проверку вагонов, обеспечивают их водой и осуществляют снабжение вагонов-ресторанов. После этого составы переставляют в парк 4 до подачи на перронные пути под посадку пассажиров.

В населенных пунктах, находящихся в районе пригородных участков железных дорог, посадка и высадка пассажиров в отдельных случаях проводятся на специально сооружаемых на перегонах платформах, оборудованных навесами или павильонами и помещением для кассы. В этих местах возводятся также переезды через железнодорожные пути.

В пунктах оборота пригородных поездов сооружают *зонные станции*, предназначенные для стоянки составов и локомотивов в ожидании их отправления.

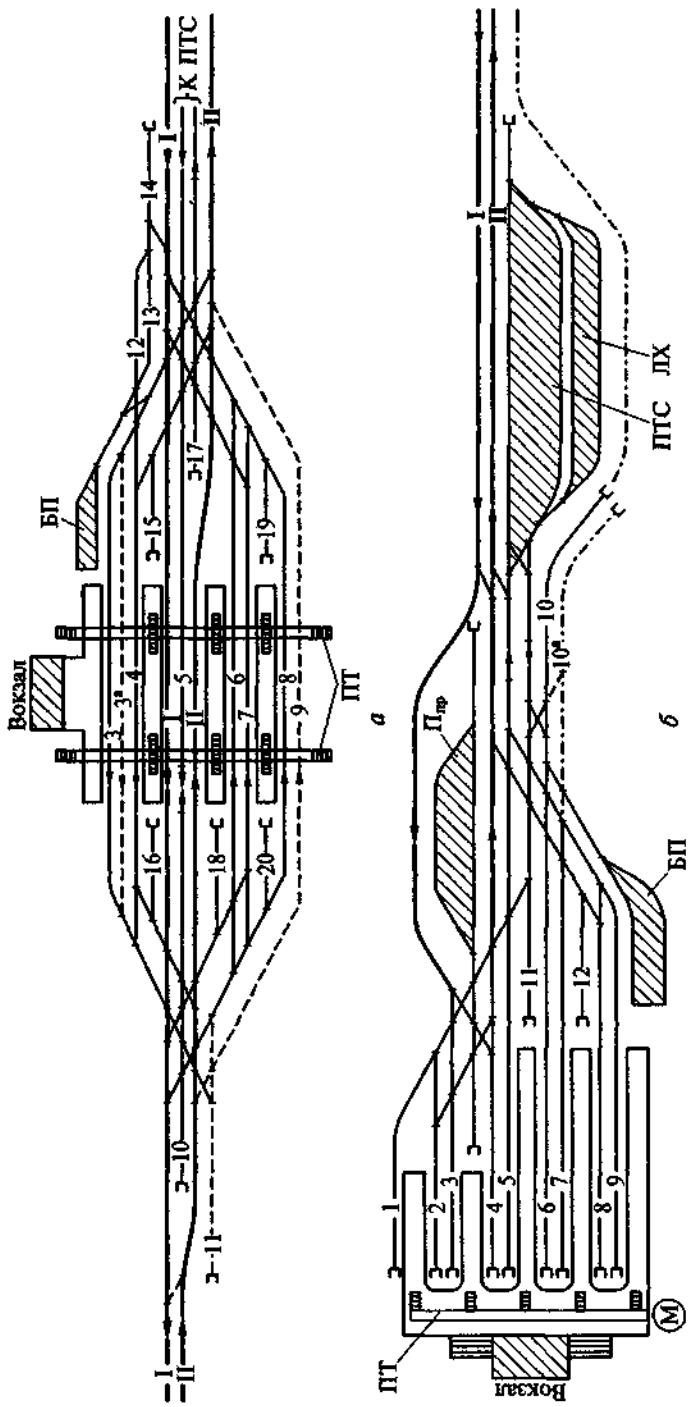


Рис. 21.8. Схемы пассажирских станций с приемоотправочными путями:

a — сквозными: I, II, 3, 4, 6—8 — пути для приема и отправления поездов; 5 — ходовой путь; 3<sup>в</sup>, 9 — пути для пропуска транзитных поездов; 10, 11 — локомотивный тупик; 12—20 — пути для стоянки отцепляемых вагонов; — — — — — пути для пропуска грузовых поездов; б — тупиковыми: I, II, 2—4, 6—9 — пути для приема и отправления поездов; 10, 10<sup>в</sup> — вытяжные пути; 11, 12 — пути для стоянки отцепляемых вагонов; — — — — вариант реконструкции с обходом ПТС; ПТС — пассажирская техническая станция; П<sub>тр</sub> — парк для стоянки пригородных составов; БП — багажные и почтовые устройства; ПТ — пешеходный тоннель, ЛХ — локомотивное хозяйство; М — метро;

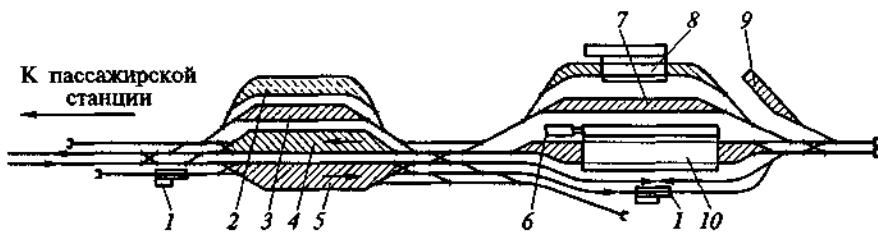


Рис. 21.9. Схема пассажирской технической станции:

1 — цех обмывки вагонов; 2 — вариант расположения локомотивного хозяйства; 3 — парк местных и пригородных составов; 4 — парк отправления готовых составов; 5 — парк приема поездов; 6 — административно-бытовой корпус; 7 — парк резервных вагонов; 8 — вагонное депо; 9 — пути газовой дезинфекции; 10 — ремонтно-экипировочное депо

Пассажирские платформы на станциях должны обеспечивать удобную, быструю и безопасную посадку и высадку пассажиров. По отношению к вокзалу платформы могут быть боковыми и промежуточными (островными). И те и другие подразделяются на низкие — высотой 0,2 м от уровня верха головки рельса и высокие — 1,1 м. Длина пассажирских платформ должна соответствовать наибольшей длине пассажирского поезда. На вновь сооружаемых станциях следует предусматривать возможность удлинения платформ до 650...850 м, а платформ, обслуживающих только пригородное движение, — до 500 м.

Рекомендуемая ширина основной боковой пассажирской платформы составляет не менее 6 м в пределах расположения здания вокзала и не менее 4 м — у ее остальной части, ширина промежуточной платформы — не менее 4 м.

На линиях, где пассажирские поезда движутся со скоростью более 140 км/ч, ширина промежуточной платформы, расположенной между главными путями, должна составлять не менее 8 м, а в особо тяжелых условиях — не менее 6 м.

## 21.5. Грузовые станции

Грузовые станции предназначены для массовой погрузки и выгрузки грузов. Эти станции расположены в крупных промышленных и населенных пунктах, а также портах и в зависимости от назначения подразделяются на станции общего пользования (неспециализированные), специализированные, перегрузочные и портовые.

*Станции общего пользования* служат для погрузки и выгрузки всех видов грузов. Их сооружают на окраинах городов в пунктах, соединенных железной дорогой с сортировочной станцией и автомобильными дорогами — с промышленными районами города. Эти

станции выполняют операции, связанные как с прибытием грузов (прием поездов с сортировочной станции, технический и коммерческий осмотр вагонов, расформирование поездов, подача вагонов по точкам выгрузки, выгрузка, хранение грузов, оформление перевозочных документов, выдача груза получателю, уборка вагонов с места выгрузки и их очистка), так и с отправлением грузов (их прием от отправителя, оформление документов на перевозку, хранение груза, погрузка в вагоны, уборка вагонов, формирование поездов и отправление их на сортировочную станцию).

Кроме того, на таких грузовых станциях могут проводиться взвешивание груженых вагонов, обмывка и дезинфекция вагонов, их безотцепочный ремонт, экипировка локомотивов и обслуживание подъездных путей предприятий.

Грузовая станция общего пользования (рис. 21.10) состоит из двух частей: парков приема, отправления и сортировки вагонов по пунктам подачи и грузового двора, где сосредоточены погрузочно-выгрузочные и выставочные пути, склады, площадки и механизмы.

При проектировании грузовых станций рассчитывают путевое развитие, площади и погрузочно-разгрузочные фронты складов, платформ, навалочных и контейнерных площадок. Число путей зависит от размеров движения поездов и времени, в течение которого пути могут быть заняты при выполнении операций, связанных с

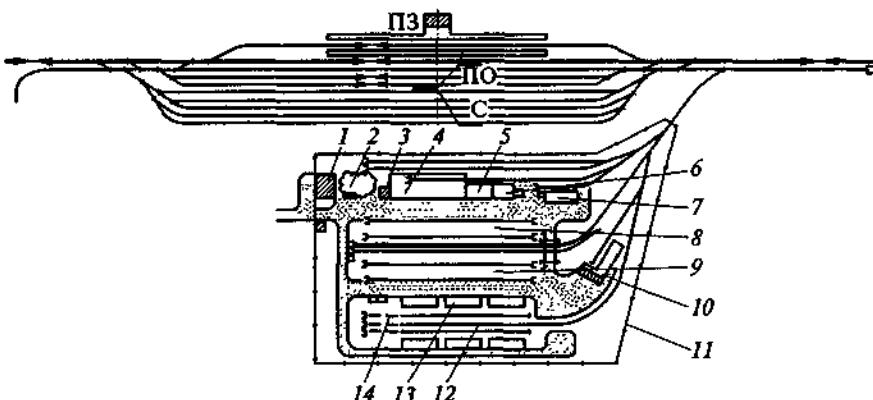


Рис. 21.10. Схема грузовой станции:

ПЗ — пассажирское здание; ПО — приемоотправочный парк; С — сортировочный парк; 1 — административно-бытовое здание; 2 — трансформаторная; 3 — зарядная для аккумуляторных погрузчиков; 4 — крытый грузовой склад; 5 — крытая грузовая платформа; 6 — открытая грузовая платформа; 7 — крытая перегрузочная платформа; 8 — площадка для контейнеров; 9 — площадка для тяжеловесов; 10 — платформа для выгрузки колесных грузов; 11 — забор; 12 — повышенный путь для выгрузки навалочных грузов; 13 — штабеля навалочных грузов; 14 — служебно-техническое здание для работников открытых складов

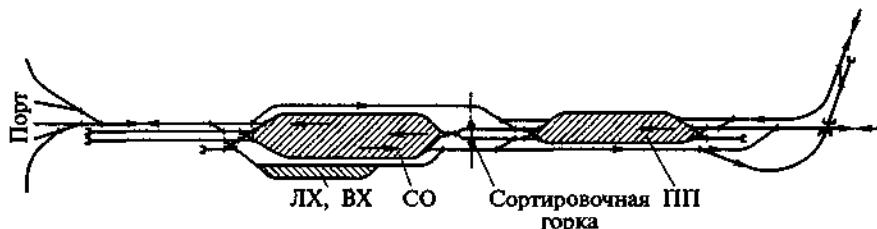


Рис. 21.11. Схема портовой станции:

ПП — парк приема; СО — сортiroвочно-отправочный парк; LX, BX — локомотивное и вагонное хозяйства

прибытием, отправлением, стоянкой и накоплением вагонов перед их подачей на грузовой двор или сортiroвочную станцию.

Площади грузовых устройств (склады, навалочные площадки и др.) определяются по методикам, изложенным в учебниках и пособиях по курсу «Железнодорожные станции и узлы».

*Специализированные* станции служат для погрузки и выгрузки не всех видов грузов, а какого-либо одного или нескольких родственных грузов, перевозимых в большом количестве, например угля, руды, минерально-строительных материалов и др. Эти станции сооружают в районах добычи ископаемых материалов и крупных городах перед входом в промышленный район для обслуживания комбинатов или непосредственно на предприятиях.

Для перегрузки грузов из вагонов одной железнодорожной колеи в вагоны другой колеи устраивают *перегрузочные* станции. Они подразделяются на *внутренние*, предназначенные для перегрузки из вагонов нормальной колеи (1520 мм) в вагоны узкой колеи (1000 и 750 мм), и *внешние*, сооружаемые на государственных границах и служащие для перегрузки грузов с колеи 1520 на 1435 мм и наоборот.

К грузовым относятся также *портовые* станции (рис. 21.11), обслуживающие морские и речные порты при перевалке грузов с железной дороги на водный транспорт и обратно. Эти станции, осуществляющие прием поездов с ближайшей к порту сортiroвочной станции, сортировку вагонов по отдельным погрузочно-выгрузочным фронтам (причалам, складам) и отправление поездов на сортiroвочную станцию, оборудованы приемоотправочными и сортiroвочными путями с соответствующими устройствами (вытяжки, горки малой и средней мощности).

В смешанных железнодорожно-водных перевозках через большие водные преграды применяются железнодорожные паромные переправы, обслуживаемые *специальными* грузовыми станциями. В нашей стране на таких переправах курсируют одно-, двух- и трехпалубные паромы вместимостью соответственно 26, 103 и 108 вагонов.

## **21.6. Межгосударственные приграничные передаточные станции**

С распадом СССР на границах со странами СНГ и Балтии возникла необходимость в строительстве новых межгосударственных приграничных станций.

Эти станции предназначены для приема, обработки и отправления грузовых и пассажирских поездов, обращающихся между российскими и зарубежными пунктами.

Межгосударственные приграничные передаточные станции расположены непосредственно у границы или незначительно удалены от нее в глубь страны (не более чем на 15 км).

На приграничных передаточных станциях при отправлении грузовых поездов за границу и по прибытии их из-за границы выполняются технический осмотр и безотцепочный ремонт подвижного состава, а также коммерческий осмотр, обрабатываются документы технической и коммерческой службами, проводятся пограничный и таможенный досмотры, проверка документов и грузов сан-инспекцией и ветнадзором, совершаются маневры по прицепке и отцепке вагонов.

При прохождении через пограничный пункт пассажирского поезда объединенные бригады осмотрщиков российской и сопредельной сторон выполняют работы по его приему и отправлению, техническому обслуживанию состава; пограничный наряд проверяет документы у пассажиров, кроме того, проводятся погранично-таможенный контроль, досмотр купе и других помещений вагонов, наружный осмотр поезда, внутренний осмотр почтово-багажных вагонов и локомотивов.

В связи с этим на приграничных передаточных станциях предусмотрены парки приема и отправления транзитных и местных пассажирских поездов с комплексом устройств для обслуживания пассажиров и выполнения операций по таможенному и пограничному досмотрам; приемоотправочный парк технического обслуживания и осмотра транзитных грузовых поездов пограничниками и таможенниками с размещением в нем досмотровых мостиков, колодцев и служебных помещений; парки путей для отстоя задержанных вагонов и отцепочного ремонта вагонов, а также производственно-складская зона для выполнения грузовых операций.

## **21.7. Железнодорожные узлы**

Железнодорожным узлом называется пункт примыкания не менее трех железнодорожных линий, в котором имеются специализированные станции и другие раздельные пункты, связанные соединительными путями, обеспечивающими пропуск пассажирских и грузовых поездов, а также пересадку пассажиров с одной

линии на другую. Железнодорожный узел в крупных населенных пунктах является частью транспортного узла, представляющего собой комплекс транспортных устройств в районе стыка различных видов транспорта, совместно выполняющих операции по обслуживанию транзитных, местных и городских перевозок. В транспортный узел помимо железных дорог могут входить морской и речной порты, автомобильные дороги, сеть промышленного транспорта, аэропорты, сети трубопроводного транспорта и городской транспорт.

В транспортном узле происходит массовая пересадка пассажиров и передача грузов с одного вида транспорта на другой. Стыковыми пунктами железнодорожного и других видов транспорта являются пассажирские и грузовые станции. В узлах организуются пропуск пассажирских и грузовых поездов, расформирование и формирование составов, обслуживание подъездных путей промышленных предприятий и выполнение операций по погрузке, выгрузке и перевалке грузов. Все эти виды работ распределяются по отдельным станциям и подъездным путям.

В соответствии с объемом и характером работы железнодорожные узлы могут иметь следующие устройства: сортировочные и грузовые станции, соединительные пути между этими станциями и подходы к ним для обеспечения грузового движения и выполнения сортировочной и грузовой работы в узле; пассажирские и технические пассажирские станции, пересадочные станции в пунктах слияния или пересечения железной дороги с метрополитеном, остановочные пассажирские пункты и другие устройства для выполнения пассажирских перевозок; мосты, тоннели, путепроводные развязки и переезды на пересечениях железнодорожных путей с реками, каналами, автомагистралями и железнодорожными путями для обеспечения безопасности движения и повышения пропускной способности узла.

Структура железнодорожного узла зависит от числа линий, сходящихся в нем, характера, направления и мощности пассажирских и грузовых потоков, его роли в сети дорог, значения населенного пункта и размещения его жилых и промышленных районов, расположения других видов транспорта, топографических и геологических особенностей местности, наличия крупных водных преград и т. д.

В соответствии с размещением основных элементов различают узлы с одной станцией, крестообразные, треугольные, с параллельным и последовательным расположением основных станций, кольцевые, полукольцевые и комбинированные.

