ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ И УЗЛЫ

Под редакцией профессора Ю. И. ЕФИМЕНКО

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

Москва
ACADEMIA
2006

УДК 656.21(075.32)
ББК 39.213я723
Ж51

Авторы:
д-р техн. наук, проф. *Ю. И. Ефименко* — введение, гл. 1—7, 16, 17 (совместно с канд. техн. наук, проф. *М. М. Уздиным*); канд. техн. наук, проф. *С. И. Логинов* — гл. 18 (кроме подразд. 18.8), 19, 21; канд. техн. наук, проф. *В. С. Суходоев* — гл. 13—15, подразд. 18.8; канд. техн. наук, проф. *М. М. Уздин* — гл. 8—10; канд. техн. наук, проф. *П. К. Рыбин* — гл. 20; канд. техн. наук, доц. *В. В. Костенко* — гл. 12; канд. техн. наук, доц. *В. И. Смирнов* — гл. 11

Рецензенты:
преподаватель Московского колледжа железнодорожного транспорта *Т. Н. Егорина*;
преподаватель Санкт-Петербургского техникума железнодорожного транспорта *И. Я. Павлова*

Железнодорожные станции и узлы: Учеб. пособие для студ. Ж51 учреждений сред. проф. образования / Ю. И. Ефименко, С. И. Логинов, В. С. Суходоев и др.; Под ред. Ю. И. Ефименко. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 336 с.
ISBN 5-7695-2155-4

Дано описание устройства, работы, ремонта и текущего содержания железнодорожного пути; изложены основы проектирования и технологии работы железнодорожных станций и узлов; приведены необходимые сведения о комплексе устройств, техническом оснащении, принципиальных схемах и технологии работы железнодорожных станций различных видов, а также о типах железнодорожных узлов и характере их работы.

Освещены принципы расчета и планировки новых и реконструкции существующих станций и узлов, понятие этапности развития станций.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезно студентам вузов, слушателям курсов повышения квалификации, специалистам железнодорожного транспорта.

УДК 656.21(075.32)
ББК 39.213я723

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

© Ефименко Ю. И., Логинов С. И., Суходоев В. С., Уздин М. М., Рыбин П. К., Костенко В. В., Смирнов В. И., 2006
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2006
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2006

ISBN 5-7695-2155-4

ПРЕДИСЛОВИЕ

Железнодорожные линии представляют собой совокупность перегонов, станций и других раздельных пунктов, оснащенных соответствующими техническими средствами для осуществления перевозок. Станции являются основными предприятиями транспорта, играющими важнейшую роль в обслуживании пассажиров, отправителей и получателей грузов, организации вагонопотоков и перевозочного процесса в целом, обеспечении безопасности движения.

На станциях размещается большой комплекс технических устройств, начиная от простейших сооружений из земли и заканчивая тончайшими механизмами и аппаратами, основанными на последних достижениях науки в области автоматики, телемеханики, связи, комплексной механизации, вычислительной и микропроцессорной техники.

Основу станций составляет их путевое развитие: земляное полотно, искусственные сооружения, верхнее строение пути, включающее балласт, шпалы, рельсы, стрелочные переводы и др., поэтому изучение станционного хозяйства немыслимо без знания устройств железнодорожного пути.

На станционной площадке, кроме земляного полотна и других путевых устройств, размещаются:

наземные сооружения (служебно-технические здания, локомотивные и вагонные депо, устройства водо- и энергоснабжения и др.);

подземные сооружения (трубы водоснабжения и канализации, кабельные сети, тоннели);

воздушные сети (энергетические, телефонные, телеграфные, контактная сеть электрифицированных дорог).

Весьма велика доля станций в строительной стоимости новых железнодорожных линий: до половины затрат на сооружение железной дороги приходится на станции. Протяженность станционных путей составляет около 60 % эксплуатационной длины сети железных дорог.

Как показывает практика, при проектировании новых линий, вторых путей, электрификации железных дорог наиболее сложные проблемы возникают на станциях. Иногда их месторасположение влияет на направление самой трассы железнодорожной

линии. В связи с этим проектирование станций является одной из важнейших частей комплексных проектов строительства и реконструкции железных дорог.

Работа техника по организации перевозок и управлению движением на железнодорожном транспорте требует глубокого знания всего хозяйства железных дорог, в первую очередь устройств пути и станций.

В учебном плане специальности «Организация перевозок и управление движением на железнодорожном транспорте» предусмотрена дисциплина «Станции и узлы». В ней излагаются основы устройства, текущего содержания и ремонта пути, а также расчета, проектирования и эксплуатации станций. На практических занятиях студенты приобретают первые навыки в проектировании этих раздельных пунктов.

Оказать необходимую помощь студентам в изучении дисциплины «Станции и узлы» — цель настоящего пособия.

ГЛАВА 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПУТИ

1.1. 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 пассажирских и грузовых поездов.

Технические требования и нормы, которыми руководствуются при проектировании железных дорог, дифференцированы в зависимости от значения дороги в работе сети, приведенной грузонапряженности и скорости движения поездов.

Приведенная грузонапряженность — это показатель интенсивности перевозок, характеризующий объем перевозок грузов и пассажиров по рассматриваемой линии за год и определяемый по формуле

$$\Gamma_{\text{пр}} = \frac{\sum Ql + \sum Al}{L_{\text{экс}}},$$

где $\sum Ql$ — грузооборот линии, равный сумме произведений массы перевезенных грузов Q на расстояние их перевозки l, т · км; $\sum Al$ — пассажирооборот, или сумма, произведений числа пассажиров A на дальность их поездки l, пасс.-км; $L_{\text{экс}}$ — эксплуатационная длина линии, равная протяженности железнодорожных путей между станциями без учета путей: второго главного, станционных и др., км.

Представленное выражение характеризует приведенную грузонапряженность нетто. Различают также грузонапряженность брутто, в которой дополнительно учитывается перемещение массы тары вагонов и массы локомотивов. Этот показатель учитывает общий тоннаж пропускаемых по линии поездов и используется при планировании ремонтов пути.

В зависимости от назначения, грузонапряженности и скорости движения поездов согласно нормам железнодорожные линии делятся на *категории* (Строительно-технические нормы Министерства путей сообщения Российской Федерации; Железные дороги

Таблица 1.1

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 скоростями свыше 160 до 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	До 8
	Внутристанционные соединительные и подъездные пути	Не регламентирована

колеи 1 520 мм (СТН Ц-01—95)). Основные показатели железных дорог по категориям приведены в табл. 1.1.

В связи с большим разнообразием климатических и сейсмических условий в различных регионах России вся территория страны делится на 154 климатические и 9 сейсмических зон, от которых зависят условия и стоимость строительства железных дорог.

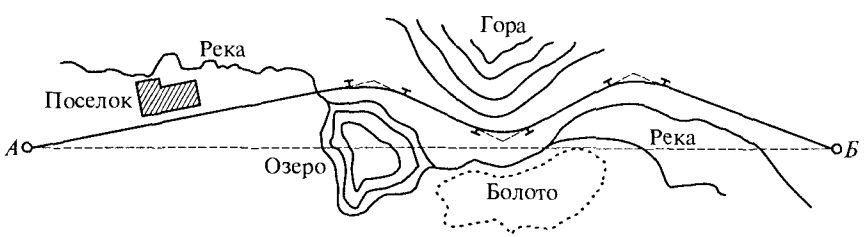


Рис. 1.1. План железнодорожной линии:
А, Б — начальный и конечный пункты линии

Рис. 1.2. Элементы продольного профиля линии

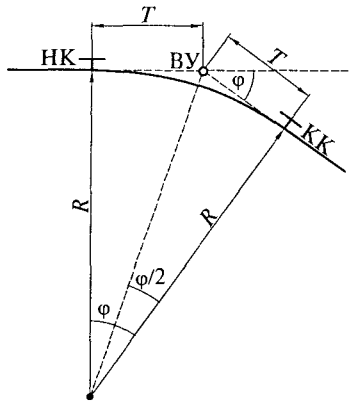


Рис. 1.3. Элементы круговой кривой:
НК — начало кривой; ВУ — вершина угла поворота; КК — конец кривой; T — тангенс кривой

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, других устройств железной дороги, а также железнодорожных поселков и лесонасаждений, называется *полосой отвода*. Границы полосы отвода определяются с учетом перспективы 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 (гор, озер, болот и т. п.), наличия неровностей земной поверхности и стремления удешевить строительство линии. Поэтому план железнодорожной линии проектируют в виде сочетания прямолинейных (прямых) участков и кривых (рис. 1.1), а профиль — в виде горизонтальных участков — *площадок* и наклонных — *уклонов* (рис. 1.2).

Прямые участки характеризуются длиной и направлением. Основные параметры кривой: угол поворота φ, зависящий от условий местности, радиус R, обусловленный категорией линии, длина кривой K; тангенс T — расстояние от начала и конца кривой до вершины угла поворота (рис. 1.3). Эти параметры кривых геометрически связаны. Исходя из заданного радиуса R и угла поворота φ легко определить значения тангенса и длины кривой:

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

Кривые малого радиуса вызывают необходимость снижения скорости движения (наибольшая скорость движения в кривой в зависимости от радиуса R может быть приближенно определена по формуле $v_{max} = 4,6\sqrt{R}$, км/ч), повышенный боковой износ рельсов и колес подвижного состава, удлинение линии, а также повышают сопротивление движению и ухудшают видимость. Плохая видимость в кривых малого радиуса затрудняет ведение поездов и вызывает необходимость ставить дополнительно сигналистов для обеспечения безопасности при проведении работ по содержанию и ремонту пути и контактной сети. Поэтому при проектировании новых железных дорог в зависимости от категории линии и местных условий принимают радиусы кривых, указанные в табл. 1.2.

Для обеспечения плавного вписывания подвижного состава в круговые кривые их сопрягают с прямыми участками с помощью переходных кривых, радиус которых постепенно уменьшается от ∞ до радиуса круговой кривой R. Между смежными кривыми предусматривают прямые вставки длиной 30...150 м в зависимости от категории линии и направления кривых (в одну или в разные стороны).

Продольный профиль линии характеризуется крутизной уклонов элементов и их длиной. Крутизна измеряется в тысячных до-

Таблица 1.2

Категория железнодорожных линий	Радиусы кривых, м			
	рекомендуемые	допускаемые		
		в трудных условиях	в особо трудных условиях*	по согласованию с заказчиком
Скоростные	4 000 ... 3 000	2 500	1 200	800
Особогрузонапряженные	4 000 ... 2 500	2 000	1 000	600
I	4 000 ... 2 000	1 500	1 000	600
II	4 000 ... 2 000	1 500	800	400
III	4 000 ... 1 200	800	600	350
IV Линии общей сети	2 000 ... 1 000	600	350	200
IV Подъездные пути	2 000 ... 600	500	200	200
IV Соединительные пути	2 000 ... 350	250	200	200

* При технико-экономическом обосновании.

лях и получается как частное от деления разности отметок конечных точек элемента профиля h на его длину l (рис. 1.4), т.е. равна тангенсу угла α наклона элемента профиля к горизонту.

Крутизна уклона создает движению поезда дополнительное сопротивление от подъема

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

где Q — вес поезда; i — число тысячных подъема.

От крутизны подъема зависит вес поезда, поэтому при проектировании железных дорог стремятся к возможно меньшей крутизне уклонов.

Одним из основных параметров железнодорожной линии является ее *руководящий уклон*, представляющий собой наибольший затяжной подъем, по значению которого устанавливают норму массы поезда при одиночной тяге и расчетной минимальной скорости движения. Этот уклон зависит от категории линии, топографических условий и 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 быть, как правило, не менее половины полезной длины приемоотправочных путей, принятой на перспективу. При этом под поездом будет одновременно не более двух переломов профиля. Смежные элементы профиля обычно сопрягаются в вертикальной плоскости кривыми, радиус которых зависит от категории линии.

Установленные СТН Ц-01—95 значения наибольшего допускаемого руководящего уклона, рекомендуемого радиуса вертикальных кривых и наименьшей длины элементов профиля приведены в табл. 1.3.

Продольные профили оформляют по стандартной форме, применяя установленные условные обозначения. По масштабу изоб-

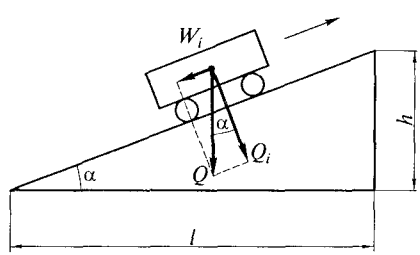


Рис. 1.4. Расчетная схема для определения крутизны уклона:

α — угол наклона элемента профиля к горизонту; l — длина элемента профиля; h — разность отметок конечных элементов профиля; Q — вес вагона; Q_i и W_i — проекции Q на координатные оси

Таблица 1.3

Категория железнодорожных линий	Наибольший допускаемый руководящий уклон, ‰	Рекомендуемый радиус вертикальных кривых, км	Наименьшая длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны, м
Скоростные	20	20	250/300*
Особогрузонапряженные	9	10	—/250
I	12	15	200/250
II	15	15	200/250
III	20	10	200/200
IV	30	5	200/200

* В числителе — при полезной длине приемоотправочных путей 850 м, в знаменателе — то же, 1 050 м.

ражения и количеству содержащихся данных различают подробный и сокращенный продольные профили.

Подробный продольный профиль (рис. 1.5) используют обычно для определения объемов земляных работ, проектирования вторых путей, развития станций и др. Этот профиль имеет горизонтальный масштаб 1 : 10 000 и вертикальный 1 : 1 000 и состоит из собственно профиля (верхняя часть) и сетки (нижняя часть). На сетке продольного профиля указывают план линии, пикетаж, существующие отметки земли и проектные отметки, проектные уклоны, ситуацию местности и инженерно-геологическую характеристику.

Разности между проектными отметками и отметками земли называются рабочими отметками и представляют собой глубину выемок или высоту насыпей. На профиле показывают также условными обозначениями мосты, трубы и другие искусственные сооружения, оси станций и других раздельных пунктов, оси переездов.

Сокращенный продольный профиль составляют на основе подробного продольного профиля для характеристики и удобства рассмотрения основных элементов плана, профиля и всех линейных сооружений. Сокращенный профиль предназначен главным образом для машинистов локомотивов для их информации при ведении поездов о предстоящих подъемах и спусках. В основном сокращенный профиль в сжатом виде повторяет главнейшие данные подробного продольного профиля и имеет горизонтальный масштаб 1 : 50 000 и вертикальный 1 : 1 000. На него наносят проект-

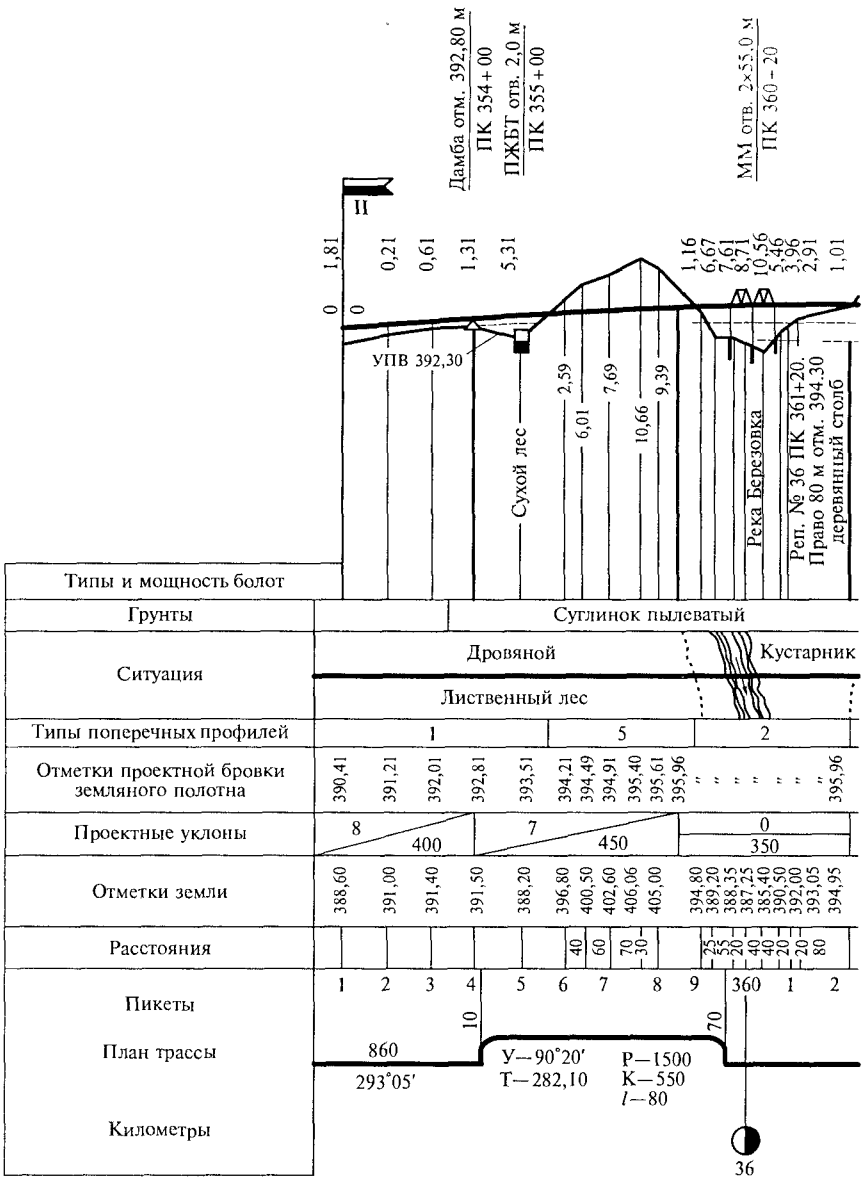


Рис. 1.5. Продольный профиль железнодорожной линии (фрагмент)

ный профиль земляного полотна, план линии, километры, оси раздельных пунктов и расстояния между ними, входные и проходные сигналы, положение входных стрелочных переводов, путевых зданий, переездов и искусственных сооружений.

1.2. ПОНЯТИЕ ОБ ИЗЫСКАНИЯХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Строительству железных дорог предшествуют их изыскания и проектирование. Цель изысканий — изучение условий строительства и эксплуатации будущей дороги, сбор и подготовка необходимых для проектирования материалов. Основная задача проектирования заключается в разработке наиболее рационального проекта новой железной дороги, которая бы полностью удовлетворяла потребности в перевозках с учетом их возможного роста в перспективе.

Инженерные изыскания проектируемой линии подразделяются на экономические и технические.

Основными задачами *экономических изысканий* являются обоснование роли проектируемой линии в составе существующей сети железных дорог и определение эффективности ее строительства; выявление возможных вариантов направления и конечных пунктов линии для выбора наиболее целесообразного; установление размеров грузовых и пассажирских перевозок на расчетные сроки и определение технико-экономических показателей (грузо- и пассажирооборота, грузонапряженности и др.).

В *технические изыскания* входят обследования и съемки для выбора наиболее удачного расположения трассы проектируемой линии на местности, а также сбор необходимых технических данных для проектирования всех объектов дороги.

В ходе технических изысканий осуществляют геодезические, инженерно-геологические, гидрологические работы и обследования существующих сооружений.

Одним из основных видов геодезических работ является топографическая съемка местности обычно на 100...200 м в каждую сторону вдоль намечаемой трассы линии. Во время съемки определяют положение точек местности в горизонтальной плоскости и по высоте, что необходимо для получения плана местности с изображением станции и рельефа.

Для съемок используют различные геодезические инструменты. Так, длину обычно измеряют рулетками, в том числе электронными, а также специальными приборами — светодальномерами и электронными тахеометрами, достоинством которых является быстрота и высокая точность измерений. Перпендикуляры на местности восстанавливают, пользуясь теодолитами; ими же измеряют горизонтальные углы. Для одновременного измерения горизонтальных, вертикальных углов и расстояний пользуются электронными тахеометрами. Для съемок профиля местности применяют нивелиры или электронные тахеометры.

Инженерно-геологические изыскания проводят для определения геологического и гидрологического строения территории на

месте будущей трассы, наличия и характера различных геологических процессов, которые могут воздействовать на строительство и последующую эксплуатацию дороги. В ходе этих изысканий устанавливают наличие и качество местных строительных материалов, пригодных для постройки дороги, прогнозируют возможность деформаций и разрушений оснований отдельных сооружений вследствие просадок, размывов и т. п. При гидрологических изысканиях изучают режимы рек, скорости их течения, количество выпадающих осадков и распределение их по сезонам года, устанавливают возможные уровни паводковых вод. Эти материалы необходимы при проектировании мостовых переходов, выборе конструкций и отверстий мостов и водопропускных труб.

Железнодорожные линии и их отдельные устройства проектируют обычно в две стадии: на первой разрабатывают *проект*, а на второй — *рабочую документацию*. Для несложных технических объектов проектирование ведется в одну стадию — разрабатывают *рабочий проект*.

Созданию проекта новой железной дороги обычно предшествует технико-экономическое обоснование (ТЭО), которое содержит характеристику существующих путей сообщения района, расчеты строительной стоимости и эксплуатационных показателей различных вариантов. На их основе выбирают наиболее рациональный вариант трассы.

Проектирование новых железных дорог обычно осуществляют территориальные проектно-изыскательские институты — в настоящее время акционерные общества (ОАО «Ленгипротранс», ОАО «Мосгипротранс», ОАО «Сибгипротранс» и др.).

1.3. ЗНАЧЕНИЕ ПУТИ В РАБОТЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ЕГО ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Железнодорожный путь — это комплекс инженерных сооружений, предназначенный для пропуска 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-предупредительных ремонтов. Линейными предприятиями путевого хозяйства являются дистанции пути, дистанции лесозащитных насаждений и путевые машинные станции. На долю путевого хозяйства в системе железнодорожного транспорта приходится

более 50 % всех основных средств железных дорог и свыше 20 % общей численности работников.

Железнодорожный путь работает в условиях постоянного воздействия атмосферных и климатических факторов, воспринимая большие нагрузки от проходящих поездов. Согласно Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ) состояние всех элементов железнодорожного пути (земляного полотна, верхнего строения и искусственных сооружений) по прочности и устойчивости должно обеспечивать безопасное и плавное движение пассажирских и грузовых поездов со скоростями, установленными на данном участке.

Размещение и техническое оснащение дистанций пути, путевых машинных станций и других предприятий путевого хозяйства должны обеспечивать выполнение необходимых работ по ремонту железнодорожного пути, сооружений и устройств для выполнения заданных размеров движения поездов с установленными скоростями.

Для обеспечения указанных требований постоянно ведутся работы по усилению несущей способности и надежности всех элементов пути: широко применяются термически упрочненные рельсы тяжелых типов, новые конструкции рельсовых скреплений, бесстыковой путь, железобетонные шпалы, новые конструкции стрелочных переводов и др.

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.

Контрольные вопросы

1. Чем определяются категории железных дорог?

2. Что такое трасса, план и продольный профиль железнодорожной линии?

3. Назовите основные элементы плана и профиля линии.

4. Что такое руководящий уклон линии?

5. Каковы требования ПТЭ к устройствам пути?

6. Перечислите основные элементы железнодорожного пути.

ГЛАВА 2

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

2.1. ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА. ВОДООТВОДНЫЕ УСТРОЙСТВА

Поперечные профили земляного полотна. Земляное полотно представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Непосредственно на земную поверхность путь не укладывают из-за ее неровностей. Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и долговечным, требующим минимальных расходов на его устройство, содержание и ремонт и обеспечивающим возможность широкой механизации работ. Выполнение указанных требований достигается правильным выбором грунтов для насыпей и их тщательным уплотнением при постройке, приданием земляному полотну очертаний, способствующих надежному отводу воды, укреплением откосов насыпей и выемок.

Разрез, перпендикулярный продольной оси пути, называется *поперечным профилем земляного полотна.* Различают типовые и индивидуальные поперечные профили земляного полотна.

Типовые профили в свою очередь делятся 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, лёссов, скальных грунтов, болот и т. п.

Индивидуальные профили применяют в сложных топографических, гидро- и геологических и климатических условиях и при высоте откосов более 12 м. При этом все размеры обосновывают конкретными расчетами.

Типовой поперечный профиль насыпи приведен на рис. 2.1. Верхняя часть, на которую укладываются балласт, шпалы, рельсы, называется *основной площадкой.* На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции шириной поверху 2,3 и высотой 0,15 м, а на двухпутных — форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м. Такое очертание основной площадки способствует

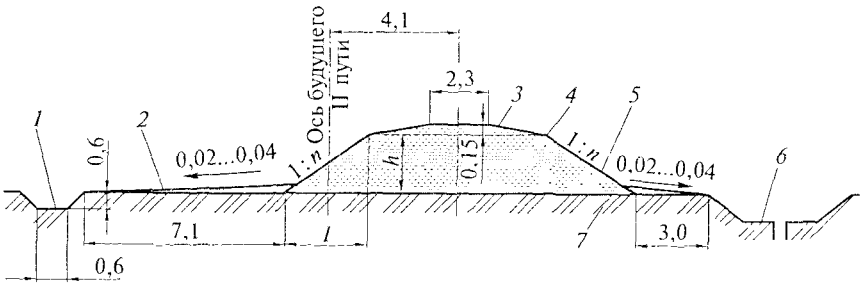


Рис. 2.1. Поперечный профиль насыпи (размеры указаны в метрах):

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 (высота откоса); *l* — длина горизонтальной проекции откоса насыпи; 1 : *n* — крутизна откоса насыпи

стоку воды, проникающей через балластный слой во время дождя и таяния снега.

Значения минимально допустимой ширины основной площадки для однопутных линий на эксплуатируемой сети железных дорог России, а также для вновь строящихся линий приведены в табл. 2.1.

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). В кривых участках ширину земляного полотна следует увеличивать в зависимости от радиуса кривой (на 0,2...0,5 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. Длина горизонтальной проекции

Таблица 2.1

Грунты	Минимально допустимая ширина основной площадки, м						
	Эксплуатируемая общая сеть	Категории строящихся линий					
		Скоростные	Особогрузонапряженные	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

линии откоса l называется его *заложением*, а отношение высоты откоса h к заложению, которое обозначается $1:n$, — *крутизной откоса насыпи*. Крутизна откосов должна обеспечивать надежную их устойчивость и устанавливается в зависимости от высоты насыпи, свойств грунтов, гео- и гидрологических и климатических условий местности. Большое распространение имеют откосы крутизной 1 : 1,5, называемые полуторными.

Отвод поверхностных вод от насыпей, сооружаемых из привозного грунта, осуществляется продольными водоотводными канавами 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 возводят из местного грунта, взятого рядом с насыпью, то для отвода воды от полотна используют 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*. Ширину бермы между подошвой откоса и бровкой резерва или водоотводной канавы следует принимать не менее 3 м, а для линий I и II категорий со стороны будущего II пути — не менее 8,0 м. Для отвода воды от насыпи берма имеет уклон 0,02...0,04.

Типовой поперечный профиль выемки приведен на рис. 2.2. Основная площадка при этом имеет те же размеры, что и при насыпи. С каждой стороны основной площадки земляного полотна в выемках устраивают продольные канавы *5* для отвода воды, называемые *кюветами*. Они имеют глубину не менее 0,6 м, ширину по дну не менее 0,4 м и продольный уклон дна не менее 0,002. Вынутый при сооружении выемки грунт, не используемый для сооружения насыпи в другом месте, укладывают за откосом выемки с нагорной стороны в правильные призмы *2*, называемые

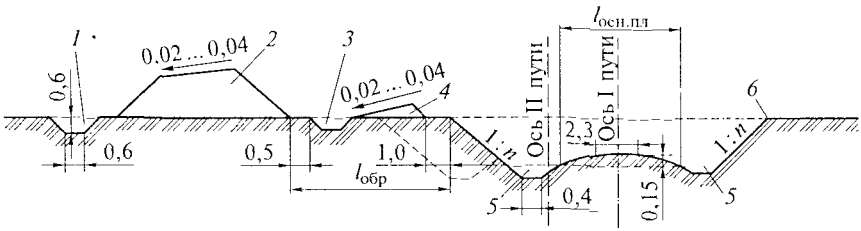


Рис. 2.2. Поперечный профиль выемки (размеры указаны в метрах):

1 — нагорная канава; *2* — кавальер; *3* — забанкетная канава; *4* — банкет; *5* — кювет; *6* — бровка откоса; $l_{обр}$ — длина обреза; $l_{осн.пл}$ — ширина основной площадки

кавальерами. Для перехвата и отвода притекающих к выемке поверхностных вод за кавальерами сооружают нагорные канавы *1*, а на полосе между кавальером и бровкой откоса *6* выемки отсыпают *банкет 4* с поперечным уклоном в сторону от откоса для отвода воды в забанкетную канаву *3*. В неустойчивых грунтах, а также в стесненных условиях вместо водоотводных канав и кюветов устраиваются *лотки*, которые могут быть железобетонными, бетонными, каменными или деревянными, а по форме — трапецеидальными, прямоугольными или круглыми.

Водоотводные устройства. В пределах станций поверхностные воды отводят поперечными и продольными водоотводами, которые в местах работы людей делают 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, которые могут быть открытого типа в виде дренажных канав или лотков или закрытого типа в виде подкюветных дренажей, дренажных галерей и штолен.

Дренаж (рис. 2.3) представляет собой траншею, заполненную дренирующим материалом (крупным песком, гравием, щебнем), в нижней части которой обычно укладывают дрену — трубу с отверстиями для поступления в нее воды. Для защиты от попада-

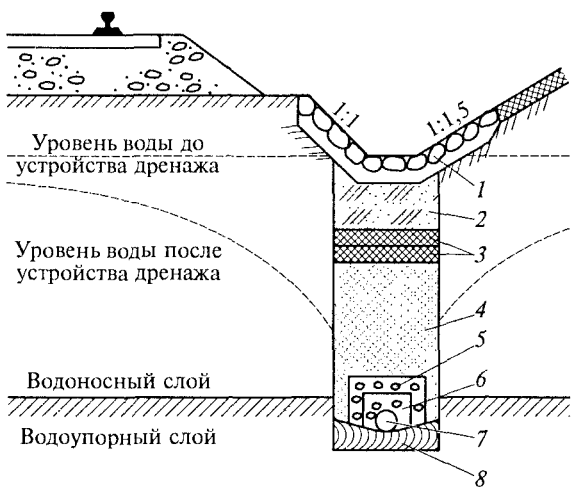


Рис. 2.3. Подкюветный дренаж:

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

ния поверхностной воды верхнюю часть дренажа заполняют утрамбованной глиной, которую во избежание смешивания отделяют от дренирующего заполнителя двумя слоями дерна.

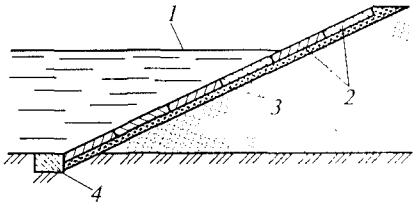


Рис. 2.4. Укрепление откоса насыпи железобетонными плитами:

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

Для предохранения земляного полотна от размыва водой и выдувания ветром его откосы и бермы укрепляют. Наиболее простым способом укрепления незатапливаемых откосов земляного полотна является посев многолетних трав с густой стелющейся корневой системой. При небольшом периодическом затоплении применяют одерновку откосов сплошную или в клетку, для чего предварительно срезанные куски дерна закрепляют на откосах деревянными спицами.

Хорошо противостоят воздействию текущей воды древесно-кустарниковые насаждения, которые применяют при периодических затоплениях в благоприятных климатических условиях. Надежно защитить затопляемые откосы от размыва можно также мощением их камнем, применением каменной наброски в плетневых клетках и габионов — проволочных ящиков, загруженных камнем. Однако эти способы укрепления земляного полотна требуют больших затрат ручного труда.

Для прочного и надежного укрепления откоса насыпи используют также железобетонные плиты (рис. 2.4). Этот способ позволяет полностью механизировать их укладку. На строительстве БАМа применяли гибкие железобетонные решетки и плиты, лучше работающие в условиях вечной мерзлоты и сейсмичности. Тип укрепления земляного полотна выбирают исходя из особенностей

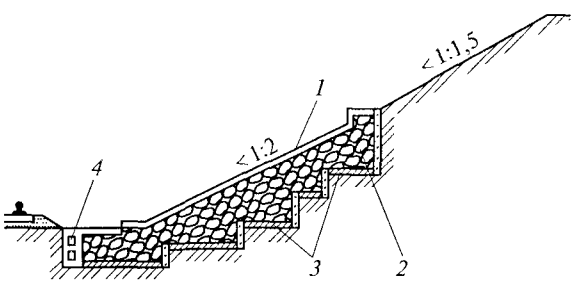


Рис. 2.5. Контрфорс в откосе выемки:

1 — бетонная плита; *2* — каменное мощение; *3* — песчаная подушка; *4* — железобетонный лоток

грунтов, степени затопляемости и скорости воды, наличия дешевых местных материалов, возможности механизации работ. Бровка земляного полотна в местах разлива вод согласно ПТЭ должна быть не менее чем на 0,5 м выше максимальной высоты наката волны при сильных ветрах.