Узел с одной станцией (рис. 21.12) образуется в месте пересечения двух магистралей или примыкания одной магистрали к другой в районе небольших и средних городов. В узлах этого типа все подходы примыкают к одной объединенной станции, обслуживающей грузовое и пассажирское движение.

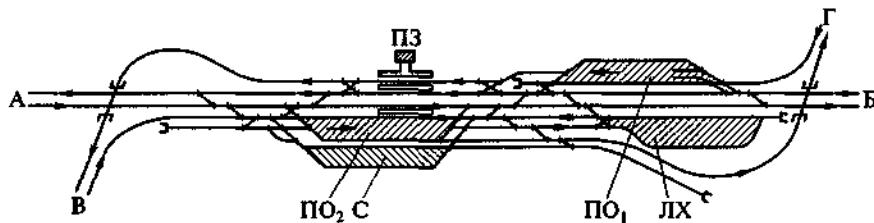


Рис. 21.12. Схема узла с одной станцией:

ПЗ — пассажирское здание; ПО<sub>1</sub>, ПО<sub>2</sub> — приемоотправочные парки нечетных и четных поездов; С — сортировочный парк; ЛХ — локомотивное хозяйство; А—Г — обозначения подходов к узлу

*Узел крестообразного типа* (рис. 21.13) характерен для пересечения двух железнодорожных линий (одно- или двухпутных) с небольшой взаимной корреспонденцией вагонопотоков. На каждой линии сооружают отдельные участковые станции, а в некоторых случаях на одной линии — сортировочную, а на другой — участковую. В месте пересечения линий устраивают путепроводную развязку.

Пассажирские поезда, проходящие с одной линии на другую, могут иметь остановки на основной и вспомогательной станциях; транзитные грузовые поезда проходят по своим линиям.

Сортировочная работа по переработке узловых потоков, расформированию и формированию участковых и сборных поездов сосредоточивается на основной станции главного направления.

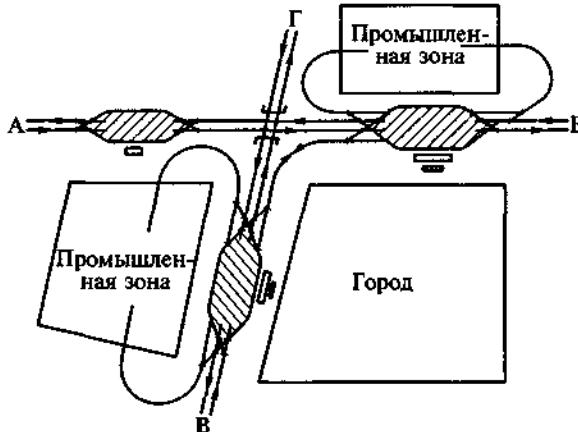


Рис. 21.13. Схема узла крестообразного типа:

А—Г — обозначения подходов к узлу

Устройства для выполнения грузовых операций и примыкания подъездных путей могут размещаться на одной или обеих станциях. Недостатком узлов крестообразного типа являются перепробеги и двойная переработка угловых вагонопотоков.

*Узел треугольного типа* (рис. 21.14) образуется в пунктах с подходами трех железнодорожных линий, имеющих значительную взаимную корреспонденцию грузовых и пассажирских потоков. Назначение отдельных станций зависит от расположения города и его промышленной зоны. В приведенном примере станция 1 пассажирская, станция 2 участковая и станция 3 грузовая.

Время от времени возникает потребность в развитии существующих железнодорожных узлов. Это связано с увеличением размеров движения, ростом городов, строительством крупных промышленных предприятий, примыканием новых линий, развитием морских и речных портов и другими причинами. В связи с этим могут потребоваться укладка дополнительных главных путей, развитие пассажирских, технических, грузовых и сортировочных станций, сооружение дополнительных развязок железнодорожных подходов в разных уровнях.

Примыкание новых линий влечет за собой переустройство существующих и строительство дополнительных станций. При развитии городов иногда требуется выносить за их пределы отдельные железнодорожные линии, сносить грузовые станции и строить в другом месте новые.

Рост промышленности вызывает необходимость в строительстве новых подъездных путей к предприятиям и переустройстве существующих грузовых станций.

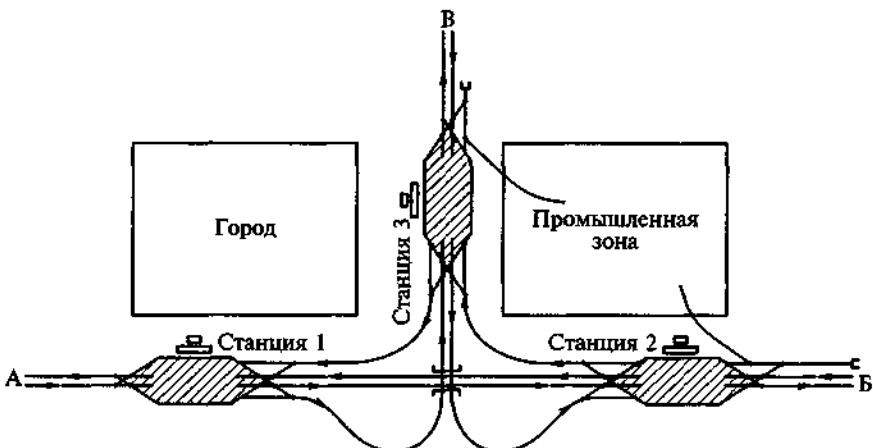


Рис. 21.14. Схема узла треугольного типа:

A — B — обозначения подходов к узлу

Планомерное и рациональное увеличение пропускной и перерабатывающей способности крупных железнодорожных узлов происходит на основе генеральных схем их развития, разрабатываемых на перспективу (15...20 лет).

### **Контрольные вопросы**

1. Чем отличается разъезд от обгонного пункта?
2. Назовите отличительные признаки промежуточной станции в сравнении с разъездами и обгонными пунктами.
3. Каково назначение участковых и сортировочных станций?
4. Каково назначение пассажирских и грузовых станций?
5. Какие операции выполняют на технических пассажирских станциях?
6. Приведите определение железнодорожного узла.

# РАЗДЕЛ III

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК И ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

---

### Глава 22

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛАНИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК

##### 22.1. Планирование грузовых перевозок

Перевозочный процесс включает в себя операции по погрузке и выгрузке грузов, подаче для этого вагонов, их уборке и включению в поезд, продвижению по участку и др.

Транспортирование грузов на железных дорогах осуществляется в соответствии с заявками грузоотправителей согласно Уставу железнодорожного транспорта Российской Федерации. С принятием заявки железная дорога обязана подать перевозочные средства, а грузоотправитель — предъявить грузы к перевозке.

Заявки на перевозку грузов являются основой для составления плана работы железнодорожного транспорта — эксплуатации, капитального строительства и ремонта, финансового плана и др., а также разработки технических норм эксплуатации сети железных дорог.

Объем перевозок оказывается на потребности железных дорог в топливе и материалах, численности работников, фонде заработной платы, эксплуатационных расходах, доходах, прибыли, производительности труда и себестоимости перевозок.

Планы перевозок (в тоннах, вагонах или контейнерах) по номенклатуре грузов, видам сообщения, железным дорогам отправления и назначения, роду подвижного состава и в целом по сети железных дорог России разрабатывают на месячный период и по календарным датам погрузки (оперативные планы).

Проект месячных планов подготавливает Центр фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО) на основе заявок грузоотправителей, материалов железных дорог, данных маркетинговых исследований как в железнодорожном, так и в смешанных сообщениях, в том числе по экспортным и импортным грузам.

При организации перевозочного процесса стремятся наиболее полно использовать грузоподъемность вагонов, уменьшить порожний пробег подвижного состава, максимально сократить неравно-

мерность перевозок по периодам года с учетом сезонных потребностей отраслей экономики.

Для количественной и качественной оценки перевозочной работы установлены следующие показатели: объем грузовых перевозок, грузооборот, среднесуточная погрузка, средняя масса поезда, статическая нагрузка на вагон, средняя дальность перевозки грузов и др.

## 22.2. Организация вагонопотоков

Вагоны, отправляемые со станций и следующие по определенным направлениям, образуют вагонные потоки. Рациональная организация этих потоков обеспечивает ускорение оборота вагона, сокращение объема маневровой работы и снижение эксплуатационных расходов.

Организация и продвижение груженых и порожних вагонопотоков в пункты назначения подчинены *плану формирования поездов*, который устанавливает, какие поезда из вагонов какого назначения и в адрес каких станций формирует каждая участковая, сортировочная, грузовая или другая станция. Таким образом, он определяет станции назначения или расформирования поездов, а также характер и объем работы всех станций. При составлении этого плана стремятся включить как можно больше вагонов в маршруты, чтобы поезда следовали на значительные расстояния без переработки (переформирования) на попутных станциях.

При формировании поездов подбирают вагоны, следующие до одной станции назначения или расформирования, благодаря чему ускоряется продвижение груза, улучшается использование подвижного состава, снижаются затраты на перевозки. В этом — суть и значение *маршрутизации* перевозок.

Маршрутизация может осуществляться на станциях массовой погрузки (отправительская маршрутизация) и технических станциях (сортировочные, участковые), где из прибывших вагонов накапливают составы определенного назначения, проходящие без переработки не менее одной технической станции (техническая маршрутизация).

*Отправительские* маршруты организуют на одной станции из вагонов, загруженных одним и тем же грузоотправителем и следующих на одну и ту же станцию выгрузки. Если загруженных отправителем вагонов недостаточно для целого состава, то маршруты формируют из вагонов, загруженных на нескольких станциях одного или двух участков либо несколькими отправителями на одной станции. Такие маршруты называются *ступенчатыми*. Их организуют на основе календарного плана погрузки с таким расчетом, чтобы одновременная погрузка вагонов одинакового назначения на всех станциях данного участка в определенные дни месяца обеспечивала возможность формирования маршрута.

При организации вагонопотоков после выделения отправительских и ступенчатых маршрутов из оставшихся вагонов планируют формирование поездов других категорий. К ним относятся *сквозные* поезда, проходящие без переработки не менее одной технической (сортировочной или участковой) станции; *участковые*, следующие без переработки от одной технической станции до другой; *сборные*, состоящие из вагонов назначением на промежуточные станции прилегающего участка; *вывозные*, предназначенные для вывоза групп вагонов с узла на ближайшие станции участка; *переводочные* — для доставки вагонов с одной станции узла на другую.

Отдельно планируют формирование грузовых ускоренных поездов, в которые включают вагоны с живностью, скоропортящимися и другими грузами, требующими быстрой доставки.

При планировании предусматривается составление поездов из порожних вагонов по отдельным родам подвижного состава, например из крытых вагонов, цистерн или платформ. Эти поезда обычно следуют без переработки до станций погрузки. В зависимости от числа групп вагонов разного назначения поезда могут быть *одногруппными* и *групповыми*.

В целом план формирования поездов должен обеспечить наименьший общий простой вагонов как при их накоплении, так и при переработке, а также минимальные эксплуатационные расходы.

Для оценки плана формирования поездов рассчитывают его показатели. К основным из них относятся общие затраты труда (в вагоночасах), в том числе на накопление вагонов и их переработку; уровень отправительской и ступенчатой маршрутизации; средняя дальность пробега вагонов без переработки; эксплуатационные расходы, зависящие от плана формирования, и др.

### 22.3. Классификация поездов и их обслуживание

Поездом называется сформированный и сцепленный состав вагонов с одним или несколькими действующими локомотивами или моторными вагонами, имеющий установленные сигналы. Отправляемые на перегон локомотивы без вагонов, моторные вагоны и специальный самоходный подвижной состав рассматриваются как поезда.

По старшинству поезда подразделяют на внеочередные, очередные и назначаемые по особым требованиям, очередность которых устанавливают при назначении.

К *внеочередным* относят пожарные и восстановительные поезда, снегоочистители, локомотивы без вагонов и специальный самоходный подвижной состав, предназначенные для восстановления нормального движения и тушения пожара.

*Очередные* поезда в порядке приоритетности представлены пассажирскими скоростными, пассажирскими скользящими, остальными

пассажирскими, почтово-багажными, воинскими, грузопассажирскими, людскими, ускоренными грузовыми, грузовыми, хозяйственными поездами и локомотивами без вагонов. Людскими считаются грузовые поезда, в состав которых входят не менее десяти вагонов, занятых людьми. Хозяйственными называются поезда, обслуживающие собственные нужды дороги (перевозка балласта, рельсов, шпал и др.).

Всем поездам в зависимости от категории на станциях формирования присваивают номера: скорым — 1—99, пассажирским дальним круглогодичного обращения — 171—299, грузовым сквозным — 2001—2998, грузовым участковым — 3001—3398, грузовым сборным — 3401—3498, пригородным — 6001—6999 и т. д. Поезда одного направления имеют нечетные номера, а поезда обратного направления — четные.

Кроме номера каждому грузовому поезду на станции его формирования присваивают индекс, который не изменяется до станции расформирования. Индекс грузового поезда представляет собой специальный код, состоящий из десяти цифр, из которых первые четыре соответствуют единой сетевой разметке (ЕСР) станции формирования, следующие две — порядковому номеру состава, сформированного на этой станции, а последние четыре — ЕСР станции назначения поезда.

Нормы массы\* и длины поездов устанавливают в плане их формирования и графике движения. В отношении сквозных поездов нормы массы унифицированы для всего направления следования, с тем чтобы избежать ее перелома (изменения) при переходе с одного участка на другой. Ускоренные грузовые поезда имеют несколько меньшие нормы массы.

Все большее распространение получает вождение тяжеловесных поездов, масса которых значительно превышает норму. Это позволяет дорогам перевозить дополнительное количество груза при том же числе локомотивов и снизить затраты на перевозки.

Грузовые поезда могут быть тяжеловесными и поездами повышенной массы. В первом случае масса поезда для соответствующих серий локомотивов на 100 т и более превышает установленную графиком движения норму на участке следования этого поезда. Во втором случае грузовой поезд с одним или несколькими действующими локомотивами (в голове состава, в голове и хвосте, в голове и последней трети состава) имеет массу более 6 тыс. т.

В зависимости от длины помимо обычных существуют грузовые поезда повышенной длины, длинносоставные и соединенные. Длина поезда повышенной длины составляет 350 осей и более. Длинно-

\* В ПТЭ и других нормативно-руководящих документах по давней традиции массу поезда называют весом, имея в виду, что численное значение веса в технической системе единиц равно массе в СИ.

составным называют поезд, длина которого превышает максимальную норму, установленную графиком движения на участке следования этого поезда. Грузовой поезд, составленный не менее чем из двух сцепленных поездов с действующими локомотивами в голове каждого поезда, называют соединенным.

При формировании поездов рассчитывают их массу брутто. Для этого к таре вагонов прибавляют массу груза, определяемую по грузовым документам. Норму длины поезда выбирают в соответствии с полезной длиной приемоотправочных путей станций на участках. Длину подвижного состава определяют по таблицам, помещаемым в книжках с расписанием движения поездов.

Поезда необходимо составлять в полном соответствии с требованиями ПТЭ, графика движения и плана формирования. Нарушение этих требований может создать угрозу безопасности движения и вызвать задержки в переработке поездов на попутных станциях. При формировании грузовых поездов вагоны ставят без подборки по числу осей и массе. В сборных поездах вагоны подбирают в группы по станциям назначения, а в групповых поездах — по назначению согласно плану формирования.

Одним из основных условий обеспечения безопасности движения поездов является наличие тормозных средств, достаточных для остановки поезда на расстоянии, равном длине тормозного пути, при следовании с наибольшей допустимой скоростью по руководящему спуску в случае возникновения препятствия для движения. Руководящим называется наибольший по крутизне спуск (с учетом сопротивления в кривых) протяженностью не менее тормозного пути. Тормозной путь в зависимости от руководящего спуска и допустимой максимальной скорости движения принимается равным 1000, 1200, 1300, 1500, 1600 и 1700 м.

Грузовой поезд обслуживает локомотивная бригада, тогда как пассажирский — также проводники, а в необходимых случаях и другие работники.

Пассажирские и другие поезда для перевозки людей и почтово-багажные поезда снабжают противопожарными средствами, средствами для оказания первой медицинской помощи и другим необходимым снаряжением.

На каждую поездку заполняют  *маршрут машиниста*, который является одним из основных поездных документов на участке работы локомотивной бригады. В нем указывают число и типы вагонов в составе, массу груза (нетто) и общую массу поезда (брютто), состав бригады, серию и номер локомотива и другие данные. После поездки машинист сдает маршрут в контору депо для начисления заработной платы бригаде. Из конторы маршруты передают в вычислительный центр, где по ним определяют выполненный объем перевозочной работы, степень использования подвижного состава, расход электроэнергии, топлива, смазки и другие показатели.

В ПТЭ содержатся требования к организации приема и отправления поездов, указывается порядок вождения их машинистами. В соответствии с ПТЭ машинист обязан хорошо знать конструкцию локомотива (мотор-вагонного поезда), специального самоходного подвижного состава, профиль обслуживаемого участка, расположение на нем железнодорожных переездов, постоянных сигналов, сигнальных указателей и знаков и их назначение, а также должен иметь расписание движения поездов.

## **22.4. Организация грузовой и коммерческой работы. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ**

Грузовая и коммерческая работа на железнодорожном транспорте осуществляется на основе Устава железнодорожного транспорта Российской Федерации, являющегося Федеральным законом (см. подразд. 3.3). Грузовая работа выполняется в местах общего и необщего пользования.

К *местам общего пользования* относятся крытые и открытые склады, а также участки, специально выделенные на территории железнодорожной станции, принадлежащие владельцу инфраструктуры и используемые для проведения операций по погрузке, выгрузке, сортировке и хранению грузов, в том числе контейнеров, багажа и грузобагажа пользователей услугами железнодорожного транспорта.

К *местам необщего пользования* относятся железнодорожные пути необщего пользования, крытые и открытые склады, а также участки, расположенные на территории железнодорожной станции, не принадлежащие владельцу инфраструктуры или сданные им в аренду и используемые для выполнения операций по погрузке и выгрузке грузов, в том числе контейнеров, определенных пользователей услугами железнодорожного транспорта.

Более 80 % грузов, предъявляемых к перевозке, грузят и выгружают на путях предприятий и организаций, связанных с общей сетью железных дорог непрерывной рельсовой колеей. Такие пути называются *подъездными*. Взаимоотношения железной дороги с предприятием, имеющим подъездные пути, порядок подачи и уборки вагонов регулируются договорами на эксплуатацию этих путей.

Наряду с погрузкой и выгрузкой на станциях выполняют следующие коммерческие операции: подготовку груза, взвешивание и прием его к перевозке, оформление перевозочных документов, взимание провозной платы и сборов, пломбирование вагонов, хранение груза на станциях, выдачу прибывшего груза получателям и др. Грузы перевозят грузовой скоростью в обычных грузовых поездах и большой скоростью с оплатой по повышенному тарифу — в ускоренных поездах. Кроме того, грузы транспортируют пассажирской скоростью в багажных вагонах пассажирских поездов или специальных почтово-багажных поездах.

Перед подачей под погрузку проводятся технический и коммерческий осмотр вагонов с целью установления их пригодности для перевозки данного груза.

Для осуществления перевозки грузов железнодорожным транспортом грузоотправитель представляет перевозчику надлежащим образом оформленную заявку с указанием числа вагонов и тонн, станции назначения и других предусмотренных правилами перевозок сведений.

На каждую отправку груза — повагонную или мелкую, а также на целый маршрут или группу вагонов грузоотправитель представляет перевозчику комплект перевозочных документов: оригинал транспортной железнодорожной накладной, дорожную ведомость, корешок дорожной ведомости и бланк квитанции о приеме груза. Накладная и дорожная ведомость сопровождают груз на всем пути следования, и на станции назначения грузополучателю вместе с грузом выдается накладная.

Грузы подготавливают к перевозке средствами отправителя и предъявляют вместе с накладной приемосдатчику грузов в пункте погрузки. Приемосдатчик осматривает упаковку груза и отправительскую маркировку, в которой названы получатель и его адрес, затем регистрирует его и наносит железнодорожную маркировку. В ней указываются наименование груза, число мест, станция и дорога отправления.

В товарной конторе железнодорожной станции определяют провозную плату и вписывают ее в накладную (плата за перевозку устанавливается специальным тарифным руководством). Кроме того, железные дороги взимают дополнительные сборы за погрузку, выгрузку, взвешивание и подачу вагонов на подъездные пути. В большинстве отделений провозная плата рассчитывается и взимается централизованно через технологический центр по обработке перевозочных документов, обеспеченный современной вычислительной техникой.

На каждый загруженный вагон приемосдатчик составляет *вагонный лист*, в котором приводят данные о вагонах и об отправленных грузах с указанием номеров накладных. По вагонному листу проверяют наличие груза при выгрузке, а также простой вагонов под погрузкой и выгрузкой.

Перевозочные грузовые документы пересыпают в стационарный технологический центр (СТЦ), где составляется поездной документ — *натурный лист* — на каждый сформированный состав. В натурном листе указывают номер поезда, станцию формирования и станцию назначения, номера вагонов в порядке их расположения в составе, массу и длину поезда и другие данные. По натуральному листу проводят прием и сдачу поездов, подборку, прием и сдачу грузовых документов, расформирование и формирование поездов на станциях.

Разрабатывается система машинного составления и передачи грузовых и поездных документов, что позволит автоматизировать процесс слежения за местонахождением каждого вагона на сети железных дорог и составления необходимой отчетности.

На железнодорожной станции назначения грузы выдают грузополучателю после внесения им перевозчику платы за перевозку и иных причитающихся платежей, если таковые не были осуществлены грузоотправителем. Порядок оформления выдачи грузов устанавливается правилами их перевозки железнодорожным транспортом.

Значительное распространение на железнодорожном транспорте, а также в смешанном железнодорожно-автомобильном и железнодорожно-водном сообщении получила перевозка грузов в контейнерах. Контейнерный парк состоит из специальных контейнеров (для скоропортящихся, наливных и других грузов) и универсальных. Увеличивающийся объем перевозок в крупнотоннажных контейнерах массой брутто 20 т и более. Характеристики эксплуатируемых универсальных контейнеров приведены в табл. 22.1.

Контейнеры, загруженные на складах грузоотправителей, перевозят автомобилями на станции, где их перегружают кранами на контейнерную площадку, а затем грусят на железнодорожные платформы. По прибытии на станцию назначения контейнеры перегружают на контейнерную площадку или на автотранспорт, который доставляет их на склад получателя.

Применение контейнеров, представляющих собой многооборотную тару, позволяет сэкономить пиломатериалы, упаковочную ткань, металлическую ленту, гвозди. При перевозке в контейнерах можно организовать транзитную доставку груза от склада отправителя до склада получателя, минуя промежуточные базы, и полностью механизировать погрузочно-разгрузочные операции. Производительность труда в этом случае становится в 4—5 раз выше, чем при перевозке мелких отправок в крытых вагонах.

На некоторых железнодорожных линиях (Пекин — Москва, Москва — Владивосток, Санкт-Петербург — Екатеринбург, Санкт-Пе-

Таблица 22.1

Масса контейнера брутто, т	Наружные размеры контейнера, мм		
	Длина	Ширина	Высота
3	2100	1325	2400
5	2650	2100	2400
10	2991	2438	2438
20	6058	2438	2438
30	12 192	2438	2438

тербург—Хельсинки, Новосибирск—Иркутск и др.) курсируют специальные контейнерные поезда для ускоренной доставки грузов. Создан ряд контейнерных станций, оборудованных мощными кранами со специальными захватными устройствами, позволяющими автоматизировать строповку контейнеров. На ряде железных дорог внедрена автоматизированная система управления контейнерными перевозками грузов «АСУ-контейнер».

Организована перевозка грузов крупнотоннажными контейнерами в международном сообщении со значительным сокращением ее дальности. Так, при доставке груза из Иокогамы (Япония) в Роттердам (Голландия) через Находку — Брест расстояние транспортирования составляет 13 770 км, в то время как при перевозке через США — 20 240 км, а морем, вокруг Африки, — 27 000 км.

В настоящее время стали применять крупнотоннажные контейнеры повышенной вместимости массой брутто 24 т вместо 20-тонных. При этом высота контейнера увеличивается с 2438 до 2591 мм.

В ОАО «РЖД» создана компания по контейнерным перевозкам грузов «Трансконтейнер», владеющая контейнерами и специализированными вагонами для их перевозки. На дорогах созданы филиалы этой компании. Для организации перевозки скоропортящихся грузов создана компания «Рефсервис».

На железных дорогах широко распространена перевозка тарно-упаковочных грузов пакетами и перегрузка их по схеме «вагон — автомобиль». Применение пакетов позволяет уменьшить расходы на перевозку на 15...30 %, а производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах — увеличить в 3—4 раза. При этом резко сокращаются простой автомобилей и вагонов под погрузкой и выгрузкой. Так как поддоны могут размещаться в несколько ярусов, уменьшается потребность в складских площадях.

Согласно Уставу железнодорожного транспорта Российской Федерации за невыполнение заявок на перевозку грузов железная дорога и грузоотправитель несут материальную ответственность. За нахождение вагонов и контейнеров на станции отправления или получения соответственно грузоотправитель или грузополучатель вносит железной дороге указанную в тарифном руководстве почасовую плату.

За задержку по вине железной дороги подачи вагонов под погрузку и выгрузку грузов, а также за задержку уборки вагонов с мест погрузки и выгрузки железная дорога уплачивает штраф грузополучателям и грузоотправителям.

Для выполнения грузовых операций и хранения груза железные дороги имеют комплекс устройств и сооружений: крытые склады, контейнерные и навалочные площадки, весовое хозяйство и др. Крытые склады с многоярусным размещением груза имеют наружное или внутреннее (рис. 22.1) расположение путей для погрузки и выгрузки и обслуживаются кранами-штабелерами.

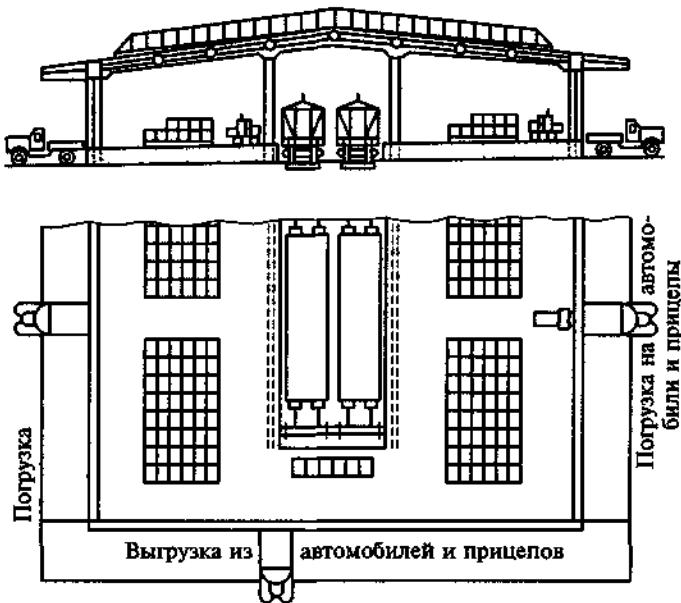


Рис. 22.1. Крытый склад с внутренним расположением путей

Ускорение трудоемких погрузочно-разгрузочных работ, удешевление их стоимости, уменьшение времени простоя вагонов и улучшение условий труда можно обеспечить с помощью комплексной механизации, при введении которой основные и вспомогательные операции выполняют машины и механизмы.

К наиболее простым техническим средствам, предназначенным для перемещения грузов на складах, относятся тележки (аккумуляторные — электрокары и с двигателями внутреннего сгорания — автокары). Для перемещения сыпучих, кусковых и легких штучных грузов в горизонтальном и наклонном направлениях используют конвейеры (транспортеры).

Для погрузки и выгрузки грузов, перевозимых в контейнерах, на поддонах и в ящиках, на открытых платформах и площадках применяют автопогрузчики, а в крытых складах — вилочные электропогрузчики с необходимыми съемными приспособлениями.

Погрузку и выгрузку сыпучих и кусковых грузов осуществляют также с помощью тракторных ковшовых погрузчиков. Кроме того, на открытых платформах и площадках устанавливают козловые и мостовые краны. Краны для сыпучих грузов оборудуют грейферами, а для тарно-штучных грузов и контейнеров — автоматическими захватами и другими специальными приспособлениями.

Козловые краны (рис. 22.2) отличаются от мостовых тем, что мост у них установлен на опорах-козлах особого вида, а рельсы

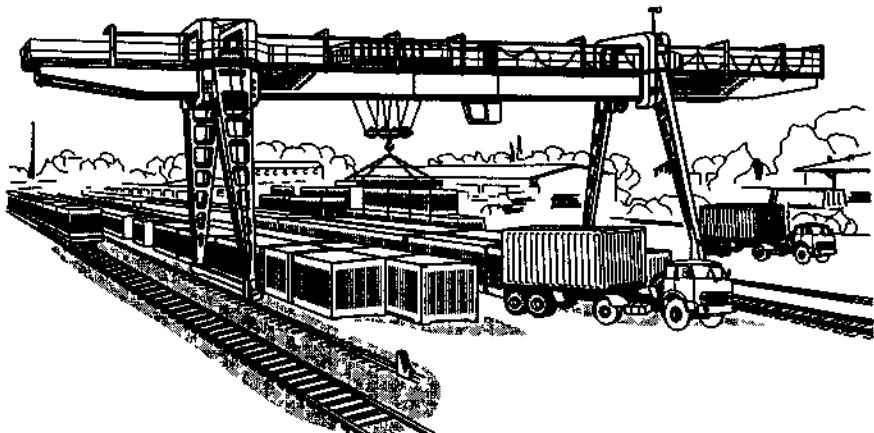


Рис. 22.2. Контейнерный терминал с козловым краном

подкранового пути проложены на уровне земли, без сооружения дорогостоящих опор и эстакад.

Сыпучие грузы выгружают из саморазгружающихся полувагонов на эстакадах или повышенных путях (рис. 22.3), а при значительном грузообороте — специальными вагонопрокидывателями. Из крытых вагонов сыпучие грузы выгружают механическими лопатами или специальными вагоноразгрузчиками.

Грузоподъемность основных погрузочно-разгрузочных механизмов приведена в табл. 22.2.

Рассмотренные машины и механизмы входят в состав комплекса устройств, применяемого при выполнении погрузочно-разгрузочных операций. В этом же комплексе используют различные бункера и погрузочные эстакады.

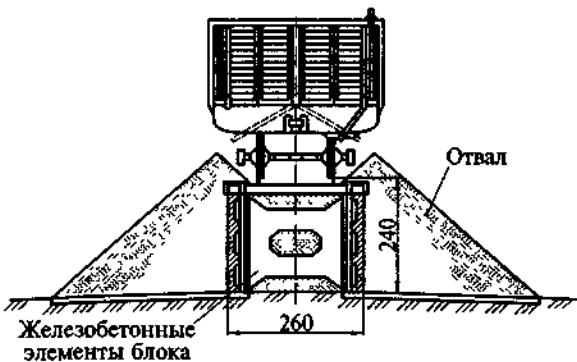


Рис. 22.3. Повышенный путь для выгрузки сыпучих грузов

Таблица 22.2

Механизм	Грузоподъемность, т	Грузы
Автопогрузчик	5 или 10	Тяжеловесные, в том числе контейнеры
Электропогрузчик	0,75 ... 5	Тарные
Одноковшовый тракторный погрузчик	—	Уголь
Мостовой кран	10	Тяжеловесные, в том числе контейнеры
Козловой кран:		
двуихконсольный	10	То же
бесконсольный	10	→
двуихконсольный	25	Крупнотоннажные контейнеры
бесконсольный	30	То же

На железных дорогах концентрация грузовых операций осуществляется на как можно меньшем числе станций. В связи с этим в крупных железнодорожных узлах создают специализированные станции, оснащенные средствами комплексной механизации для централизованной переработки массовых грузов (уголь, лес, зерно и др.). Это обеспечивает наиболее полное использование механизмов, складских площадей, вагонов и автомобилей, повышение производительности труда, снижение себестоимости переработки груза и его скорейшую доставку потребителю.

При выполнении грузовых и коммерческих операций особое внимание уделяется соблюдению требований техники безопасности, изложенных в соответствующих правилах и инструкциях.

Переход к рыночным отношениям внес определенные изменения в организацию грузовой и коммерческой работы, направленные на повышение конкурентоспособности железных дорог по сравнению с другими видами транспорта.

Созданные в последние годы новые структуры транспортно-экспедиционного обслуживания на местах (на некоторых дорогах — предприятия «Желдорэкспедиция») берут на себя предоставление комплекса услуг: оформление документации, погрузку в вагоны, контроль за продвижением груза и его доставку грузополучателю. Все это создает удобства для клиентуры, ускоряет продвижение грузов и стимулирует рост объема грузовых перевозок на железных дорогах.

При организации грузовой и коммерческой работы в условиях рыночных отношений все шире используются методы маркетинга, менеджмента и транспортной логистики.

*Маркетинг* (от англ. *marketing* — торговля, продажа, сбыт) представляет собой сферу деятельности, направленной на научное и практическое изучение рынка и особенностей требуемых услуг, разработку мер по привлечению клиентов (сбыту своей продукции — перевозок), использование наиболее совершенных технологий доставки пассажиров и грузов, предоставление дополнительных услуг, прогнозирование состояния рынка и разработку стратегии его освоения.

В состав маркетинга входят коммуникационные мероприятия: разные виды рекламы перевозок и услуг, современный сервис для пассажиров, отправителей и получателей грузов, организация в рекламных целях выставок и ярмарок, выпуск сувениров и знаков по железнодорожной тематике и т. п.

Основные принципы маркетинга — учет конъюнктуры рынка, гибкое реагирование на ее изменение, приспособление к запросам рынка — относятся к его различным видам: внутреннему (в пределах страны), международному, экспортному, импортному и научно-техническому (продажа и покупка лицензий и патентов). Эти принципы справедливы также для всех видов услуг.

Что касается *менеджмента*, то он представляет собой совокупность методов, средств и форм управления какой-либо сферой деятельности с целью повышения ее эффективности и увеличения прибыли. Выбор рациональных способов доставки пассажиров и грузов тем или иным видом транспорта осуществляется менеджером, который использует для этой цели специальные приемы логистики.