Для обеспечения устойчивости насыпей на крутых косогорах, а также для закрепления неустойчивых откосов применяют подпорные стены, пригружающие контрбанкеты и контрфорсы (рис. 2.5), сооружаемые по индивидуальным проектам с учетом гидрологических особенностей каждого объекта.

2.2. ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

При несоблюдении правил сооружения и эксплуатации земляного полотна, а также при нарушении устойчивости земной поверхности или стихийных явлениях происходят изменения формы, так называемые деформации земляного полотна. Различают деформации и повреждения основной площадки земляного полотна, повреждения откосов, повреждения и разрушения тела и основания земляного полотна.

Деформации и повреждения основной площадки земляного полотна бывают в виде углублений на основной площадке и пучин. Углубления на основной площадке образуются из-за вдавливания балластного слоя в земляное полотно. При недостаточной толщине балластного слоя или несущей способности грунта основной площадки образуются углубления под шпалами, называемые *балластными корытами* (рис. 2.6, *а*). Если не принять своевременных мер, то балластные корыта увеличиваются, образуя *балластные ложа* (рис. 2.6, *б*), *балластные мешки* (рис. 2.6, *в*) и *балластные гнезда* (рис. 2.6, *г*).

Для предупреждения деформаций основной площадки насыпи отсыпают однородными грунтами с высокой несущей способно-

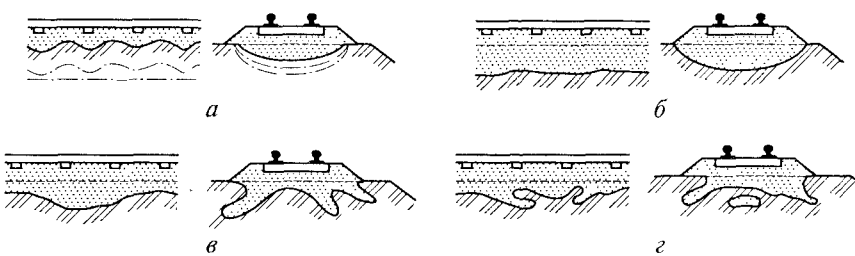


Рис. 2.6. Деформации основной площадки земляного полотна:

а — балластное корыто; *б* — балластное ложе; *в* — балластный мешок; *г* — балластное гнездо

стью, тщательно уплотняют их, не допуская попадания в тело земляного полотна воды, обеспечивают достаточную толщину балластного слоя до открытия движения поездов. Оздоровлять земляное полотно при наличии балластных корыт можно путем их вырезки или осушения сплошной боковой срезкой.

Поднятия грунта вследствие замерзания задерживающейся в нем или поступающей в него из нижних более теплых слоев воды называют *пучинами*. Если они возникают в углублениях основной площадки земляного полотна или загрязненном балласте, их называют поверхностными (верховыми), а образующиеся под основной площадкой — коренными (грунтовыми).

Поверхностные пучины предупреждают заменой загрязненного балласта, осушением балластных корыт и лож, устройством прорезей. Коренные пучины ликвидируют понижением уровня грунтовых вод ниже глубины промерзания, устройством подкюветных дренажей, мелиорацией грунтов, а также утеплением земляного полотна укладкой противопучинных шлаковых или асбестовых подушек.

Повреждение откосов бывает в виде смывов грунта атмосферными водами, сплывов (т.е. местных смещений части грунта откоса при сохранении общей его устойчивости), оползаний (отслоения откосной части с захватом основной площадки). В скальных выемках наблюдаются, кроме того, вывалы отдельных камней или обвалы массы скального грунта. Причинами таких деформаций являются недостаточное или поврежденное укрепление откосов, завышение их крутизны, недостаточная плотность грунтов насыпи. Смывы и сплывы предотвращают соответствующей планировкой откосов и дополнительным их укреплением, а оползания — устройством более пологих откосов или сооружением контрфорсов или контрбанкетов.

Повреждения и разрушения тела и основания земляного полотна бывают в виде оползней, сдвигов (сползаний) насыпей по наклонному основанию, расползания и оседания насыпей при стабильном основании. Причинами оползней являются переувлажнение грунтов сверх допустимого предела, а также неоднородности грунтов и неблагоприятная геологическая структура склона, а причинами сдвига — недостаточная подготовка косогорного основания насыпи и отсутствие защиты от переувлажнения. Для предупреждения деформаций этих видов осуществляют осушение земляного полотна и прилегающих откосов с помощью дренажей, а также сооружают подпорные стены и контрбанкеты.

Повреждения и разрушения земляного полотна вследствие слабости основания бывают в виде провалов, оседания целой насыпи, выпирания грунта у подошвы насыпи или основной площадки в выемках. Провалы могут иметь место при сооружении земляного полотна на карстовых породах. Для их предупреждения про-

водят тщательную геологическую разведку. Последствия оседания ликвидируют подъемом пути на балласт. Выпирание грунта основания у подошвы насыпи ликвидируют сооружением пригружающих контрбанкетов, а выпирание основной площадки в выемках — уменьшением крутизны откосов.

2.3. ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ИХ ВИДЫ И НАЗНАЧЕНИЕ

Искусственные сооружения предназначены для пересечения железной дорогой водных преград, других железных и автодорог, глубоких ущелий, горных хребтов, застроенных городских территорий, а также для обеспечения безопасного перехода людей через пути и устойчивости земляного полотна в сложных условиях.

К искусственным сооружениям относятся мосты, тоннели, трубы, подпорные стены, регуляционные сооружения, дюкеры, галереи, селеспуски и др. При пересечении железной дорогой рек, каналов, ручьев, оврагов сооружают *мосты* (рис. 2.7) или *трубы* (рис. 2.8). Разновидностями мостов являются путепроводы, виадуки, эстакады.

Путепроводы (рис. 2.9) строят в местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линий. Они обеспечивают независимый и безопасный пропуск транспорта на пересечении дорог в разных уровнях.

Виадуки (рис. 2.10) сооружают вместо высокой обычной насыпи при пересечении железной дорогой глубоких долин, оврагов и ущелий.

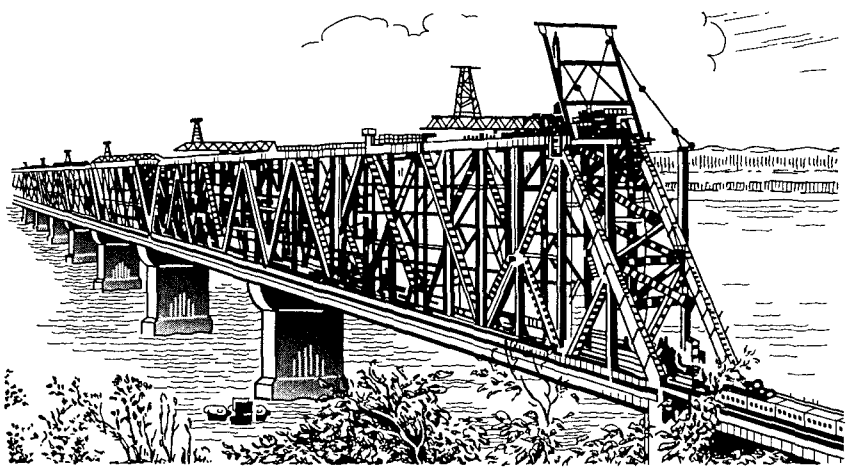


Рис. 2.7. Мост через реку Амур на БАМе

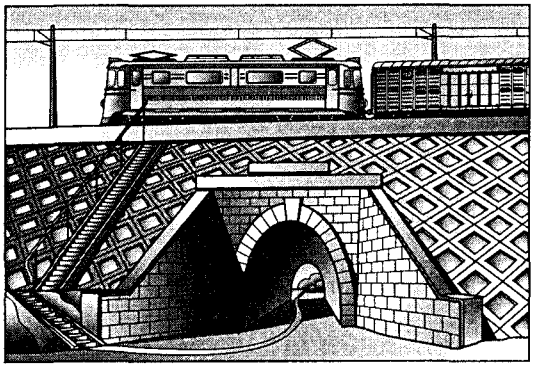


Рис. 2.8. Труба

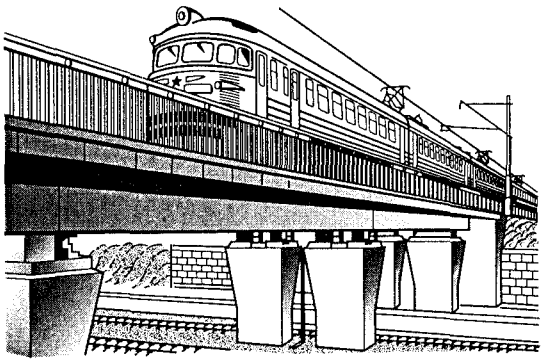


Рис. 2.9. Путепровод

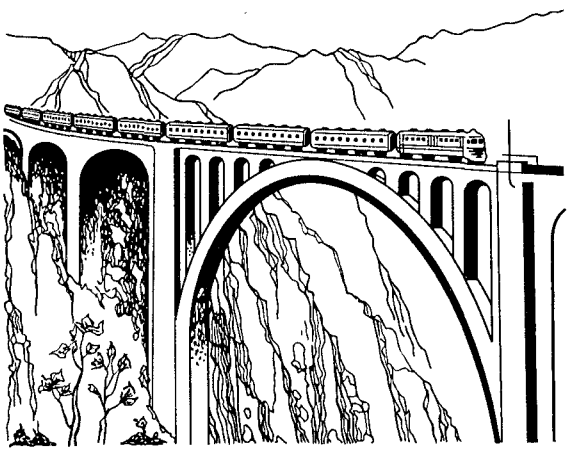


Рис. 2.10. Виадук

Эстакады (рис. 2.11) устраивают взамен больших насыпей в городах, где они меньше стесняют улицы и не препятствуют проезду и проходу под ними, а также на подходах к большим мостам через реки с широкими поймами разлива воды.

Мост состоит из пролетных строений *3* (рис. 2.12), являющихся основанием для пути, и опор, поддерживающих пролетные строения и передающих давление на грунт. Мост вместе с подходами, укрепительными и регуляционными сооружениями и подмостовым руслом реки составляет мостовой переход. Береговые опоры *1* моста называют *устоями*, а промежуточные опоры *5* — *быками*. Опорами мост разделяется на пролеты. Опоры состоят из фундамента и видимой части (тела) и бывают монолитными или сборными. Фундаменты опор могут сооружаться при неглубоком рас-

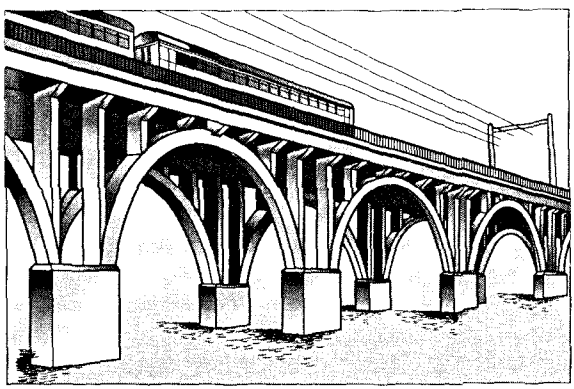


Рис. 2.11. Эстакада

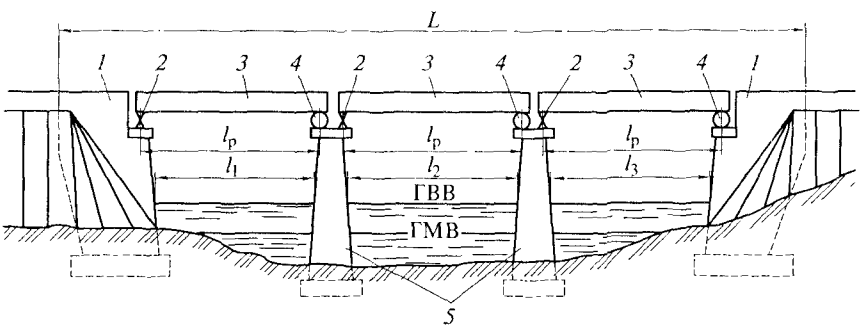


Рис. 2.12. Схема моста:

1 — устои; *2* — неподвижные опорные части; *3* — пролетные строения; *4* — подвижные опорные части; *5* — быки; *L* — полная длина моста; $l_р$ — расчетный пролет; $l_1 + l_2 + l_3$ — отверстие моста; ГВВ — горизонт высоких вод; ГМВ — горизонт меженных (средних) вод

положении прочных грунтов на естественном основании, а при слабых грунтах — на сваях.

Пролетные строения опираются на опоры через опорные части (рис. 2.13), которые позволяют пролетному строению несколько поворачиваться и продольно перемещаться при изменениях температуры и изгибе под нагрузкой. При этом с одной стороны пролета устанавливают неподвижные, а с противоположной — подвижные опорные части.

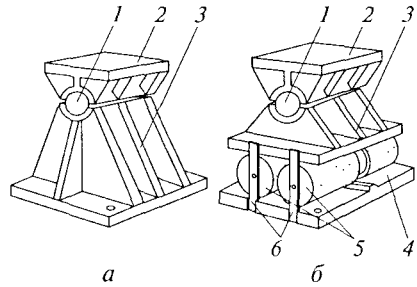


Рис. 2.13. Опорные части мостов:

а — неподвижная с шарниром; *б* — подвижная катковая; *1* — шарнир; *2* — верхний балансир; *3* — нижний балансир; *4* — опорная плита; *5* — катки; *6* — ограничительные планки

Пролетное строение состоит из главных ферм, связей между ними, проезжей части и мостового полотна (рис. 2.14). В фермах различают верхний и нижний пояса, к одному из которых прикрепляют поперечные балки, а к ним — продольные балки, образующие проезжую часть. Если проезжая часть располагается на уровне верхнего пояса, мост называют с *ездой поверху* (рис. 2.15, *а*), если на уровне нижнего, — с *ездой понизу* (рис. 2.15, *б*), кроме того, может быть конструкция моста с *ездой посередине* (рис. 2.15, *в*).

Основными параметрами моста являются длина, высота, отверстие моста, грузоподъемность. *Длиной* моста называется расстояние между задними гранями его устоев, а *высотой* — расстояние от подошвы рельса до горизонта низких вод. *Отверстие* мо-

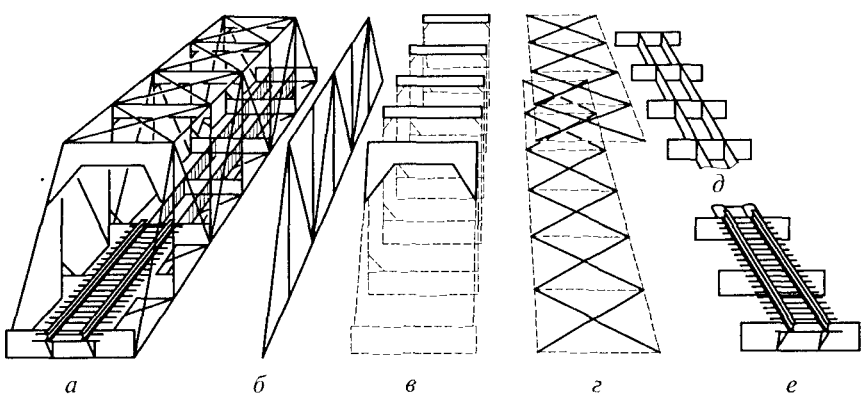


Рис. 2.14. Общий вид пролетного строения (*а*) и его части (*б*—*е*):

б — ферма; *в* — поперечные связи; *г* — продольные связи; *д* — продольные и поперечные балки; *е* — мостовое полотно

ста — это расстояние в свету между внутренними гранями устоев однопролетного моста, или сумма таких расстояний между всеми опорами многопролетного моста на уровне расчетного горизонта воды (см. рис. 2.12). *Грузоподъемностью* моста называется наибольшая нагрузка, которую он может выдержать при условии обеспечения безопасности движения поездов. Параметры мостов определяются шириной водной преграды, колебаниями уровня воды, заданной нормой массы поездов.

В зависимости от длины, числа пролетов, конструкции и материала пролетного строения, числа путей и способа передачи давления на опоры мосты классифицируются следующим образом:

по числу пролетов — одно-, двух-, трехпролетные и т. д.;

числу главных путей — одно-, двух- и многопутные;

конструкции пролетного строения — с ездой понизу, поверху и посередине;

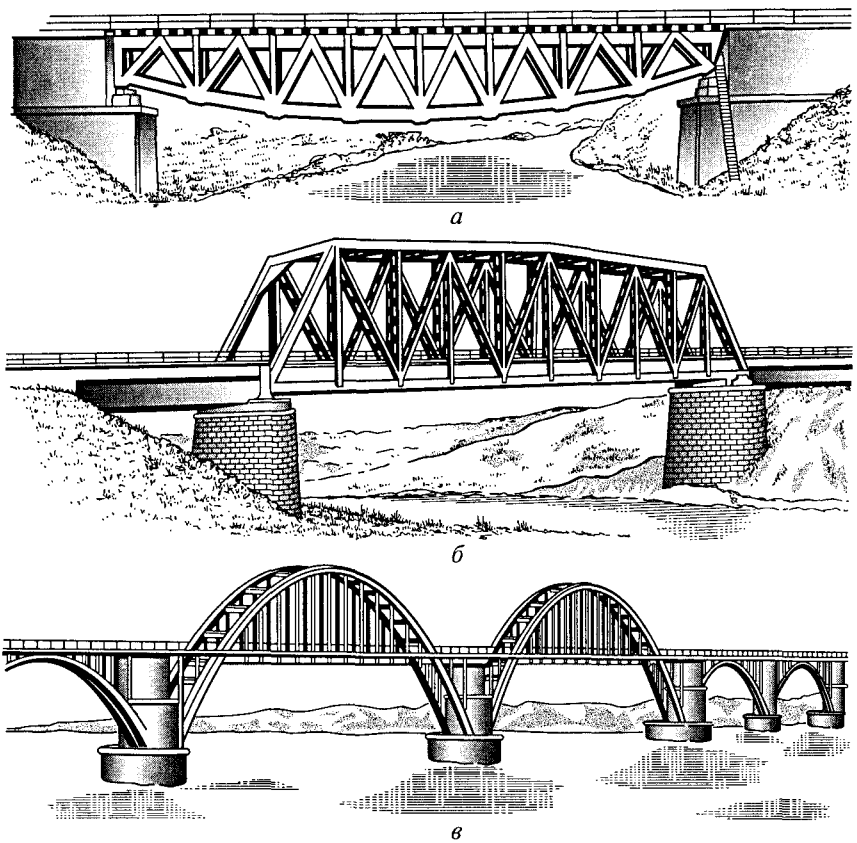


Рис. 2.15. Мосты с ездой:

а — поверху; *б* — понизу; *в* — посередине

материалу — каменные, металлические, железобетонные, деревянные;

длине — малые (до 25 м), средние (25...100 м), большие (100...500 м) и внеклассные (более 500 м);

способу передачи давления на опоры (статической схеме) — балочные, арочные, рамные, висячие, вантовые (рис. 2.16).

При пересечении горных хребтов вместо глубоких выемок сооружают *тоннели* (рис. 2.17). Для безопасного перехода людей через железнодорожные пути на станциях и остановочных пунктах пригородных поездов предусматривают пешеходные мосты или тоннели.

Тоннель представляет собой искусственное сооружение для прокладки пути под землей. Транспортные тоннели по месту их расположения разделяют на горные, подводные и городские. Пространство, образованное после удаления породы при сооружении тоннелей, называется *тоннельной выработкой*, а конструкция, служащая для ее закрепления, — *обделкой*. В слабых грунтах во избежание обвала в тоннелях обычно устраивают несущую обделку из железобетона или бетона, а в трудных гидрогеологических условиях — из металла. В скальных породах в зависимости от их прочности разрешается применять вместо несущей облицовочную обделку или сооружать тоннель без обделки и облицовки.

Трубы устраивают при пересечении железной дорогой небольших водотоков или суходолов. По материалу различают каменные, металлические, бетонные и железобетонные трубы. Весьма распространены сборные железобетонные трубы из отдельных зве-

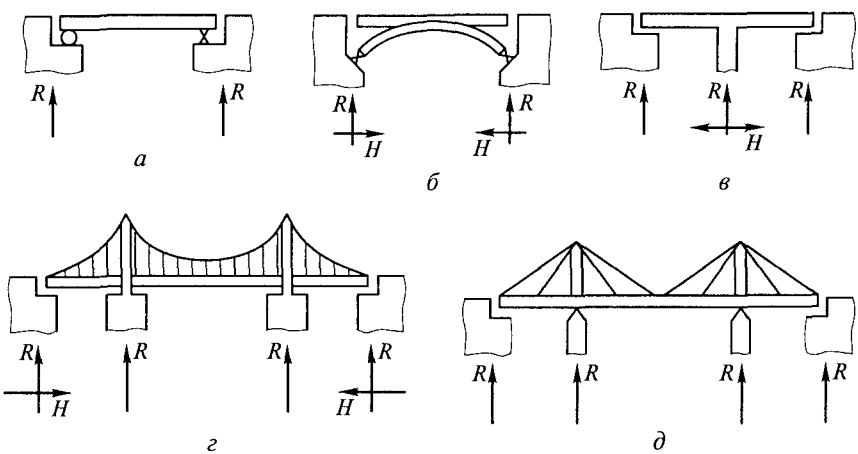


Рис. 2.16. Статические схемы мостов:

а — балочных; *б* — арочных; *в* — рамных; *г* — висячих; *д* — вантовых; *R*, *H* — соответственно вертикальная и горизонтальная реакции опор

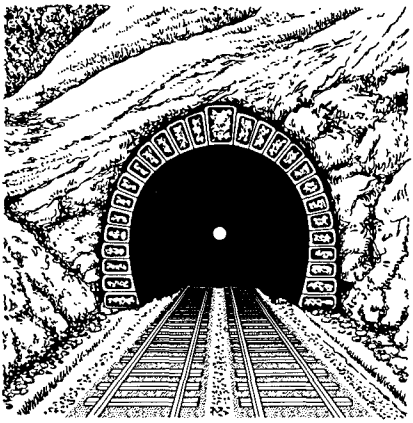


Рис. 2.17. Тоннель

ньев длиной 1...6 м, разделенных деформационными швами (рис. 2.18). Трубы требуют небольших затрат на устройство и содержание.

Для уменьшения сопротивления потоку воды и предохранения насыпи от размыва на входах и выходах труб устраивают оголовки, расширяющиеся в направлении от трубы.

Применяют и безоголовочные гофрированные металлические трубы. Они имеют меньшую стоимость по сравнению с железобетонными и намного легче. Сроки их строительства значительно сокращаются, так как для них не нужен фундамент. Такие трубы укладывают на подушку из песка, гравия или щебня.

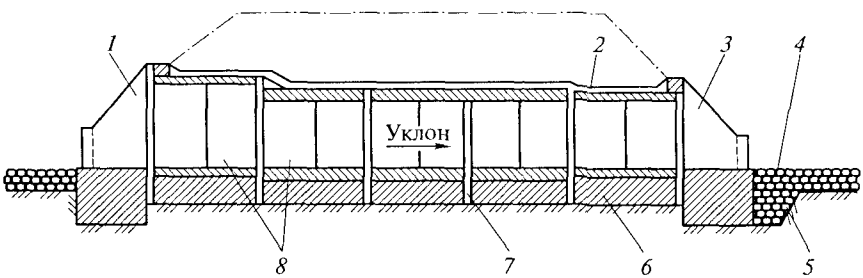


Рис. 2.18. Продольный разрез трубы:

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

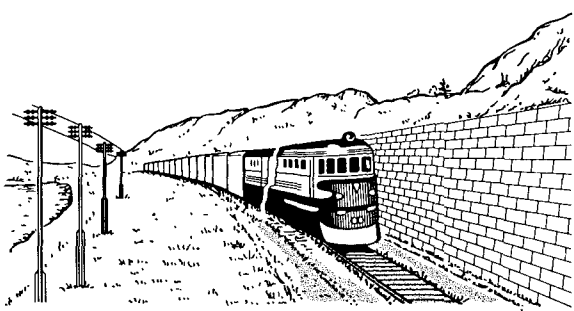


Рис. 2.19. Подпорная стена

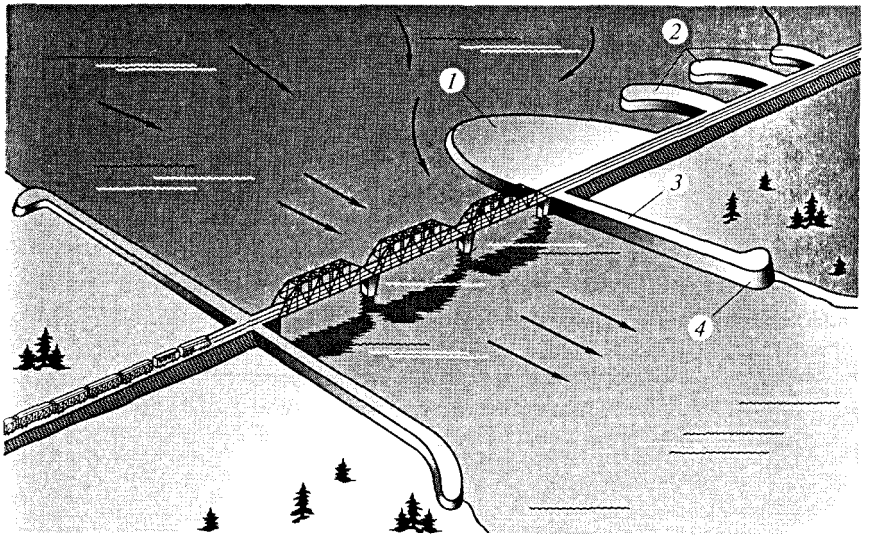


Рис. 2.20. Регуляционные сооружения:

1 — грушевидная дамба; *2* — траверсы; *3* — шпоровидная дамба; *4* — голова дамбы

Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна на крутых косогорах, берегах рек и морей служат *подпорные стены* (рис. 2.19), а при подходах к большим мостам для защиты их опор от подмыва при паводках и повреждения льдом — *регуляционные сооружения* (рис. 2.20), которые состоят из водонаправляющих гру-

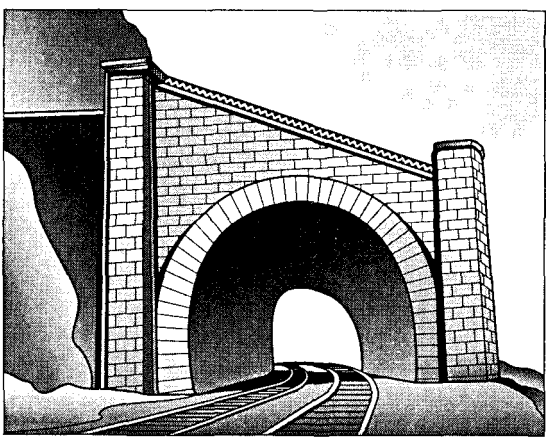


Рис. 2.21. Противообвальная галерея

шевидных и шпоровидных дамб и траверс, откосы которых со стороны реки укрепляют каменным мощением или бетонными плитами.

В горах в местах возможных обвалов сооружают специальные *галереи* (рис. 2.21), а в местах возможных грязекаменных (селевых) потоков — *селеспуски*.

Наиболее распространенными видами искусственных сооружений являются мосты и трубы (более 92 %). Искусственные сооружения по протяженности составляют в среднем менее 1,5 % общей длины пути, однако доля их в стоимости железной дороги равна почти 10 %, поэтому их рассчитывают на длительный срок службы. Они должны быть простыми и дешевыми в эксплуатации и вместе с тем обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначено земляное полотно?
2. Изобразите поперечные профили насыпи и выемки.
3. Назовите виды водоотводных устройств.
4. Какие существуют способы укрепления откосов земляного полотна?
5. Назовите виды искусственных сооружений и укажите их назначение.
6. Каковы основные элементы и параметры мостов?

ГЛАВА 3

ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

3.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ 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. 3.1) представляет собой комплексную конструкцию, включающую балластный слой, шпалы, рельсы и рельсовые скрепления, противоугоны, стрелочные переводы и 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, а также расстояние между шпалами должны быть такими, чтобы давление на земляное полотно не превышало значения, обеспечивающего его упругую осадку, исчезающую после снятия нагрузки.

Верхнее строение пути работает в сложных условиях, подвергаясь воздействию проходящих поездов, атмосферных осадков, ветра, колебаний температуры, при этом оно должно быть достаточно прочным, устойчивым, долговечным и экономичным.

Конструкция верхнего строения пути зависит от класса путей, который определяется грузонапряженностью, а также максимальными допустимыми скоростями движения пассажирских и грузовых поездов. По грузонапряженности все пути делятся на пять групп, а по допускаемым скоростям — на семь категорий. Группы обозначают буквами Б, В, Г, Д, Е, а категории цифрами 1—7. Классы, представляющие собой сочетание групп и категорий путей, также обозначают цифрами (табл. 3.1). Пути, по которым установлена максимальная скорость движения пассажирских поездов более 140 км/ч, относятся к внеклассным; их укладку и содержание осуществляют по специальным техническим условиям.

Принадлежность пути соответствующим классу, группе и категории обозначается сочетанием цифр и буквы: первая цифра — класс пути, затем буква, соответствующая группе пути, цифра после буквы — его категория. Например, обозначение 2Б4 свиде-

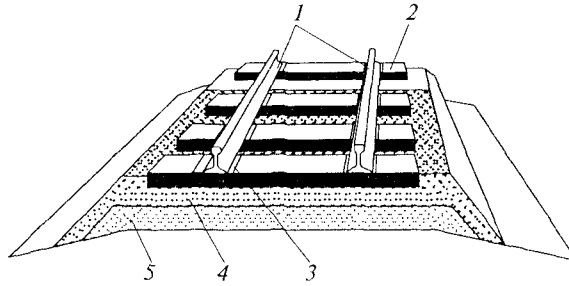


Рис. 3.1. Элементы верхнего строения пути:

1 — рельсы; *2* — шпалы; *3* — промежуточное рельсовое скрепление; *4* — щебеночный балласт; *5* — песчаная подушка

Таблица 3.1

Группа пути	Грузонапряженность, млн т · км брутто на 1 км в год	Категория пути						
		1	2	3	4	5	6	7
		Допустимая скорость движения пассажирских (грузовых) поездов, км/ч						
		121...140 (>80)	101...120 (>70)	81...100 (>60)	61...80 (>50)	41...60 (>40)	≤40 (≤40)	—
		Главные пути						Станционные, подъездные и прочие пути
		Классы путей						
Б	Более 50	1	1	1	2	2	3	3—5*
В	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	
Е	5 и менее	3	3	3	4	4	4	

* Приемоотправочные и другие станционные пути, предназначенные для сквозного пропуска поездов со скоростями 40 км/ч и более, подъездные пути со скоростями более 40 км/ч, а также горочные пути относятся к 3-му классу. Станционные пути, не предназначенные для сквозного пропуска поездов, при установленных скоростях 40 км/ч, а также специальные пути, предназначенные для обращения подвижного состава с опасными грузами, сортировочные пути со скоростями движения 40 км/ч относятся к 4-му классу. Остальные станционные и подъездные пути относятся к 5-му классу.

тельствует о принадлежности пути ко 2-му классу, группе Б и 4-й категории.

На главных путях 1-го и 2-го классов укладывают новые термоупрочненные рельсы Р65 (массой 65 кг/пог. м), новые рельсовые скрепления, железобетонные или пропитанные деревянные шпалы, щебеночный балласт на песчаной подушке. На второстепенных станционных, подъездных и прочих путях, которые относятся к 5-му классу, все элементы верхнего строения пути обычно старогодные, ранее использованные на путях более высоких классов. На путях других классов укладывают как новые, так и старогодные элементы верхнего строения пути.

3.2. БАЛЛАСТНЫЙ СЛОЙ

Балластный слой служит для восприятия давления от шпал и равномерного распределения его на основную площадку земляного полотна; обеспечения устойчивости шпал под воздействием вертикальных и горизонтальных сил; обеспечения упругости подрельсового основания и возможности выправки рельсо-шпальной решетки в плане и профиле; отвода от нее поверхностных вод. Балластный слой задерживает на своей поверхности воду и предохраняет основную площадку от переувлажнения. Материал для балласта должен быть прочным, упругим, устойчивым к нагрузкам и атмосферным воздействиям, дешевым. Кроме того, он не должен дробиться при уплотнении, пылить при проходе поездов, раздуваться ветром, размываться дождями, 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 выпускают двух основных фракций: с размерами частиц 25...60 и 25...50 мм. Для балластировки станционных путей и строительных целей стандартом предусмотрен также выпуск мелкого щебня с размерами частиц 5...25 мм. Щебень хорошо пропускает воду, не смерзается в зимнее время, оказывает в 1,5 раза большее сопротивление продольному сдвигу и допускает в 2 раза большее вертикальное давление по сравнению с песчаным балластом, превышает срок службы балласта из любого другого материала. Однако щебень быстрее загрязняется различными сыпучими материалами (углем, торфом, рудой), просыпающимися на путь при перевозках. Для предохранения щебня от загрязнения грунтом при вдавливании в земляное полотно, а также для уменьшения расхода щебня его укладывают на песчаную подушку.