Основная цель *логистики* — построение четко функционирующей, самонастраивающейся системы производства, хранения, транспортирования и распределения товаров, реагирующей на все колебания рынка.

Логистика призвана обеспечить высококачественное транспортирование груза в заданный пункт назначения в установленный срок и с минимальными затратами, а также контроль за его перемещением на всем пути перевозки.

## 22.5. Основы организации пассажирских перевозок

Основная задача организации пассажирских перевозок состоит в удовлетворении потребностей населения в передвижении наряду с обеспечением безопасности и высококачественного обслуживания пассажиров на вокзалах и в поездах.

Для организации пассажирских перевозок и развития соответствующих устройств устанавливают ожидаемый объем перевозок в

пассажирокилометрах. Основой для этого служат результаты анализа отчетности о выполненных перевозках за прошедший период, данные о численности населения, состоянии экономики (в том числе о строительстве новых городов и поселков, железнодорожных линий), расширении сети курортов и домов отдыха, развитии коллективного садоводства и огородничества и т. д. Учитывают и такие факторы, как массовые организованные перевозки пассажиров на выставки и туристов, удельный вес междугородных и пригородных перевозок пассажиров другими видами транспорта.

Пассажиропотоки определяют по направлениям и периодам года, а для пригородного движения — также по месяцам, дням недели и времени суток. Для этого используют данные обследований пассажиропотоков. Из-за специфики пассажирских перевозок осуществляют их раздельное планирование в дальнем, местном и пригородном сообщениях по методикам, приведенным в курсе «Экономика транспорта».

Пассажирские поезда подразделяют на следующие категории: дальние, следующие на расстояние свыше 700 км, местные — 150...700 км и пригородные — до 150 км.

Дальние и местные поезда в зависимости от скорости движения и числа остановок могут быть скоростными, скрыми и пассажирскими.

К скоростным и скрым относятся поезда, следующие с высокой скоростью и имеющие остановки только на больших станциях. Комфорт для пассажиров и скорость до 200 км/ч обеспечивают скоростные поезда ЭР200 и «Невский экспресс», которые курсируют на линии Петербург—Москва.

Пассажирские поезда следуют с меньшей скоростью и останавливаются на всех или на большинстве станций. Их средняя скорость движения составляет лишь около 50 км/ч. Перевозка почты и багажа осуществляется в специальных вагонах, включаемых в скрые, пассажирские и почтово-багажные поезда.

При составлении расписания отправление дальних поездов с начальных пунктов назначают, как правило, в вечернее время, а прибытие на конечные пункты — в утреннее. Расписание местных и пригородных поездов стремится сделать удобным для основной категории пассажиров, согласовывая его с часами работы предприятий и учреждений. В некоторых случаях при возникновении больших пассажиропотоков помимо обычных могут быть сформированы пассажирские поезда длинносоставные, повышенной длины и соединенные. В первом случае длина поезда превышает установленную схемой его формирования, во втором случае в состав пассажирского поезда входят 20 вагонов и более.

Пассажирский поезд называют соединенным, если он составлен из двух сцепленных пассажирских поездов с действующими локомотивами в голове каждого поезда.

Наибольший удельный вес в общем объеме пассажирских перевозок занимают пригородные перевозки. Их характерными особенностями являются необходимость частых остановок для посадки и высадки пассажиров и значительная неравномерность движения по периодам года, дням недели и времени суток.

На пригородных линиях с небольшими размерами пассажирского движения, где применение электротяги может оказаться экономически неоправданным, используют дизель-поезда и автомотрисы.

Устройства для обслуживания пассажиров должны обеспечивать им максимальные удобства. Это учитывается, в частности, при проектировании вокзалов и планировке вокзальных помещений.

Для удобства пассажиров проводится предварительная продажа билетов с доставкой на дом, причем не только в городах, но и на промежуточных станциях пригородных зон; практикуется оформление билетов на дальнейший путь следования непосредственно в поездах. На крупных вокзалах внедрена система диспетчерского руководства продажей билетов. Билетные кассиры включаются в диспетчерскую сеть центрального пункта. Внедрена автоматизированная система «Экспресс-2» для резервирования, учета мест и продажи билетов на поезда дальнего следования. Эта система за-трачивает на обслуживание одного пассажира 45 с.

Внедрение системы «Экспресс-3», основанной на новых программных средствах и имеющей существенно больший объем памяти, чем у системы «Экспресс-2», помимо повышения качества сервисных услуг, предоставляемых пассажирам, обеспечит полную автоматизацию технологических процессов и более высокий уровень управления пассажирскими перевозками в целом по сети.

Для удобства пассажиров на ряде станций — в пунктах стыка различных видов транспорта — созданы объединенные вокзалы, обслуживающие пассажиров железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта.

В последние годы введены новые фирменные поезда, обеспечивающие комфортные условия поездки; на крупных вокзалах созданы центры сервисного обслуживания, предоставляющие пассажирам широкий спектр услуг: оформление билетов по России и сопредельным странам, бронирование мест по телефону, доставка проездных билетов на дом, междугородняя и международная связь и др.

На дорогах стали функционировать дирекции по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании и создаются дирекции по обслуживанию пригородных пассажиров.

Росту пассажирских перевозок в значительной мере способствует увеличение скорости движения поездов благодаря вводу в эксплуатацию скоростных электропоездов, вагонов и локомотивов нового поколения.

Однако в нашей стране, как и за рубежом, пассажирские перевозки, особенно пригородные, всегда были и остаются убыточны-

ми. Для покрытия этих убытков принимаются меры по снижению эксплуатационных затрат, повышению уровня комфорта и сервиса. Особое значение приобретает роль региональных администраций в приобретении нового подвижного состава, выделении средств на развитие устройств для обслуживания пассажирских перевозок.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные операции перевозочного процесса.
2. Каково содержание плана формирования поездов?
3. Что представляют собой отправительский и ступенчатый маршруты?
4. Как подразделяются поезда по старшинству?
5. Какие грузовые и пассажирские поезда относятся к поездам повышенной длины?
6. В чем состоит грузовая и коммерческая работа на железнодорожном транспорте?
7. Какие пассажирские поезда относятся к дальним, местным и пригородным?
8. Что представляют собой системы «Экспресс-2» и «Экспресс-3»?

## Глава 23

# ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ И ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

### 23.1. Значение графика и требования, предъявляемые к нему

На железнодорожном транспорте движение поездов осуществляется по графику — основному нормативно-технологическому документу, регламентирующему работу всех подразделений по организации движения поездов. График движения выражает план всей эксплуатационной работы железных дорог и является основой организации перевозок.

Движение поездов строго по графику достигается точным соблюдением технологических процессов работы станций, локомотивных и вагонных депо, тяговых подстанций, пунктов технического обслуживания, дистанций пути и других подразделений железных дорог, связанных с движением поездов. Объединяя и координируя работу этих подразделений, график движения позволяет им действовать согласованно.

Роль графика возрастает в условиях рыночной экономики, когда осложняется организация устойчивых вагонопотоков. В связи с этим в рамках автоматизированной системы управления перевозочным процессом (АСУПП) комплексу автоматизации и разработки графика движения поездов уделяется большое внимание.

В соответствии с ПТЭ график движения поездов должен обеспечивать удовлетворение потребностей в перевозках пассажиров и грузов, безопасность движения поездов, эффективное использование пропускной и провозной способности участков и перерабатывающей способности станций, высокопроизводительное использование подвижного состава, соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад, возможность выполнения работ по текущему содержанию пути, сооружений, устройств СЦБ, связи и электроснабжения.

При составлении графика должна быть предусмотрена приоритетная прокладка международных поездов, их согласованный подвод на пограничные станции и точное соблюдение технологии обработки поездов.

Ход поезда изображается на графике (рис. 23.1) в виде движения точки в системе координат, где по оси абсцисс откладывается время суток от 0 до 24 ч, а по оси ординат — пройденное расстояние. Таким образом, график движения выражает зависимость  $t = f(S)$ , где  $S$  — путь, пройденный поездом;  $t$  — время его хода. След движения точки условно принимают за прямую, соединяю-

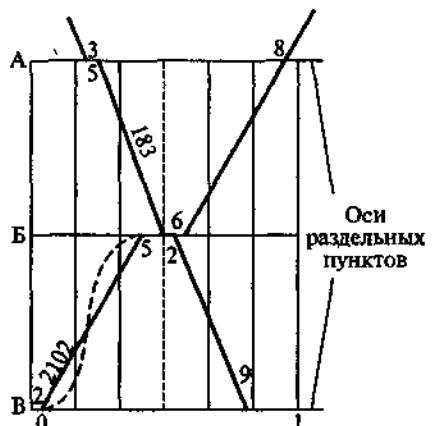


Рис. 23.1. Фрагмент графика движения поездов:

А—В — обозначения раздельных пунктов; цифры 0, 1 на оси абсцисс — время (часы); цифры на осях раздельных пунктов — время прибытия, отправления или проследования поезда (число минут сверх целого десятка); числа над наклонными прямыми — условные номера поездов; штриховая кривая в левом нижнем углу — реальный график движения поезда с учетом изменения его скорости

шую точки отправления и прибытия поезда, соответствующие смежным раздельным пунктам, исходя из того, что поезд следует по перегону с постоянной скоростью. Угол наклона прямой к горизонтали характеризует скорость движения поезда. Фактически же эта скорость изменяется, причем особенно существенно при замедлении поезда перед остановкой и разгоне после отправления (см. штриховую кривую на рис. 23.1).

График обычно строят на стандартной сетке с масштабом времени 4 мм — 10 мин и масштабом расстояний 2 мм — 1 км. На сетке каждый час разделен вертикальными линиями на шесть 10-минутных интервалов, при этом полчасовые деления отмечают штриховой прямой. Горизонтальными линиями обозначают оси раздельных пунктов.

Линии движения нечетных поездов наносят сверху вниз, а четных — снизу вверх. В точках пересечения этих линий с осями раздельных пунктов (в тупых углах) проставляют время прибытия, отправления или проследования поездов, — цифру, указывающую число минут сверх целого десятка.

Чтобы уяснить, как читается график движения, обратимся к рис. 23.1, на котором видно, что пассажирский поезд № 183 прибывает на станцию А в 0 ч 13 мин, где предусмотрена 2-минутная стоянка для высадки и посадки пассажиров. Он отправляется в 0 ч 15 мин и прибывает на станцию Б в 0 ч 30 мин. После 2-минутной стоянки на этой станции поезд отправляется в 0 ч 32 мин. На станцию В он прибывает в 0 ч 49 мин. Грузовой поезд № 2102 отправляется со станции В в 0 ч 2 мин и прибывает на станцию Б в 0 ч 25 мин. Здесь он стоит 11 мин в связи с пропуском встречного поезда № 183, отправляется в 0 ч 36 мин и станцию А проходит без остановки в 0 ч 58 мин.

На основе графика составляют расписание движения поездов, в котором указывают время прибытия, отправления и проследования поездов для каждого раздельного пункта.

## 23.2. Классификация графиков

Графики движения поездов классифицируют следующим образом.

В зависимости от *скорости движения* поездов различают параллельные и непараллельные (нормальные) графики. При параллельных графиках поезда каждого направления следуют с одинаковой скоростью, поэтому линии их хода параллельны друг другу. В обычных условиях эксплуатации движение происходит по нормальным графикам, так как пассажирские и грузовые поезда движутся с разными скоростями.

По *числу главных путей* на перегонах графики подразделяют на однопутные (рис. 23.2) и двухпутные (рис. 23.3). В первом случае главный путь используется для движения в обоих направлениях и скрещение поездов может происходить только на станциях и разъездах, во втором случае — как на перегонах, так и на станциях.

По *соотношению числа поездов в четном и нечетном направлениях* различают парные графики, когда это число одинаковое, и непарные — в противном случае.

В зависимости от *расположения поездов попутного следования* графики могут быть пачечные, пакетные и частично пакетные.

При пачечном графике (рис. 23.4) поезда движутся друг за другом с разграничением межстанционным перегоном. Это означает, что нельзя отправить на перегон поезд, пока ранее отправленный не прибыл на следующую станцию, т. е. на перегоне может находиться только один поезд.

При пакетном графике (рис. 23.5) поезда следуют пакетами с разграничением в них поездов временем или блок-участками. В этом

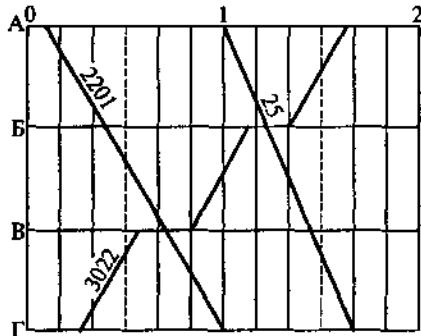


Рис. 23.2. Однопутный график движения поездов:

А—Г — обозначения раздельных пунктов; 0, 1, 2 — время (часы); числа над наклонными прямыми — условные номера поездов

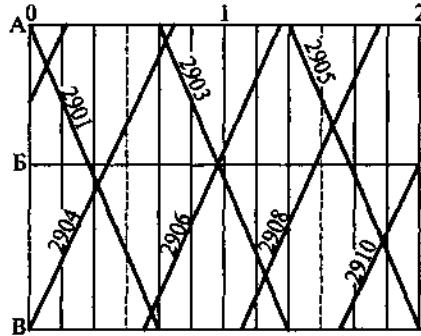


Рис. 23.3. Двухпутный график движения поездов:

А—В — обозначения раздельных пунктов; 0, 1, 2 — время (часы); числа над наклонными прямыми — условные номера поездов

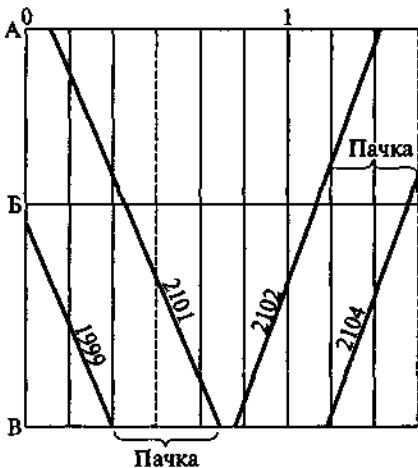


Рис. 23.4. Пачечный график движения поездов:

А—В — обозначения раздельных пунктов; 0, 1 — время (часы); числа над наклонными прямыми — условные номера поездов

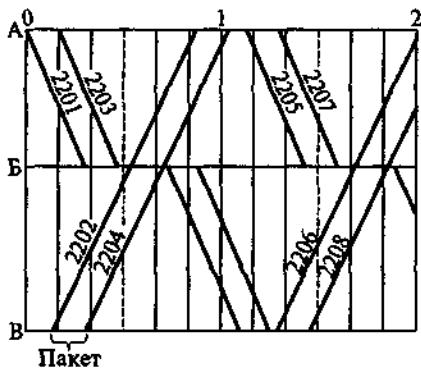


Рис. 23.5. Пакетный график движения поездов на однопутном участке:

А—В — обозначения раздельных пунктов; 0, 1, 2 — время (часы); числа над наклонными прямыми — условные номера поездов

случае на перегоне между станциями одновременно могут находиться несколько попутных поездов, образующих пакет. Такие графики применяют при использовании автоблокировки. При частично пакетных графиках часть поездов движется одинично, а часть — пакетами.

### 23.3. Элементы графика

Для составления графика должны быть известны его основные элементы:

- время хода поездов различных категорий по перегонам;
- продолжительность стоянки поездов на станциях для выполнения технических, грузовых и пассажирских операций;
- станционные интервалы;
- интервалы между поездами в пакете;
- время нахождения локомотивов на станциях локомотивного депо и в пунктах оборота.

Время хода поезда определяют тяговыми расчетами с помощью ЭВМ и уточняют на основании опытных поездок и достижений передовых машинистов. Это время устанавливают отдельно для каждой категории пассажирских и грузовых поездов при движении по каждому перегону в четном и нечетном направлениях.

Продолжительность стоянки поездов при выполнении технических, пассажирских и грузовых операций зависит от категории поездов, типа станции и технологического процесса ее работы.

Важными элементами графика являются станционные интервалы (табл. 23.1) — минимальные промежутки времени, необходимые для выполнения операций на раздельных пунктах по приему, отправлению и пропуску поездов.

*Интервалом скрещения*  $\tau_c$  называется минимальный промежуток времени между прибытием с однопутного перегона на раздельный пункт одного поезда и отправлением на тот же перегон встречного поезда. Интервал скрещения включает в себя затраты времени на проверку прибытия поезда № 2108 в полном составе, приготовление маршрута отправляемому поезду № 2107 и доклады дежурных стрелочных постов о выполнении этой операции дежурному по станции, связь между станциями для передачи сообщений о движении поездов, открытие выходного светофора, подачу сигнала отправления и приведение поезда № 2107 в движение.

*Интервалом неодновременного прибытия*  $\tau_{np}$  называется минимальный промежуток времени между прибытием на раздельный пункт двух поездов противоположных направлений. Соблюдение этого

Таблица 23.1

Станционный интервал	Схема интервала	Станционный интервал	Схема интервала
Скрещения $\tau_c$ : при пропуске одного из поездов сходу		Попутного следования $\tau_{ps}$	
при остановке обоих поездов		Неодновременного прибытия и отправления $\tau_{np}$	
Неодновременно-го прибытия $\tau_{np}$ : при пропуске одного из поездов сходу		Неодновременного отправления и прибытия $\tau_{on}$	
при остановке обоих поездов			

Примечание. А—В — обозначения раздельных пунктов; числа на схеме — условные номера поездов.

интервала требуется при пропуске одного из поездов сходу и остановке обоих поездов на раздельном пункте.

*Интервалом попутного следования*  $\tau_{\text{пс}}$  называется минимальный промежуток времени между прибытием на раздельный пункт одного поезда и отправлением с предыдущего раздельного пункта следующего поезда того же направления. Этот интервал определяется затратами времени на контроль прибытия или проследование первого поезда в полном составе через станцию, связь между раздельными пунктами и открытие выходного сигнала или выдачу разрешения на отправление второго поезда с предыдущей станции и проследование его до оси этой станции.

*Интервалами неодновременного отправления и прибытия*  $\tau_{\text{оп}}$  и *неодновременного прибытия и отправления*  $\tau_{\text{по}}$  поездов, следующих в одном и том же направлении, предусматриваются лишь в случае, когда ПТЭ запрещают осуществлять эти операции одновременно по условиям профиля подходов к станции и при отсутствии изоляции маршрутов отправляемого и принимаемого поездов.

Станционные интервалы определяют построением графика выполняемых операций, исходя из их максимального совмещения и конкретных условий работы. Интервалы зависят в основном от особенностей средств сигнализации и связи, применяемых на прилегающих перегонах, способа управления стрелками и сигналами, схемы раздельного пункта (длина горловины, число стрелок, входящих в маршрут приема и отправления поездов) и профиля подъездов к раздельному пункту.

Одним из элементов графика движения поездов при наличии автоблокировки является интервал  $I$  между поездами в пакете. Он представляет собой наименьший промежуток времени, необходимый для безопасного следования по перегонам одного поезда вслед за другим и создания условий для обеспечения нормальных скоростей движения поездов. По заданному интервалу  $I$  проводится расстановка светофоров при проектировании автоблокировки. Однако в случае изменения условий эксплуатации (скорость движения, род тяги, масса состава и т. п.) меняется и значение  $I$ . Так, при современных видах тяги, особенно при электрической, благодаря высокой скорости движения интервалы между поездами в пакете могут быть уменьшены до 8...6 мин, а для пригородных поездов на участках, прилегающих к крупным центрам, — до 4...3 мин.

Интервал, мин, между поездами в пакете при наличии автоблокировки может быть рассчитан исходя из нормальной схемы разграничения поездов в пакете тремя блок-участками (рис. 23.6), в соответствии с которой второй поезд следует на зеленый огонь без снижения скорости:

$$I = 0,06 \frac{l''_{\text{бл}} + l'''_{\text{бл}} + l''''_{\text{бл}} + l_{\text{п}}}{v_x} = 0,06 \frac{L}{v_x},$$

где  $I'_{6\pi}$ ,  $I''_{6\pi}$ ,  $I'''_{6\pi}$  — значения длины блок-участков, м;  $I_n$  — длина поезда, м;  $v_x$  — средняя ходовая скорость поезда, км/ч, на пути длиной  $L$ , м; 0,06 — переводной коэффициент, обеспечивающий согласование единиц измерения рассматриваемых величин.

Нормы продолжительности нахождения локомотивов на станциях и в пунктах оборота зависят от того, заходит ли локомотив в депо или его оборот осуществляется непосредственно на приемоотправочных путях. В первом случае продолжительность стоянки складывается из времени нахождения локомотива на пути прибытия, прохода на территорию депо, выполнения там технических операций, возвращения из депо на путь отправления и простоя у состава до отправления поезда. Во втором случае время нахождения локомотива на станции значительно меньше.

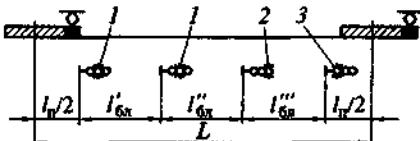


Рис. 23.6. Нормальная схема разграничения поездов в пакете при автоблокировке (езды на зеленый огонь):  $I_n$  — длина поезда;  $I'_{6\pi}$ ,  $I''_{6\pi}$ ,  $I'''_{6\pi}$  — значения длины блок-участков; 1, 2, 3 — сигналы проходных светофоров (соответственно зеленый, желтый и красный огни)

### 23.4. Порядок разработки графика и его показатели

Для составления графика кроме его основных элементов должны быть известны размеры движения пассажирских и грузовых поездов, нормы их массы и длины и другие данные. Ядром графика движения грузовых поездов являются устойчивые вагонопотоки по каждому направлению, рассчитываемые в плане формирования поездов. В целях взаимного согласования графиков движения департаменты дальних пассажирских перевозок и управления перевозками ОАО «РЖД» передают дорогам схемы движения пассажирских поездов и основные данные о передаче грузовых поездов по пунктам перехода с одной дороги на другую.

При составлении графика прокладывают линии хода пассажирских поездов, стремясь максимально сохранить действующее расписание поездов постоянного обращения. Затем прокладывают линии хода ускоренных грузовых, отправительских и ступенчатых маршрутов постоянного обращения и, наконец, всех остальных поездов.

Линии хода поездов, предназначенных для выполнения местной работы на участке, в том числе сборных, прокладывают по заранее составленной схеме с таким расчетом, чтобы простой местных вагонов на промежуточных станциях был наименьшим. Грузовые поезда стремятся распределить на графике равномерно в течение суток, так как при этом создаются условия для ритмич-

ной работы станций и сокращается время нахождения локомотивов в пунктах оборота, а на электрифицированных линиях улучшается использование мощности локомотива и обеспечивается равномерная нагрузка на тяговые подстанции. С этой же целью на графике чередуют линии хода грузовых и пассажирских поездов, особенно в периоды сгущенного движения, предусматривают следование одного поезда на подъем в то время, когда другой идет под уклон.

Прокладку линий хода грузовых поездов на графиках однопутных участков в большинстве случаев начинают с ограничивающего перегона. *Ограничивающим* называется перегон, время занятия которого парой поездов или поездом является максимальным. Ограничивающим чаще всего бывает перегон, имеющий наибольшую длину и тяжелый профиль.

При заполнении ограничивающего перегона должна быть использована та схема пропуска поездов, которая обеспечивает прокладку наибольшего их числа при заданных условиях. После заполнения ограничивающего перегона прокладываются линии хода грузовых поездов на остальных перегонах.

Прокладку линий хода поездов на графиках двухпутных участков начинают с перегона, примыкающего к узловой станции или станции оборота локомотивов, с тем чтобы прежде всего согласовать оборот локомотивов на этих станциях.

График движения поездов разрабатывают для наибольших размеров движения, предусмотренных на период его действия. Кроме того, при значительных колебаниях размеров перевозок и проведении плановых работ по реконструкции и капитальному ремонту пути, осмотру и ремонту контактной сети или электрификации линии составляют и вводят в действие на определенный период один из вариантов графика. При выполнении больших объемов работ в графиках предусматривают «окна» — промежутки времени, в течение которых определенные перегоны предоставлены в распоряжение путевой или строительной организации.

График движения поездов составляют одновременно для всей сети железных дорог сроком на один год и вводят в действие обычно в мае. На зимний период его корректируют в связи с сезонными изменениями размеров перевозок. Форма графика едина для всех дорог страны.

Одновременно с графиком движения и на его основе составляют график оборота локомотивов.

График движения характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся число грузовых и пассажирских поездов, нанесенных на график, размеры погрузки и выгрузки, которые могут быть освоены при действии данного графика, и др.

Основными качественными показателями графика являются техническая, участковая и маршрутная скорости (отдельно для грузовых и пассажирских поездов), коэффициент скорости, среднесуточный пробег локомотивов, средние простоя транзитных поездов и локомотивов на участковых станциях и средняя масса поезда.

*Технической скоростью*  $v_t$  называется средняя скорость движения поездов по участку, км/ч, с учетом дополнительного времени на разгон и замедление:

$$v_t = \sum NL / \sum NT_{\text{дв}},$$

где  $\sum NL$  — сумма поездокилометров (пробег всех поездов, предусмотренных в графике);  $\sum NT_{\text{дв}}$  — сумма поездочасов (время нахождения всех поездов в движении с учетом разгона и замедления);  $N$  — число поездов;  $L$  — длина участка, км;  $T_{\text{дв}}$  — время движения поезда, ч.

*Участковая скорость*  $v_y$ , км/ч, отличается от технической тем, что при ее определении учитываются стоянки на промежуточных станциях:

$$v_y = \frac{\sum NL}{\sum NT_{\text{дв}} + \sum NT_{\text{ст}}},$$

где  $\sum NT_{\text{ст}}$  — общее время стоянки поездов на промежуточных станциях, ч;  $T_{\text{ст}}$  — время стоянки поезда, ч.

Средняя участковая скорость движения грузовых поездов по сети в 2003 г. составила 39,0 км/ч, а техническая — 46,8 км/ч.

*Коэффициент скорости*  $\beta$  представляет собой отношение участковой скорости к технической:

$$\beta = v_y / v_t.$$

*Маршрутной* называется средняя скорость, км/сут, движения поездов на направлении от начального до конечного пункта их следования с учетом всех стоянок на раздельных пунктах. Она рассчитывается отдельно для дальних пассажирских, ускоренных грузовых и отправительских маршрутов, а в некоторых случаях и для сквозных поездов.

*Среднесуточный пробег локомотивов*, км:

$$S_n = \sum M_n L / M_3,$$

где  $\sum M_n L$  — общий линейный пробег локомотивов, локомотиво-км;  $M_n$  — число локомотивов;  $M_3$  — численность эксплуатируемого парка локомотивов.

Среднесуточный пробег локомотивов в грузовом движении по сети в 2003 г. составил 538,1 км.

*Средние простоя транзитных поездов и локомотивов* определяют непосредственно по графику делением суммарной продолжитель-

ности простоев на число соответственно транзитных поездов и локомотивов.

*Средняя масса поезда брутто*, т, определяется как частное от деления выполненной перевозочной работы, т·км брутто, на пробег, км, поездов за этот же период.

Средняя масса грузового поезда брутто по сети в 2003 г. составила 3608 т.

Рассмотренные показатели рассчитывают для участка, отделения, дороги и сети в целом.

### 23.5. Понятие о пропускной и провозной способности железных дорог

*Пропускной способностью* железнодорожной линии называется наибольшее число поездов или пар поездов установленной массы, которое может быть пропущено в единицу времени (сутки, час) в зависимости от имеющихся постоянных технических средств, типа и мощности подвижного состава и принятых методов организации движения поездов (типа графика). Различают наличную пропускную способность, т.е. ту, которой обладает линия в настоящее время, и потребную, необходимую для заданных размеров движения.

Возможный объем грузовых перевозок, млн т, на данной линии в течение года называется ее *проводной способностью*. Эта величина зависит от числа локомотивов, вагонов и других переменных средств (топливо, электроэнергия), а также обеспеченности кадрами (локомотивные бригады, дежурные по станции и др.).

Пропускную способность железнодорожных линий рассчитывают комплексно: по перегонам, станциям, устройствам электроснабжения на электрифицированных железных дорогах, деповским и экипировочным устройствам. По наименьшей из найденных величин, называемой результативной пропускной способностью, и устанавливают пропускную способность участка или линии в целом.

Для пригородных участков в связи со значительной неравномерностью движения в течение суток пропускную способность чаще всего рассчитывают за часовой период. При непарных графиках на однопутных участках и двухпутных линиях пропускная способность определяется числом поездов в каждом направлении.

Пропускная способность участка по ограничивающему перегону

$$N_{\max} = 1440k/T_{\text{пер}},$$

где  $T_{\text{пер}}$  — период графика на ограничивающем перегоне;  $k$  — число пар поездов или поездов данного направления, пропускаемых за один период графика.

Приведенная формула позволяет определить  $N$  при отсутствии технологических потерь и полной надежности технических средств. Если это условие не выполняется, то значение числителя в формуле уменьшается.

В табл. 23.2 приведены схемы и формулы для расчета пропускной способности перегона, отвечающие некоторым характерным видам параллельного графика.

При непараллельном (нормальном) графике расчетная пропускная способность будет меньше, чем при параллельном, из-за наличия поездов с различной скоростью движения. Число пар грузовых поездов, которые могут быть пропущены по участку при непараллельном графике,

$$N_{\text{тр}} = N_{\max} - \xi_{\text{пс}} N_{\text{пс}} - \xi_{\text{сб}} N_{\text{сб}},$$

где  $N_{\max}$  — расчетное число пар поездов при параллельном графике;  $N_{\text{пс}}$ ,  $N_{\text{сб}}$  — число пар соответственно пассажирских и сборных поездов;  $\xi_{\text{пс}}$ ,  $\xi_{\text{сб}}$  — коэффициенты съема, показывающие, сколько пар грузовых поездов снимается с графика соответственно парой пассажирских и сборных поездов.

Таблица 23.2

Перегон	Вид графика движения	Схема графика	Формула для расчета пропускной способности
Однопутный	Непакетный		$N = \frac{1440}{I' + I'' + t_A + t_B}$ (число пар поездов)
	Пакетный		$N = \frac{2 \cdot 1440}{2I + I' + I'' + t_A + t_B}$ (число пар поездов)
Двухпутный	Непакетный (для одного направления)		$N = \frac{1440}{I'' + t_{\text{nc}}}$ (число поездов)
	Пакетный (для одного направления)		$N = \frac{1440}{I}$ (число поездов)

Примечание. А, Б — обозначения раздельных пунктов;  $N$  — пропускная способность;  $I'$ ,  $I''$  — значения времени хода соответственно нечетного и четного поездов по ограничивающему перегону с учетом разгона и замедления;  $t_A$ ,  $t_B$  — станционные интервалы;  $I$  — интервал между поездами в пакете;  $t_{\text{nc}}$  — интервал попутного следования;  $T_{\text{пер}}$  — период графика на ограничивающем перегоне.

Численные значения коэффициентов съема зависят от числа и расположения на графике пассажирских поездов, вида применяемых средств сигнализации и связи, числа главных путей и других условий. При выполнении ориентировочных расчетов иногда полагают, что для однопутного участка  $\xi_{nc} = 1,2 \dots 1,5$  и  $\xi_{cb} = 1,5 \dots 2,5$ , а для двухпутного  $\xi_{nc} = 1,5 \dots 1,7$  и  $\xi_{cb} = 3 \dots 4$ .

В нормальном графике должен быть заложен некоторый резерв времени  $\beta_{pes}$  на «окна» и регулировочные мероприятия диспетчера при отклонении размеров движения от среднесуточных. Этот резерв, составляющий около 20 % для однопутных и 15 % — для двухпутных линий, учитывают при расчете потребной пропускной способности

$$N_{\text{потреб}} = (N_{rp} + \xi_{nc} N_{nc} + \xi_{cb} N_{cb})(1 + \beta_{pes}),$$

где  $N_{rp}$ ,  $N_{nc}$ ,  $N_{cb}$  — число пар соответственно грузовых, пассажирских и сборных поездов, которые будут находиться в обращении.

Потребную пропускную способность рассчитывают по размарам грузового и пассажирского потоков в среднем за сутки в том месяце, в котором перевозки были наиболее интенсивными.

Освоение растущего грузооборота вызывает необходимость увеличения пропускной способности железнодорожных линий. Это увеличение, определяемое как разница между потребной и наличной пропускными способностями, может быть достигнуто за счет организационно-технических и реконструктивных мероприятий.

К организационно-техническим относятся мероприятия, направленные на использование резервов пропускной способности и потому не требующие значительных расходов. Суть этих мероприятий заключается в совершенствовании методов организации движения поездов и улучшении использования технических устройств и подвижного состава, в том числе внедрении научной организации труда, включая передовые методы стационарных работников и локомотивных бригад. В результате увеличиваются масса и скорость движения поездов, уменьшаются станционные интервалы, ускоряется обработка поездов и сокращается их стоянка на станциях.

Организационно-технические мероприятия включают в себя также применение подталкивания и двойной тяги, пропуск сдвоенных составов, переход на другие типы графика движения, в том числе на пакетный.

Важным резервом при выполнении путевых ремонтных работ, особенно на грузонапряженных двухпутных линиях, является продвижение пакетами по соседнему пути (при хорошей видимости) соединенных грузовых поездов с локомотивами в голове и середине состава, оборудованных радиосвязью. Это мероприятие позволяет повысить пропускную способность действующего пути в период существования «окна» более чем в 1,5 раза.

*Реконструктивные мероприятия связаны с применением новой техники и выполнением строительных работ, что требует значительных капитальных затрат. К реконструктивным мероприятиям относятся электрификация железных дорог, введение более мощных локомотивов и большегрузных вагонов; оборудование линий автоблокировкой, электрической централизацией стрелок и сигналов, а также диспетчерской централизацией; постройка вторых путей и двухпутных вставок; смягчение профиля пути и усиление мощности верхнего строения; увеличение длины и числа станционных путей и др.*

О влиянии отдельных элементов реконструкции на пропускную способность можно судить по следующим данным: укладка вторых путей позволяет увеличить пропускную способность линий в 3—4 раза; введение автоблокировки на двухпутной линии вместо полуавтоматической блокировки приводит к повышению пропускной способности более чем в 2 раза, а на однопутной линии — на 25...30 %.