Гравийный и гравийно-песчаный балласт получают в результате разработки естественно образовавшихся отложений гравия и

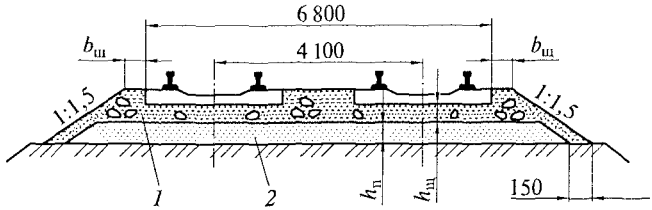


Рис. 3.2. Поперечный профиль балластной призмы для главных путей двух путной линии:

1 — щебень; *2* — песок; $b_щ$ — расстояние от края шпалы до начала откоса; $h_п$ — толщина песчаной подушки; $h_щ$ — толщина щебеночного балласта под шпалой

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.

Ракушечник применяется только на малодеятельных линиях.

Песчаный балласт является наихудшим из балластов, его применяют только на малодеятельных линиях, станционных путях, а также используют в качестве подушки под щебеночный балласт.

Балластный слой укладывают в виде призмы, которая имеет откосы крутизной, как правило, 1 : 1,5 (рис. 3.2). Ширина верхней части устанавливается техническими условиями. Так, расстояние от конца шпалы до начала откоса балластной призмы $b_щ$ принимают в зависимости от класса путей от 25 до 45 см, толщину щебня под шпалой на главных путях $h_щ$ — от 25 до 35 см при деревянных и от 30 до 40 см — при железобетонных шпалах. Толщина песчаной подушки $h_п$ во всех случаях составляет не менее 20 см.

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

Наименьшая толщина балластного слоя под шпалами на станционных (кроме главных) путях принята 25 см. На главных путях всех основных направлений сети железных дорог России используется щебеночный балласт.

3.3. ШПАЛЫ

Шпалы являются основным 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 полушпал, а также

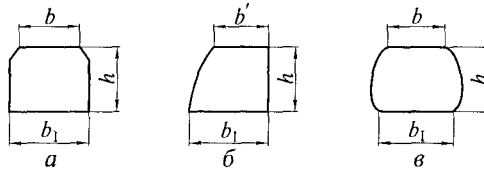


Рис. 3.3. Поперечные профили деревянных шпал:

а — обрезных; *б* — полуобрезных; *в* — необрезных; *h* — высота шпалы; *b*, *b′* ширина верхней постели; b_1 — ширина нижней постели

сплошные опоры в виде плит и рам. Шпалы должны быть прочными, упругими, дешевыми и обладать достаточным сопротивлением электрическому току. Материалами для шпал служат дерево, железобетон, металл.

Достоинствами деревянных шпал являются легкость, упругость, простота изготовления, удобство крепления рельсов, высокое сопротивление токам рельсовых цепей. Недостатки деревянных шпал — сравнительно небольшой срок службы (15...18 лет) и значительный расход деловой древесины. Для увеличения срока службы деревянные шпалы пропитывают масляными антисептиками. Обычно шпалы изготавливают из сосны, ели, пихты, лиственницы, реже кедра, березы.

По форме поперечного сечения деревянные шпалы подразделяют на три вида: *обрезные*, опиленные с четырех сторон, *полуобрезные*, у которых пропилены три стороны, и *необрезные*, имеющие опиленные поверхности только сверху и снизу (рис. 3.3). В зависимости от назначения различают деревянные шпалы трех типов: I — для главных путей магистральных железных дорог, II — для станционных и подъездных путей, III — для путей промышленных предприятий. Размеры поперечного сечения шпал в зависимости от их вида и типа приведены в табл. 3.2. Стандартная длина деревянных шпал составляет 2 750 мм, а для особо грузонапряженных участков применяют шпалы длиной 2 800 мм. До 1967 г. деревянные шпалы изготовляли длиной 2 700 мм.

Таблица 3.2

Тип шпалы	Толщина *h*, мм	Высота пропиленных боковых сторон, мм	Ширина, мм		
			верхней части		нижней части b_1
			b	*b′*	
I	180	150	180	210	250
II	160	130	150	195	230
III	150	105	140	190	230

Начиная с 1957 г. на железных дорогах России получили широкое применение железобетонные шпалы из тяжелого бетона с предварительно напряженной арматурой из стальной углеродистой холоднотянутой проволоки диаметром 3 мм (рис. 3.4). Такие шпалы долговечны (срок их службы 40...50 лет), обеспечивают высокую устойчивость пути, плавность движения поездов, что объясняется их одинаковыми размерами и равной упругостью. Кроме того, применение железобетонных шпал позволяет сберечь древесину для других нужд. На главных путях всех основных направлений сети и в том числе на участках скоростного движения поездов уложены железобетонные шпалы.

К недостаткам этих шпал относятся большая масса, токопроводимость, высокая жесткость, сложность крепления к ним рельсов. Для повышения упругости пути на железобетонных шпалах под рельсы укладывают амортизирующие прокладки. Чтобы избежать утечки электрического тока, в конструкции рельсовых скреплений используют электроизоляционные детали.

В зависимости от типа рельсового скрепления железобетонные шпалы подразделяют на два типа: Ш1 — для раздельного клеммно-болтового скрепления КБ с болтовым прикреплением подкладки к шпале и Ш2 — для нераздельного клеммно-болтового скрепления БПУ с болтовым прикреплением подкладки или рельса к шпале.

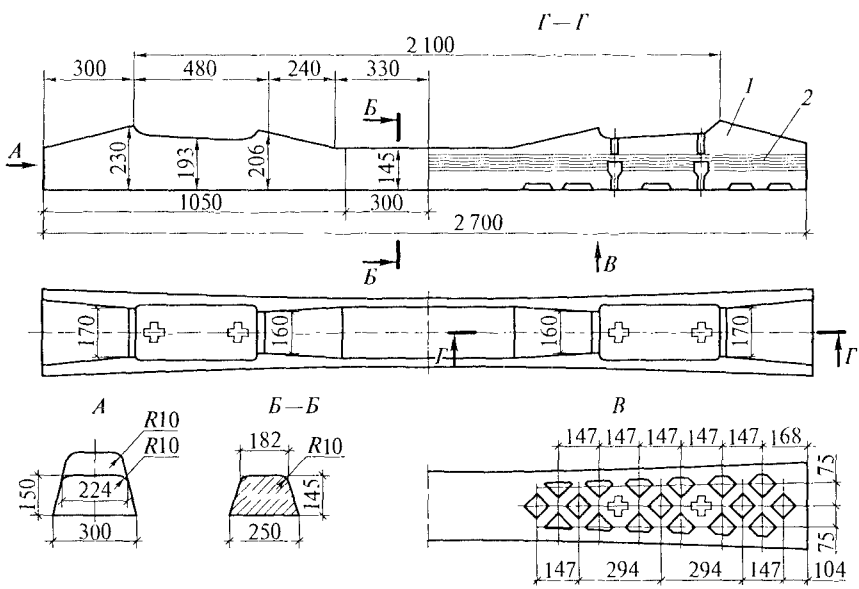


Рис. 3.4. Железобетонная шпала:

1 — бетон; *2* — арматура

Порядок расположения шпал по длине рельсового звена называют *эпюрой шпал*. На железных дорогах России применяют три эпюры, соответствующие укладке 1 600, 1 840 и 2 000 шпал на 1 км пути.

3.4. РЕЛЬСЫ И РЕЛЬСОВЫЕ СКРЕПЛЕНИЯ

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

Для надежной работы рельсы должны быть достаточно прочными, долговечными, износоустойчивыми, твердыми и в то же время нехрупкими, так как они воспринимают ударно-динамическую нагрузку. Материалом для рельсов служит высокопрочная углеродистая сталь. В зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяются на типы Р50, Р65 и Р75. Буква Р означает «рельс», а цифра — округленную массу одного погонного метра в килограммах. До 1962 г. в путь укладывали также рельсы типа Р43.

Поскольку наибольшее воздействие на рельс оказывает вертикальная нагрузка, стремящаяся изогнуть его, наиболее рациональной формой рельса считается двутавровая (рис. 3.5), обеспечивающая одновременно и меньший расход металла. Основные размеры рельсов разных типов даны в табл. 3.3.

Выбор того или иного типа рельсов зависит от грузонапряженности линии, нагрузок и скоростей движения поездов. На линиях

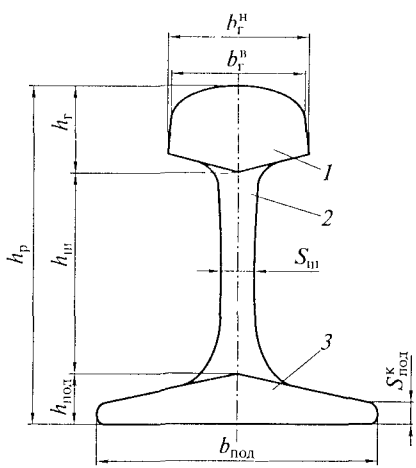


Рис. 3.5. Профиль рельса:

1 — головка рельса; *2* — шейка; *3* — подошва; $h_р$ — высота рельса; $h_г$ — высота головки; $h_ш$ — высота шейки; $h_{под}$ — высота подошвы; $b_г^н$ — ширина головки по низу; $b_г^в$ — ширина головки по верху; $b_{под}$ — ширина подошвы; $S_ш$ — толщина шейки; $S_{под}^к$ — толщина подошвы у края

Таблица 3.3

Тип рельсов	Масса, кг/м	Размеры, мм (см. рис. 3.5)					
		$h_р$	$h_г$	$h_{под}$	$b_г^н$	$b_{под}$	$S_ш$
Р75	74,41	192	55,3	32,3	75	150	20
Р65	64,72	180	45	30	75	150	18
Р50	51,67	152	42	27	72	132	16

скоростного движения пассажирских поездов укладывают рельсы Р65. Рельсы выпускают стандартной длины 25 м, а для укладки в кривых — укороченные, длиной 24,92 и 24,84 м. В качестве уравнительных рельсов при бесстыковом 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).

Увеличение сроков службы рельсов достигается комплексом взаимосвязанных мероприятий: повышением массы рельсов, качества рельсовой стали, ее термоупрочнением и легированием, совершенствованием поперечных профилей, улучшением условий работы рельсов благодаря внедрению бесстыкового пути, шлифовке поверхности катания и смазке боковой рабочей грани головки в кривых и др.

Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии друг от друга, что обеспечивается путем крепления рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев между собой. Рельсы к шпалам крепят с помощью *промежуточных скреплений*, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую связь рельсов со шпалами, постоянство ширины колеи и необходимую подуклонку рельсов, предотвращать продольное смещение и опрокидывание рельсов. При железобетонных шпалах они должны, кроме того, обеспечивать электрическую изоляцию рельсов и шпал.

Промежуточные скрепления бывают трех основных видов: нераздельные, смешанные и раздельные.

При нераздельном скреплении (рис. 3.6, *а*) рельс и подкладки, на которые он опирается, крепят к шпалам одними и теми же костылями или шурупами, а при смешанном скреплении (рис. 3.6, *б*) подкладки, кроме того, крепят к шпалам дополнительными костылями. Смешанное костыльное скрепление с клинчатыми подкладками с уклоном 1 : 20 широко распространено на дорогах нашей страны. Его преимуществами являются простота конструкции, небольшая масса, сравнительная легкость зашивки, перешивки и разборки пути. Однако при таком скреплении не гарантируется постоянство ширины колеи и увеличивается механический износ шпал.

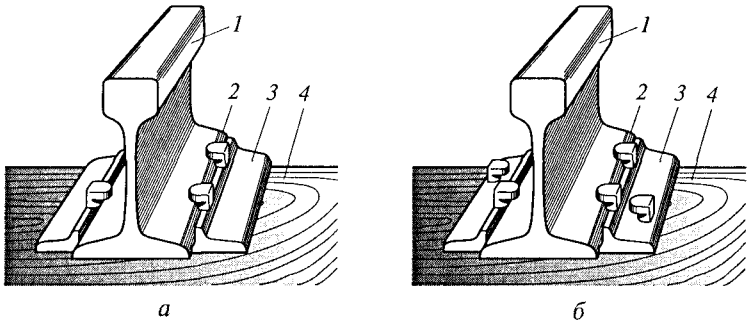


Рис. 3.6. Промежуточные костыльные скрепления для деревянных шпал: *а* — нераздельное; *б* — смешанное; *1* — рельс; *2* — костыль; *3* — подкладка; *4* — шпала

При раздельном скреплении рельс крепят к подкладкам жесткими или упругими клеммами и клеммными болтами, а подкладки к шпалам — болтами или шурупами. Достоинствами раздельного скрепления являются возможность замены рельсов без снятия подкладок, большое сопротивление продольным усилиям, обеспечение постоянства ширины колеи, поэтому его применяют все шире, хотя оно несколько дороже и сложнее по конструкции, чем нераздельное. Кроме того, раздельное скрепление не требует дополнительного закрепления пути от угона, а эксплуатационные расходы по сравнению с другими видами скреплений ниже.

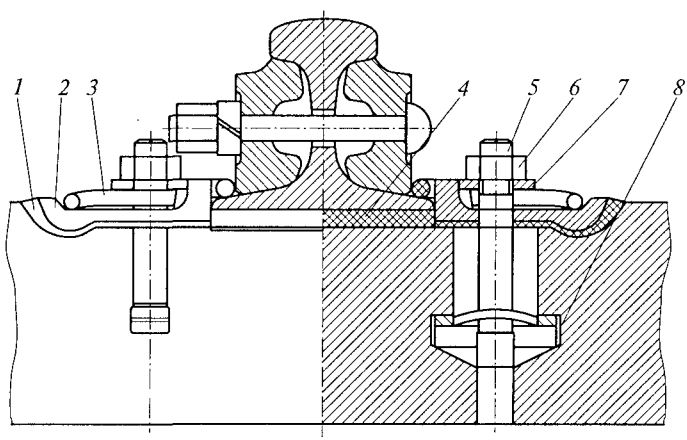


Рис. 3.7. Пружинное скрепление ЖБР-3-65 с прутиковой клеммой:

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

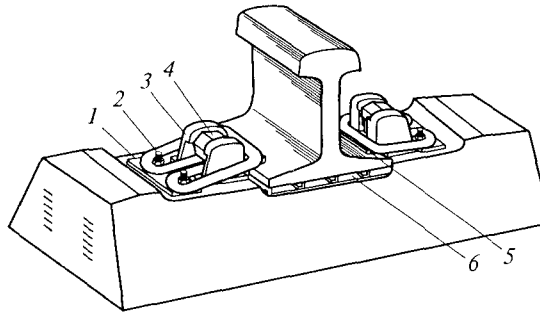


Рис. 3.8. Анкерное рельсовое скрепление АРС-4:

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

На сети железных дорог России широко распространено раздельное скрепление КБ-65. Оно имеет ряд недостатков (большое число деталей, большая масса, высокая жесткость). В настоящее время началось массовое внедрение нового бесподкладочного раздельного скрепления ЖБР-3-65 (рис. 3.7), имеющего меньшую жесткость и более чем в 1,5 раза меньшие массу и число деталей.

Кроме того, разработано анкерное рельсовое скрепление АРС-4 (рис. 3.8), наиболее перспективное для пути с железобетонными шпалами, поскольку из-за отсутствия резьбовых соединений не требует обслуживания, что позволяет резко сократить затраты на содержание пути.

Соединение рельсовых звеньев осуществляют стыковыми скреплениями, основными элементами которых являются накладки, болты с гайками и пружинные шайбы. Стыковые накладки предназначены для соединения рельсов и восприятия в стыке изгибающих и поперечных сил. Двухголовые накладки (рис. 3.9) изготовляют из высокопрочной стали и подвергают закалке. Болты, как и

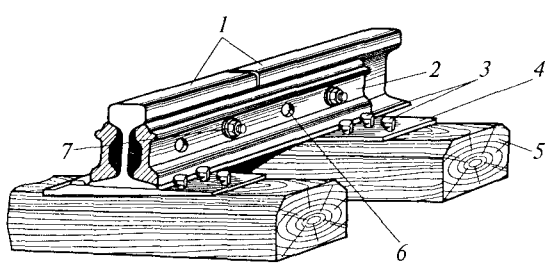


Рис. 3.9. Двухголовая накладка в стыке на весу:

1 — соединяемые рельсы; *2* — накладка; *3* — костыли; *4* — подкладка; *5* — шпала; *6* — болтовое отверстие; *7* — болт с гайкой

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

По расположению относительно шпал в качестве стандартных приняты стыки на весу, обеспечивающие большую упругость и удобство подбивки балласта под стыковые шпалы.

Так как с изменением температуры длина рельсов изменяется, между торцами рельсов в стыках оставляют зазор, наибольший размер которого во избежание сильных ударов колес подвижного состава не должен превышать 21 мм. Каждой температуре рельсов соответствует определенный стыковой зазор

$$l_з = \gamma l_р (t_{max} - t),$$

где γ — коэффициент линейного расширения стали, $°C^{-1}$; $l_р$ — длина рельса, м; t_{max}, t — соответственно наибольшая температура в данной местности и температура в момент укладки рельса, °С.

Для возможности некоторого перемещения концов рельсов в стыках болтовые отверстия в рельсах раньше делали овальными (больший диаметр вдоль рельса) или круглыми, но большего диаметра, чем диаметр болтов. Вновь выпускаемые рельсы имеют круглые отверстия, что повышает прочность рельсов и упрощает технологию их изготовления.

На линиях с автоблокировкой на границах блок-участков устраивают *изолирующие стыки*, чтобы электрический ток не мог

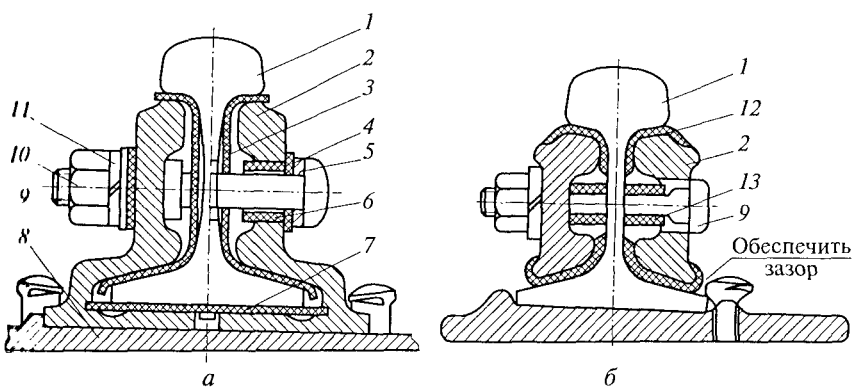


Рис. 3.10. Поперечный разрез изолирующего стыка:

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

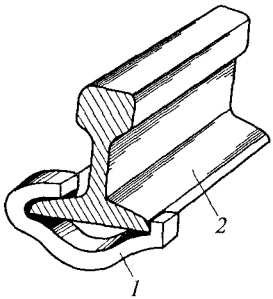


Рис. 3.11. Пружинный противоугон:
1 — пружинная скоба; *2* — подошва рельса

пройти от одного из соединяемых рельсов к другому. Существуют изолирующие стыки двух типов: с металлическими объемлющими накладками и клееболтовые (рис. 3.10). В стыках первого типа изоляцию обеспечивают постановкой прокладок и втулок из фибры, текстолита или полиэтилена. В последнее время все шире применяются клееболтовые стыки, в которых металлические стыковые накладки, изолирующие прокладки из стеклоткани и болты с изолирующими втулками склеиваются эпоксидным клеем с концами рельсов в монолитную конструкцию.

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

Под действием сил, которые создаются при движении поездов по рельсам и в особенности 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 угон бывает двусторонний.

Наилучшим способом предотвращения угона пути является применение щебеночного балласта и раздельных промежуточных скреплений, которые обеспечивают достаточное сопротивление продольному перемещению рельсов и не требуют дополнительных средств закрепления.

При нераздельном и смешанном скреплениях для предотвращения угона пути применяют *противоугоны*. Стандартные пружинные противоугоны (рис. 3.11) представляют собой пружинную скобу *1*, защемляемую на подошве рельса *2* и упирающуюся в шпалу. На 25-метровом звене устанавливают от 18 до 44 пар противоугонов.

3.5. БЕССТЫКОВОЙ ПУТЬ

На железных дорогах широкое распространение получил бесстыковой путь, являющийся наиболее прогрессивной и совершенной конструкцией. Благодаря устранению стыков снижается динамическое воздействие на путь, существенно уменьшается износ колес подвижного состава и сопротивление движению по-

ездов, что сокращает расход топлива и электроэнергии на тягу поездов. Резкое уменьшение числа стыковых скреплений за счет сварки отдельных звеньев в плети дает экономию металла до 1,8 т на каждый километр пути, позволяет снизить расходы на содержание и ремонт пути. 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. Сваривают рельсы электроконтактным способом на стационарных или передвижных контактно-сварочных машинах.

Между сварными плетями (независимо от их длины) при отсутствии изолирующих стыков укладывают две или три пары уравнительных рельсов длиной 12,5 м. При устройстве сборных изолирующих стыков укладываются четыре пары уравнительных рельсов. 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. Начато внедрение высокопрочных металлокомпозитных изолирующих стыков «АпАТэК Р65-МК», выдерживающих разрушающую нагрузку более 2 500 кН, которые устанавливаются между сварными плетями и позволяют отказаться от устройства уравнительных пролетов.

На первых этапах внедрения бесстыкового пути длина сварных плетей на сети железных дорог России обычно принималась не более 800 м, что соответствовало длине составов специальных поездов из платформ, оборудованных роликами для доставки плетей на перегон. С 1986 г. после многолетних опытов разрешена укладка плетей длиной, равной длине блок-участка и даже перегона, при соблюдении ряда дополнительных требований к их изготовлению и эксплуатации.

Одна из основных особенностей бесстыкового пути состоит в том, что хорошо закрепленные рельсовые плети при повышении или понижении температуры не могут изменять свою длину. Из-за этого в них возникают значительные продольные растягивающие или сжимающие силы, достигающие 100...200 кН, которые в жаркую погоду могут привести к выбросу пути в сторону, а в сильный мороз — к излому плети 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, где к верхнему строению

пути предъявляются повышенные требования. Особое внимание уделяется предотвращению и устранению волнообразного износа поверхности катания рельсов. Этот износ ликвидируется шлифовкой рельсов с помощью специальных рельсошлифовальных поездов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите составные элементы верхнего строения пути.
2. От чего зависит класс путей и сколько всего классов?
3. Какие требования предъявляются к балласту?
4. Назовите основные материалы, используемые в качестве балласта.
5. Укажите назначение шпал и их основные размеры.
6. Перечислите достоинства и недостатки деревянных и железобетонных шпал.
7. Каково назначение рельсов? Назовите их основные размеры. Что такое рельсовые скрепления?
8. Что такое бесстыковой путь?

ГЛАВА 4

УСТРОЙСТВО РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Устройство рельсовой колеи тесно связано с конструкцией и размерами колесных пар подвижного состава. Колесная пара (рис. 4.1) состоит из стальной оси *1*, на которую наглухо насажены колеса *2*, имеющие для предотвращения схода с рельсов направляющие гребни *3*. 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, соединенными рамой, называется *жесткой базой*, а между крайними осями вагона или локомотива — *полной колесной базой* (рис. 4.2).

Жесткое соединение колесных пар обеспечивает устойчивое положение их 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, который обеспечивает более равномерный износ, большее сопротивление горизонтальным силам, направленным поперек пути, меньшую чувствительность к неисправностям его и препятствует появлению желоба на поверхности катания, затрудняющего прохождение колесных пар по стрелочным переводам. В соответствии с этим и рельсы устанавливаются также с уклоном 1 : 20, что при деревянных шпалах достигается применением клинчатых подкладок, а при железобетонных — соответствующим наклоном поверхности шпал в зоне опирания рельсов.

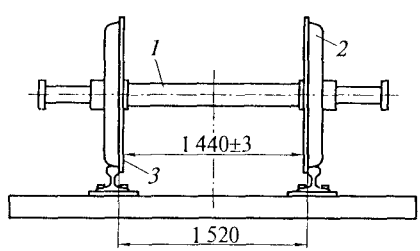


Рис. 4.1. Колесная пара на рельсовой колее:

1 — стальная ось; *2* — колесо; *3* — направляющий гребень

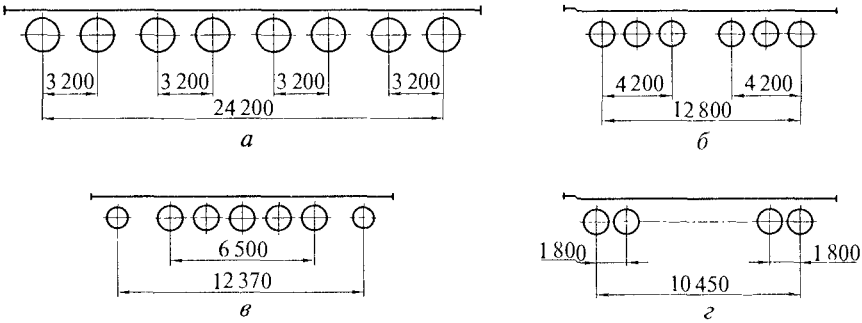


Рис. 4.2. Жесткая и полная колесные базы:

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

Расстояние между внутренними гранями головок рельсов называется *шириной колеи*. Эта ширина складывается из расстояния между колесами ((1 440 ± 3) мм), двух толщин гребней (25...33 мм) и зазоров между колесами и рельсами, необходимых для свободного прохождения колесных пар. Ширина нормальной (широкой) колеи в прямых и кривых участках пути с радиусом более 349 м принята в России 1 520 мм с допусками в сторону уширения 8 мм, а на участках со скоростями движения до 50 км/ч — 10 мм. Допуск в сторону сужения составляет 4 мм. До 1972 г. нормальной на наших дорогах считалась ширина колеи 1 524 мм; сужение ее до 1 520 мм принято для уменьшения зазора между колесами и рельсами, что при возросших скоростях движения способствует уменьшению расстройств пути.

В соответствии с ПТЭ верх головок рельсов обеих нитей пути на прямых участках должен быть в одном уровне. Разрешается на прямых участках пути на всей протяженности каждого из них содержать одну рельсовую нить на 6 мм выше другой.

При сооружении 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.

4.2. 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, укладка укороченных рельсов во внутреннюю рельсовую нить, усиление пути, увеличение расстояния между осями путей на двух- и многопутных линиях.

Возвышение наружного рельса предусматривается при радиусе кривой 4 000 м и менее для того, чтобы нагрузка на каждую рельсовую нить была примерно одинаковой с учетом действия центробежной силы.

Известно, что при следовании подвижного состава по кривой радиусом R со скоростью v возникает центробежная сила. При возвышении наружного рельса появляется составляющая веса, направленная внутрь кривой. Для одинакового давления на рельсовые нити необходимо, чтобы эти силы были равны, тогда равнодействующая сила будет перпендикулярна наклонной плоскости пути.

Возвышение наружного рельса, мм, определяется по формуле

$$h = 12{,}5v^2/R,$$

где v — скорость, км/ч; R — радиус, м.

Поскольку в реальных условиях по кривым проходят поезда разной массы Q_i, и с различными скоростями v_i, то для равномерного износа рельсов в приведенную формулу подставляют среднюю квадратическую скорость

$$v_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{\sum Q_i N_i v_i^2}{\sum Q_i N_i}},$$

где N_i — число поездов i-й категории.

Согласно ПТЭ максимальное возвышение наружного рельса в кривой составляет 150 мм.

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

Переходная кривая в плане (рис. 4.3) представляет собой кривую переменного радиуса, уменьшающегося от бесконечно большого (∞) до R — радиуса круговой кривой с уменьшением кривизны пропорционально изменению длины. Кривая, обладающая таким свойством, представляет собой радиоидальную спираль, уравнение которой выражается в виде ряда

$$y = \frac{x^3}{6C}\left[1 + \frac{2x^4}{35C^2} + \frac{293x^8}{237\,000C^4} + \ldots\right],$$

где C — параметр переходной кривой, $C = lR$; l — длина переходной кривой.

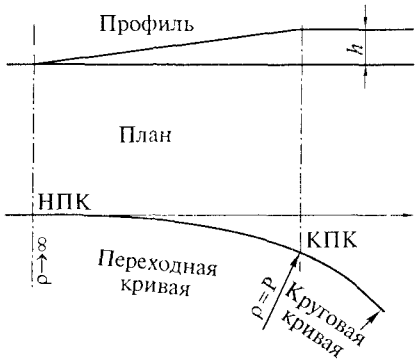


Рис. 4.3. План и профиль переходной кривой:

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

В связи с тем что длина переходной кривой l мала по сравнению с C, практически достаточно ограничиться двумя первыми членами ряда приведенной формулы. В профиле переходная кривая в обычных условиях представляет собой наклонную линию с однообразным уклоном $i = h/l$.

Уширение колеи осуществляют для обеспечения вписывания подвижного состава в кривые. Поскольку колесные пары закреплены в раме тележки таким образом, что в пределах жесткой базы они всегда параллельны между собой, в кривой только одна колесная пара может расположиться по радиусу, а остальные будут находиться под углом. Это вызывает необходимость увеличения зазора между гребнями колес и рельсами во избежание заклинивания колесных пар (рис. 4.4). Для свободного вписывания двухосной тележки в кривую необходимая ширина колеи

$$S_c = f_н + q_{max} + 4,$$

где $f_н$ — стрела изгиба кривой по наружной нити при хорде 2λ; q_{max} — максимальное расстояние между наружными гранями гребней колес; 4 — допуск по сужению колеи, мм.

В ПТЭ установлены следующие нормы ширины колеи в кривых:

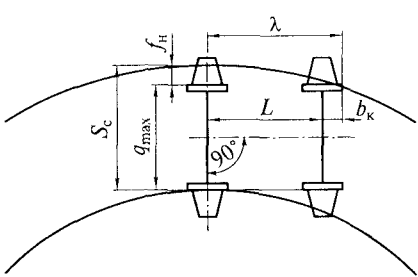


Рис. 4.4. Схема свободного вписывания в кривую двухосной тележки:

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

при $R \geq 350$ м — 1 520 мм;

$R = 349...300$ м — 1 530 мм, в том числе при железобетонных шпалах — 1 520 мм;

$R \leq 299$ м — 1 535 мм.

Укладка укороченных рельсов во внутреннюю рельсовую нить необходима для исключения разбежки стыков. Поскольку внутренняя рельсовая нить в кривой короче наружной, то укладка в нее рельсов той же длины, что и в наружную, вызовет забегание стыков вперед на внутренней нити. Для устранения разбежки стыков при каждом радиусе кривой необходимо иметь свое укорочение рельса. В целях унификации применяют стандартные укорочения рельсовых звеньев длиной 25 м на 80 и 160 мм.

Укладку укороченных рельсов во внутренней нити чередуют с укладкой рельсов нормальной длины так, чтобы забег стыков не превышал половины укорочения, т.е. 40 и 80 мм.

Усиление пути в кривых предусматривается при $R \leq 1\,200$ м для обеспечения необходимой равнопрочности с примыкающими прямыми. Для этого увеличивают число шпал на километр, уширяют балластную призму с наружной стороны кривой, ставят несимметричные подкладки с большим плечом в наружную сторону, укладывают термически упроченные рельсы. В круговых кривых на двух- и многопутных линиях увеличивают расстояние между осями путей в соответствии с требованиями габарита.

Контрольные вопросы

1. Как устроена рельсовая колея на прямых и кривых участках пути?
2. Назовите нормы ширины колеи в прямых и кривых участках пути.
3. Как должны размещаться по уровню рельсовые нити на прямых?
4. Каково максимальное возвышение наружного рельса в кривой?
5. Для чего устраиваются переходные кривые?
6. В чем заключается усиление пути в кривых?

ГЛАВА 5

СТРЕЛОЧНЫЕ ПЕРЕВОДЫ

5.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Для перехода подвижного состава с одного пути на другой служат стрелочные переводы, а для пересечения путей — глухие пересечения. С применением стрелочных переводов и глухих пересечений устраивают соединения путей, называемые стрелочными улицами и съездами.

В зависимости от назначения и условий соединения путей между собой стрелочные переводы подразделяют на одиночные, двойные и перекрестные. Одиночные переводы делятся на односторонние (обыкновенные), симметричные и несимметричные.