Реконструкцию железных дорог проводят поэтапно в наиболее целесообразной последовательности, что позволяет снизить капитальные затраты и расходы на перевозки. Для обеспечения потребной пропускной способности железнодорожной линии выбирают наиболее рациональные организационно-технические и реконструктивные мероприятия на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Важным резервом увеличения провозной способности железнодорожных линий является повышение массы поездов и статической нагрузки на вагоны. Для увеличения статической нагрузки и объемов перевозки грузов установлены повышенные технические нормы загрузки вагонов. Возрастание массы, а следовательно, и длины поездов, как правило, требует увеличения полезной длины путей на станциях. Расчеты показывают, что если доля поездов повышенной длины составляет 30 % их общего числа, то для нормальной организации движения на загруженной двухпутной линии требуется удлинить пути только на 10...20 % станций.

Работы по удлинению части приемоотправочных путей на станциях являются в настоящее время одним из главных направлений в освоении растущих объемов грузовых перевозок.

Увеличение провозной способности участков на 5...6 % достигается применением телемеханической системы многих единиц СМЕТ, предназначеннной для дистанционного управления локомотивами тяжеловесных поездов. Эта система состоит из электронной стойки, которая устанавливается в машинном помещении локомотива, а также пультов сигнализации и управления, имеющихся в каждой кабине машиниста. На лобовой части локомотива размещены приемники (розетки) и кабель с разъемом. Совместная работа локомотивов обеспечивается при помощи трехпровод-

ной линии связи посредством включения кабеля с разъемом одного локомотива в рабочий приемник другого локомотива.

Система СМЕТ для электровозов постоянного и переменного тока в отличие от обычной системы многих единиц позволяет оперативно соединять электровозы в сплочки и разъединять их в зависимости от массы поезда и поездной обстановки на участке. Управлять локомотивами, оборудованными аппаратурой СМЕТ, можно по радиоканалу.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково значение графика движения поездов и какие требования предъявляются к нему?
2. По каким признакам классифицируют графики движения поездов?
3. Перечислите элементы графика и его основные показатели.
4. Что такое пропускная и провозная способность железных дорог?
5. Назовите основные мероприятия по повышению пропускной и провозной способности железных дорог.

## Глава 24

# РУКОВОДСТВО ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

### 24.1. Система управления движением поездов

Система управления движением поездов включает в себя техническое нормирование и оперативное планирование эксплуатационной работы, регулирование перевозок и перевозочных средств, оперативное руководство перевозочным процессом и анализ выполненной работы.

*Техническое нормирование* заключается в разработке для дорог и отделений технических нормативов эксплуатационной работы: количественных заданий, качественных показателей норм рабочего парка вагонов и эксплуатируемого парка локомотивов.

К количественным задачам относятся размеры погрузки-выгрузки и сдачи порожних вагонов после выгрузки (регулировочное задание), число поездов и вагонов, передаваемых по стыковым пунктам, и др.; к качественным показателям — оборот и рейс вагона, коэффициент порожнего пробега, производительность локомотивов и вагонов, скорости движения поездов и др.

Технические нормативы эксплуатационной работы рассчитывают на каждый месяц на основе плана перевозок, действующих технологических процессов, графика движения и плана формирования поездов. Для дорог эти нормы разрабатывает Департамент управления перевозками совместно с другими департаментами ОАО «РЖД», для отделений — служба перевозок дороги, для станций — отделения дорог.

Результатом *оперативного планирования* является установление на определенный период размеров грузового движения и соответствующего эксплуатируемого парка локомотивов, составление суточных, а по отделениям и станциям — также сменных планов поездной и грузовой работы. Размеры движения по каждому участку на определенный период устанавливает служба перевозок, она же сообщает их заблаговременно производственным единицам.

*Регулирование перевозок и перевозочных средств* состоит в осуществлении мероприятий, направленных на устранение затруднений в продвижении вагонопотоков и отклонений от технических нормативов. К этим мероприятиям относятся перераспределение вагонного и локомотивного парков в соответствии с изменившимся объемом работы, регулирование погрузки по дням, направлениям и роду подвижного состава.

*Оперативное руководство перевозочным процессом* осуществляется диспетчерский аппарат, несущий сменное дежурство. На дорогах эту задачу выполняет распорядительный отдел службы перевозок. Оперативной работой станций руководят дежурные по станции, а на крупных станциях — станционные и маневровые диспетчера.

Движением поездов на участках руководят поездные диспетчеры, которые ранее находились в отделениях дорог, а в настоящее время на большинстве дорог переведены в единые диспетчерские центры управления, созданные при управлении железных дорог. Участки, которыми они ведают, называются диспетчерскими кругами. Границами этих кругов являются, как правило, участковые и сортировочные станции.

Основная задача поездного диспетчера — обеспечить движение поездов по графику, а в случае его нарушения — ввести опоздавшие поезда в график. С этой целью диспетчер применяет такие регулировочные меры, как уменьшение продолжительности стоянки поездов на раздельных пунктах, отправление по неправильному пути на двухпутных участках, изменение порядка и пунктов скрещения и обгона поездов и др.

Важное значение для совершенствования организации движения поездов и использования резервов имеет *анализ эксплуатационной работы* железнодорожной сети, дорог, отделений и станций. Этот анализ выявляет степень выполнения установленных норм и показателей, причины отклонения от них и позволяет наметить меры по исправлению положения. Различают оперативный и периодический анализ. Оперативный анализ заключается в разборе результатов работы за смену и сутки, а периодический — за более длительный срок (пятидневка, декада, месяц, год).

Необходимым условием правильного планирования и оперативного руководства поездной и грузовой работой является знание фактического положения дел на линии. Необходимые сведения диспетчер получает со станций и от машинистов локомотивов с перегонов участка. Кроме того, ему регулярно передается информация о подходе поездов и вагонов и сложившейся обстановке на каждом стыковом пункте.

## **24.2. Основные показатели эксплуатационной работы**

Контроль за ходом выполнения планов перевозок, анализ использования технических средств, планирование, учет и оценка работы невозможны без системы количественных и качественных показателей, определяющих объем и качество эксплуатационной работы.

К количественным показателям относятся:

- объем перевозок (отправления) грузов, число перевезенных пассажиров;

- грузо- и пассажирооборот;
- число вагонов или масса грузов, погруженных за сутки;
- работа вагонного парка, определяемая для всей сети числом вагонов, погруженных за сутки, а для дорог и отделений — суммой вагонов своей погрузки и принятых груженых вагонов от других дорог и отделений. Так как принятые вагоны могут быть или выгружены, или сданы гружеными, работа определяется как сумма выгруженных и сданных груженых вагонов.

Основными качественными показателями работы железных дорог и их подразделений являются:

- соблюдение графика движения, выполнение плана перевозок и плана формирования поездов;
- реализация технической, участковой и маршрутной скоростей движения поездов;
- степень использования подвижного состава, характеризующаяся:

оборотом, бюджетом времени, среднесуточным пробегом и производительностью локомотивов;

оборотом и среднесуточным пробегом вагонов;

статической и динамической нагрузкой, а также производительностью грузовых вагонов.

Оборот локомотива определяется продолжительностью обслуживания им одной пары поездов на участке обращения, т.е. промежутком времени с момента выдачи локомотива под поезд до момента выдачи его под следующий поезд.

При работе локомотивов по удлиненным участкам обращения, выходящим за пределы границ отделения, а иногда и дороги, вводится дополнительный показатель использования локомотивов, называемый их бюджетом времени. Этот показатель характеризует расчленение, ч или %, времени работы на отдельные операции: движение на перегонах, простоя на промежуточных станциях, нахождение на станциях смены бригад, в пунктах оборота и на станции приписки.

Комплексным показателем использования локомотива является его суточная производительность, т·км брутто/локомотив, определяемая делением общего грузооборота на участках обращения локомотивов за сутки на численность эксплуатируемого парка локомотивов, в состав которого входят локомотивы, находящиеся во всех видах движения, а также подвергаемые техническим операциям и осмотру.

Универсальным показателем качества работы железных дорог и использования подвижного состава, отражающим уровень организации труда всех работников железных дорог и подъездных путей предприятий, является оборот вагона, т.е. промежуток времени между двумя последовательными погрузками в один и тот же вагон.

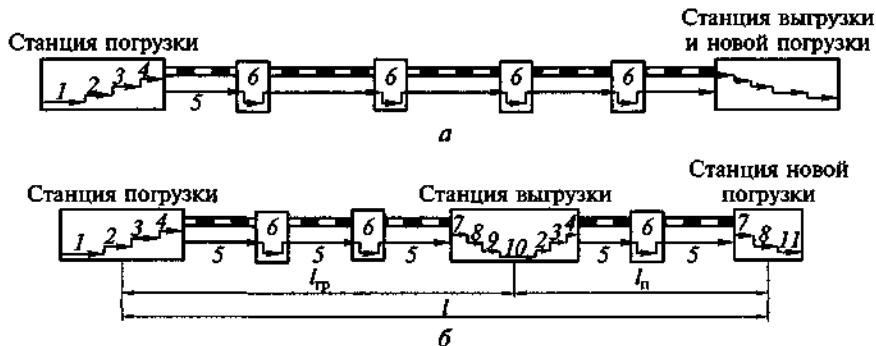


Рис. 24.1. Схемы оборота вагона при выполнении операций выгрузки и погрузки на одной станции (а) и на разных станциях (б):

1 — погрузка; 2 — уборка вагонов от пунктов погрузки-выгрузки; 3 — формирование поезда; 4 — операции по отправлению; 5 — следование поезда по участку; 6 — обработка транзитного вагона на участковых и сортировочных станциях; 7 — операции по прибытии; 8 — расформирование; 9 — подача к пункту выгрузки; 10 — выгрузка; 11 — подача под погрузку;  $l_{tp}$  — пробег груженного вагона;  $l_n$  — пробег порожнего вагона;  $l$  — общий пробег вагона

На рис. 24.1 представлены две схемы оборота вагона. На первой из них рассмотрен случай, когда выгрузку и последующую погрузку осуществляют на одной и той же станции, т. е. при сдвоенных грузовых операциях. Вторая схема соответствует случаю, когда погрузку и выгрузку выполняют на разных станциях и имеют место груженый и порожний рейсы вагона.

Оборот вагона представляет собой сумму времени нахождения вагона в поездах на участках (в движении и на промежуточных станциях) и транзитного вагона — на технических станциях (в транзитных поездах и под переработкой), а также станциях погрузки и выгрузки. Разделение оборота вагона на элементы (в процентах общего оборота в 2003 г.) представлено на рис. 24.2. В указанном году оборот вагона по сети составил 8,35 сут.

Оборот вагонов имеет важное значение для экономики в целом: им определяются не только качество использования подвижного состава и транспортные издержки, но и продолжительность перевозки грузов.

Среднесуточный пробег вагона рассчитывают посредством деления полного рейса на оборот вагона.

Использование грузоподъемности вагона характеризуется его статической и динамической нагрузками. Динамическая нагрузка — это средняя нагрузка вагона с учетом пробега в груженом состоянии:

$$P_{d, tp} = \frac{\sum pl}{\sum nS_{tp}},$$

где  $\sum pl$  — общий грузооборот, т·км нетто;  $\sum nS_{\text{гр}}$  — сумма вагонокилометров пробега груженых вагонов рабочего парка;  $p$  — масса перевезенного груза, т;  $l$  — расстояние перевозки, км;  $n$  — число груженых вагонов;  $S_{\text{гр}}$  — пробег груженого вагона, км.

Одним из наиболее важных комплексных показателей качества является производительность вагона, определяемая грузооборотом, т·км нетто, приходящимся на каждый вагон рабочего парка в сутки.

Для анализа перевозочного процесса важно провести экономическую оценку показателей эксплуатационной работы. С этой целью на дорогах разрабатывают специальные справочники применительно к конкретным условиям.

### 24.3. Автоматизация процессов управления перевозками

На железнодорожном транспорте внедряется система автоматизации процессов управления эксплуатационной работой с применением ЭВМ и информационных технологий. К этим процессам относятся:

- управление перевозками в целом;
- управление движением поездов на участке и маневровой работе — на станциях;
- автоматизация учета, коммерческих операций и технико-экономических расчетов (составление отчетности, оформление перевозочных документов, резервирование мест в пассажирских поездах, определение провозной платы, себестоимости перевозок и др.).

Важная роль в автоматизации процессов управления перевозками принадлежит системе информационно-вычислительных центров с дистанционной передачей данных (оргсвязь). Информация передается в режиме межмашинного обмена сразу в информационно-вычислительный центр (ИВЦ) дороги и после обработки поступает на печатающее устройство ЭВМ или на линию. Эти данные автоматически распределяются по потребителям.

Управление перевозочным процессом на уровнях ОАО «РЖД», железной дороги и линейного подразделения осуществляется в рамках АСУЖТ. Основная техническая база этой системы — еди-



Рис. 24.2. Разделение оборота вагона на элементы (в процентах общего оборота в 2003 г.)

ная сеть вычислительных центров: главный вычислительный центр (ГВЦ) ОАО «РЖД», ИВЦ дорог и узловые вычислительные центры (УВЦ).

В АСУЖТ входит ряд функциональных подсистем управления перевозками пассажиров и грузов, устройствами электроснабжения и энергетики, локомотивным и вагонным хозяйствами, работой станций, узлов и участков, эксплуатацией и ремонтом пути и др. В их числе подсистема «АСУ-контейнер», обеспечивающая контроль за использованием контейнерного парка.

Вводится автоматическое слежение (система ДИСКОН) за движением и дислокацией на сети железных дорог крупнотоннажных контейнеров международного сообщения.

Одной из важнейших функциональных подсистем АСУЖТ является автоматизированная система управления локомотивным хозяйством (АСУТ). Эта система анализирует результаты эксплуатационной работы подразделений локомотивного хозяйства, обеспечивает централизованный учет локомотивного парка по его состоянию и использованию, планирует работу локомотивов и локомотивных бригад, техническое обслуживание и ремонт электровозов и тепловозов. Для получения информации о техническом состоянии локомотивов по данным датчиков бортовых и стационарных диагностических устройств автоматически проверяются и регистрируются на машинных носителях информации значения основных характеристик оборудования тяговых единиц.

В вагонном хозяйстве на сортировочных станциях внедрена автоматизированная система управления ремонтом вагонов на пунктах технического обслуживания (АСУ ПТО). Ее основной задачей является слежение за неисправными вагонами, выявляемыми в ходе технического осмотра, с целью предотвращения включения их в состав до выполнения ремонтных работ.

Проводится работа по внедрению автovedения поезда.

Значительное внимание в рамках АСУЖТ уделяется развитию автоматизированных систем оперативного управления грузовыми перевозками (АСОУП). На базе АСОУП создают автоматизированные диспетчерские центры управления. Автоматизированы учет выполнения планов формирования поездов на сортировочных станциях и построение графика исполненного движения поездов. В настоящее время в ЦУП ОАО «РЖД» и на всех железных дорогах внедрена система автоматизированного ведения графика исполненного движения ГИД «Урал-ВНИИЖТ». Воплощены в практику системы интегрированной обработки маршрута машиниста, контроля дислокации и регулирования вагонного парка (ЛИСПАРК) и др. Проводятся работы по автоматизации расчета плана формирования поездов.

Эффективность автоматизированных систем управления в значительной мере обусловлена использованием специализированных

устройств выдачи информации в алфавитно-цифровой и графической формах (дисплеи, принтеры, графопостроители и др.).

Большое будущее принадлежит автоматизированной системе сопровождения движущихся объектов, разработанной в России компанией «Дельта Телеком» на базе сотовой сети. Эта система позволяет повысить безопасность движения путем постоянного отслеживания места нахождения локомотивов и вагонов.

Весьма актуальную для железнодорожного транспорта проблему решает реализация автоматического считывания информации с движущихся локомотивов и вагонов.

Создана и прошла эксплуатационную проверку система автоматической идентификации подвижных объектов (САЙД) «Пальма». Принцип ее действия состоит в следующем: на подвижном составе или крупнотоннажном контейнере крепят кодовый бортовой датчик, имеющий мини-антенну, модулятор волнового сопротивления и интегральную микросхему функционального преобразования кода с запоминающим устройством.

В точках контроля движения поездов, в нескольких метрах от железнодорожного пути, устанавливают стационарную считающую аппаратуру, которая передает в направлении кодового бортового датчика сигналы в диапазоне сверхвысоких частот. Датчик частично поглощает эти сигналы и частично отражает излучение обратно. Сигналы, отраженные датчиком, декодируются, и расшифрованная информация по каналам передачи данных поступает в обрабатывающий компьютер дорожного вычислительного центра.

Считывание информации происходит при скорости движения до 140 км/ч. Благодаря достоверности оперативной информации САЙД позволяет улучшить продвижение вагонопотоков, сократить потребность в вагонах для перевозки, перейти на организацию их ремонта по фактическому пробегу, существенно уменьшить численность персонала, выполняющего операции, связанные с получением и обработкой информации. Кроме того, появляется возможность отказаться от нынешних перевозочных документов и перейти на безбумажную систему управления.