Наибольшее распространение на железных дорогах мира получили обыкновенные стрелочные переводы, которые укладывают на главных, приемоотправочных и прочих путях станций. Симметричные стрелочные переводы применяют главным образом в горочных горловинах станций. Их укладка сокращает длину горловины и обеспечивает одинаковое сопротивление движению при отклонении вагонов в одну или другую сторону. Несимметричные, а также двойные стрелочные переводы на магистральном железнодорожном транспорте России не применяются.

Перекрестные стрелочные переводы, которые заменяют два обыкновенных, используют при переустройстве существующих станций в стесненных условиях для сокращения объемов работ по перекладке путей и сносу существующих зданий и сооружений. Такие переводы широко применяют в горловинах пассажирских станций, что позволяет сократить длину горловины и значительно снизить число углов поворота на маршрутах приема и отправления поездов, повышая тем самым комфорт для пассажиров.

5.2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РАЗМЕРЫ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Обыкновенный стрелочный перевод (рис. 5.1) служит для соединения двух путей. Он может быть право- или левосторонним и

применяется при отклонении бокового пути от прямого в ту или другую сторону. В состав стрелочного перевода входят собственно стрелка, крестовина с контррельсами *6*, *8*, соединительная часть между ними и переводные брусья *11*.

Стрелка состоит из двух рамных рельсов *2*, *4*, двух остряков *3*, предназначенных для направления подвижного состава на прямой или боковой путь, и переводного механизма *1*.

Остряки соединяются друг с другом поперечными стрелочными тягами, с помощью которых один из остряков плотно подводится к рамному рельсу, а другой отходит от второго рамного рельса на расстояние, необходимое для свободного прохода гребней колес. Расстояние, на которое этот остряк отходит от оси первой тяги, называется *шагом остряка*.

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. 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. 5.2) состоит из сердечника *3* и двух усовиков *1*. Она обеспечивает пересечение гребнем колес рельсовых головок, а контррельсы направляют гребни колес в соответствующие желоба *2* при проходе колесной пары по крестовине. Точка пересечения продолжения рабочих граней сердечника крестовины называется ее *математическим центром*, а самое узкое место между усо-

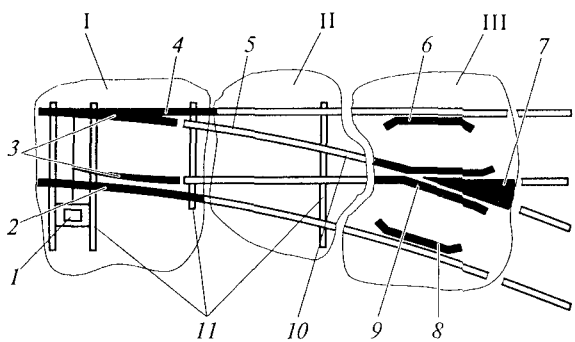


Рис. 5.1. Схема обыкновенного стрелочного перевода:

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

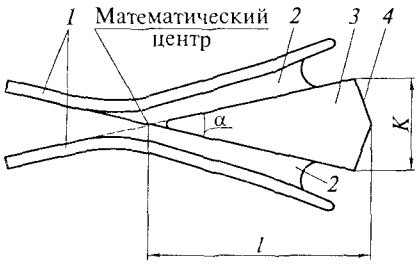


Рис. 5.2. Схема крестовины:

1 — усовики; *2* — желоба; *3* — сердечник; *4* — хвост крестовины; *K* — ширина сердечника крестовины; *l* — длина сердечника крестовины; α — угол крестовины

виками — *горлом крестовины*. Угол α, образуемый рабочими гранями сердечника, называется *углом крестовины*.

Соединительная часть перевода, лежащая между стрелкой и крестовиной, состоит из прямого участка и переводной кривой. Радиус этой кривой зависит от угла крестовины: чем меньше угол, тем больше радиус. Переводы с меньшими углами крестовин допускают большие скорости движения поездов на боковой путь. Стрелочные переводы крепятся с помощью специальных башмаков, подкладок, шурупов и костылей к переводным брусьям или железобетонным плитам, которые укладываются на балластную призму.

Симметричный перевод (рис. 5.3) 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 применяются при разветвлении основного пути на два под одинаковым углом α/2. Весьма редко применяются разносторонние *несимметричные переводы*, имеющие разные углы отклонения обоих путей от основного.

Двойной перевод разветвляет основной путь на три направления. Такие переводы предназначены для укладки в стесненных условиях.

Перекрестный перевод (рис. 5.4) дает возможность переходить подвижному составу с одного пути на другой в обоих направлениях. Перевод имеет восемь остряков и четыре крестовины — две острые и две тупые.

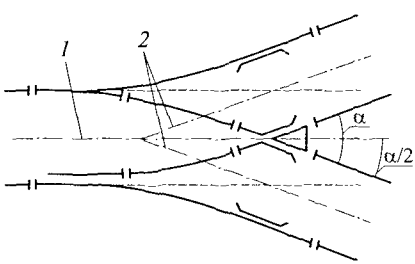


Рис. 5.3. Схема симметричного стрелочного перевода:

1 — ось прямого пути; *2* — ось бокового пути; α — угол крестовины

Стрелочные переводы различаются типом рельсов, а также конструкцией остряков и значениями углов, образуемых в крестовинах пересекающимися рельсовыми нитями.

Остряки могут быть прямолинейными и криволинейными. Последние образуют меньший угол с рамным рельсом, что облегчает вписывание подвижного состава в переводную кривую.

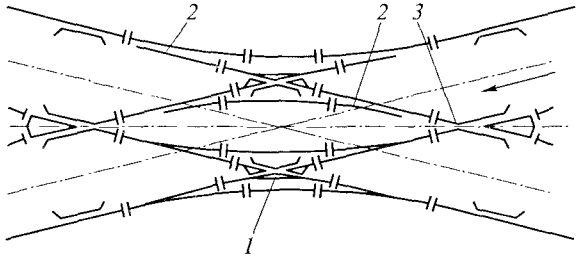


Рис. 5.4. Схема перекрестного стрелочного перевода:
1 — тупая крестовина; *2* — остряки; *3* — острая крестовина

Важнейшим параметром стрелочного перевода является марка крестовины M, которая определяется следующим образом:

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

где α — угол крестовины; N — целое или дробное число.

Согласно СТН Ц-01—95 в зависимости от назначения в путь должны укладывать стрелочные переводы со следующими марками крестовин.

Назначение стрелочных переводов	*Марки крестовин*
Безостановочный пропуск поездов при разветвлении главного пути в путепроводных развязках	1/18; 1/22; 1/11*
Прием и отправление пассажирских поездов по боковому пути	1/11; 1/9**
Прием и отправление грузовых поездов по боковому пути	1/9; 1/6***
На соединительных и прочих станционных путях	1/9; 1/6***

* В обоснованных случаях.

** Перекрестные переводы и одиночные, являющиеся продолжением перекрестных.

*** Симметричные переводы.

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

На главных путях станций, где предусмотрен пропуск пассажирских поездов со скоростями 140...200 км/ч, должны укладываться стрелочные переводы с гибкими остряками и крестовиной с непрерывной поверхностью катания. Конструктивной особен-

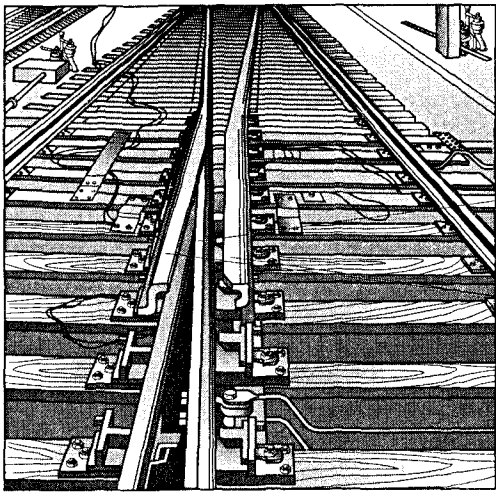


Рис. 5.5. Крестовина с подвижным сердечником:
1 — подвижный сердечник крестовины; *2* — усовики

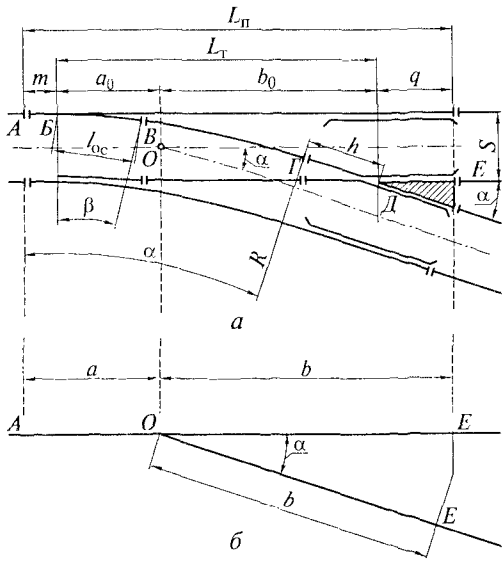


Рис. 5.6. Геометрические элементы стрелочного перевода:

а — в рельсовых нитях; *б* — в осях путей; *m* — расстояние от стыка рамного рельса до начала остряка; *q* — длина хвостовой части (сердечника) крестовины; *O* — центр стрелочного перевода, т.е. точка пересечения осей путей — центра перевода (ЦП); a_0 — расстояние от начала остряков до ЦП; *a* — расстояние от начала рамного рельса до ЦП; b_0 — расстояние от ЦП до математического центра крестовины; *b* — расстояние от ЦП до корня крестовины; $L_т$ — теоретическая длина перевода; $L_п$ — полная длина перевода; *S* — ширина колеи; α — угол крестовины; *A* — начало рамного рельса; *Б* — начало остряка; *B* — начало переводной кривой; *Г* — конец переводной кривой; *Д* — математический центр крестовины; *E* — корень крестовины; *R* — радиус переводной кривой; $l_{ос}$ — длина остряка; *h* —расстояние от конца переводной кривой до центра крестовины

ностью этого перевода является наличие крестовины, имеющей гибкий подвижной сердечник. В рабочих положениях сердечник плотно прилегает к соответствующей боковой грани усовика крестовины, благодаря чему образуется непрерывная поверхность катания для колес подвижного состава (рис. 5.5).

При проектировании и укладке соединений путей необходимо знать основные размеры геометрических элементов стрелочного перевода, определяемые расчетом (рис. 5.6).

Для удобства изображения и чтения схем и планов железнодорожных путей на чертеж наносят лишь оси путей, съездов, глухих пересечений, стрелочных улиц и центры стрелочных переводов. Этот способ удобен также тем, что разбивку путей и переводов для укладки их на станциях осуществляют по осям путей, откладывая в натуре размеры геометрических элементов переводов, состоящих в этом случае из прямых отрезков.

Таким образом, как видно на рис. 5.6, обыкновенный стрелочный перевод будет представлять в осях путей изображение в виде двух линий, расходящихся от центра перевода под углом крестовины α. Основные размеры стрелочных переводов в зависимости от марки крестовины и типа рельсов даны в табл. 5.1.

Нанесение на чертеж стрелочного перевода выполняют следующим образом: от центра перевода по оси прямого пути откладывают в принятом масштабе число единиц, соответствующее знаменателю марки крестовины, а в конце этого размера перпендикулярно оси пути откладывают единицу (числитель марки крестовины) в том же масштабе; после этого полученную точку соединяют с центром перевода.

Таблица 5.1

Тип рельсов	Марка крестовины	Угол крестовины	Основные размеры, м		Тип рельсов	Марка крестовины	Угол крестовины	Основные размеры, м	
			a	*b*				*a*	*b*
Р75	1/11	5°11′40″	14,06	19,30	Р65	1/9	6°20′25″	15,23	15,81
Р65	1/22	2°35′50″	31,86	39,26	Р50	1/18	3°10′12″	25,63	31,89
Р65	1/18	3°10′12″	25,63	38,19	Р50	1/11	5°11′40″	14,48	19,05
Р65	1/11	5°11′40″	14,06	19,30	Р50	1/9	6°20′25″	15,46	15,60
Р65	1/11*	5°11′40″	14,06	20,42	Р50	1/6***	9°27′45″	9,95	10,56
Р65	1/11**	5°11′40″	14,06	23,58	Р50	1/6****	9°27′45″	6,95	10,56

* С подуклонкой рельсов.
** С подвижным сердечником.
*** Переводы для приемоотправочных путей.
**** Переводы для горочных путей.

5.3. ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ В ГОРЛОВИНАХ СТАНЦИЙ

Для сокращения длины путей, занимаемой стрелочными переводами, и удобства обслуживания стрелок переводы стремятся располагать компактно. Возможные схемы взаимного расположения стрелочных переводов, укладываемых рядом на одном пути, показаны на рис. 5.7. Там же приведены формулы для расчета расстояний X между центрами стрелочных переводов. Прямая вставка d между переводами в схемах *1*, *2* и *3* определяется по условиям вписывания подвижного состава и нормируется в зависимости от скорости, назначения пути и наличия необходимого пространства. В случаях укладки переводов на главных путях по схемам *1*—*3* вставка d принимается не менее 12,5 м, а в стесненных условиях — не менее 6,25 м. Если же по главным путям предусматривается движение поездов со скоростями 141...200 км/ч, размер вставки d принимается 25 м, а в трудных условиях — 12,5 м.

На приемоотправочных путях вставка в схеме *1* принимается 12,5 м (в стесненных условиях не менее 6,25 м), а в схемах *2* и *3* — 6,25 м. На переустраиваемых станциях в трудных условиях в схеме *2* вставка может не предусматриваться, а в схеме *3* — приниматься равной 4,5 м.

На прочих путях при укладке переводов по схемам *1*—*3* вставка d может приниматься равной 6,25 м, а в трудных условиях допускается укладывать переводы по схемам *1* и *2* без вставки, а по схеме *3* со вставкой 4,5 м. При укладке смежных переводов из рель-

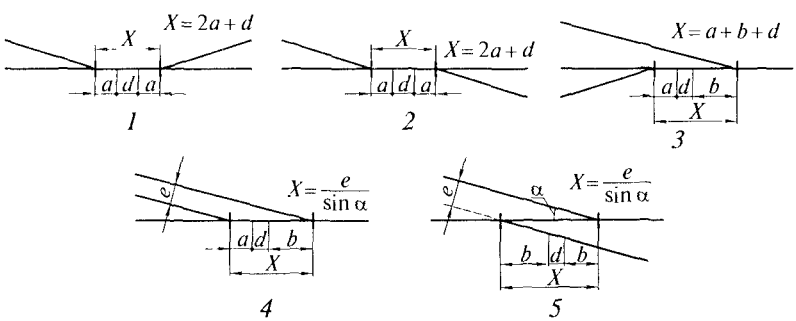


Рис. 5.7. Схемы взаимного расположения стрелочных переводов:

1 и *2* — встречная укладка; *3* — попутная укладка; *4* и *5* — ответвление двух параллельных путей в одну сторону и в разные стороны соответственно; a — расстояние от начала рамных рельсов до центра стрелочного перевода; b — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовины; d — прямая вставка; X — расстояние между центрами стрелочных переводов; e — междупутное расстояние; α — угол крестовины

сов разных типов прямая вставка d во всех случаях устраивается длиной не менее 12,5 м.

При укладке стрелочных переводов по схемам *4* и *5* размер вставки d определяется в зависимости от ширины междупутья соответственно по формулам

$$d = \frac{e}{\sin\alpha} - (a_1 + b_2); \quad d = \frac{e}{\sin\alpha} - (b_1 + b_2).$$

Расстояния между стрелочными переводами приведены в приложении 1.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены стрелочные переводы?

2. Назовите основные элементы стрелочного перевода.

3. Каково назначение крестовинной части стрелочного перевода?

4. Каковы должны быть марки крестовин стрелочных переводов, укладываемых на главных, приемоотправочных и прочих путях?

5. Приведите основные схемы взаимного расположения стрелочных переводов на одном пути в горловинах станций.

ГЛАВА 6

ПЕРЕЕЗДЫ, ПУТЕВЫЕ ЗАГРАЖДЕНИЯ И ПУТЕВЫЕ ЗНАКИ

6.1. НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕЕЗДОВ

Для безопасного пересечения железнодорожных путей в одном уровне автомобильными дорогами, трамвайными и троллейбусными линиями, а также для пропуска сельскохозяйственных, строительно-дорожных и других самоходных машин, прогона скота и прохода пешеходов на железных дорогах устраивают переезды. Места пересечения железнодорожных путей автомобильными дорогами в одном уровне устанавливаются начальником железной дороги.

Переезды располагают, как правило, на прямых участках пути и под прямым углом для обеспечения лучшей видимости. В трудных условиях угол пересечения может быть уменьшен до 60°. Видимость считается удовлетворительной, если с автодороги на расстоянии 50 м от переезда приближающийся с любой стороны поезд виден не менее чем за 400 м, а машинисту переезд виден не менее чем за 1 000 м.

В зависимости от интенсивности движения автомобилей и числа пересекаемых железнодорожных путей переезды делятся на четыре категории и могут быть регулируемыми и нерегулируемыми. К регулируемым относятся переезды, на которых движение автотранспорта регулируется устройствами переездной сигнализации или дежурным работником. Регулируемые переезды подразделяются на охраняемые (рис. 6.1) и неохраняемые, а охраняемые в свою очередь могут быть со шлагбаумами и без шлагбаумов.

Переезды, не оборудованные устройствами переездной сигнализации и не обслуживаемые дежурным работником, относятся к нерегулируемым.

На переездах, обслуживаемых дежурным работником, должна быть обеспечена радиосвязь с машинистами поездных локомотивов и специального самоходного подвижного состава, прямая телефонная связь с ближайшей станцией или постом, а на участках, оборудованных диспетчерской централизацией, — с поездным диспетчером.

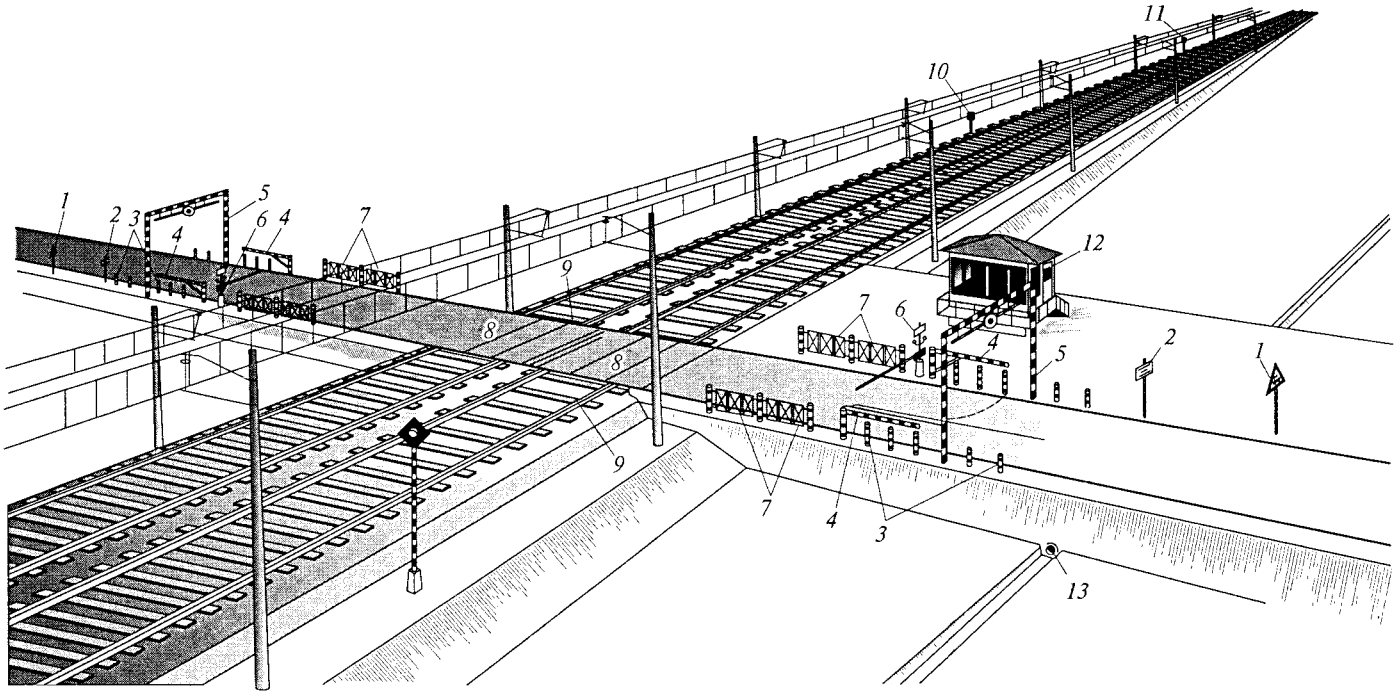


Рис. 6.1. Охраняемый переезд:

1 — дорожный знак «Железнодорожный переезд со шлагбаумом»; *2* — предупредительный знак «Берегись поезда»; *3* — столбики; *4* — запасные шлагбаумы (ручные); *5* — габаритные ворота; *6* — автоматический шлагбаум; *7* — перила (ограды); *8* — железобетонные плиты настила; *9* — трубки для установки переносных красных флагов; *10* — заградительный светофор; *11* — сигнальный знак «С» («Свисток»); *12* — переездный пост; *13* — водопропускная труба

Все переезды категорий I и II, а также категорий III и IV, расположенные на участках, оборудованных продольными линиями электроснабжения, или имеющие вблизи другие постоянные источники электроснабжения, в ночное время должны освещаться, а в необходимых случаях оборудоваться прожекторными установками для осмотра проходящих поездов.

На переездах должен быть уложен типовой настил. Подъезды к переездам ограждают столбиками или перилами, а при интенсивном пешеходном движении устраивают и пешеходные дорожки. На подходах к переездам должны быть предупредительные знаки: со стороны подхода поездов — сигнальный знак о подаче свистка («Свисток»), а со стороны автомобильной дороги знаки, предусмотренные Инструкцией* в соответствии с Правилами дорожного движения.

На электрифицированных железных дорогах с обеих сторон переезда устанавливаются дорожные запрещающие знаки «Ограничение высоты» с цифрой на знаке «4,5 м» (для безопасного прохода нагруженных автомобилей под контактным проводом).

Безопасное движение поездов и транспортных средств на охраняемом переезде обеспечивает дежурный по переезду, который должен своевременно открывать и закрывать шлагбаум и подавать установленные сигналы, наблюдать за состоянием проходящих поездов. В случае обнаружения неисправности, угрожающей безопасности движения, дежурный по переезду обязан принять меры к остановке поезда, а если отсутствует сигнал, обозначающий хвост поезда, — доложить об этом дежурному по станции, а на участках, оборудованных диспетчерской централизацией, — поездному диспетчеру.

6.2. ПУТЕВЫЕ ЗАГРАЖДЕНИЯ И ПУТЕВЫЕ ЗНАКИ

К устройствам путевого заграждения относятся путевые упоры тупиковых путей, поворотные брусья, сбрасывающие башмаки и стрелки.

Путевой упор представляет собой заделанную в грунт конструкцию из бревен или старых рельсов, скрепленных в виде трехгранной призмы. В верхней части упора находится брус с сигнальным знаком, окрашенный чередующимися черными и белыми полосами (рис. 6.2). Перед брусом отсыпается призма из песка или щебня.

При примыкании подъездных путей предприятий к станционным на их границе в необходимых случаях устанавливаются пово-

---

* Инструкция по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России. — М.: Транспорт, 1997. — 103 с.

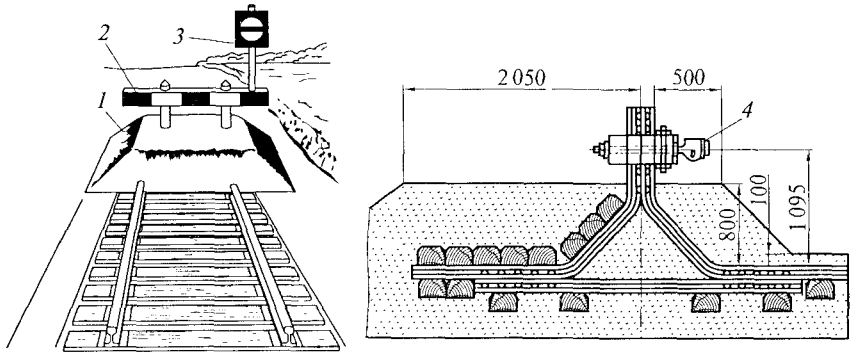


Рис. 6.2. Путевой упор:

а — деревянный; б — рельсовый с головкой автосцепки; 1 — песчаная призма; 2 — брус; 3 — сигнальный знак; 4 — головка автосцепки

ротные брусья, наверху которых размещают сигнальный указатель путевого заграждения (рис. 6.3).

Для предотвращения выхода подвижного состава с подъездного пути на станционные (при наличии спуска) устраивают предохранительные тупики полезной длиной 50 м, сбрасывающие башмаки или стрелки с переводным механизмом для установки их в заграждающее положение.

У главных путей устанавливают путевые знаки, необходимые работникам пути и локомотивным бригадам. Путевые знаки обозначают на пути определенное место (границы километров, пикетов, начала и конца кривых и др.). Километровые путевые знаки (рис. 6.4, *а*) размещают с правой стороны по счету километров на расстоянии не менее 3 100 мм от оси пути, а в выемках (кроме скальных) и на выходах из них — не менее 5 700 мм (для возможности очистки пути от снега путевыми стругами).

В точках перелома продольного профиля на таком же расстоянии устанавливают уклоноуказательные знаки (рис. 6.4, *б*). Пикетные знаки (рис. 6.4, *в*) расставляют между километровыми через каждые 100 м.

Знаки наивысшего горизонта вод и максимальной высоты волны (рис. 6.4, *г*) размещают у железнодорожного полотна в местах разлива рек; знаки начала (НКК) и конца (ККК) круговых кривых — как справа, так и слева от пути в зависимости от расположения угла поворота линии.

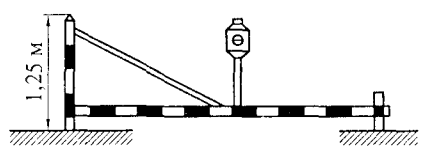


Рис. 6.3. Поворотный брус заграждения

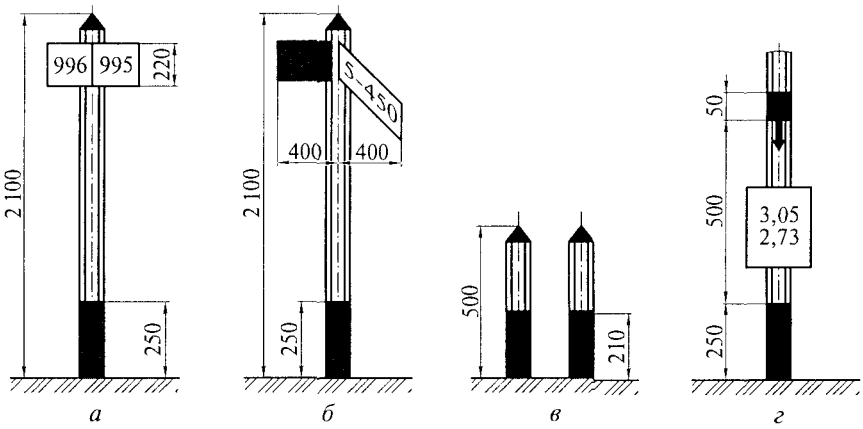


Рис. 6.4. Путевые знаки:

а — километровый; *б* — уклоноуказательный; *в* — пикетный; *г* — наивысшего горизонта вод и максимальной высоты волны

Сигнальные знаки, связанные с работами, выполняемыми на пути, с продолжительными ограничениями скорости, снегоборьбой и др., требуют определенных действий (торможения, подачи оповестительного сигнала и др.). Они бывают переносными и постоянными. К этим сигнальным знакам относятся подача свистка «С», «Начало опасного места», «Конец опасного места», «Поднять нож, закрыть крылья», «Опустить нож, открыть крылья» (рис. 6.5). Последние устанавливают у мест препятствий для работы снегоочистителей (у переездов, мостов и др.).

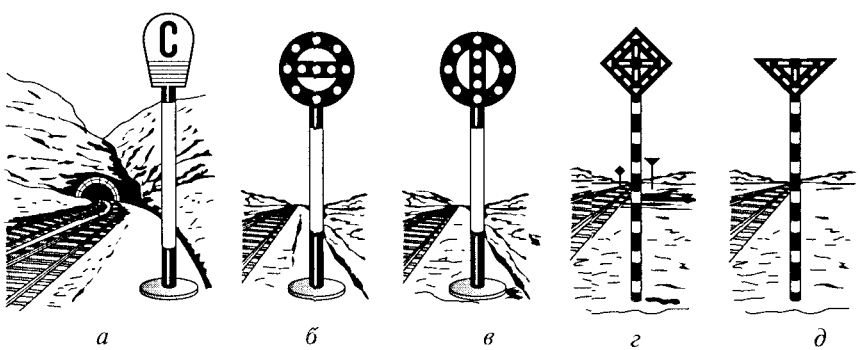


Рис. 6.5. Сигнальные знаки:

а — подача свистка «С»; *б* — «Начало опасного места»; *в* — «Конец опасного места»; *г* — «Поднять нож, закрыть крылья»; *д* — «Опустить нож, открыть крылья»

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены переезды?

2. Как должны размещаться переезды через железнодорожные пути?

3. Для чего на электрифицированных линиях перед переездами сооружаются габаритные ворота? Какова их высота?

4. Назовите виды устройств путевого заграждения.

5. Назовите основные виды путевых знаков.

6. Какие сигнальные знаки связаны с работами, выполняемыми на пути?

ГЛАВА 7

РЕМОНТ И ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ПУТИ

7.1. ЗАДАЧИ ПУТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА И ЕГО СТРУКТУРА

Содержание пути и путевых устройств в постоянной исправности является основным предназначением предприятий путевого хозяйства.

Общее руководство путевым хозяйством в открытом акционерном обществе «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») осуществляет Департамент пути и сооружений.

На железных дорогах, являющихся филиалами ОАО «РЖД», работой путевого комплекса руководит заместитель начальника дороги по пути. На ряде дорог в его подчинении находятся служба пути и дирекция по ремонту пути (Путьрем); на некоторых дорогах имеются три службы: содержания пути, ремонта пути, механизации путевых работ.

Основными структурными подразделениями службы пути являются дистанции пути (ПЧ), обеспечивающие в основном содержание пути. Кроме того, на каждой дороге организуются дистанция защитных лесонасаждений (ПЧЛ) и дистанция диагностики пути (ПЦД), располагающая парком путеизмерительной и дефектоскопной техники. На отдельных дорогах созданы механизированные дистанции пути (ПЧМ) с парком машин для выполнения путевых работ.

Дистанции пути, обслуживающие в среднем 300 км главных путей, делятся на околотки, а последние — на рабочие отделения, за которыми закрепляется около 10 км путей. Дистанция защитных лесонасаждений делится на производственные участки, каждый из которых обслуживает зону существующих дистанций пути.

В состав дирекции по ремонту пути или службы ремонта пути входят путевые машинные станции, рельсосварочные поезда, заводы по производству щебня, шпал, бетона. В составе путевой машинной станции (ПМС) формируются путевые колонны по 70—80 чел. в среднем на каждую ПМС, работающие по региональному принципу и обслуживающие в среднем три дистанции пути.

Размещение и техническое оснащение дистанций пути, путевых машинных станций и других предприятий путевого хозяйства должны обеспечивать проведение необходимых работ по содержанию и ремонту железнодорожного пути, сооружений и устройств для выполнения заданных размеров движения с установленными скоростями.

В последние годы в путевом хозяйстве все шире внедряются ресурсосберегающие технологии, основой которых являются использование старогодных материалов (рельсов, скреплений, стрелочных переводов) с укладкой их в пути более низких классов, очистка щебня вместо замены новым, репрофилирование рельсов для восстановления нормального очертания головок изношенных рельсов, реанимация стрелочных переводов (наплавка и шлифовка крестовин для восстановления их нормальных размеров) и др. К ресурсосберегающим технологиям относится и внедрение планово-предупредительной выправки пути, которая обеспечивает экономию труда и материалов при последующих капитальных работах по ремонту пути, а также снижение расходов на текущее содержание пути.

7.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПУТЕВЫХ РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Работы по техническому обслуживанию пути и стрелочных переводов подразделяются на следующие виды: усиленный капитальный ремонт пути, капитальный ремонт пути, усиленный средний ремонт пути, средний ремонт пути, сплошная замена рельсов и металлических частей стрелочных переводов, сопровождаемая работами в объеме среднего ремонта пути, подъемочный ремонт 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 устанавливаются в зависимости от класса, группы и категории пути.

Усиленный капитальный ремонт пути выполняют для комплексного обновления верхнего строения пути на путях 1-го и 2-го классов, а стрелочных переводов — на путях 1—3-го классов. При усиленном капитальном ремонте пути осуществляют: замену рельсошпальной решетки новой; замену стрелочных переводов; ремонт водоотводов; работы по повышению несущей способности земляного полотна в местах деформаций; выправку и подбивку пути с постановкой его на проектную отметку в профиле; выправку кривых в плане с восстановлением проектных радиусов; приведение переходных кривых и прямых вставок между кривыми

в соответствие с максимальными скоростями движения, установленными на участке; планировку балластной призмы; срезку обочины земляного полотна, а также другие работы, предусмотренные проектом.

Капитальный ремонт пути предназначен для замены рельсошпальной решетки более мощной или менее изношенной на путях 3—5-го классов (стрелочных переводов на путях 4-го, 5-го классов), смонтированной либо полностью из старогодных материалов, либо в сочетании старогодных с новыми.

При капитальном ремонте пути практически выполняют те же работы, что и при усиленном капитальном ремонте.

Усиленный средний ремонт пути необходим для повышения несущей способности балластной призмы и земляного полотна, включая основную площадку. Его выполняют на участках, где усиленный капитальный или капитальный ремонт пути был проведен с меньшей толщиной щебня под шпалой, чем предусмотрено нормами, либо не был заменен один вид балласта другим, либо требовалось, но не было выполнено упрочение основной площадки земляного полотна.

При усиленном среднем ремонте пути очищают щебеночную призму, уширяют основную площадку земляного полотна, срезают обочины, ликвидируют пучины, делают более пологими откосы насыпей, восстанавливают и ремонтируют водоотводы и дренажные устройства и др.

Сопутствующие работы 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 и планово-предупредительной выправки пути. Выполняют те же сопутствующие работы, что и при усиленном среднем ремонте.

Подъемочный ремонт пути необходим для восстановления 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. Замененные рельсы подвергают шлифовке.

Планово-предупредительная выправка предназначена для восстановления равноупругости подшпального основания и уменьшения степени неравномерности отступлений по уровню и в пла-

не, а также просадок пути, включает в себя сплошную выправку пути с подбивкой шпал, замену негодных рельсовых скреплений, регулировку стыковых зазоров и др.

Шлифовка рельсов осуществляется рельсошлифовальными поездами и бывает двух видов: профильная, при которой головка рельса шлифуется по всему ее периметру, и устраняющая волнообразный износ и короткие неровности других видов на поверхности катания рельсов с целью уменьшения вибрационных воздействий подвижного состава на путь.

Текущее содержание пути является одним из важнейших видов путевых работ, осуществляется непрерывно в течение всего года и имеет целью предупреждение появления расстройств пути, выявление и устранение неисправностей и причин, их вызывающих, обеспечение постоянной исправности всех элементов пути. В состав работ по текущему содержанию пути входят систематический надзор за путями, сооружениями и путевыми устройствами и содержание их в состоянии, гарантирующем безопасное и бесперебойное движение с максимальными допускаемыми скоростями.

Работы по ремонту и текущему содержанию пути осуществляются с помощью высокопроизводительных путевых машин, обеспечивающих комплексную механизацию путевых работ. Для их выполнения в графике движения поездов должны предусматриваться «окна», т.е. перерывы в движении продолжительностью от 2 до 8 ч.

Для перевозки и механизированной разгрузки балласта с одновременной дозировкой и разравниванием его используют специальные вагоны — хоппер-дозаторы. Дозировку ранее выгруженного балласта и подъемку пути на заданную высоту осуществляют электробалластерами, планировщиками и распределителями балласта. Щебеночный балласт очищают без снятия путевой решетки щебнеочистительными машинами ЩОМ-4М, -1200, СЧ-600, -601 (рис. 7.1), СЧУ-801, СЧ-1200, ОТ-400С.

Для уборки балласта от концов шпал служат уборочные машины УМ-С и -М.

Выправка пути в продольном и поперечном направлениях, уплотнение балласта под шпалами, рихтовка и отделка пути при его обновлении и капитальном ремонте осуществляются отечественными выправочно-подбивочно-отделочными машинами ВПО-3-3000 производительностью до 3 000 м/ч, а также российско-австрийскими машинами Duomatic 09-32 CSM (рис. 7.2). При текущем содержании пути и основных работах среднего и подъемочного ремонта подбивку шпал и рихтовку пути осуществляют выправочно-подбивочно-рихтовочными машинами ВПР-02, -03. Выправку стрелочных переводов выполняют машинами ВПРС-02, -03 и новыми машинами Unimat 08-275 3S (рис. 7.3).

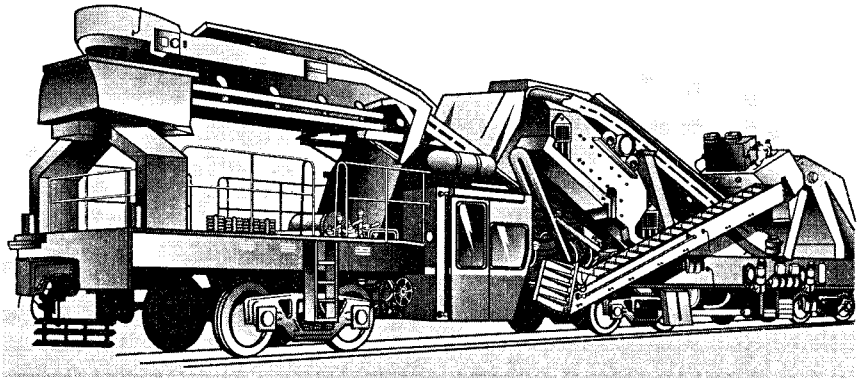


Рис. 7.1. Щебнеочистительная машина СЧ-601

Для выправки откосов земляного полотна и нарезки кюветов используют словацкие машины СЗП-600 и отечественные МНК-1, для срезания поросли — кусторезные машины СП-93.

Ускорение стабилизации пути после очистки и уплотнения балласта осуществляется динамическими стабилизаторами пути ДСП-С4 (рис. 7.4).

Разборку старой и укладку новой путевой решетки отдельными звеньями выполняют комплектами разборочно-укладочных средств, включающих в себя два путеукладочных крана УК-25 (рис. 7.5), два состава платформ, оборудованных роликами для перемещения пакетов с рельсовыми звеньями, моторные платформы для перемещения пакетов вдоль состава, являющиеся тяговыми единицами.

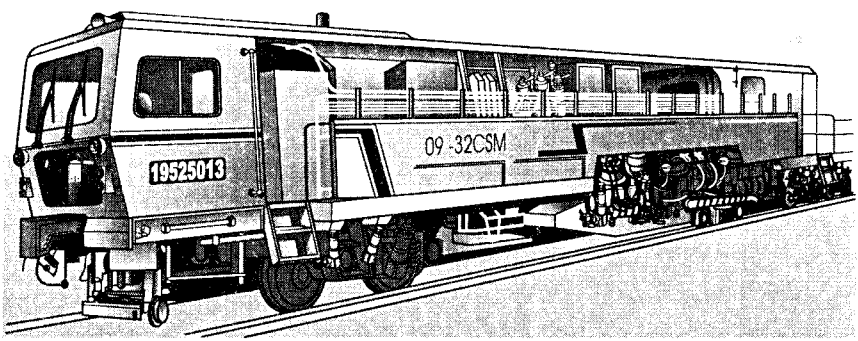


Рис. 7.2. Выправочно-подбивочно-отделочная машина Duomatic 09-32 CSM

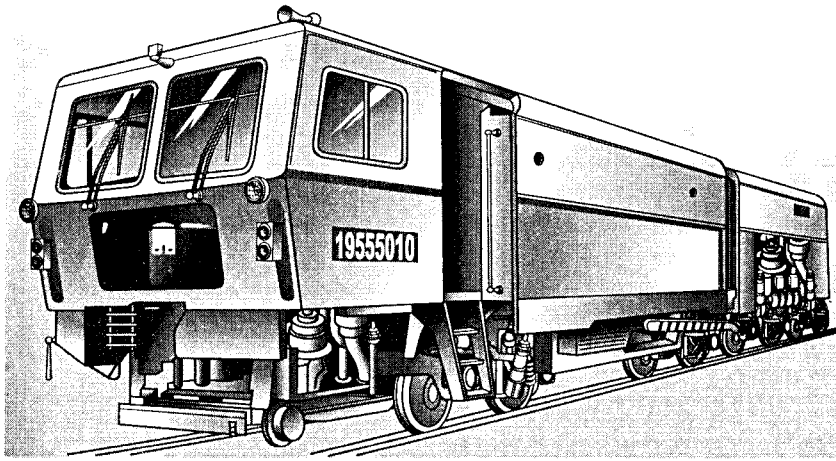


Рис. 7.3. Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина Unimat 08-275 3S

Для электроконтактной сварки рельсов используют 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 применяют электрический и гидравлический инст-

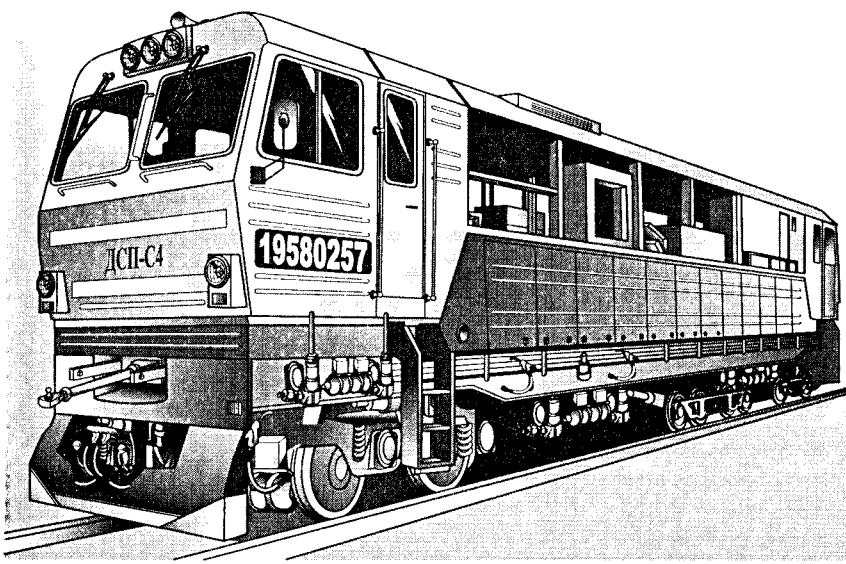


Рис. 7.4. Динамический стабилизатор пути ДСП-С4

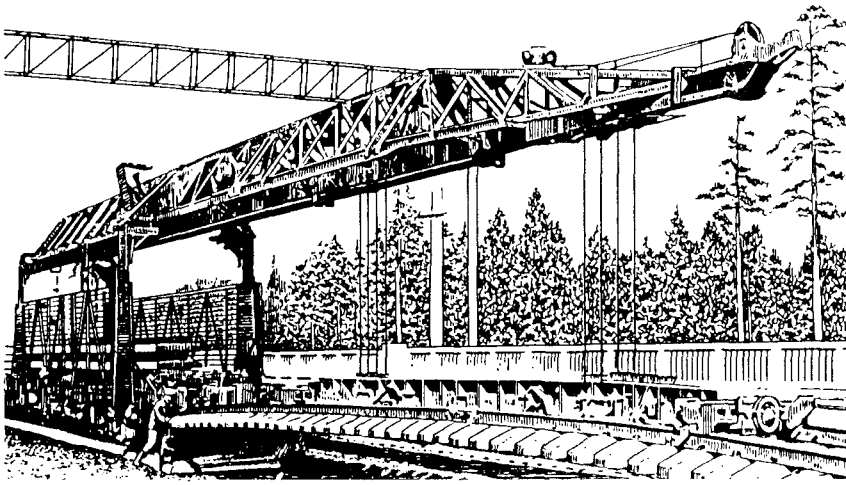


Рис. 7.5. Укладка путевой решетки путеукладочным краном УК-25

румент. К электрическому инструменту относятся электрошпалоподбойки, электрические гаечные ключи, шуруповерты, рельсосверлильные, рельсорезные и рельсошлифовальные станки, к гидравлическому — гидравлические домкраты, рихтовочные приборы и приборы для разгонки зазоров.

При ремонте пути, путевых сооружений и устройств должны обеспечиваться личная безопасность работающих, безопасность и график движения поездов. Все это возможно при тесном взаимодействии работников служб пути и перевозок, соблюдении ПТЭ, инструкций по сигнализации и обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ, которыми предусматриваются ограждение мест работ соответствующими сигналами (остановки, снижения скорости или подачи свистка), выдача предупреждений машинистам 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.

7.3. 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 от своевременной очистки их от снега во время снегопадов и метелей. Средства и способы защиты пути от

снежных заносов определяются в зависимости от степени заносимости.

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 лесонасаждений нет, а также 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 достигает 2/3 высоты щита (рис. 7.6). В период интенсивных снегопадов и метелей возникает необходимость в очистке от снега. Для этого на перегонах используют снегоочистители СДП-М2, а при больших заносах — фрезерные и роторные снегоочистители (рис. 7.7).

Со станций снег убирают снегоуборочными машинами и поездами СМ-2М, -4, -5, -6, -7. На разъездах, обгонных пунктах и промежуточных станциях пути можно очищать снегоочистителями и стругами перевалкой снега за крайний путь.

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

На железнодорожных линиях, проходящих через районы песчаных и полупесчаных пустынь, необходимо предусматривать защиту пути от песчаных заносов. Борьба с песчаными заносами ведется *закреплением песков* растительностью или покрытием битумной эмульсией, суглинками, глинистой суспензией с полимерами, а также *устройством искусственной защиты* 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, гребенщик) или травяной (елякилад, селин, песчаный овес, чагер и др.).

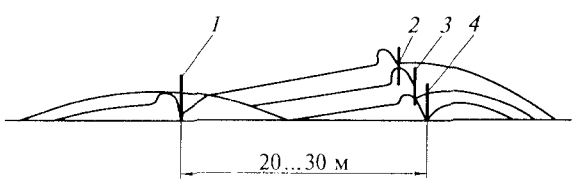


Рис. 7.6. Схема перестановки щитов на снежный вал:

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

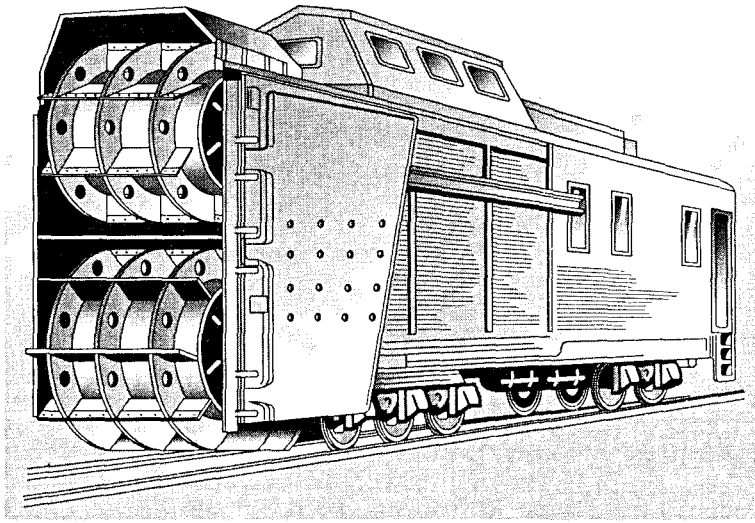


Рис. 7.7. Роторный снегоочиститель

Искусственная защита пути от песчаных заносов применяется как временная мера, так как она недостаточно эффективна.

Для предохранения железнодорожного пути от размыва во время ледохода, весенних и ливневых паводков предусматривается комплекс специальных защитных мероприятий: при весенних водах — вскрытие нагорных и водоотводных канав и кюветов с первыми признаками таяния снега, очистка от снега и льда отверстий небольших мостов и труб, удаление снега с балластного слоя и откосов «больных» мест земляного полотна. Кроме того, перед весенними и ливневыми паводками к опасным местам подвозят необходимые для водоборьбы материалы (камень, хворост, рогожные кули, проволоку, бревна, доски, гвозди и др.) и устанавливают при необходимости дежурство специальных бригад. Одновременно принимают меры по понижению уровня воды в кюветах прочисткой их от снега и других наносов.

Для предотвращения повреждения мостов льдом до начала ледохода скалывают лед около свай и опор мостов и вокруг ледорезов, а также делают во льду прорези шириной до 0,5 м, а в необходимых случаях 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 рабо-

ты по приведению разрушенных мест в нормальное состояние, обеспечивающее безопасное движение поездов с установленными скоростями.

Контрольные вопросы

1. Какие виды ремонта пути предусмотрены на железнодорожном транспорте?

2. Назовите работы, выполняемые при капитальном и среднем ремонте пути.

3. Каково назначение подъемочного ремонта пути?

4. Что входит в состав работ по текущему содержанию пути?

5. Назовите путевые машины, используемые для ремонта пути.

6. Назовите способы борьбы со снежными и песчаными заносами.

ГЛАВА 8

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ И УЗЛАХ

8.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ. ЗНАЧЕНИЕ СТАНЦИЙ В РАБОТЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Классификация раздельных пунктов. Для обеспечения безопасности движения и потребной пропускной способности, а также для регулирования движения поездов железнодорожные линии делятся на отдельные части, на границах которых размещаются так называемые раздельные пункты. Различают две группы раздельных пунктов — с путевым развитием и без путевого развития. К первой группе относятся разъезды, обгонные пункты и станции, ко второй — путевые посты при полуавтоматической блокировке, проходные светофоры при автоблокировке и обозначенные границы блок-участков при автоматической локомотивной сигнализации, применяемой как самостоятельное средство сигнализации и связи (рис. 8.1).

Разъезды сооружаются на однопутных линиях и служат для скрещения и обгона поездов.

Обгонные пункты — это раздельные пункты на двухпутных линиях, допускающие обгон поездов, а при необходимости — перевод поезда с одного главного пути на другой.

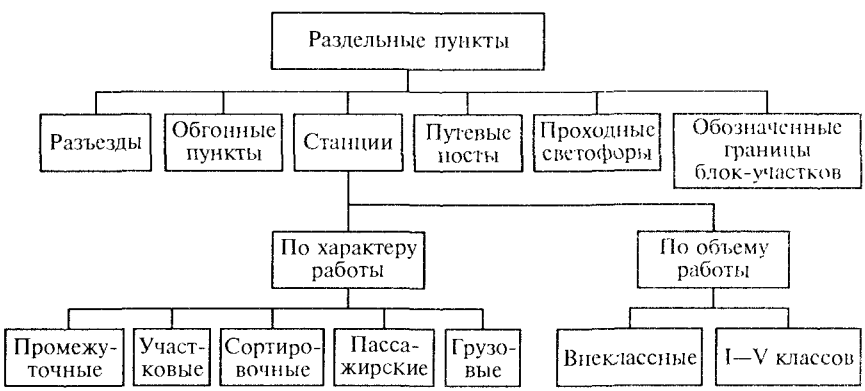


Рис. 8.1. Классификация раздельных пунктов

Станциями называют раздельные пункты, на которых помимо скрещения и обгона поездов осуществляются погрузка и выгрузка грузов, прием, хранение и выдача их клиентуре, обслуживание пассажиров, а при соответствующем путевом развитии — расформирование и формирование поездов, техническое обслуживание и ремонт локомотивов и вагонов.

По назначению и характеру работы станции подразделяются на промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и грузовые, а по объему работы на внеклассные, имеющие большой объем работы и высокий уровень технического оснащения, и станции I, II, III, IV и V классов.

Промежуточные станции отличаются от разъездов и обгонных пунктов наличием на них устройств для грузовых операций и маневровой работы (складов, площадок для навалочных, лесных и других грузов, погрузочно-разгрузочных, выставочных и вытяжных путей). На участковых станциях, как правило, размещаются устройства для технического обслуживания и ремонта локомотивов и вагонов, а также для расформирования и формирования поездов. При большом объеме такой работы сооружают сортировочные станции, имеющие горки для использования силы тяжести при сортировке вагонов.

Пассажирские станции предназначены для обслуживания пассажиров, выполнения технических операций с пассажирскими поездами, подготовки в рейс составов конечных поездов. Грузовые станции служат для массовой погрузки и выгрузки грузов.

Расстояние между промежуточными станциями на существующих линиях обычно составляет 10...20 км, между участковыми — 100...200 км и между крупными сортировочными станциями — 600...700 км.

Станции, к которым примыкает не менее трех магистральных подходов, называются *узловыми*. Совокупность нескольких станций и других раздельных пунктов, связанных между собой и с примыкающими подходами соединительными линиями, называется *железнодорожным узлом*. Размещение станций и других раздельных пунктов на линии показано на рис. 8.2.

Значение станций в работе железнодорожного транспорта. Станции имеют огромное значение в работе железнодорожной сети. Через них осуществляется непосредственная связь железных дорог с клиентурой — промышленностью, строительством, сельским хозяйством, населением.

На станциях совершаются начальные и конечные операции перевозочного процесса: посадка и высадка пассажиров, погрузка и выгрузка груза, почты и багажа. Станции являются стыковыми пунктами железных дорог с другими видами транспорта.

Большая работа выполняется на станциях по организации движения: прием, отправление и пропуск поездов, расформирова-

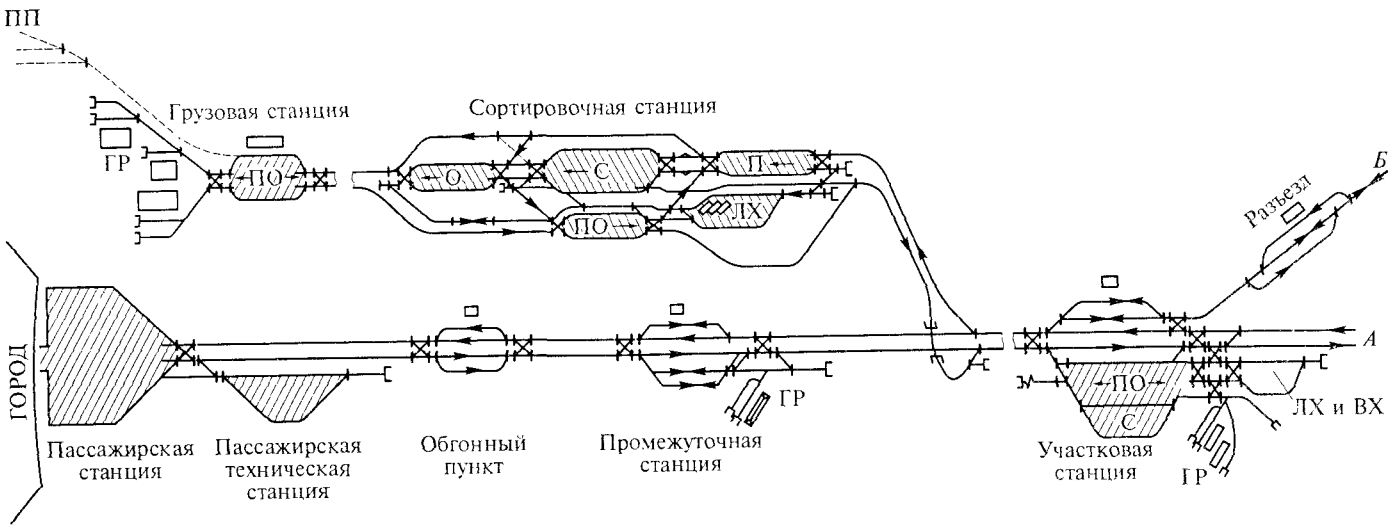


Рис. 8.2. Схема расположения станций на железнодорожных линиях:

ПП — подъездной путь; ГР — грузовой район; ПО — приемоотправочный парк; О — парк отправления; С — сортировочный парк; П — парк приема; ЛХ — локомотивное хозяйство; ВХ — вагонное хозяйство; *А*, *Б* — подходы к станции

ние и формирование составов, подача вагонов к местам погрузки-выгрузки, грузовые операции, техническое обслуживание и ремонт локомотивов и вагонов.

Около 3/4 времени оборота вагона (от погрузки до следующей погрузки) приходится на станции. Это означает, что здесь находятся основные резервы для ускорения оборота грузового вагона. Почти все производственные, служебно-технические, бытовые здания размещаются на станциях. Здесь живет и работает основная масса железнодорожников. Более 40 % стоимости новой железнодорожной линии приходится на станции.

Развитию железнодорожных станций всегда уделялось значительное внимание. Реализация мероприятий по модернизации транспортной системы России в связи с переходом на рыночные отношения направлена на удлинение станционных путей на участках обращения длинносоставных и тяжеловесных поездов, переоснащение сортировочных и развитие припортовых станций.

8.2. КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗВИТИИ СТАНЦИЙ И УЗЛОВ

В первые годы строительства железных дорог в России требованиям пропускной способности станций не придавалось большого значения вследствие малых размеров движения. Месторасположение станций на линии и состав их устройств определялись необходимостью посадки и высадки пассажиров, приема и выдачи грузов, набора топлива и воды паровозами и организации ремонта подвижного состава.

Станции располагались, как правило, на прямых участках и горизонтальных площадках, вблизи рек и озер, что создавало необходимые условия для безопасности движения и организации водоснабжения паровозов. На первой в стране двухпутной магистрали Петербург — Москва, вступившей в эксплуатацию в 1851 г., было 34 станции I — IV классов. Они пропускали в каждом направлении четыре пассажирских поезда и до 13 поездов «с кладью», т.е. грузовых.

Полезная длина приемоотправочных путей на станциях ранней постройки принималась по длине обращающихся поездов и доходила до 270 м. Расстояние между осями смежных путей (междупутье) составляло первоначально 3,6 м, а затем, в конце 1860-х гг. было увеличено до 4,3 м.

В горловинах станций укладывались стрелочные переводы с маркой крестовины 1/11 на главных путях, а на остальных — с маркой крестовины 1/9. На запасных путях использовались переводы, снимаемые с главных путей. В стесненных условиях иногда применялись перекрестные переводы. Платформы для посадки и

высадки пассажиров строились высокими, на уровне пола вагона, с расстоянием 0,9 м до верха головки рельса. В дальнейшем, уже при строительстве Петербурго-Варшавской железной дороги, начали переходить к низким платформам высотой 0,2 м над уровнем верха головки рельсов, что объяснялось дороговизной высоких платформ и неудобствами для пассажиров при переходе с одной из них на другую. Длина платформ доходила до 130 м, а ширина в зависимости от размеров станции составляла 3,2...6,4 м.

В первое время многие малые станции строились с тупиковыми приемоотправочными путями во избежание укладки на главных путях противошерстных стрелочных переводов, считавшихся в то время небезопасными для движения.

На магистрали Петербург — Москва и некоторых станциях, являющихся стыковыми для разных железных дорог (Дно, Смоленск, Новосокольники и др.), было принято островное расположение пассажирских зданий (вокзалов) между главными путями (рис. 8.3). Однако типы этих зданий не нашли большого распространения из-за неудобств для местных пассажиров и искривления главных путей.

Паровозные здания (депо) на Петербурго-Московской дороге строились круглыми. Позднее на Петербурго-Варшавской, Московско-Нижегородской и других линиях сооружались более дешевые и удобные в эксплуатации прямоугольные здания депо. Для поворота паровозов, а при необходимости — вагонов, применялись поворотные круги и треугольники. На конечных станциях устраивались сараи для осмотра, ремонта и стоянки пассажирских вагонов.

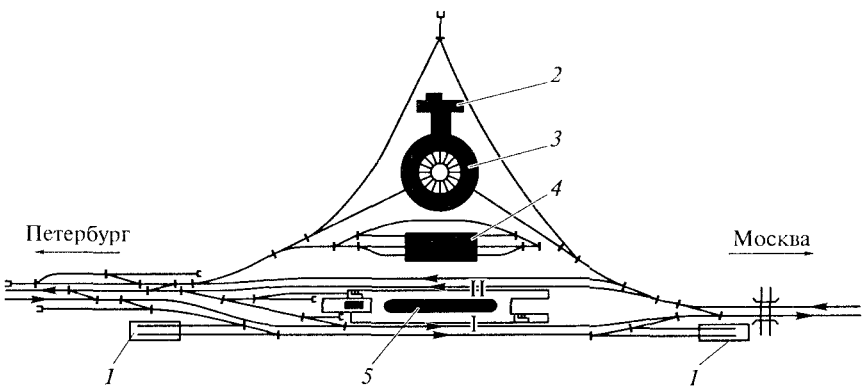


Рис. 8.3. Схема участковой станции с основным депо:

1 — вагонный сарай; *2* — мастерские; *3* — круглое здание паровозного депо; *4* — прямоугольное депо более поздней постройки; *5* — пассажирское здание

Для комплектования штата в районе станций начали создавать поселки для железнодорожников, что способствовало закреплению их по месту работы.

До 1870-х гг. на железных дорогах не было специализации станций; они были общими для пассажирского и грузового движения, что объяснялось небольшими его размерами. Для пассажиров выделялись отдельные залы в здании служебных помещений.

Развитие капитализма в России после реформы 1861 г., рост производства промышленной продукции и экспорта хлеба вызвали резкое увеличение объема перевозок, для освоения которого потребовалось сооружение новых и развитие существующих станций. К ним стали предъявляться требования о пропуске определенного числа поездов в сутки. Возникла необходимость в увеличении количества путей и их удлинении. Полезная длина приемоотправочных путей для грузовых поездов стала постепенно доводиться до 320 и 380 м, а в 1890-х гг. — до 480 м для пропуска поездов в составе 56 вагонов и двух паровозов. С 1870-х гг. для всех станций были установлены расстояния между осями главного и смежного с ним пути 5,3 м, а между осями прочих путей — 4,8 м.

В это время начала проявляться тенденция к отделению пассажирского движения от грузового и грузового от маневрового в пределах станций и к специализации их для выполнения определенного круга операций (например, только пассажирских или только грузовых). Одновременно возник вопрос о специализации путей на станциях. Имелось в виду, что все это улучшит использование станционных устройств и подвижного состава и поможет освоить растущие перевозки.

В дореволюционное время станции обычно называли «малыми» (по нынешней терминологии — разъезды, обгонные пункты, промежуточные станции), «средней величины» (участковые станции) и «большими» (прототипы будущих сортировочных и пассажирских станций).

По характеру выполняемой работы начали выделяться пассажирские, грузовые и объединенные станции.

В период подъема железнодорожного строительства в конце 1860-х и начале 1870-х гг. промежуточные станции строились сквозными исходя из требования увеличения пропускной способности. При этом применение противошерстных стрелок уже не вызывало препятствий вследствие совершенствования их конструкции. Для проведения маневров без занятия главных путей стали предусматривать вытяжные пути.

При проектировании участковых станций деповское хозяйство начали размещать со стороны, противоположной пассажирскому зданию, за входными стрелками, что позволяло развивать станцию в ширину.

Начало формирования сортировочных станций на сети железных дорог относится к концу 1870-х гг.

Первой в России была сортировочная станция Петербург-Сортировочный, построенная в 1877 — 1878 гг. Станция строилась двухсторонней: с двумя комплектами парков приема, сортировки и отправления, расположенными по обе стороны от главных путей. Оба сортировочных парка имели наклонные вытяжные пути со спуском 0,010, позволявшие осуществлять передвижения сортируемых вагонов благодаря их силе тяжести без помощи паровоза.

В 1881 г. вошла в эксплуатацию односторонняя станция Москва-Сортировочная на Московско-Рязанской дороге. В 1899 г. на Рязано-Уральской дороге сооружена первая в России горочная сортировочная станция Ртищево. Здесь вместо наклонных вытяжных путей для сортировки вагонов были построены две горки, откуда вагоны скатывались за счет силы тяжести на соответствующие пути сортировочного парка.

В дальнейшем были сооружены сортировочные станции Кочетовка, Дебальцево, Люблино и др.

Последующее увеличение размеров пассажирских перевозок, концентрация их в крупных узлах, где сходилось несколько железнодорожных направлений, в больших городах и курортных местах, привели к созданию собственно пассажирских станций для обслуживания пассажиров и технических парков или технических станций с паровозным и вагонным депо для экипировки и ремонта локомотивов и составов поездов, т.е. для подготовки их к перевозкам.

Особое внимание при сооружении пассажирских станций уделялось вокзалам, называемым воротами в город. Многие из них, помимо своей основной функции по обслуживанию пассажиров, являли собой прекрасные архитектурные памятники, отвечающие неповторимому облику своих городов и значимости примыкаемых направлений. Например, Московский вокзал в Петербурге, Ярославский и Казанский вокзалы в Москве.

В первый период строительства железных дорог большинство узловых станций, расположенных в пунктах примыкания разных дорог, не были соединены рельсовой колеей, и связь между ними осуществлялась гужевым транспортом. Начало формирования первых железнодорожных узлов в России относится к 1853 г., когда между станциями Петербурго-Московской и Петербурго-Варшавской железных дорог была построена соединительная ветвь. В последующем такие ветви соединили станции Балтийской и Варшавской железных дорог и станцию Петербург-Сортировочный-Московский.