САЙД служит основой для комплексного внедрения современных информационных технологий. Эта система позволяет повысить эффективность использования АСУЖТ. В некоторых странах для слежения за передвижением подвижных единиц используются спутниковые системы связи.

В соответствии с осуществляющей комплексной программой информатизации разрабатывается принципиально новая автоматизированная система управления перевозочным процессом (АСУПП) с применением современных программно-технических комплексов и телекоммуникационного оборудования, которая обеспечит информационное взаимодействие с другими технологическими информационными комплексами.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите составные элементы системы управления движением поездов.
2. Кто осуществляет оперативное руководство перевозочным процессом?
3. Назовите основные количественные и качественные показатели эксплуатационной работы железных дорог.
4. Что такое АСУЖТ? Какие подсистемы АСУЖТ внедрены на железных дорогах?

### **Задания для выполнения на практических занятиях**

1. Нанести в масштабе, с указанием размеров, очертания габаритов приближения строений С, подвижного состава Т и габарита погрузки.
2. Вычертить поперечные профили насыпи и выемки.
3. Изобразить схему обыкновенного стрелочного перевода в рельсовых нитях и осях путей.
4. Привести в осях путей схемы обыкновенного и перекрестного съездов.
5. Вычертить в осях путей схемы разъезда и обгонного пункта.
6. Разработать на 8-часовой период график движения поездов по исходным данным, указанным преподавателем.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Упражнение по разработке графика движения поездов

**Цель упражнения:** приобретение навыков прокладки линий хода поездов на графике движения участка однопутной линии на 8-часовой период.

**Исходные данные:** однопутный участок  $AE$ , схема которого представлена ниже, оборудован полуавтоматической блокировкой и включает в себя участковые станции  $A$  и  $E$ , разъезды  $b$  и  $d$ , а также промежуточные станции  $v$  и  $g$ . Станция  $A$  является пунктом оборота локомотивов.



Длина перегонов и чистое время хода по ним (при движении без остановок) представлены в табл. П.1.

Таблица П.1

Перегон	Длина перегона, км	Чистое время хода поездов, мин			
		пассажирских		грузовых	
		нечетных	четных	нечетных	четных
$Ab$	18	13	15	18	20
$bv$	20	14	16	20	22
$vg$	24	18	20	24	26
$gd$	18	13	15	18	20
$de$	16	11	13	16	18

Время на разгон и замедление поездов при остановках условно задано одинаковым для всех поездов и перегонов участка и равным 1 мин. Станционные интервалы неодновременного прибытия  $t_{\text{пп}}$  и скрещения  $t_c$  (см. рис. 23.6) для упрощения также считают одинаковыми для всех раздельных пунктов и равными соответственно 4 и 2 мин.

На графике необходимо проложить одну пару пассажирских поездов. Время отправления нечетного поезда № 181 со станции  $A$  — 0 ч 14 мин, а четного поезда № 182 со станции  $E$  — 5 ч 30 мин. Стоянка поездов на всех промежуточных раздельных пунктах 2 мин.

Процесс составления графика движения включает в себя следующие этапы.

1. Вычерчиваем сетку графика вместе с таблицей (рис. П.1).
2. В эту таблицу вписываем заданные значения длины перегонов и чистого времени хода поездов по ним.

Чистое время хода поездов, мин	Ходы пассажирских поездов	Ходы грузовых поездов	Ходы специальных поездов	Ходы вагонов
13 15 18 20 18	7	8	8	7
14 16 20 22 20	8	8	8	6
18 20 24 26 24	181	9	9	6
13 15 18 20 18	9	9	9	8
11 13 16 18 16	1	1	1	1

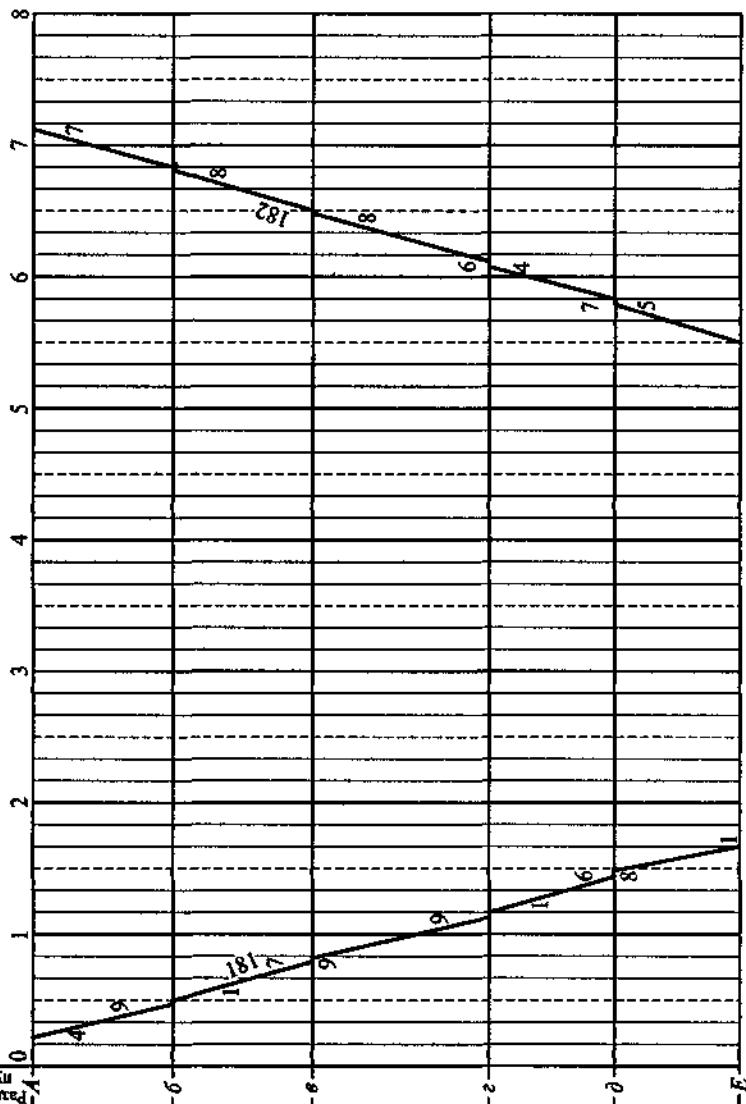


Рис. П.1. Прокладка линий хода пассажирских поездов на графике

3. На графике прокладываем линии хода пассажирских поездов красным цветом. В связи с остановками поездов на всех раздельных пунктах к чистому времени их хода по перегонам добавляем по 2 мин (1 мин — на разгон и 1 мин — на замедление). Так, для определения времени прибытия поезда № 181 на разъезд б к времени выхода его со станции А 0 ч 14 мин прибавляем  $13 + 2 = 15$  мин и получаем время прибытия на разъезд б 0 ч 29 мин. Прибавляем время стоянки и получаем время отправления поезда с разъезда б 0 ч 31 мин.

Аналогично прокладываем линии хода пассажирских поездов на остальных перегонах.

4. Устанавливаем ограничивающий перегон заданного участка, т. е. перегон, время занятия которого парой поездов (период графика) наибольшее. Таким будет перегон вг.

5. Прокладку грузовых поездов необходимо начинать с ограничивающего перегона вг, предварительно выбрав схему пропуска поездов по этому перегону. Возможны две схемы пропуска поездов: на ограничивающий перегон с ходу (рис. П.2, а) и с ограничивающего перегона с ходу (рис. П.2, б).

Так как интервал скрещения  $\tau_c$  в рассматриваемом примере меньше интервала неодновременного прибытия  $\tau_{\text{пп}}$ , в качестве расчетной принимаем схему пропуска поездов, приведенную на рис. П.2, б.

6. Наносим на график на ограничивающем перегоне максимальное число грузовых поездов (рис. П.3).

Заполнение ограничивающего перегона начинаем с поезда № 2006, для чего к времени прибытия поезда № 181 на станцию г прибавляем интервал скрещения (2 мин). В результате определяем время отправления поезда № 2006: 1 ч 09 мин + 2 мин = 1 ч 11 мин.

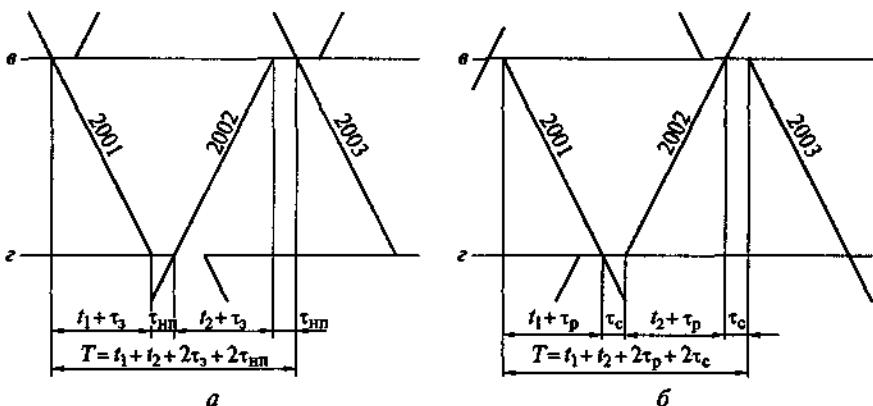


Рис. П.2. Схемы пропуска поездов по ограничивающему перегону:

*a* — на ограничивающий перегон с ходу; *б* — с ограничивающего перегона с ходу;  $t_1$ ,  $t_2$  — чистое время хода соответственно нечетных и четных поездов по перегону;  $t_3$ ,  $t_p$  — время соответственно на замедление и разгон поездов;  $\tau_{\text{пп}}$ ,  $\tau_c$  — интервалы соответственно неодновременного прибытия и скрещения;  $T$  — период графика; 2001 — 2003 — номера поездов; *e*, *з* — оси раздельных пунктов

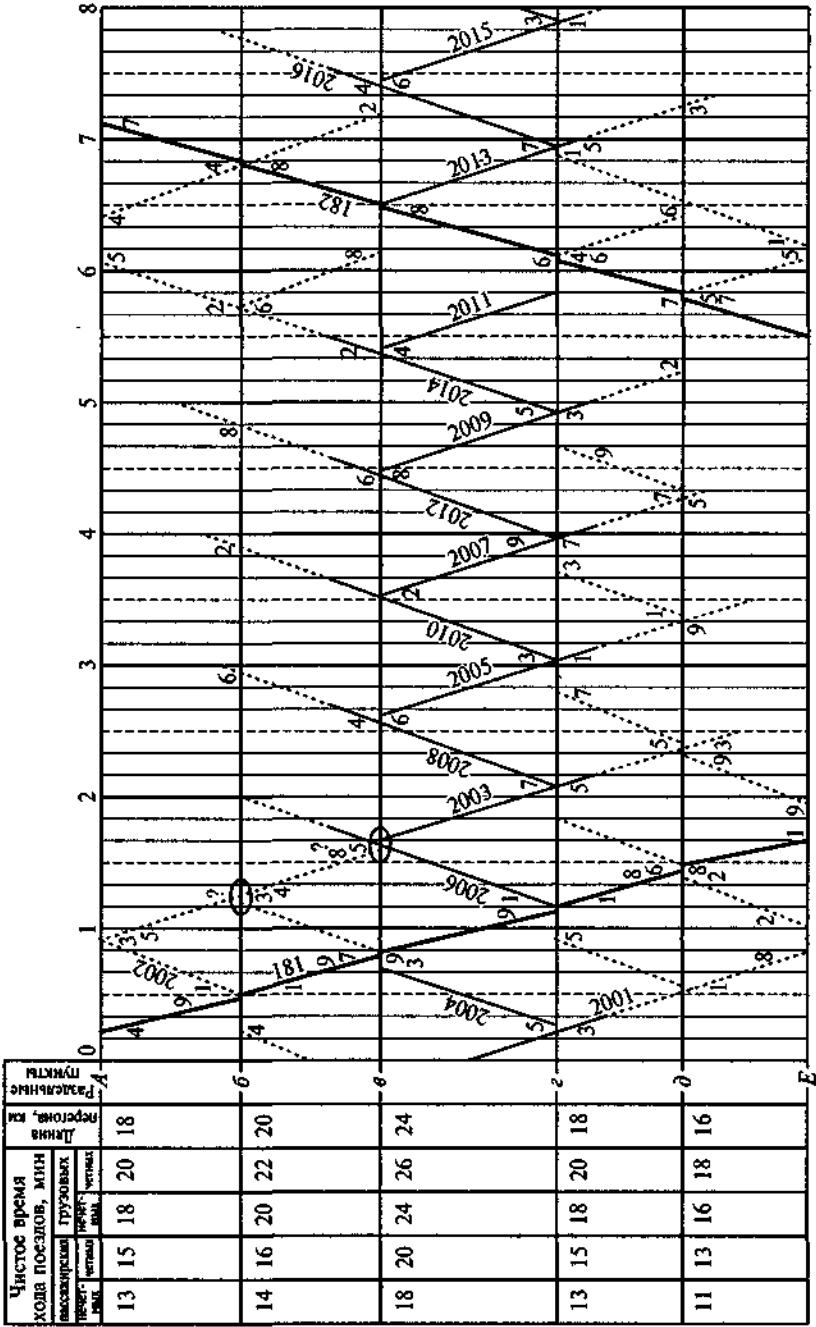


Рис. П.3. Предварительная прокладка линий хода грузовых поездов на ограничивающем и смежных с ним перегонах

Учитывая необходимость разгона (1 мин), получим, что через станцию *в* поезд проследует в 1 ч 11 мин + 26 мин + 1 мин = 1 ч 38 мин. К этому времени прибавляем интервал скрещения (2 мин) и получаем время отправления на ограничивающий перегон поезда № 2003, который проследует через станцию *г* в 1 ч 40 мин + 24 мин + 1 мин = 2 ч 05 мин.

Аналогично прокладываем линии хода остальных поездов, причем линию хода поезда № 2013 начинаем от поезда № 182, а для получения времени прибытия на станцию *г* поезда № 2011 к моменту его отправления со станции *в* прибавляем чистое время хода, время на разгон и замедление: 5 ч 24 мин + 24 мин + 1 мин + 1 мин = 5 ч 50 мин.

Заполнение ограничивающего перегона левее поезда № 181 начато с определения времени прибытия поезда № 2004 на станцию *в* (0 ч 43 мин), для чего от момента прибытия на разъезд поезда № 181 отложен влево интервал неодновременного прибытия (4 мин). Далее, вычитая из 0 ч 45 мин время хода четного поезда, а также время на разгон и замедление, получим время отправления поезда № 2004 со станции *г* (0 ч 15 мин). Отступая влево на 2 мин (интервал скрещения), получим время проследования через станцию *в* поезда № 2001 (0 ч 13 мин).

7. После заполнения ограничивающего перегона намеченные на нем линии хода поездов продолжаем вверх и вниз на следующие перегоны (пунктирные линии на рис. П.3). После этого проверяем возможность прокладки на перегонах *Ab* и *бв* поездов № 2002—2004, а на перегонах *гд* и *дЕ* — поездов № 2001, 2006, 2008—2011, 2013 и 2016 (см. рис. П.3). Как видно из рис. П.3, при зафиксированных временах пропуска поездов по ограничивающему перегону прокладка поездов № 2003 и 2004 на перегонах *Ab* и *бв* невозможна из-за несоблюдения интервалов неодновременного прибытия. Это связано с разницей во времени хода по перегонам пассажирских и грузовых поездов.

Поэтому, проложив на перегоне *Ab* поезд № 2002, а затем поезд № 2003 с остановкой на разъезде *б* (рис. П.4), получаем время его прибытия 1 ч 55мин + 18 мин + 1 мин + 1 мин = 2 ч 15 мин, после чего сдвигаем линию хода поезда № 2004 вправо, чтобы между прибытием поезда № 2003 и проследованием поезда № 2004 соблюдался интервал неодновременного прибытия (4 мин). Время отправления поезда № 2004 со станции *в* получаем вычитанием из времени его проследования по разъезду *б* чистого времени хода и времени разгона: 1 ч 19 мин – 22 мин – 1 мин = 0 ч 56 мин.

Чтобы не нарушить схему прокладки поездов на ограничивающем перегоне, линию хода поезда № 2003 на перегоне *бв* прокладываем с учетом его разгона и замедления и, отложив от времени его прибытия на станцию *в* 4 мин, получим время проследования по этой станции поезда № 2006 1 ч 47 мин. Исходя из этого момента находим время отправления поезда № 2006 со станции *г* (1 ч 47 мин – 26 мин – 1 мин = 1 ч 20 мин).