Начало образования Московского узла относится к середине 1860-х гг., когда были построены соединительные ветви между станцией Москва-Курская и постом Петербурго-Московской до-

роги (1866 г.) и станциями Москва-Западная и Москва Петербурго-Московской дороги (1870 г.). К 1908 г. в Московском узле все железнодорожные линии были соединены Окружной железной дорогой; таким образом был создан первый железнодорожный узел кольцевого типа — наиболее крупный в стране.

В Петрограде в 1912—1913 гг. была построена соединительная Финляндская линия, которая явилась крупным инженерным сооружением, включившим в себя мосты через Неву, Охту, Порховку и 19 путепроводов в местах пересечения дорог и улиц. В результате соединения всех железнодорожных линий правого и левого берегов Невы в Петрограде был сформирован узел полукольцевого типа (рис. 8.4).

Начало формирования железнодорожных узлов в южных регионах страны связано с постройкой в 1875 г. соединительной обводной ветви между станциями Ростов и Кизитеринка, обеспечившей следование поездов с Воронежской линии на юг и обратно (рис. 8.5).

В 1875—1902 гг. были созданы железнодорожные узлы в Воронеже, Харькове, Курске, Бресте, Барановичах и других крупных населенных пунктах.

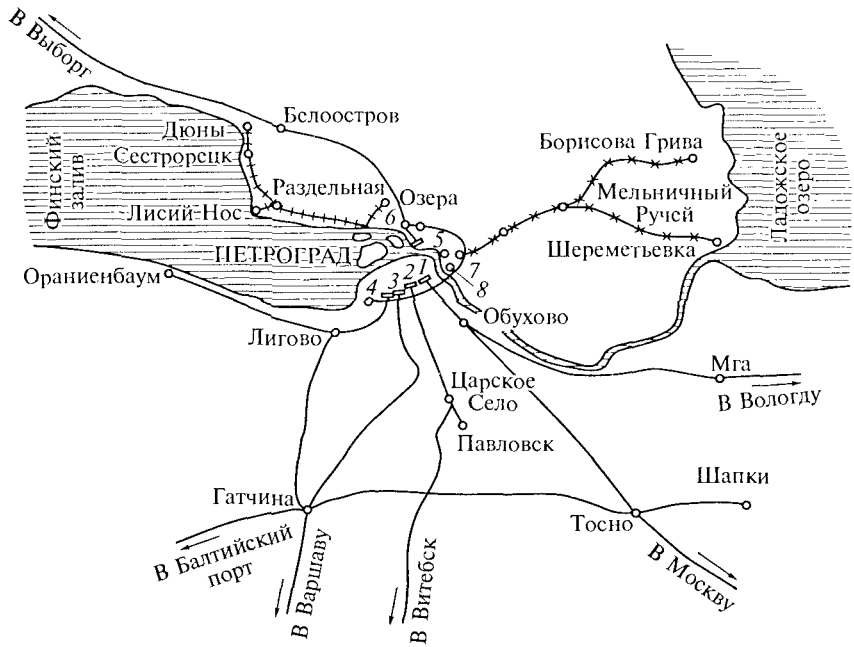


Рис. 8.4. Схема Петроградского железнодорожного узла (1914 г.):

вокзалы: *1* — Николаевский; *2* — Витебский; *3* — Варшавский; *4* — Балтийский; *5* — Финляндский; *6* — Новодеревенский; *7* — Охта; *8* — Охта-Нева

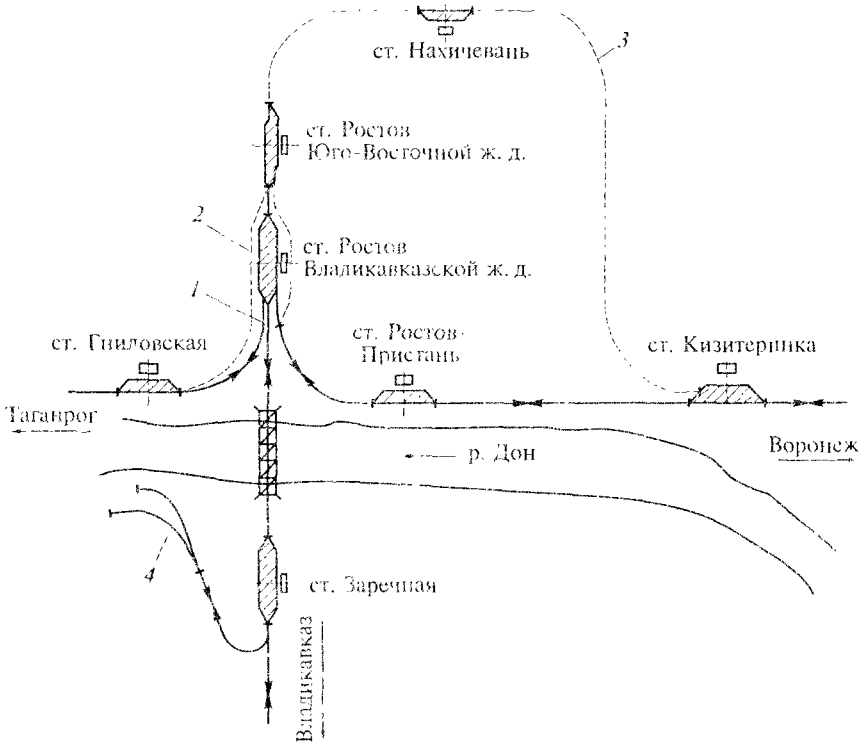


Рис. 8.5. Схема Ростовского железнодорожного узла:

1 — соединительная ветвь Владикавказской железной дороги; *2* — то же, Юго-Восточной железной дороги; *3* — обходная железнодорожная ветвь, построенная в 1875 г.; *4* — лесные склады

Первая мировая война (1914—1918 гг.), а затем гражданская война вызвали большие разрушения на железных дорогах и особенно на станциях. В первые годы после революции 1917 г. на железнодорожном транспорте развернулись восстановительные работы и одновременно началась разработка перспектив развития и технического оснащения сети железных дорог, размещения на ней сортировочных станций — опорных пунктов организации вагонопотоков.

В 1923 г. приступили к объединению железнодорожных узлов (Батрацкого, Смоленского и др.) с передачей управления ими одной дороге и концентрацией работы на более развитых станциях. Для этого в некоторых узлах были уложены дополнительные соединения, переустроены отдельные парки станций и их горловины. К 1927 г. было объединено около 70 узлов. В результате при сравнительно небольших строительных затратах удалось упорядо-

чить работу узлов, ускорить формирование поездов, уменьшить простой вагонов и значительно сократить эксплуатационные расходы.

В 1934 г. на станции Красный Лиман построена первая механизированная горка. Этим было положено начало работам по реконструкции сортировочных станций с механизацией сортировочных устройств. К 1940 г. было механизировано около 40 сортировочных горок. Они оборудовались горочной автоматической централизацией стрелок и сигналов (ГАЦ), пневмопочтой, средствами информационной и оперативной связи.

В годы Великой Отечественной войны велись работы по усилению станций и узлов, связанных со строительством железнодорожных линий: Печерской, Акмолинск — Карталы, Казань — Иловая и др., а также по увеличению пропускной способности Челябинского, Новосибирского, Пензенского, Вологодского и других узлов для обеспечения перевозок.

Во время войны были разрушены многие железнодорожные узлы, 4 100 станций, 2 573 вокзала. После ее окончания выполнены небывалые по своему объему работы по восстановлению разрушенных сооружений и зданий.

В дальнейшем развитие железнодорожных станций и узлов проходило на новой технической основе: механизировались трудоемкие работы, внедрялась электрическая централизация стрелок и сигналов, совершенствовались схемы путевого развития. В 1961 г. вступила в эксплуатацию электрифицированная магистраль Москва — Байкал протяженностью 5 467 км, а через год — линия Ленинград — Ленинакан длиной более 3 400 км. В связи с переходом ряда дорог с паровой на электрическую и тепловозную тягу осуществлялось переустройство паровозных депо в электровозные и тепловозные, реконструировалось и путевое развитие самих станций. На ряде грузонапряженных направлений полезная длина приемоотправочных путей станций была увеличена до 850... 1 050 м.

Большие работы по строительству станций велись при сооружении новых линий, особенно в 1970-х гг., когда строилась Байкало-Амурская магистраль.

К середине 1970-х гг. на сети было около 11 тыс. станций, в том числе 214 сортировочных, 617 участковых, 1 121 грузовая, 61 пассажирская. Большинство сортировочных станций имели механизированные горки. Некоторые из них стали оборудовать системой автоматического регулирования скорости скатывания вагонов (АРС). В дальнейшем были разработаны новые системы горочной автоматики — АСУ РСГ по управлению роспуском составов и горочный микропроцессорный комплекс.

К концу 1980-х гг. на сети железных дорог сортировочных горок уже было около 300, из них 140 механизированных и шесть автоматизированных.

Полезная длина приемоотправочных путей на особо грузонапряженных линиях возросла до 1 700 м, а для обращения длинносоставных поездов в отдельных случаях — до 2...3 км. Длина путей и платформ для пассажирских поездов доводилась до 600, а в пригородном движении в крупнейших узлах до 500 м для возможности следования сдвоенных электропоездов.

В начале 1990-х гг. в связи с распадом СССР и кризисным положением в стране упал объем перевозок на железных дорогах, снизилась безопасность движения, упал уровень дисциплины и сохранности грузов, проявились и другие негативные явления. В этой сложной обстановке удалось сохранить единство технологии работы сети железных дорог Содружества Независимых Государств (СНГ), что обеспечило устойчивую их работу по выполнению перевозок. Это достигнуто благодаря взаимодействию дорог, объединенных под эгидой Совета по железнодорожному транспорту государств — участников Содружества. При этом богатый опыт проектирования, строительства и эксплуатации железных дорог и их крупнейших транспортных сооружений — станций и узлов — стал достоянием всех стран СНГ.

В связи с начавшимся в конце 1990-х гг. подъемом промышленного производства спад объемов перевозочной работы на железнодорожном транспорте прекратился и начался постепенный их рост. Основными направлениями в развитии станций и совершенствовании их работы с этого времени стали удлинение путей с целью обеспечения необходимых условий для повышения веса и длины поездов, сокращение числа технических станций в связи с увеличением длины участков обращения локомотивов, реконструкция станций для повышения скоростей движения пассажирских поездов до 160...200 км/ч.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию раздельных пунктов.

2. Как подразделяются станции по характеру и объему работы?

3. Какие формы зданий паровозных депо применялись на первых железных дорогах?

4. Когда и где была построена первая сортировочная станция в России?

5. На какой станции и когда была построена первая сортировочная горка?

ГЛАВА 9

ГАБАРИТЫ И МЕЖДУПУТНЫЕ РАССТОЯНИЯ

9.1. ГАБАРИТЫ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Для безопасного прохода локомотивов и вагонов мимо устройств и сооружений, находящихся у пути, а также мимо следующего по соседним путям подвижного состава размещение на станциях различных устройств по отношению к путям, а также расстояния между осями путей должны соответствовать требованиям габарита приближения строений, габарита подвижного состава и габарита погрузки. Эти габариты утверждены как государственные стандарты.

Габарит приближения строений — это предельное, поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого не должны заходить 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 гидравлических колонок при наборе воды и др.).

Габарит подвижного состава — предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженый, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.

Габарит погрузки — 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.

При проектировании станций чаще всего приходится пользоваться нормами, вытекающими из габарита приближения строений С (для новых и реконструируемых железных дорог общей сети) или $С_п$ (для путей, сооружений и устройств депо, мастерских, грузовых дворов, складов, портов, промышленных предприятий и др.).

Основные размеры габарита приближения строений С представлены на рис. 9.1. Ступенчатое очертание габарита приближе-

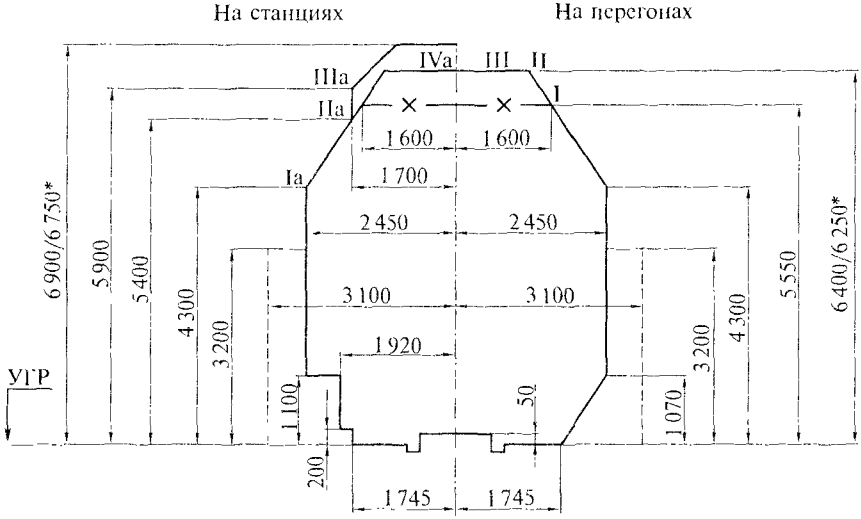


Рис. 9.1. Габарит приближения строений С:

I—II—III — линия приближения всех вновь строящихся сооружений и устройств, расположенных на электрифицируемых путях в пределах искусственных сооружений (для перегонов, а также 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); УГР — уровень верха головки рельса; — × — × — — линия приближения сооружений и устройств на путях, где электрификация исключена; – – – – – — линия приближения зданий, сооружений и устройств; * — в числителе указана высота габарита для контактной подвески с несущим тросом, в знаменателе — для контактной подвески без несущего троса

ния строений на станциях связано с необходимостью устройства низких пассажирских платформ высотой 200 мм на расстоянии 1 745 мм от оси пути и высоких пассажирских и грузовых платформ высотой 1 100 мм на расстоянии 1 920 мм от оси пути. Из размеров габарита следует, что минимально допустимое расстояние до ближайшей грани опор контактной сети, мачт светофоров, гидроколонок и других устройств составляет 2 450 мм, а нормальное — не менее 3 100 мм.

9.2. РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ОСЯМИ ПУТЕЙ НА СТАНЦИЯХ

Расстояния между осями путей на станциях должны обеспечивать безопасность движения поездов, личную безопасность работников, выполняющих операции с подвижным составом, возможность размещения в междупутьях платформ, светофоров, опор контактной сети и других устройств. При отсутствии устройств в

Таблица 9.1

Назначение путей	Расстояние между осями смежных путей, мм	
	нормальное	наименьшее
Главные пути при движении со скоростями, км/ч:		
до 140	5 300	4 800
141 ... 200	Равно расстоянию между осями путей на прилегающих перегонах	
Главные и смежные с ними пути при движении поездов со скоростями, км/ч:		
до 140	5 300	5 300
141 ... 200	7 650	7 400
Приемоотправочные, сортировочные и сортировочно-отправочные пути	5 300	4 800
Тупиковые приемоотправочные пути	4 800	4 800
Второстепенные станционные пути	4 800	4 500
Вытяжной и смежный с ним путь	6 500	5 300

междупутьях расстояние между осями путей принимается в зависимости от их назначения по утвержденным нормам. Основные из этих норм приведены в табл. 9.1.

При размещении между путями сооружений и устройств расстояние между их осями определяется из выражения

$$e \geq b + 2g,$$

где b — ширина сооружения, мм; g — габаритное расстояние от оси пути до сооружения, мм.

Например, при размещении в междупутье пассажирской платформы габаритное расстояние от оси пути до края высокой платформы составляет 1 920 мм, а до края низкой платформы — 1 745 мм. При ширине платформы 4 м междупутное расстояние при высокой платформе составит $4 + 2 \times 1{,}92 = 7{,}84$ м, а при низкой — $4 + 2 \times 1{,}745 = 7{,}49 \approx 7{,}50$ м.

Контрольные вопросы

1. Что такое габарит приближения строений?
2. Что такое габарит подвижного состава?

3. Что такое габарит погрузки?

4. Каково должно быть нормальное расстояние до сооружений и устройств на железнодорожных станциях?

5. Приведите минимально допустимое расстояние до сооружений и устройств на железнодорожных станциях.

6. Каким должно быть расстояние между главным и смежным с ним путем на железнодорожных станциях?

7. Каким должно быть расстояние между главными путями на железнодорожных станциях?

8. Каким должно быть расстояние между второстепенными путями на железнодорожных станциях?

9. Каким должно быть междупутное расстояние при расположении в нем высокой и низкой пассажирской платформы шириной 6 м?

ГЛАВА 10

СТАНЦИОННЫЕ ПУТИ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

10.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПУТЕЙ НА СТАНЦИЯХ

Железнодорожные пути на станциях подразделяются на две группы: станционные и специального назначения.

К *станционным путям* относятся пути в границах станции — главные, приемоотправочные, сортировочные, вытяжные, ходовые, погрузочно-выгрузочные, выставочные, деповские (локомотивного и вагонного хозяйств), соединительные, а также прочие пути. К путям специального назначения относятся предохранительные и улавливающие тупики, а также подъездные пути к предприятиям, карьерам и складам.

Главные станционные пути являются продолжением путей перегонов. *Приемоотправочные пути* предназначены для приема и отправления поездов, а *сортировочные пути* — для сортировки,

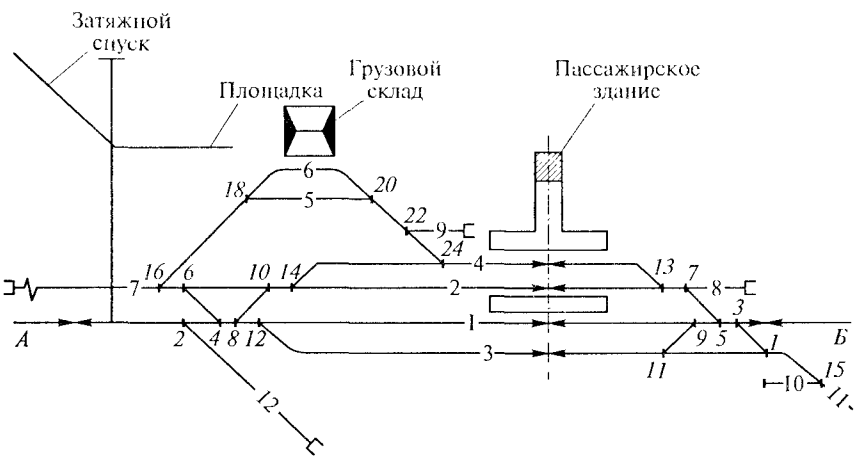


Рис. 10.1. Схема станции:

I — главный путь; 2—4 — приемоотправочные пути; 5 — выставочный путь; 6 — погрузочно-выгрузочный путь; 7 — вытяжной путь; 8—10 — предохранительные тупики; 11 — подъездной путь; 12 — улавливающий тупик; *1—16, 18, 20, 22, 24* — номера стрелочных переводов

накопления вагонов и формирования поездов по назначениям плана формирования. *Вытяжные пути* служат для маневров по перестановке групп вагонов и целых составов и выполнения сортировочной работы с вагонами. *Погрузочно-выгрузочные пути* предназначены для стоянки вагонов в процессе погрузки или выгрузки, а *выставочные пути* — для отстоя вагонов в ожидании погрузки, выгрузки или уборки для включения в составы. На крупных станциях пути, предназначенные для выполнения однородных операций, объединяют в группы, называемые *парками.*

Предохранительные тупики служат для предупреждения выхода подвижного состава на маршруты следования поездов, а *улавливающие тупики* — для остановки перед станцией потерявшего управление поезда или части поезда при движении по затяжному спуску.

Пример схемы станции с указанием назначения путей приведен на рис. 10.1.

10.2. СОЕДИНЕНИЕ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

Соединение двух параллельных путей может осуществляться с помощью конечных соединений и съездов.

Конечное соединение может быть несокращенным (под углом крестовины) и сокращенным (рис. 10.2). Радиус сопрягающей (закрестовинной) кривой R должен быть не меньше радиуса переводной кривой стрелочного перевода. Так, радиус кривых, укладываемых за переводами марки 1/11, обычно принимается равным 400 или 300 м, а за переводами марки 1/9 — 300, 250 или 200 м. При $R < 350$ м необходимо предусматривать прямой участок от торца крестовины до начала сопрягающей кривой для разгонки уширения колеи в кривой. Кроме того, необходимо, чтобы расстояние между концом переводной кривой и началом сопрягающей кривой было не менее 12 м. Это требует установки прямой вставки за торцом крестовины k_1, равной 6,21 м для переводов марки 1/11 и 8,06 м для переводов марки 1/9, а общее расстояние от центра перевода до начала кривой $b_1 = b + k_1$, будет 26 м для стрелочного перевода марки 1/11, 24 м для перевода марки 1/9 и 20 м для стрелочного перевода марки 1/6. На прочих путях в трудных условиях прямая вставка может не предусматриваться.

При расчете несокращенного конечного соединения обычно известны междупутное расстояние e, данные о стрелочном переводе a, b и α, и радиус сопрягающей кривой R. Расчету подлежат координаты X, Y вершины угла поворота, тангенс T и длина закрестовинной кривой K, вставка f, которая должна быть не меньше расчетной, полная длина соединения L:

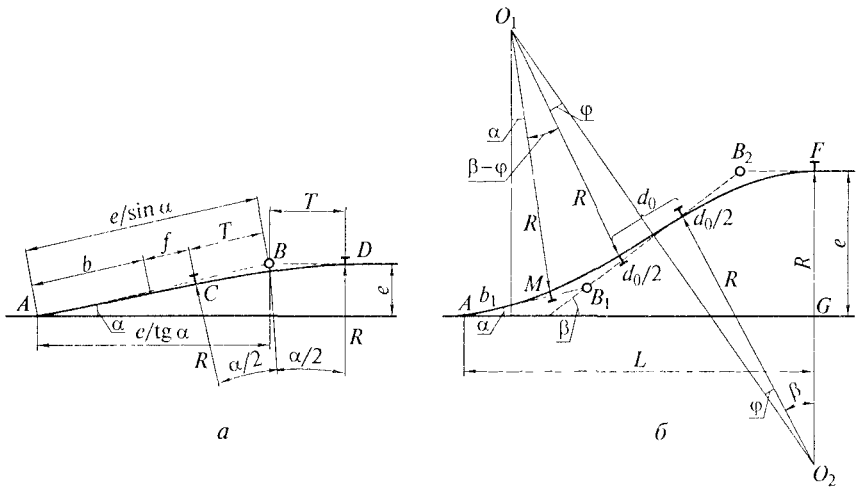


Рис. 10.2. Схемы конечного соединения двух путей:

а — несокращенного; *б* — сокращенного; *A* — центр стрелочного перевода; *B*, B_1 и B_2 — вершины углов поворота; *T* — тангенс кривой; O_1 и O_2 — центры окружности; *C*, *D*, *M*, *F*, *G* — вспомогательные точки; *L* — горизонтальная проекция расстояния от центра перевода до конца кривой; *R* — радиус кривой; *e* — междупутное расстояние; α — угол крестовины стрелочного перевода; β — дополнительный угол поворота; φ — вспомогательный угол; d_0 — прямая вставка между обратными кривыми; *f* — вставка; *b* и b_1 — расстояния от центров соответствующих стрелочных переводов до торца крестовины

$$X = \frac{e}{\operatorname{tg}\alpha} = eN; \quad Y = e; \quad T = R\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}; \quad K = \frac{\pi R\alpha}{180};$$

$$k_1 = \frac{e}{\sin\alpha} - (b + T); \quad L = X + a + T.$$

Сокращенное соединение применяется для уменьшения его длины *L* при междупутном расстоянии более 6 м благодаря дополнительному углу поворота $\beta - \alpha$.

Если предусматривается прием организованных поездов, между обратными кривыми предусматривается прямая вставка d_0, длина которой задается не менее 15 м; в остальных случаях вставка может не укладываться.

Расчет сокращенного конечного соединения начинается с определения вспомогательного угла φ и расстояния O_1O_2 (см. рис. 10.2, *б*).

$$\varphi = \operatorname{arctg}\frac{d_0}{2R}; \quad O_1O_2 = \frac{2R}{\cos\varphi}.$$

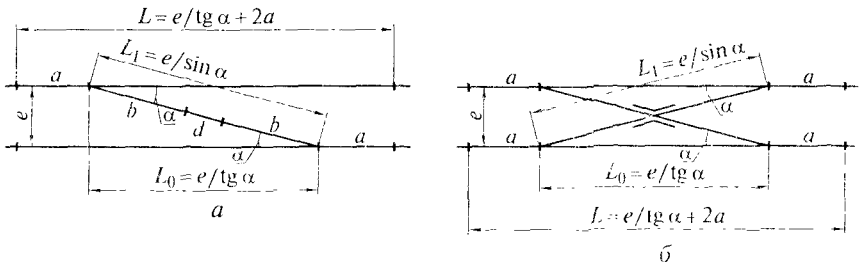


Рис. 10.3. Схемы съездов:

а — простого; *б* — перекрестного; *а* — расстояние от центра перевода до начала рамных рельсов; *e* — междупутное расстояние; *b* — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовины; α — угол крестовины стрелочного перевода; *d* — прямая вставка между торцами крестовин

Для определения угла β на вертикальную ось проектируют ломаную AMO_1O_2F:

$$b_1 \sin\alpha + R\cos\alpha - \frac{2R}{\cos\varphi}\cos(\beta + \varphi) + R = e,$$

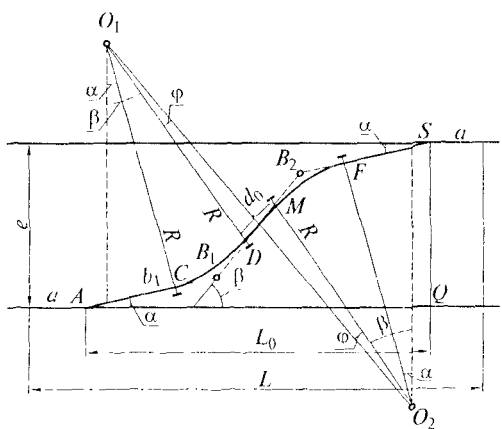


Рис. 10.4. Схема сокращенного съезда:

A и *S* — центры стрелочных переводов; *C*, *D*, *M*, *F* — начало и конец соответствующих кривых; O_1 и O_2 — центры окружностей; B_1 и B_2 — вершины углов поворота; *Q* — вспомогательная точка; α — угол крестовины стрелочного перевода; β — дополнительный угол поворота; φ — вспомогательный угол; d_0 — прямая вставка; *e* — междупутное расстояние; b_1 — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовины; *a* — расстояние от центра перевода до начала рамных рельсов; *R* — радиус кривой; остальные обозначения см. на рис. 10.3

откуда

$$\cos(\beta + \varphi) = \frac{(b_1 \sin\alpha + R\cos\alpha + R - e)\cos\varphi}{2R}.$$

После определения угла β подсчитывают тангенсы кривых T_1 и T_2 и координаты вершин углов поворота B_1 и B_2:

$$T_1 = R \operatorname{tg}\frac{\beta - \alpha}{2}; \quad T_2 = R \operatorname{tg}\frac{\beta}{2};$$

$$X_{B1} = (b_1 + T_1)\cos\alpha; \quad Y_{B1} = (b_1 + T_1)\sin\alpha;$$

$$X_{B2} = X_{B1} + (T_1 + d_0 + T_2)\cos\beta;$$

$$Y_{B2} = Y_{B1} + (T_1 + d_0 + T_2)\sin\beta.$$

При правильном расчете значение Y_{B2} должно быть равно e.

Съезды между двумя параллельными путями могут быть простыми (несокращенными), сокращенными и перекрестными.

Схемы простого и перекрестного съездов в осях путей с формулами определения длины съезда и соединительной прямой между торцами крестовин представлены на рис. 10.3.

Сокращенный съезд (рис. 10.4) укладывается для экономии длины вместо простого съезда при междупутном расстоянии 7,5 м и более. Расчет его аналогичен расчету сокращенного конечного соединения.

10.3. СТРЕЛОЧНЫЕ УЛИЦЫ, ИХ ВИДЫ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Стрелочной улицей называется участок пути, на котором последовательно уложены стрелочные переводы, соединяющие группу параллельных путей.

В зависимости от схемы расположения стрелочных переводов и угла наклона к основному пути различают несколько видов стрелочных улиц. При расчете любого из них известными величинами являются междупутные расстояния e, радиусы закрестовинных кривых R, данные о стрелочных переводах α, a, b, минимальные значения вставок между смежными переводами d.

Различают три вида простейших стрелочных улиц: под углом крестовины (рис. 10.5, *а*), расположенную на основном пути (рис. 10.5, *б*) и веерную (рис. 10.5, *в*). В двух последних видах улиц сопрягающие кривые путей 2, 3 и т.д. могут быть неконцентричны, когда радиус кривых одинаков, и концентричны, когда радиус кривой в каждой последующей кривой возрастает на величину e.

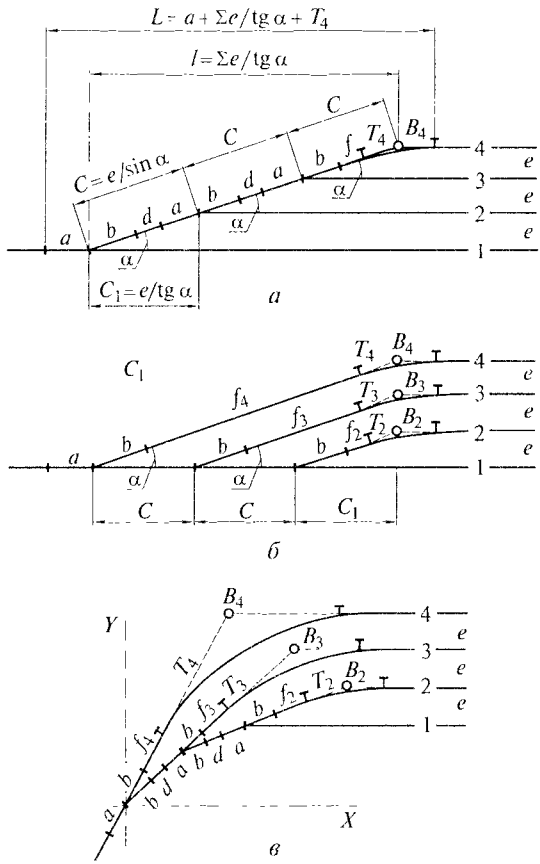


Рис. 10.5. Простейшие стрелочные улицы:

а — под углом крестовины; *б* — на основном пути; *в* — веерная; *b* — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовины; *d* — вставка между торцом крестовины и началом рамных рельсов смежных стрелочных переводов; f, f_2—f_4 — вставки между торцом крестовины стрелочного перевода и началом кривой; T_2—T_4 — тангенсы кривых; C и C_1 — расстояния между центрами смежных стрелочных переводов; B_2—B_4 — вершины углов поворота; 1—4 — пути; остальные обозначения см. на рис. 10.4

При расчете простейших стрелочных улиц определяют значения C, C_1, T, координаты центров переводов и вершин углов поворота. Эти значения могут быть получены по аналогии с расчетами конечных соединений двух путей и съездов.

Достоинством простейших улиц является хорошая видимость и удобство обслуживания (не надо переходить пути для перевода стрелок), а недостатком — значительное увеличение их длины

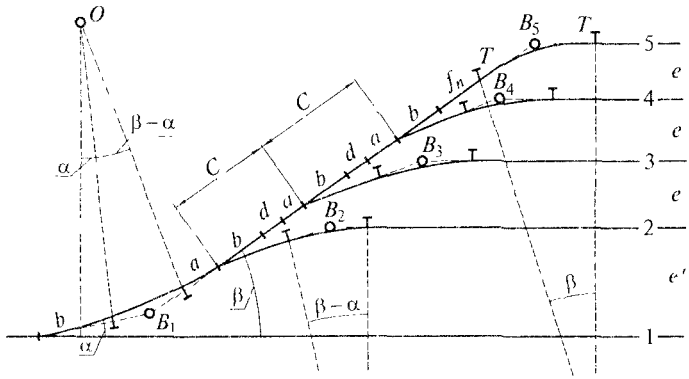


Рис. 10.6. Сокращенная стрелочная улица:

f_n — прямая вставка от корня крестовины до начала кривой; B_1 – B_5 — вершины углов поворота, 1 – 5 – пути; остальные обозначения см. на рис. 10.4, 10.5

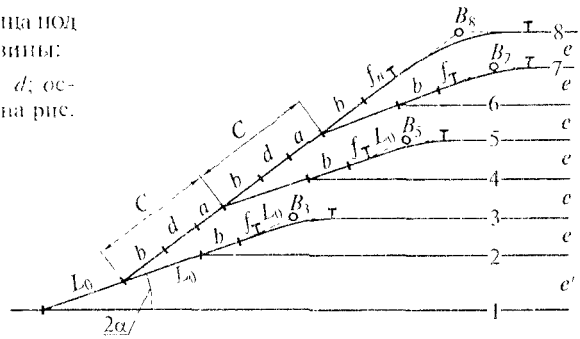


Рис. 10.7. Стрелочная улица под двойным углом крестовины:

1 – 8 – пути; $L_0 = a + b + d$; остальные обозначения см. на рис. 10.4, 10.5

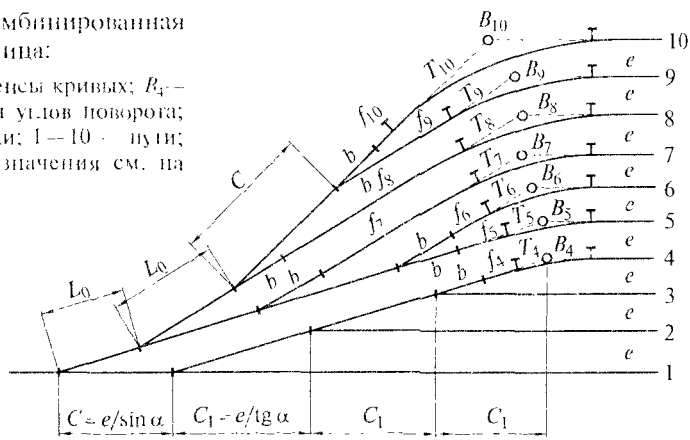


Рис. 10.8. Комбинированная стрелочная улица:

T_4 – T_{10} — тангенсы кривых; B_4 – B_{10} — вершины углов поворота; f_4 – f_{10} — вставки; 1 – 10 – пути; остальные обозначения см. на рис. 10.4 – 10.7

при большом числе путей. Поэтому такие улицы применяют при числе путей до четырех-пяти.

Для уменьшения длины стрелочных улиц при большом числе путей в парках используют сокращенные стрелочные улицы (рис. 10.6), стрелочные улицы под двойным углом крестовины (рис. 10.7) и составные или комбинированные стрелочные улицы (рис. 10.8). Порядок расчета этих стрелочных улиц изложен в [4—6].

10.4. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ, СПЛЕТЕНИЕ И СОВМЕЩЕНИЕ ПУТЕЙ. ГЛУХИЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

Параллельное смещение, сплетение и совмещение путей. Для перехода от междупутья 4,1 м на перегоне к междупутью 5,3 м на станции, а также при увеличении станционных междупутий до 6,5...7,5 м и более с целью устройства пассажирских платформ или размещения других сооружений производится параллельное смещение одного из путей. При смещении главных путей применяются кривые больших радиусов 4 000 или 3 000 м с переходными кривыми длиной 20...40 м. Между концами переходных кривых должна быть прямая вставка длиной не менее 75 м, а в трудных условиях — не менее 30 м. При движении поездов по главным путям со скоростями более 120 км/ч длина этой вставки принимается соответственно 150 и 50 м. При смещении станционных путей, по которым пропускаются организованные поезда, вставка между концами обращенных в разные стороны кривых должна быть не менее 15 м, а на прочих путях прямую вставку можно не устраивать. Чтобы рассчитать параллельное смещение станционного пути на величину Δe (рис. 10.9, *а*) задаются значениями вставки d_0 и радиуса R и определяют угол кривой β, ее параметры T, K и общую длину уширения L.

Проектируя на вертикальную ось ломаную линию AO_1O_2B, получим

$$O_1O_2 \cos(\beta + \varphi) = 2R - \Delta e.$$

Подставляя вместо O_1O_2 его значение $\dfrac{2R}{\cos\varphi}$, где $\varphi = \operatorname{arctg}\dfrac{d_0}{2R}$, после преобразований получим

$$\cos(\beta + \varphi) = \frac{2R - \Delta e}{2R}\cos\varphi.$$

Определив угол β, находим искомые значения T, K и L:

$$T = R\,\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}; \quad K = \frac{\pi R\beta}{180}; \quad L = 2T + (2T + d_0)\cos\beta.$$

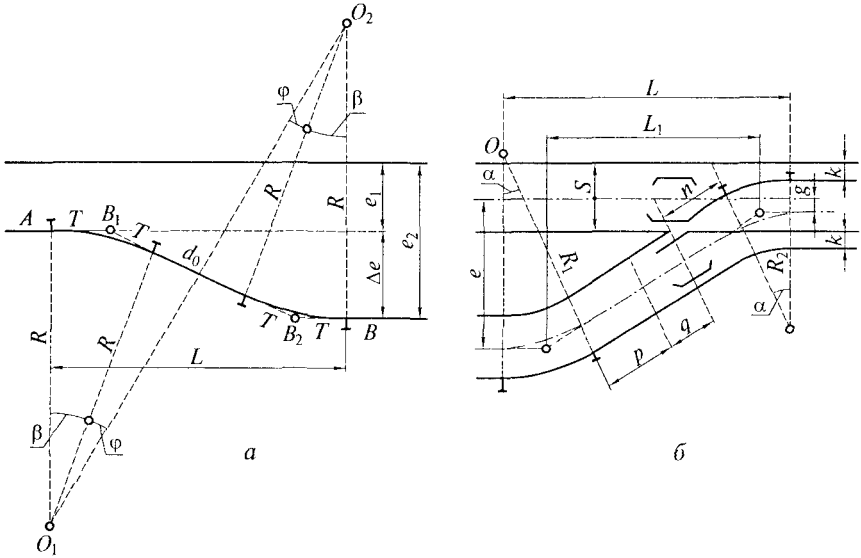


Рис. 10.9. Параллельное смещение (*а*) и сплетение (*б*) путей:

Δe — смещение пути; n — прямая вставка; g — расстояние между осями сближенных путей; k — расстояние между рабочими гранями сближенных рельсов; p — расстояние от торца крестовины до начала кривой; q — расстояние от математического центра стрелочного перевода до торца крестовины; S — ширина колеи; остальные обозначения см. на рис. 10.2, 10.4

При смещении главного пути для определения tg φ и L принимается вставка d, равная $d_0 + l_п$, где $l_п$ — длина переходной кривой.

Сплетение путей (рис. 10.9, *б*) устраивают, если на небольшом участке двухпутной линии необходимо перейти на однопутное движение, не укладывая стрелочных переводов (при ремонте искусственных сооружений или деформациях земляного полотна). Сплетение путей может также применяться на пограничных перегрузочных станциях для совмещения колеи 1 520 и 1 435 мм.

Расчет сплетения путей представляет собой частный случай расчета параллельного смещения, когда угол β равен углу крестовины α. Расстояние между рабочими гранями сближенных рельсов должно обеспечивать беспрепятственный проход колес подвижного состава; оно и зависит от типа рельсов и способа укладки (без подкладок или на подкладках, уложенных вплотную). Прямая вставка n должна быть не менее длины переднего вылета крестовины h:

$$n = \frac{s-k}{\sin\alpha} - R_2 \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} \geq h.$$

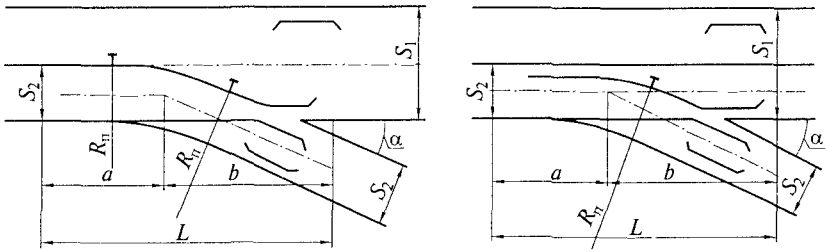


Рис. 10.10. Совмещение путей широкой и узкой колеи:

а — с укладкой крестовины и остряка; *б* — с укладкой стрелочного перевода; *a*, *b*, *L* — параметры стрелочного перевода; $R_п$ — радиус переводной кривой; S_1, S_2 — ширина соответственно нормальной и узкой колеи

При одинаковой ширине колеи расстояние между осями сближенных путей g равно k, а длина сплетения при заданных расстоянии e, угле крестовины α и радиусах кривых R_1 и R_2 будет равна

$$L = L_1 + R_1 \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} + R_2 \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{e-g}{\operatorname{tg}\alpha} + (R_1 + R_2)\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}.$$

При расчете сплетения путей колеи 1 520 и 1 435 мм расстояние между осями смещенных путей

$$g = k + \frac{1\,520 - 1\,435}{2} = k + 42,5.$$

Совмещение путей колеи 1 520 мм и узкой колеи (рис. 10.10) применяется при подходе этих путей к общим складам и перегрузочным площадкам с целью уменьшения затрат на сооружение и содержание пути. Если узкая колея примыкает сбоку, то необходимо уложить только крестовину и один остряк (рис. 10.10, *а*), а если узкая колея имеет и прямое направление, то укладывается стрелочный перевод (рис. 10.10, *б*).

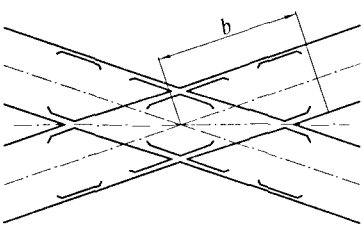


Рис. 10.11. Глухое пересечение:

b — расстояние от центра глухого пересечения до корня острой крестовины

Глухие пересечения. В местах пересечения двух путей, когда не требуется перевод подвижного состава с одного из этих путей на другой, устраиваются глухие пересечения. Они могут быть под прямым или острыми углами. На магистральных железных дорогах широкое распространение нашли типовые глухие пересечения марок 2/11, 2/9 и 2/6, у которых угол пересечения равен двойному углу крестовины стрелоч-

ного перевода. Эти пересечения состоят из четырех крестовин с контррельсами, из них две крестовины острые и две тупые (рис. 10.11). У прямоугольных пересечений все крестовины одинаковые.

10.5. ПОНЯТИЕ О ПОЛНОЙ, ПОЛЕЗНОЙ И СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЛИНЕ СТАНЦИОННЫХ ПУТЕЙ

При проектировании станций различают полную, полезную и строительную длину путей. *Полной длиной сквозного пути* называется расстояние между остряками крайних стрелочных переводов, ведущих на него, а *полной длиной тупикового пути* — расстояние от остряков стрелки до упора.

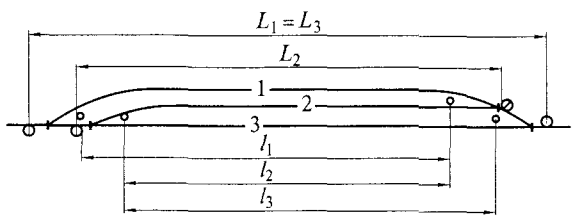
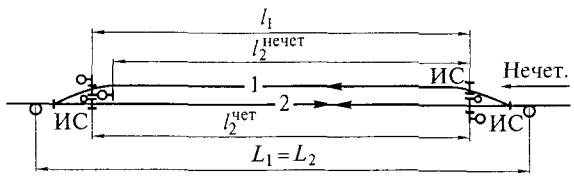
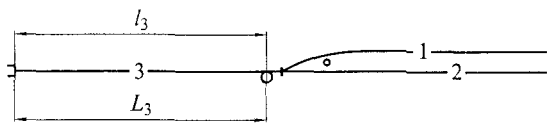
Полезная длина пути — это часть полной длины пути, в пределах которой может устанавливаться подвижной состав, не нарушая безопасности движения по соседним путям. Границами полезной длины могут быть предельные столбики, выходные, маршрутные или маневровые светофоры, изолирующие стыки, остряки стрелочных переводов и упоры тупиковых путей. Основные схемы для определения полной и полезной длины путей представлены в табл. 10.1. Чтобы определить полезные длины, необходимо знать расстояния от центров переводов до предельных столбиков, сигналов и изолирующих стыков.

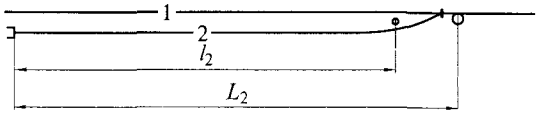
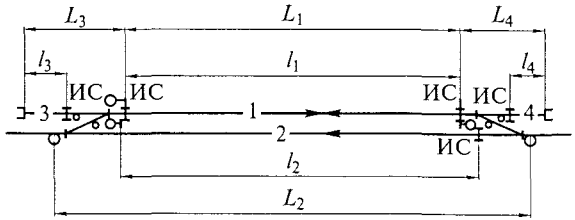
Предельные столбики устанавливаются после стрелочных переводов (рис. 10.12) в том месте, где расстояние до оси прямого пути $p = 2{,}05$ м (междупутье 4,1 м), а при наличии кривой $p = 2{,}05 + \Delta$, где Δ — увеличение габаритного расстояния до сооружений в кривой. Основным вариантом установки предельных столбиков является представленный на рис. 10.12, *б*, в этом случае имеются готовые таблицы расстояний в зависимости от марки крестовины, ширины междупутья и радиуса закрестовинной кривой [12].

Возможные варианты установки изолирующих стыков и светофоров показаны на рис. 10.13, из которого видно, что при установке сигнала перед противошерстным стрелочным переводом изолирующий стык и светофор устанавливаются перед рамным рельсом (на расстоянии *а* от центра перевода). При установке светофора сбоку от путей он размещается на 3,5 м дальше предельного столбика в створе с изолирующим стыком, а при установке между сходящимися путями по требованиям габарита приближения строений в зависимости от марки крестовины стрелочного перевода, междупутного расстояния *е* и радиуса сопрягающей кривой *R*, по нормам, приведенным в приложении 2.

Полезная длина путей является одним из важнейших параметров при проектировании станций. На магистральных железных

Таблица 10.1

Рассматриваемые случаи	Схемы	Длина пути	
		полная L	полезная l
I. Сквозные пути: при отсутствии выходных сигналов		Между остряками переводов	Между предельными столбиками
при наличии выходных сигналов		То же	Между изолирующими стыками (ИС) и выходным сигналом
II. Тупиковые пути: стрелка противошерстная		От упора до начала остряков перевода	От упора до начала остряков перевода

стрелка пошерстная		То же	От упора до предельного столбика
III. Сквозные и тупиковые пути		См. случаи I и II	Для пути I между изолирующими стыками (ИС), для остальных см. случаи I и II

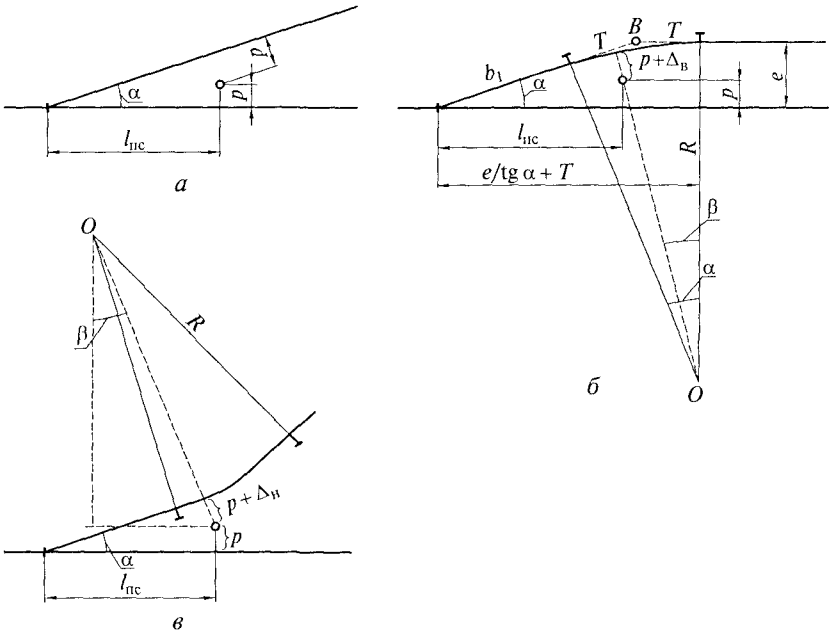


Рис. 10.12. Схемы установки предельного столбика:

а — между прямыми расходящимися путями; *б* — между прямыми параллельными путями; *в* — между прямым путем и кривым, направленным в сторону от прямого; $l_{пс}$ — расстояние от центра перевода до предельного столбика; b_1 — расстояние от центра стрелочного перевода до начала кривой; p — расстояние от предельного столбика до оси прямого пути; $\Delta_в$, $\Delta_н$ — увеличение габаритного расстояния до сооружений внутри и снаружи кривой соответственно; O — центр окружности; остальные обозначения см. на рис. 10.2

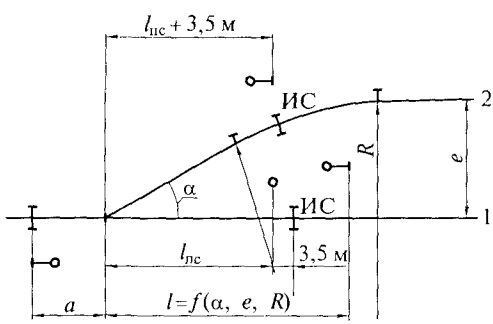


Рис. 10.13. Варианты установки изолирующих стыков (ИС) и светофоров:

1, 2 — пути; l — расстояние от центра перевода до светофора; остальные обозначения см. на рис. 10.12

дорогах общей сети для путей приема — отправления грузовых поездов установлены унифицированные стандартные нормы полезной длины 850, 1 050 м, а для части путей — 1 700, 2 100 м. Полезная длина приемоотправочных и отстойных путей для пассажирских поездов должна соответствовать длинам составов этих поездов с учетом возможности их увеличения в перспективе.

Для пропуска поездов на большие расстояния без изменения их веса и длины норму полезной длины путей выбирают для целых полигонов на основе специальных расчетов с учетом руководящего уклона, серии локомотива, стоимости работ по удлинению путей.

Строительной длиной пути называется часть полной длины за вычетом суммарной длины стрелочных переводов, уложенных на этом пути. Строительная длина путей необходима при определении потребности в рельсах и шпалах для сооружения станций.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию путей на станциях.

2. Для чего служат предохранительные и улавливающие тупики?

3. Какие существуют виды соединений двух параллельных путей?

4. Приведите схемы обыкновенного, перекрестного и сокращенного съезда.

5. Что называется стрелочной улицей? Каковы простейшие виды стрелочных улиц?

6. Для чего применяются параллельное смещение, сплетение и совмещение путей?

7. Что называется полной и полезной длиной станционных путей?

ГЛАВА 11

ПАРКИ ПУТЕЙ И ГОРЛОВИНЫ СТАНЦИЙ

11.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ПАРКОВ

Парками называют группы путей одинакового назначения, объединенных общими горловинами. В зависимости от назначения различают парки приема, отправления, приемоотправочные, сортировочные, выставочные, ранжирные (для отстоя и обработки пассажирских составов) и др.

По своему геометрическому очертанию и конструкции стрелочных улиц различают парки в виде трапеции (рис. 11.1, *а*), параллелограмма (рис. 11.1, *б*), трапецоида (рис. 11.1, *в*) или «рыбки» (рис. 11.1, *г*).

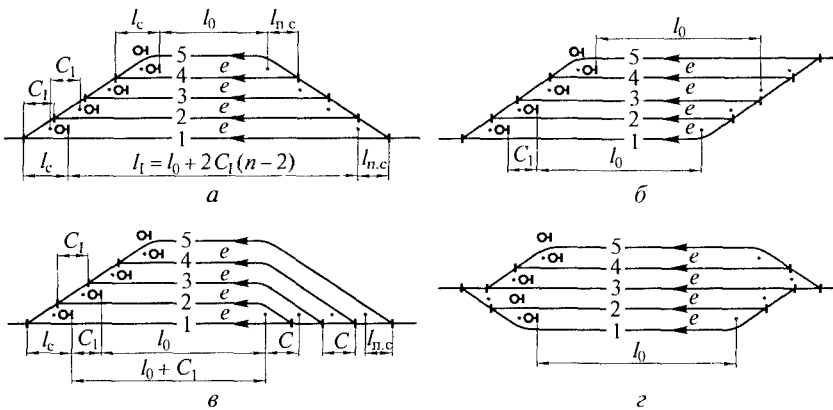


Рис. 11.1. Конструкции парков со стрелочными улицами под углом крестовины α:

а — парк-трапеция; *б* — парк-параллелограмм; *в* — парк-трапецоид; *г* — парк-«рыбка»; 1—5 — пути; l_c — расстояние между центром стрелочного перевода и местом установки светофора; l_0 — полезная длина пути +3,5 м; $l_{п.с}$ — расстояние от центра перевода до предельного столбика; C — расстояние между центрами смежных стрелочных переводов ($C = e/\sin\alpha$); C_1 — горизонтальная проекция расстояния между центрами смежных стрелочных переводов ($C_1 = e/\operatorname{tg}\alpha$); e — междупутное расстояние

Парк, имеющий форму трапеции, удобен тем, что на основном пути 1 уложено всего два стрелочных перевода и все пути прямые, что обеспечивает хороший обзор составов из кабины локомотива и хорошую видимость выходных и маневровых светофоров, однако длина путей по мере приближения к основному пути существенно возрастает. Это приводит к излишкам полезной длины части путей против нормы. Поэтому парки в форме трапеции применяют только при небольшом числе путей (до трех-четырех). Парк-параллелограмм обеспечивает одинаковую длину всех путей, кроме крайних, которые длиннее остальных на величину eN (где N — знаменатель марки крестовины стрелочного перевода), однако основной путь не является прямым. В виде параллелограмма сооружают технические и запасные парки для отстоя пассажирских составов. Парк-трапецоид, имеющий, с одной стороны, стрелочную улицу под углом крестовины α, а с другой — на основном пути, по длине путей соответствует парку-параллелограмму, но основной путь является прямым, хотя на нем уложено несколько стрелочных переводов. Парк-«рыбка» представляет собой сочетание двух трапеций, расположенных по обе стороны от главного пути и при большом числе путей обеспечивает более компактное расположение стрелочных переводов.

В показанных на рис. 11.1 парках стрелочные улицы наклонены к основному пути под углом крестовины α. При большем числе путей применяются более сложные конструкции стрелочных улиц (см. подразд. 10.3), в которых стрелочные переводы расположены компактно, что позволяет обеспечить бóльшую идентичность полезных длин путей парка.

11.2. ГОРЛОВИНЫ СТАНЦИЙ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Горловиной станции называется зона, в которой уложены стрелочные переводы, соединяющие пути и парки между собой, а также с главными, вытяжными и ходовыми путями. Конструкция горловин должна обеспечивать безопасность движения и необходимую пропускную способность, для чего при проектировании предусматривают возможность одновременного передвижения поездов и маневровых составов. В приведенной на рис. 11.2 схеме горловины возможно одновременное выполнение четырех передвижений: отправление поездов с путей 5—9, прием поездов на пути 4—8, производство маневров на вытяжном пути 13 и сортировочных путях 10—12, а также на пути 14 и путях I или 3.

Горловины должны обеспечивать необходимые технологические связи путей и парков, быть компактными, с минимальным числом стрелочных переводов на главных путях.

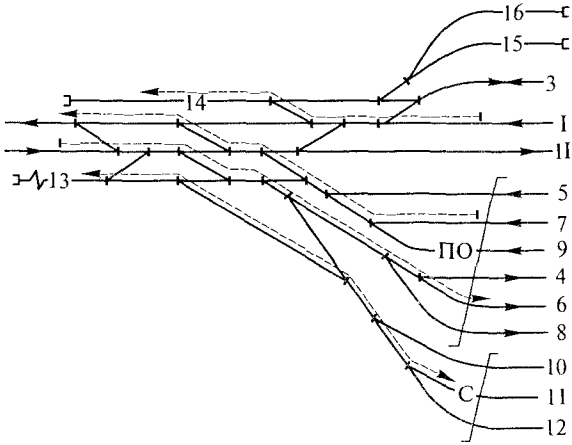


Рис. 11.2. Пример схемы станционной горловины:

I и II — главные пути; 3 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; 13 и 14 — вытяжные пути; 15 и 16 — пути отстоя почтово-багажных и пассажирских вагонов; ПО — приемоотправочный парк для грузовых поездов (пути 4—9); С — сортировочный парк (пути 10—12)

Технологическая особенность горловин заключается в том, что в их пределах подвижной состав не должен останавливаться — это проходные элементы станции и парков. Конструкции горловин очень важны для нормальной работы станций.

Безопасность движения в горловинах достигается изоляцией каждого маршрута следования поезда, локомотива или маневрового состава от других передвижений, которые могут быть в горловине. Изоляцию обеспечивают устройства электрической централизации стрелок и сигналов, а также деление путей на секции. *Секцией* называется группа путей или отдельный путь, передвижения по которым с занятием горловины возможно одновременно с передвижением по соседним путям.

Возможность выполнения в горловине одновременно нескольких операций повышает ее *пропускную способность*, т.е. число единиц подвижного состава, которые могут быть пропущены через горловину за определенный период времени. Маневренность горловин достигается взаимозаменяемостью парков и путей и наличием в горловинах параллельных съездов, позволяющих осуществлять одновременное передвижение по нескольким маршрутам.

Горловины станций должны проектироваться с учетом требований электрической централизации стрелок и сигналов и электрификации, т.е. обеспечивать рациональную расстановку изолирующих стыков, сигналов и опор контактной сети.

11.3. НУМЕРАЦИЯ СТАНЦИОННЫХ ПУТЕЙ И СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Каждый путь на станции должен иметь свой номер, не повторяющийся в пределах станции, а на крупных станциях с отдельными парками — в пределах одного парка.

Главные пути на перегонах и станциях нумеруются римскими цифрами (I, II, III, IV): по нечетному направлению — нечетными, по четному направлению — четными. На станциях с небольшим числом приемоотправочных путей, используемых для приема как четных, так и нечетных поездов, эти пути нумеруются арабскими цифрами вслед за номерами главных путей от пассажирского здания в полевую сторону (3; 4; 5; 6; 7; ...). Если приемоотправочные пути специализированы по направлениям, то пути, предназначенные для приема четных поездов, нумеруются четными цифрами (4; 6; 8; 10), а пути, предназначенные для приема нечетных поездов, — нечетными (3; 5; 7; 9).

На крупных станциях паркам присваивают названия: приема (П), отправления (О), приемоотправочный (ПО), сортировочный (С) и нумерацию ведут отдельно по каждому парку. При нескольких парках одного назначения к их названию добавляется номер (ПО1, ПО2) или слово «нечетный» («четный»). В некоторых случаях применяют буквенные или цифровые обозначения парков.

Стрелочные переводы нумеруют начиная с входных переводов станции порядковыми нечетными номерами с нечетной стороны и четными номерами с четной стороны. На станциях с большим числом путей стрелки нумеруют по отдельным паркам, причем каждому парку присваивают сотню номеров (100—199; 200—299 и т.д.), а стрелки, не входящие в состав парков, нумеруют порядковыми номерами от 1 до 99.

Стрелочные переводы, лежащие по стрелочной улице, а также спаренные стрелочные переводы должны иметь непрерывную нумерацию (например, 5; 7; 9; 11 и т.д.).

За границу, отделяющую четные номера от нечетных, принимаются:

на раздельных пунктах с небольшим путевым развитием — ось пассажирского здания;

на станциях с большим путевым развитием — ось пассажирского здания или поперечная ось станции (при нецентральном расположении пассажирского здания);

при нумерации по отдельным паркам или однородным группам путей — середина этих парков или групп путей.

При частичном переустройстве станций существующая нумерация путей и стрелок может быть сохранена без изменения.

11.4. КООРДИНИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРЛОВИН И ПАРКОВ

При сооружении и развитии станций, отдельных парков или горловин делают разбивку элементов путевого развития на местности. Для этого необходимо знать координаты центров стрелочных переводов, предельных столбиков, сигналов, упоров тупиков, вершин углов поворота кривых. Обычно за центр координат, от которого ведется отсчет, принимают точку пересечения оси пассажирского или другого служебного здания Y с осью одного из главных путей X (например, I на рис. 11.3). По проектным координатам с помощью геодезических инструментов отмеряют по оси X расстояния до нужных элементов пути, от них восстанавливают перпендикуляры и фиксируют ординаты по оси Y, забивая деревянные колышки. В проектах координаты устанавливают по таблицам тригонометрических функций, учитывая технические требования к взаимному расположению стрелочных переводов и их размеры (см. приложение 1).

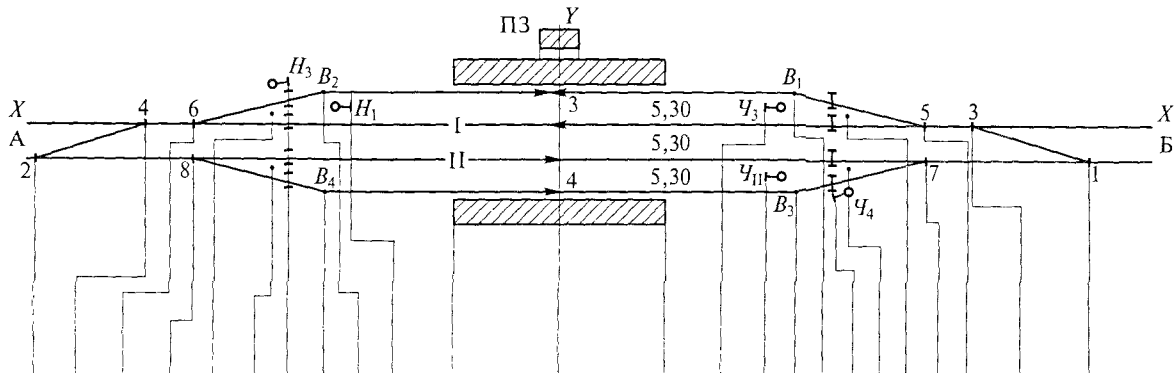
Для расчета координат предварительно устанавливают нормативные расстояния между смежными стрелочными переводами в горловинах, а также расстояния от центров переводов до предельных столбиков, изолирующих стыков и светофоров (см. приложение 2).

Далее осуществляется «привязка» одного из элементов к оси пассажирского (служебного) здания, т.е. принимается его координата X. Координаты остальных элементов получаются прибавлением или вычитанием соответствующих расстояний. Для перехода от одной горловины к другой используется значение нормативной длины приемоотправочных путей, которую должна давать сумма координат элементов, ограничивающих полезную длину самого короткого пути.

На приемоотправочных путях, оборудованных рельсовыми цепями, изолирующие стыки размещают на расстоянии 3,5 м за предельным столбиком (с учетом максимальной длины выступающей части подвижного состава по отношению к крайней оси).

За начало расчета координат принимают: по горизонтали (X-координата) — ось пассажирского здания; по вертикали (Y-координата) — ось главного пути на однопутной линии или ось одного из главных путей на двухпутной линии. В последнем случае лучше выбрать тот главный путь, который не имеет искривления при переходе к междупутью 4 100 мм.

Поскольку положение пассажирского (служебного) здания определяется исходя из местных условий, его ось не обязательно должна делить полезную длину какого-либо приемоотправочного пути пополам.



Наименование точки	ЦП 2	ЦП 4	ЦП 6	ЦП 8	ПС	ПС	Вых.св. H_3	B_4	B_2	Вых.св. H_1		Ось ПЗ		Вых.св. $Ч_3$	Вых.св. $Ч_{II}$	B_3	B_1	Вых.св. $Ч_4$	ПС	ПС	ЦП 7	ЦП 5	ЦП 3	ЦП 1	
Расстояние от оси здания, м	600,00	541,70	501,07	501,07	454,07	454,07	450,57	442,77	442,77	429,07	200,0	0,00	200,0	599,43	599,43	613,13	613,13	620,93	624,43	624,43	671,43	671,43	712,06	770,36	
Расстояние от оси главного пути, м	5,30	0,00	0,00	5,30	2,05	7,35	7,38	10,60	5,30	2,65				2,65	7,95	10,60	5,30	12,68	7,35	2,05	5,30	0,00	0,00	5,30	

Рис. 11.3. Схема обгонного пункта с координатами основных элементов

Таблица 11.1

Расчетный элемент	Координаты рассчитываемых элементов обгонного пункта, м			
	X		*Y*	
	Расчет	Значение	Расчет	Значение
Центр стрелочного перевода:				
2	—	600.0	—	–5,30
4	600.0 – 58,30	541,70	—	0
6	541,70 – 40,63	501,07	—	0
8	То же (в створе с ЦСП-6)	501,07	—	–5,30
5	$1050 - X_{H3} + 72{,}0 = 1050 - 450.57 + 72{,}0$	671,43	—	0
7	То же (в створе с ЦСП-5)	671,43	—	–5,30
3	671,43 + 40,63	712,06	—	0
1	712,06 + 58,30	770,36	—	–5,30
Вершина кривой:				
B_2	501,07 – 5,30×11	442,77	—	+5,30
B_4	То же (в створе с B_2)	442,77	–5,30 – 5,30	–10,60
B_1	671,43 – 5,30×11	613,13	—	+5,30
B_3		613,13	–5,30 – 5,30	–10,60

Выходной сигнал:				
H_1	501,07 – 72,0	429,07	—	+2,65
H_3	501,07 – 47,0 – 3,5*	450,57	4,10 + 0,18** + 3,1***	+7,38
$Ч_{II}$	671,43 – 72,0	599,43	–5,30 – 2,65	–7,95
$Ч_3$	То же (в створе с $Ч_{II}$)	599,43	—	+2,65
$Ч_4$	671,43 – 47,0 – 3,5*	620,93	–5,30 – 4,10 – 0,18** –3,1***	–12,68
Предельный столбик:				
чет. горл.	501,07 – 47	454,07	+ 2,05/–5,30 – 2,05	+2,05/–7,35
нечет. горл.	671,43 – 47	624,43	+ 2,05/–5,30 – 2,05	+2,05/–7,35

* Расстояние от предельного столбика до сигнала с учетом расположения изолирующего стыка.
** Уширение габаритного расстояния до внутренней кривой.
*** Расстояние от оси пути до светофора.