Далее строим новый вариант заполнения ограничивающего перегона до поезда № 182, соблюдая на станциях *в* и *г* интервал скрещения 2 мин (см. рис. П.4), а затем прокладываем нитки графика на остальных перегонах. При этом для сокращения времени хода поездов по участку на крайних перегонах *Ab* и *дЕ* нитки графика прокладываем с соблюдением интервала неодновременного прибытия на разъездах *б* и *в* (4 мин), а на

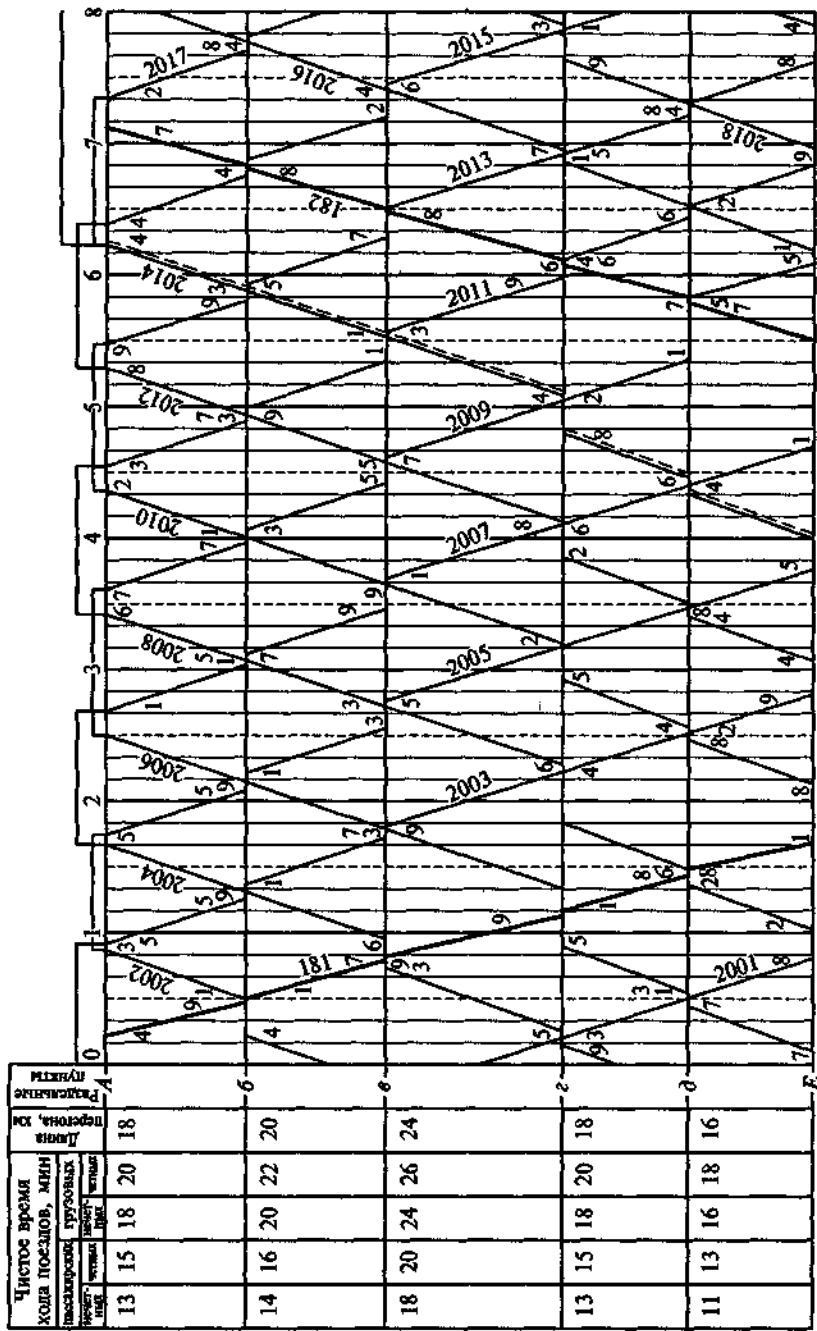


Рис. П.4. Окончательный вариант графика движения поездов с увязкой локомотивов в пункте оборота

средних перегонах предусматриваем отправление поездов с соблюдением интервала скрещения. Это обеспечивает возможность экономии на указанных перегонах топлива или электроэнергии за счет согласованного с поездным диспетчером увеличения времени хода вследствие временного отключения тяговых двигателей локомотивов.

Около точек пересечения линий хода с горизонтальными линиями, обозначающими оси раздельных пунктов, в тупом угле ставится последняя цифра времени отправления, прибытия или проследования поездов; исключение составляет цифра 0, которая не проставляется\*.

Во всех случаях остановка грузовых поездов (кроме сборных) на разъездах и промежуточных станциях предусматривается только для скрещения и обгона, причем из двух встречных поездов один, как правило, должен проходить станцию без остановки.

В окончательном виде график движения поездов представлен на рис. П.4.

8. Намечаем порядок оборота локомотивов, прибывающих с четными грузовыми поездами на станцию *A* (см. рис. П.4), учитывая при этом время, необходимое для подготовки локомотива в пункте оборота к следующему рейсу (при электровозной и тепловозной тяге — не менее 25 мин). Локомотив от поезда № 2002 может вести поезд № 2005, локомотив от поезда № 2004 — поезд № 2007 и т. д. Учитывая, что из-за пропуска четного пассажирского поезда № 182 под грузовой поезд № 2019 не оказывается локомотива, предусматриваем пропуск поезда № 2014 с двумя локомотивами, один из которых будет подан под поезд № 2017, а другой — под поезд № 2019.

График движения поездов и намеченный оборот локомотивов предопределяют продолжительность непрерывной работы локомотивных бригад, не превышающую установленную норму (7...8 ч), считая от момента выезда со станции *E* до возвращения на нее с учетом времени на прием и сдачу локомотивов.

---

\* Нередко при составлении графика на миллиметровой бумаге студенты отчитывают время по миллиметровым делениям и забывают при этом ставить у точек пересечения линий соответствующие цифры, что приводит к ошибкам и затрудняет чтение графика.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский Е. В., Лукьянов Ю. Е. Железнодорожные станции (устройство и организация работы): Учебник для техн. шк. ж.-д. трансп. — М.: Интекст, 1996. — 351 с.
2. Брайтман Э. З., Боровикова М. С., Осьминин А. Т. Эксплуатационная работа станций и отделений: Учеб. пособие для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. — М.: Желдориздат, 2002. — 242 с.
3. Варфоломеев В. В., Калодий Л. П. Устройство пути и станций: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. — М.: Транспорт, 1992. — 303 с.
4. Железнодорожные станции и узлы: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / В. Г. Шубко, Н. В. Правдин, Е. В. Архангельский и др.; Под ред. В. Г. Шубко, Н. В. Правдина. — М.: УМК МПС России, 2002. — 368 с.
5. Железнодорожные станции и узлы / Ю. И. Ефименко, С. И. Логинов, В. Е. Павлов и др. — СПб.: Изд-во ПГУПС, 1996. — 202 с.
6. Железнодорожный путь / Т. Г. Яковлева, Н. И. Карпушченко, С. И. Клинов и др.; Под ред. Т. Г. Яковлевой. — М.: Транспорт, 1999. — 405 с.
7. Железные дороги: Общий курс: Учебник для вузов / М. М. Уздин, Ю. И. Ефименко, В. И. Ковалев и др.; Под ред. М. М. Уздина. — 5-е изд. — СПб.: Информ. центр «Выбор», 2002. — 368 с.
8. Крейнис З. Л., Федоров И. В. Железнодорожный путь: Учебник для сред. спец. заведений ж.-д. трансп. — М.: УМК МПС России, 2000. — 363 с.
9. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации. — М.: Транспорт, 2000. — 317 с.
10. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации. — М.: Транспорт, 2000. — 128 с.
11. История железнодорожного транспорта России: Т. 1: 1836—1917 / Под ред. Е. Я. Красковского, М. М. Уздина. — СПб.: АО «Иван Федоров», 1994. — 335 с.
12. История железнодорожного транспорта России и Советского Союза: Т. 2: 1917—1945 / Под ред. В. Е. Павлова, М. М. Уздина. — СПб.: ОАО «Иван Федоров», 1997. — 416 с.
13. Общий курс железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / В. Н. Соколов, В. Ф. Жуковский, С. В. Котенкова, А. С. Наумов. — М.: УМК МПС России, 2002. — 296 с.
14. Основы эксплуатационной работы железных дорог: Учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / В. А. Кудрявцев, В. И. Ковалев, А. П. Кузнецов и др.; Под ред. В. А. Кудрявцева. — М.: ПрофОбрИздат, 2002. — 352 с.
15. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. — М.: Транспорт, 2000. — 190 с.

16. Сборник основных федеральных законов о железнодорожном транспорте. — М.: Юртранс, 2003. — 192 с.
17. Скоростной и высокоскоростной железнодорожный транспорт: Т. 1 / Под ред. В. И. Ковалева. — СПб.: Информ. центр «Выбор», 2001. — 320 с.
18. Скоростной и высокоскоростной железнодорожный транспорт: Т. 2 / Под ред. В. И. Ковалева. — СПб.: Информ. центр «Выбор», 2003. — 448 с.
19. Станционные системы автоматики и телемеханики / Вл. В. Сапожников, Б. Н. Ёлкин, И. М. Кокурин и др.; Под ред. Вл. В. Сапожникова. — М.: Транспорт, 2000. — 432 с.
20. СТН Ц-01-95. Железные дороги колеи 1520 мм. — М.: МПС России, 1995. — 86 с.
21. СНиП 32-01-95. Железные дороги колеи 1520 мм. — М.: Минстрой России, 1995. — 20 с.
22. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения: Учебник для техникумов / И. В. Харланович, В. А. Валетов, В. Г. Давыдов и др.; Под ред. И. В. Харлановича. — М.: Транспорт, 1993. — 368 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>РАЗДЕЛ I</b>	
<b>ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ</b>	
<b>Глава 1. Железные дороги — основной вид транспорта России .....</b>	<b>6</b>
1.1. Значение железнодорожного транспорта и основные показатели его работы .....	6
1.2. Место железных дорог в транспортной системе страны .....	9
<b>Глава 2. Краткие исторические сведения о возникновении и развитии железных дорог .....</b>	<b>11</b>
2.1. Дороги дореволюционной России .....	11
2.2. Железнодорожный транспорт послереволюционной России и Советского Союза .....	13
2.3. Железнодорожный транспорт Российской Федерации .....	17
2.4. Основные положения структурной реформы железнодорожного транспорта .....	19
<b>Глава 3. Сооружения и устройства железнодорожного транспорта .....</b>	<b>22</b>
3.1. Понятие о комплексе устройств и сооружений и структуре управления на железнодорожном транспорте .....	22
3.2. Габариты на железных дорогах .....	23
3.3. Основные руководящие документы по обеспечению работы железных дорог и безопасности движения .....	28
<b>РАЗДЕЛ II</b>	
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ</b>	
<b>Глава 4. Общие сведения о железнодорожном пути .....</b>	<b>32</b>
4.1. Основные сведения о категориях железнодорожных линий, трассе, плане и продольном профиле .....	32
4.2. Значение пути в работе железных дорог, его основные элементы и требования к ним .....	37
<b>Глава 5. Нижнее строение пути .....</b>	<b>39</b>
5.1. Земляное полотно и его поперечные профили. Водоотводные устройства .....	39
5.2. Искусственные сооружения, их виды и назначение .....	44

<b>Г л а в а 6. Верхнее строение пути .....</b>	<b>51</b>
6.1. Назначение, составные элементы и типы верхнего строения пути .....	51
6.2. Балластный слой .....	53
6.3. Шпалы .....	55
6.4. Рельсы .....	57
6.5. Рельсовые скрепления. Противоугоны .....	59
6.6. Бесстыковой путь .....	63
<b>Г л а в а 7. Устройство рельсовой колеи .....</b>	<b>65</b>
7.1. Общие сведения .....	65
7.2. Особенности устройства пути в кривых участках .....	66
<b>Г л а в а 8. Соединения и пересечения путей .....</b>	<b>69</b>
8.1. Стрелочные переводы .....	69
8.2. Съезды, глухие пересечения и стрелочные улицы .....	73
<b>Г л а в а 9. Ремонт и текущее содержание пути .....</b>	<b>75</b>
9.1. Классификация и организация путевых работ .....	75
9.2. Защита пути от снега, песчаных заносов и паводков .....	79
<b>Г л а в а 10. Сооружения и устройства электроснабжения .....</b>	<b>82</b>
10.1. Схема электроснабжения. Комплекс устройств .....	82
10.2. Системы тока. Напряжение в контактной сети .....	83
10.3. Тяговая сеть .....	85
<b>Г л а в а 11. Общие сведения о тяговом подвижном составе .....</b>	<b>89</b>
11.1. Сравнение различных видов тяги .....	89
11.2. Классификация тягового подвижного состава .....	90
<b>Г л а в а 12. Принципы устройства и работы тягового подвижного состава .....</b>	<b>93</b>
12.1. Электрический подвижной состав .....	93
12.2. Автономный тяговый подвижной состав .....	103
<b>Г л а в а 13. Локомотивное хозяйство .....</b>	<b>112</b>
13.1. Общие сведения .....	112
13.2. Обслуживание локомотивов и организация их работы .....	113
13.3. Экипировка, техническое обслуживание и ремонт локомотивов .....	116
13.4. Восстановительные и пожарные поезда .....	119
<b>Г л а в а 14. Вагоны .....</b>	<b>121</b>
14.1. Классификация и основные типы вагонов .....	121
14.2. Технико-экономические показатели вагонов .....	128
14.3. Основные элементы вагонов .....	130
<b>Г л а в а 15. Вагонное хозяйство .....</b>	<b>140</b>
15.1. Виды ремонта вагонов. Сооружения и устройства вагонного хозяйства .....	140
15.2. Текущее содержание вагонов .....	144

<b>Г л а в а 16. Общие сведения об автоматике, телемеханике и основах сигнализации на железнодорожном транспорте .....</b>	147
16.1. Понятие о комплексе устройств автоматики, телемеханики и сигнализации .....	147
16.2. Классификация сигналов .....	147
<b>Г л а в а 17. Устройства СЦБ на перегонах .....</b>	152
17.1. Автоматическая блокировка .....	152
17.2. Автоматическая локомотивная сигнализация .....	153
17.3. Устройства диспетчерского контроля за движением поездов .....	156
17.4. Автоматическая переездная сигнализация .....	156
17.5. Полуавтоматическая блокировка .....	158
<b>Г л а в а 18. Устройства СЦБ на станциях .....</b>	160
18.1. Электрическая централизация стрелок и светофоров .....	160
18.2. Диспетчерская централизация .....	163
18.3. Комплекс устройств горочной автоматики .....	165
<b>Г л а в а 19. Связь на железнодорожном транспорте .....</b>	167
19.1. Проводная связь .....	167
19.2. Радиосвязь .....	168
19.3. Телевидение .....	170
19.4. Линии сигнализации и связи. Понятие о волоконно-оптической связи .....	171
<b>Г л а в а 20. Общие сведения о раздельных пунктах .....</b>	174
20.1. Назначение и классификация раздельных пунктов .....	174
20.2. Станционные пути и их назначение .....	175
20.3. Продольный профиль и план путей на станциях .....	177
20.4. Маневровая работа на станциях .....	178
20.5. Технологический процесс работы станции и техническо-распорядительный акт .....	179
<b>Г л а в а 21. Устройства и работа раздельных пунктов .....</b>	181
21.1. Разъезды, обгонные пункты и промежуточные станции .....	181
21.2. Участковые станции .....	184
21.3. Сортировочные станции .....	188
21.4. Пассажирские станции .....	192
21.5. Грузовые станции .....	195
21.6. Межгосударственные приграничные передаточные станции .....	198
21.7. Железнодорожные узлы .....	198

### РАЗДЕЛ III

#### ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК И ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

<b>Г л а в а 22. Общие сведения о планировании и организации перевозок .....</b>	203
22.1. Планирование грузовых перевозок .....	203

22.2. Организация вагонопотоков .....	204
22.3. Классификация поездов и их обслуживание .....	205
22.4. Организация грузовой и коммерческой работы. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ .....	208
22.5. Основы организации пассажирских перевозок .....	215
<b>Г л а в а 23. График движения поездов и пропускная способность железных дорог .....</b>	<b>219</b>
23.1. Значение графика и требования, предъявляемые к нему .....	219
23.2. Классификация графиков .....	221
23.3. Элементы графика .....	222
23.4. Порядок разработки графика и его показатели .....	225
23.5. Понятие о пропускной и провозной способности железных дорог .....	228
<b>Г л а в а 24. Руководство движением поездов .....</b>	<b>233</b>
24.1. Система управления движением поездов .....	233
24.2. Основные показатели эксплуатационной работы .....	234
24.3. Автоматизация процессов управления перевозками .....	237
<b>Приложение .....</b>	<b>241</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>248</b>

*Учебное издание*

Ефименко Юрий Иванович, Уздин Михаил Маркович,  
Ковалев Валерий Иванович, Логинов Сергей Иванович,  
Шаульский Борис Федорович, Белозеров Владимир Леонидович,  
Рыбин Петр Кириллович, Васильев Владислав Всеволодович

**Общий курс железных дорог**

*Учебное пособие*

Редактор *И. П. Гаврилова*

Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*

Компьютерная верстка: *Н. Н. Лопашова*

Корректоры *С. Ю. Свиридова, Е. В. Соловьева*

Диапозитивы предоставлены издательством

Изд. № А-1160-1. Подписано в печать 18.03.2005. Формат 60×90/16.  
Гарнитура «Taifms». Печать офсетная. Бумага тип. № 2. Усл. печ. л. 16,0.  
Тираж 5100 экз. Заказ № 14585.

Издательский центр «Академия».

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.д.004796.07.04 от 20.07.2004.  
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (095)330-1092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.  
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.