Пример. Принимаем для обгонного пункта следующие исходные данные (см. рис. 11.3): марка стрелочных переводов 1/11; полезная длина путей 1 050 м; ось обгонного пункта расположена в 600 м от центра стрелочного перевода *2*; на главных путях уложены рельсы Р65, на станционных — Р50; проекция на ось *X* съездов *1—3* и *2—4* равна $5{,}30 \times 11 = 58{,}30$ м. Расстояния между стрелочными переводами *3* и *5*, *4* и *6* равно 40,63 м; от центров стрелочных переводов до предельных столбиков — 47,0 м, до мачтовых светофоров $Н_{I}$, $Ч_{II}$, $Ч_{3}$ — 72 м, а до светофоров $Н_{3}$ и $Ч_{4}$ — 50,5 м. Результаты расчетов координат приведены в табл. 11.1.

Потребность в рельсах и стрелочных переводах для сооружений станции, разъезда или обгонного пункта определяется на основании ведомости железнодорожных путей (табл. 11.2) и ведомости стрелочных переводов (табл. 11.3). Длины путей в ведомости округляют до целых метров: полезную — в меньшую, а полную — в большую сторону.

Потребность в рельсах характеризуется строительной длиной путей, которая получается путем вычитания из полной длины пути длины уложенных на нем стрелочных переводов ($a + b$).

В рассмотренном примере строительные длины составят:
для пути I — $1\,293 - 4 \times 33{,}4 = 1\,159$ м;
пути II — $1\,399 - 4 \times 33{,}4 = 1\,265$ м;
путей 3 и 4 — $1\,201 - 2 \times 33{,}4 = 1\,134$ м;
съездов 1—3 и 2—4 — $87 - 2 \times 33{,}4 = 20$ м.

Таблица 11.2

Номер пути	Наименование	Граница пути			Длина пути, м		Тип рельсов
		от стрелки	через стрелки	до стрелки	полная	полезная	
I	Главный	4	6; 5	3	1 293	1 050	Р65
II	Главный	2	8; 7	I	1 399	1 050	Р65
3	Приемоот-правочный	6	—	5	1 201	1 071	Р50
4	Приемоот-правочный	8	—	7	1 201	1 071	Р50
—	Съезды 1—3; 2—4	—	—	—	174	—	Р65

Таблица 11.3

Тип рельсов	Сторонность	Марка крестовины	Тип стрелочного перевода	Номер стрелочного перевода	Количество, шт.
Р65	Левая	1/11	Обыкновенный	2; 4; 6; 7	4
Р65	Правая	1/11	Обыкновенный	1; 3; 5; 8	4

Суммарная строительная длина путей из рельсов Р65 составит 1 159 + + 1 265 + 2×20 = 2 464 м, из рельсов Р50 — 2×1 134 = 2 268 м.

Контрольные вопросы

1. Что называется парком путей на станции?
2. Приведите основные формы парков.
3. Что такое горловина станции?
4. Для чего пути в горловинах делятся на секции?
5. Приведите порядок нумерации путей и стрелочных переводов на станциях.
6. Для чего производится координирование элементов горловин и парков?
7. Как определяется строительная длина путей?

ГЛАВА 12

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

12.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При проектировании новых и переустройстве существующих разъездов, обгонных пунктов, станций и узлов необходимо соблюдать ряд обязательных общих требований, чтобы обеспечивать:

безопасность движения поездов, личную безопасность работников станции, пассажиров и населения (соблюдение габаритных расстояний, установка предельных столбиков и светофоров; оборудование станций устройствами контроля занятости путей и стрелок; проектирование продольного профиля станционных путей по нормам, исключающим самопроизвольный уход вагонов; ограждение поездных маршрутов от маневровых предохранительными тупиками, охранными стрелками, сбрасывающими башмаками; устройство служебных проходов и проездов через пути в разных уровнях; ограждение станции);

потребную пропускную и перерабатывающую способность раздельных пунктов (сооружение необходимого количества путей, платформ, экипировочных позиций, ремонтных стойл, грузовых фронтов и др.; секционирование путей в горловинах);

технологичность проектного решения (разработка схем станций с учетом максимальной поточности и параллельности выполнения массовых операций; использование при проектировании типовых схем с проработанным рациональным взаимным расположением основных устройств; объединение технологически однородных зданий, сооружений и устройств различных служб);

комплексность проекта (учет перспектив развития населенных пунктов, их транспортной инфраструктуры и занятости населения; учет интересов промышленных предприятий и других видов транспорта: разработка в проектах разделов экологии и безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях и согласование их с государственными органами);

экономичность проектного решения (разработка нескольких конкурентоспособных вариантов, их технико-экономическое сравнение и выбор лучшего; определение оптимальной этапности строительства);

перспективу развития (резервирование территорий для дальнейшего расширения станций и развития узлов; размещение капитальных зданий и сооружений с учетом возможности беспрепятственного увеличения числа и полезной длины путей; разработка конструкций горловин, как правило, не требующих при увеличении числа путей разборки ранее уложенных стрелочных переводов; обеспечение возможности комплексной механизации и автоматизации производственных процессов без реконструкции путевых и других устройств).

Кроме указанных требований проектом должны обеспечиваться установленные сроки строительства и ввода объектов в эксплуатацию, а также соответствие объектов техническим условиям и нормам проектирования.

Технические требования и нормы, которые должны соблюдаться при проектировании раздельных пунктов с путевым развитием, приводятся в нормативных документах [8, 10, 13].

Общие требования, обязательные для проектирования любых объектов на территории Российской Федерации приводятся в Инструкции о порядке разработки, согласования, утверждения проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений (СНиП 11-01—2003) [8] Госстроя России.

Нормативными документами Министерства путей сообщения являются Строительно-технические нормы (СТН Ц-01—95) [13], Правила и технические нормы проектирования станций и узлов (ПТН) [10], Единый формат технико-экономических обоснований инвестиционных проектов [3], содержащие конкретные и детализированные рекомендации работникам проектных организаций для практики проектирования.

Процесс проектирования состоит из нескольких этапов или стадий (рис. 12.1), на каждой из которых выполняются разные задачи.

Основные задачи *предпроектной стадии* — сбор исходных данных для проектирования, получение разрешения на проектирование, определение ориентировочных объемов работ и обоснование необходимых инвестиций.

На основании исходных данных разрабатываются предпроектные предложения или ТЭО станции либо узла — принципиальные варианты проектных решений, осуществляются сравнение и выбор наиболее рационального варианта и расчет его экономической эффективности. Заказчик (ОАО «РЖД» или один из его

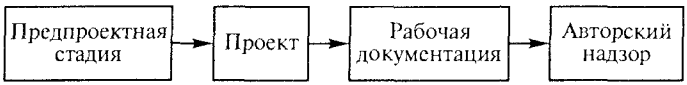


Рис. 12.1. Основные стадии проектирования

филиалов) по результатам рассмотрения ТЭО принимает решение о включении объекта в инвестиционную программу.

Задачи стадии *проект* — уточнение и детализация предложенных в ТЭО решений и технико-экономических показателей, определение сметной стоимости строительства. Утвержденный заказчиком проект является основным документом для открытия финансирования и начала строительства. На основании проекта разрабатывается *рабочая документация*, направляемая подрядчикам для проведения строительных работ. При несложных объектах в целях сокращения сроков и стоимости проектирование может быть объединено в одну стадию — *рабочий проект*.

Каждая из указанных стадий проектирования содержит пояснительную записку с расчетами, описанием и обоснованием принятых решений, а также чертежи и сметную документацию. В состав чертежей строительства или развития железнодорожной станции (узла), как правило, входят план станции в масштабе 1 : 2 000 (для сложных станций 1 : 1 000), схема узла (масштаб 1 : 10 000 или 1 : 5 000), планы развязок подходов в масштабе 1 : 2 000 или 1 : 5 000, продольный и поперечные профили путей, планы и профили водоотводных устройств, сводные планы инженерных сетей, генеральные и поэтажные планы зданий.

Основная задача *авторского надзора* за строительством — контроль со стороны проектной организации за четким исполнением проекта подрядчиками, а также быстрое уточнение и изменение инженерных решений в период строительства при возникновении такой необходимости.

Проектирование железнодорожных станций и узлов осуществляется территориальными проектно-изыскательскими институтами (ОАО «Мосгипротранс», ОАО «Ленгипротранс» и др.), и дорожными проектными институтами. Несложную рабочую документацию могут разрабатывать проектно-сметные группы при отделениях железных дорог.

Снизить сроки проектирования при одновременном улучшении качества проектов позволяют созданные на основе современных микропроцессоров и программного обеспечения системы автоматизированного проектирования (САПР). Эффективность внедрения САПР наиболее высока при автоматизации всей технологической цепочки проектирования: топографической съемке электронными инструментами (тахеометрами, нивелирами, дальномерами и др.) с выдачей изыскательских материалов в электронном виде; проектировании планов и профилей станции на компьютере в программной среде AutoCAD; печати готовых материалов на типографских электронных комплексах (плоттерах).

Применение САПР позволяет без больших затрат увеличить число рассматриваемых вариантов проектных решений и тем самым повысить их обоснованность.

12.2. ПОНЯТИЕ СТАНЦИОННОЙ ПЛОЩАДКИ. ТРЕБОВАНИЯ К РАСПОЛОЖЕНИЮ СТАНЦИОННЫХ ПУТЕЙ В ПРОФИЛЕ И ПЛАНЕ

Станционной площадкой называется участок продольного профиля, предназначенный для размещения станции, разъезда или обгонного пункта.

В профиле возможны три варианта расположения станционной площадки (рис. 12.2). Расположение станционной площадки на горбе (рис. 12.2, *а*) обеспечивает благоприятные условия для торможения поездов при подходе к раздельному пункту и для разгона их после остановки, а также облегчает отвод воды с площадки. Однако при этом ухудшаются условия трогания поездов, задержанных у входных сигналов, и требуется постоянный контроль за предотвращением ухода подвижного состава на перегон. При расположении площадки в яме (рис. 12.2, *б*) ухудшаются условия разгона и замедления поездов, а также отвода воды от станционной площадки, однако облегчается трогание поездов при задержке у входных сигналов и снижается опасность ухода вагонов на перегон. Расположение площадки на уступе (рис. 12.2, *в*) занимает по своим качествам среднее положение между двумя первыми вариантами.

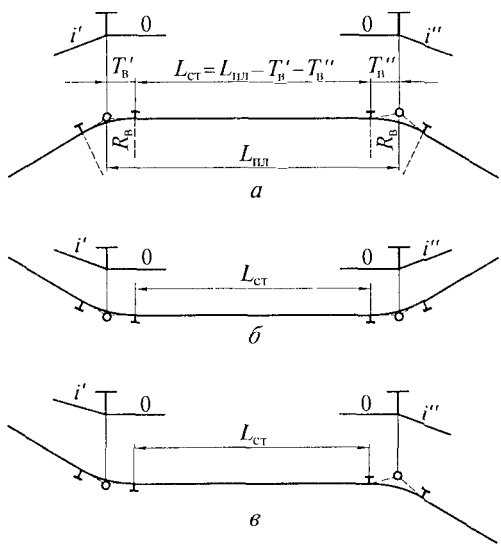


Рис. 12.2. Варианты размещения станционных площадок в профиле:

а — на горбе; *б* — в яме; *в* — на уступе; $L_{пл}$ — длина станционной площадки; $L_{ст}$ — расстояние между уклоноуказателями; $R_в$ — радиус вертикальной кривой; $T'_в$ и $T''_в$ — тангенсы вертикальных кривых; i' и i'' — уклоны на подходах к станции

При трассировании линий станционные площадки по возможности следует размещать на возвышенностях, а участки перед входными сигналами на протяжении, равном норме полезной длины приемоотправочных путей, — на уклонах, обеспечивающих трогание грузовых поездов с места. При расположении станционной площадки в яме или на уступе выходы в сторону затяжного подъема при электрической тяге на постоянном токе следует проектировать с учетом обеспечения разгона полновесных поездов до расчетной скорости электровоза на руководящем подъеме. Длина разгонного участка от оси раздельного пункта до начала руководящего подъема должна быть не менее

$$l_{\text{р}} = 4{,}17\frac{v^2}{1{,}10i_{\text{р}} - i_{\text{с}}},$$

где v — расчетная минимальная скорость на руководящем подъеме, км/ч; $i_{\text{р}}$ — руководящий подъем, ‰; $i_{\text{с}}$ — средний уклон на протяжении разгонного участка, ‰.

Фактическая длина станционной площадки $L_{\text{ст}}$ измеряется между тангенсами вертикальных кривых $T'_{\text{в}}$ и $T''_{\text{в}}$ (см. рис. 12.2).

Тангенс вертикальной кривой

$$T_{\text{в}} = R_{\text{в}}\Delta i/2000,$$

где $R_{\text{в}}$ — радиус вертикальной кривой, принимаемый в зависимости от категории линии от 20 до 3 км; Δi — алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, ‰.

Потребная длина станционной площадки устанавливается в зависимости от типа раздельного пункта, нормы полезной длины приемоотправочных путей на перспективу, а также схемы расположения этих путей (поперечной, продольной или полупродольной).

При расположении раздельного пункта на нескольких элементах профиля длина каждого элемента должна быть, как правило, не менее половины полезной длины приемоотправочных путей, принятой на перспективу.

Станционные пути во избежание самопроизвольного ухода в профиле следует размещать на горизонтальной площадке. В отдельных случаях для уменьшения объемов земляных работ их допускается размещать на уклоне до 1,5 ‰, а в трудных условиях — до 2,5 ‰. Пути в зданиях размещаются на горизонтальных площадках.

Разъезды и обгонные пункты продольного и полупродольного типов, а при соответствующем обосновании и промежуточные станции аналогичных типов в пределах станционной площадки, где не предусматривается проведение маневров с отцепкой локомотива от состава, допускается располагать на уклоне не более

10 ‰. При этом уклон должен обеспечивать возможность трогания состава с места:

$$i_{тр} \le \frac{F_{к.тр}}{Q+P} - w_{тр} - w_{кр},$$

где $i_{тр}$ — допустимый подъем, ‰; $F_{к.тр}$ — сила тяги локомотива при трогании с места, Н; Q — расчетный вес состава на участке, кН; P — расчетный вес локомотива, кН; $w_{тр}$ — суммарное удельное сопротивление при трогании с места, принимаемое по Правилам тяговых расчетов, Н/кН; $w_{кр}$ — дополнительное сопротивление от кривых, Н/кН.

На раздельных пунктах, где предусматривается проведение маневров или отцепка локомотивов от составов, для исключения возможности самопроизвольного ухода подвижного состава на перегон продольный профиль приемоотправочных путей в пределах их полезной длины рекомендуется проектировать трехэлементным вогнутого очертания с одинаковыми отметками по концам полезной длины (рис. 12.3). Длину противоуклонов l_i определяют по формуле

$$l_i = kl_{по}/i,$$

где k — коэффициент, определяющий допустимый диапазон глубины понижения, равный 0,45...0,55; $l_{по}$ — полезная длина приемоотправочного пути; i — крутизна противоуклонов, принимаемая 1,5...2,5 ‰.

В плане станции, разъезды, обгонные пункты, а также отдельные парки путей и вытяжные пути следует располагать, как правило, на прямых участках. При этом уменьшаются сопротивление движению, а следовательно, и расход топлива или электроэнергии, боковой износ пути и подвижного состава, повышается видимость, т.е. улучшаются условия безопасности движения. Стан-

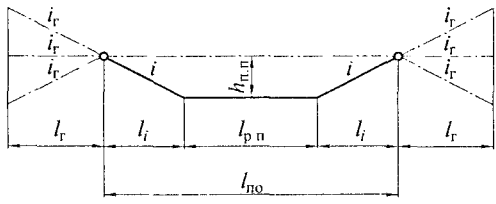


Рис. 12.3. Трехэлементный продольный профиль приемоотправочных путей:

i — крутизна противоуклонов; $i_г$ — уклон стрелочной горловины станции; l_i — длина противоуклонов; $l_{р.п}$ — длина разделительной площадки; $l_{по}$ — полезная длина приемоотправочного пути; $l_г$ — длина горловины; $h_{п.п}$ — глубина понижения профиля

ции, разъезды и обгонные пункты с поперечным расположением приемоотправочных путей допускается размещать на кривых, обращенных в одну сторону. Раздельные пункты с полупродольным и продольным расположением приемоотправочных путей в трудных условиях допускается размещать на обратных кривых. При этом пути каждого из направлений движения в пределах их полезной длины следует располагать на кривых, обращенных в одну сторону.

В трудных условиях станционные пути допускается размещать на кривых радиусом не менее 2 000 м — на скоростных линиях; 1 500 м — на линиях I и II категорий; 1 200 м — на линиях особогрузонапряженных, III и IV категорий. В особо трудных топографических условиях при соответствующем обосновании разрешается уменьшать радиус кривой до 600 м — на линиях особогрузонапряженных, III и IV категорий, а в горных условиях — до 500 м. Минимальный радиус соединительных и ходовых локомотивных путей принимается 200 м, а в трудных условиях — 180 м.

12.3. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ НА СТАНЦИЯХ, РАЗЪЕЗДАХ И ОБГОННЫХ ПУНКТАХ

Земляное полотно проектируют одновременно с разработкой планов раздельных пунктов на основе топографической съемки местности, продольного профиля главного пути и инженерно-геологических изысканий с учетом метеорологических особенностей района строительства. При переустройстве существующих станций, кроме того, снимают поперечные профили земляного полотна и обследуют балласт, а для новых станций в сложных условиях снимают поперечные профили местности.

Поскольку закладывать резервы и отсыпать кавальеры в пределах станции нельзя, так как это приведет к неоправданному увеличению объемов земляных работ при расширении станции, для получения наименьших объемов и наивыгоднейшего распределения земляных масс необходимо рационально использовать рельеф местности.

Поперечные профили земляного полотна на станциях проектируются в соответствии с нормами СТН Ц-01—95 и Техническими условиями сооружения железнодорожного земляного полотна.

Ширину земляного полотна (поверху) на раздельных пунктах устанавливают в соответствии с проектируемым путевым развитием. Расстояние от осей крайних станционных путей до бровки земляного полотна принимают в зависимости от категории линии при скальных, крупнообломочных и песчаных дренирующих грунтах от 3,1 до 3,3 м, а при остальных грунтах — от 3,55 до 3,8 м.

Для предохранения от снежных заносов станции рекомендуется проектировать на насыпях. Крутизна откосов насыпей высотой до 6 м из обыкновенных грунтов принимается 1 : 1,5. При высоте насыпей от 6 до 12 м верхняя часть высотой 6 м имеет откосы крутизной 1 : 1,5, а нижняя — 1 : 1,75.

На всех вновь сооружаемых и реконструируемых раздельных пунктах должен быть обеспечен надежный отвод поверхностных вод с поверхности земляного полотна и балластной призмы. Поперечный водоотвод осуществляется путем придания земляному полотну и поверхности балласта поперечного уклона по направлению к водоотводным канавам, кюветам и продольным лоткам. Уклон и допускаемое число путей на одном скате зависят от рода грунта земляного полотна, вида балласта и климатического района. Поперечный уклон принимается равным от 0 (для станционных площадок из скальных и хорошо дренирующих грунтов в засушливых районах) до 0,02 (при слабодренирующих и недренирующих грунтах), а число путей на одном скате не превышающим 6...10.

Поперечное очертание верха земляного полотна в зависимости от числа путей на станции (или в отдельном парке) и вида грунта проектируют односкатным, двускатным или пилообразным (рис. 12.4, *а—г*). Односкатные поперечные профили применяют преимущественно на разъездах и промежуточных станциях однопутных линий с небольшим числом путей при дренирующих грунтах и отсутствии промежуточной пассажирской платформы.

На обгонных пунктах и промежуточных станциях обычно проектируют двускатный поперечный профиль, причем на двухпутных раздельных пунктах уклоны устраивают от оси междупутья главных путей. Двускатные поперечные профили часто применяют и в отдельно расположенных парках (рис. 12.4, *в*).

Пилообразный поперечный профиль применяется при значительной ширине площадки в сортировочных и других парках с большим числом путей. В междупутьях с пониженными отметками при этом необходимо укладывать закрытые продольные лотки, как правило, железобетонные с продольным уклоном не менее 2‰ и поперечными выпусками (коллекторами) для отвода воды за пределы земляного полотна станционной площадки. В необходимых случаях предусматриваются дренажи.

Междупутные лотки бывают высотой 0,75; 1,0; 1,5 и 2 м. На грузовых дворах применяются коробчатые лотки отверстием 0,5 м и высотой 0,5; 0,75 и 1,0 м, рассчитанные под автомобильную нагрузку. Вода от централизованных стрелок отводится железобетонными междушпальными лотками глубиной 0,2...0,85 м. Такие же лотки устраиваются и вдоль пассажирских платформ.

Водоотводные канавы, применяемые с нагорной стороны при расположении станции на насыпи, а также кюветы, проектируе-

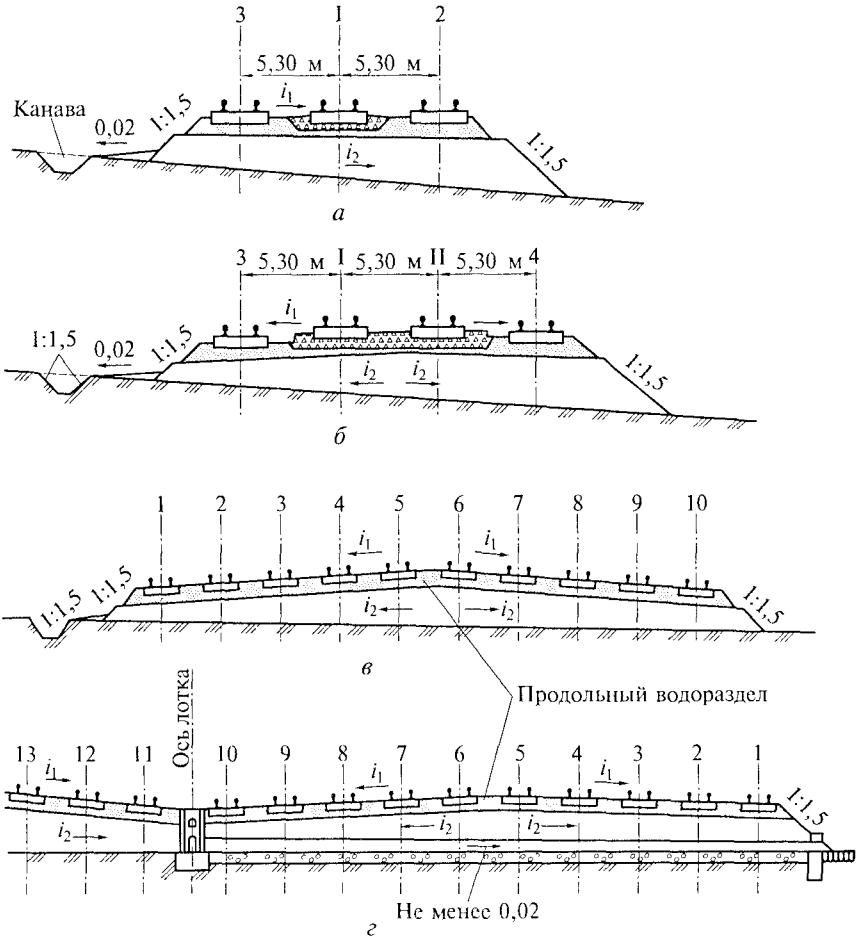


Рис. 12.4. Поперечные профили земляного полотна и балластной призмы на станциях:

а — односкатный; *б*, *в* — двускатный; *г* — пилообразный; I,II, 1—13 пути; i_1 — поперечный уклон балластной призмы; i_2 — поперечный уклон земляного полотна

мые при расположении станционной площадки в выемке, должны иметь ширину по дну не менее соответственно 0,6 и 0,4 м, а глубину от 0,6 до 1,5 м.

При достижении глубины близкой к 1,5 м необходимо предусматривать поперечные водопропускные трубы внутренним диаметром 0,75; 1,0; 1,5 и 2,0 м в зависимости от климатических условий и площади водосбора.

Общая схема водоотводных устройств промежуточной станции показана на рис. 12.5.

При проектировании переустройства существующих станций, разъездов и обгонных пунктов должны быть предусмотрены меры по ликвидации на переустраиваемой части земляного полотна балластных корыт и прочих дефектов и максимальное сохранение существующих водоотводных, укрепительных и защитных устройств.

Мощность верхнего строения станционных путей принимается в зависимости от категории линии. Главные пути на станциях, разъездах и обгонных пунктах следует укладывать рельсами того же типа, что и на перегонах: приемоотправочные пути — рельсами на один тип ниже укладываемых на главных путях или старогодными рельсами того же типа.

На сортировочных, вытяжных, погрузочно-разгрузочных, деповских и других станционных путях следует применять старогодные рельсы типа не ниже Р50, а в горочных горловинах сортировочных парков в пределах зоны торможения вагонов — не ниже Р65.

Число шпал на 1 км главных путей должно быть таким же, как и на главных путях перегонов — 2 000 шпал/км, на приемоотправочных путях рекомендуется 1 840 шпал/км, а на прочих путях — 1 600 шпал/км.

Вид балласта и толщина балластного слоя на главных путях станций, разъездов и обгонных пунктов предусматриваются такими же, как и на перегонах. На приемоотправочных и других станционных путях устраивают однослойную призму из гравийного, гравийно-песчаного и песчаного балластов. Расстояние от оси главного пути до откоса балластной призмы принимают таким

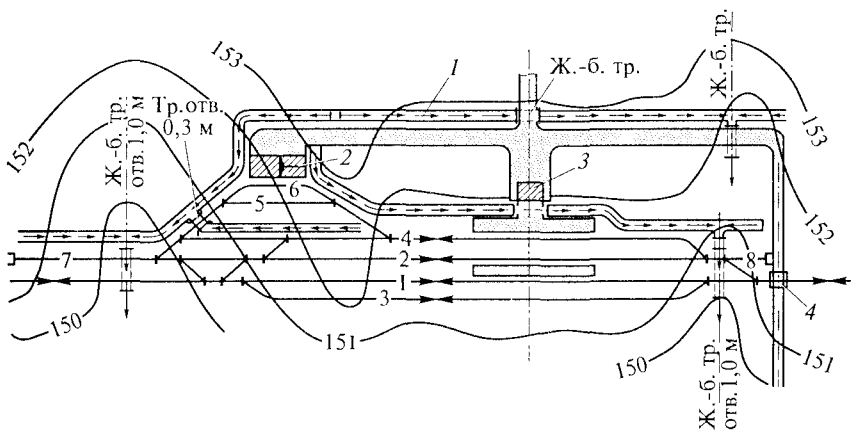


Рис. 12.5. Общая схема водоотводных устройств промежуточных станций:

1 — водоотводная канава; *2* — грузовые устройства; *3* — пассажирское здание; *4* — переезд; 1, 2—8 — пути: Ж.-б. тр. — железобетонная труба

же, как и на перегоне (от 1,73 до 1,93 м), а на приемоотправочных и других путях — равным 1,55 м. Толщина балласта на приемоотправочных путях зависит от вида балласта на главных путях, вида грунта земляного полотна и категории линии и составляет 25...30 см. Поверхность балластного слоя на станционных путях следует проектировать на 3 см ниже верхней постели деревянных шпал и в одном уровне с верхом средней части железобетонных шпал.

Междупутья станционных путей при ширине до 6,5 м следует заполнять балластом; при большей ширине балластный слой допускается проектировать раздельным с обеспечением отвода воды из междупутного пространства.

12.4. ОБЩИЙ ПОРЯДОК ВЫБОРА ВАРИАНТА ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ

Для получения наиболее целесообразного проектного решения необходимо разрабатывать несколько вариантов строительства или переустройства как станции или узла в целом, так и отдельных их элементов. Все варианты должны основываться на общих исходных данных, одинаковых размерах движения поездов, единых технических условиях и нормативах, одинаковых эксплуатационных требованиях.

Вначале разрабатывают немасштабные схемы нескольких вариантов, число которых зависит от сложности объекта. Предварительное сравнение их по явным достоинствам и недостаткам (условиям безопасности движения, удобствам для пассажиров и эксплуатационного штата, увязке с планировкой города и др.) позволяет часть вариантов сразу исключить из рассмотрения как явно нецелесообразных.

Для сравнения оставшихся конкурентоспособных вариантов осуществляют расчет мощности основных технических устройств, числа путей в парках, размеров погрузочно-разгрузочных фронтов, устройств локомотивного хозяйства, путепроводных развязок и др., после чего разрабатывают детальные масштабные планы, на основе которых определяют объемы строительно-монтажных работ.

Оценку вариантов проводят по ряду показателей, важнейшими из которых являются стоимостные — капитальные вложения и эксплуатационные расходы. Кроме того, учитывают натуральные количественные и качественные показатели, которые нельзя полностью оценить в деньгах. К ним относятся проектно-строительные показатели (производительность труда при строительстве и эксплуатации, потребность в дефицитных материалах, использование существующих устройств, возможность дальнейшего разви-

тия, наличие сложных искусственных сооружений и др.); эксплуатационные показатели (уровень загрузки элементов, наличие пересечений маршрутов, возможность взаимозаменяемости устройств, компактность размещения и т. п.); показатели, характеризующие уровень воздействия на окружающую среду (занимаемая территория и ее ценность, влияние на атмосферу, водные и местные ресурсы, уровень шума и др.); показатели, отражающие удобства обслуживания пассажиров, населения и клиентуры, специальные требования.

Учет натуральных показателей имеет решающее значение при выборе варианта, если стоимостные показатели по вариантам отличаются не более чем на 5...10 %.

12.5. СОСТАВ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ

В составе капитальных вложений при сравнении вариантов учитывают строительные затраты, а также расходы, не входящие в сметы строек (на приобретение подвижного состава, машин, оборудования и т. п.). Кроме того, в составе капиталовложений может учитываться стоимость грузов, находящихся в процессе транспортировки.

Капитальные строительные затраты в общем случае учитывают стоимость следующих видов работ по главам сводной сметы.

Раздел А. **Объекты производственного назначения**

Часть I

Глава 1. Подготовка территории строительства.
Глава 2. Земляное полотно.
Глава 3. Искусственные сооружения.
Глава 4. Верхнее строение железнодорожного пути.
Глава 5. Устройства связи, сигнализации, централизации и блокировки.
Глава 6. Здания и сооружения производственные и служебные.
Глава 7. Энергетическое хозяйство.
Глава 8. Водоснабжение, канализация, теплофикация и газоснабжение.
Глава 9. Эксплуатационный инвентарь и инструмент.
Глава 10. Временные здания и сооружения.
Глава 11. Прочие работы и затраты.

Часть II

Глава 12. Содержание дирекции строящегося предприятия.

Строительные затраты получают умножением объема работ по соответствующим статьям на стоимость единицы объема.

Затраты на приобретение подвижного состава и стоимость грузов, находящихся в процессе транспортировки, учитывают в случаях, когда они различаются по вариантам. Если в сравниваемых вариантах вызывается необходимость различных капитальных затрат по другим объектам, их следует учитывать как сопутствующие капиталовложения.

В состав эксплуатационных расходов входят затраты на содержание штата работников, материалы, топливо и электроэнергию, текущий ремонт сооружений и устройств, амортизационные отчисления (на капитальный ремонт и реновацию). Обычно годовые эксплуатационные расходы подразделяются на расходы по содержанию постоянных устройств (путей, стрелочных переводов, контактной сети, пассажирских, грузовых устройств и т.д.) с учетом амортизации, расходы, пропорциональные размерам движения (пробег поездов, передач и одиночных локомотивов, маневровая работа, простой вагонов в процессе выполнения технологических операций) и расходы, связанные с простоями подвижного состава в ожидании выполнения операций. Расходы по содержанию постоянных устройств и пропорциональные размерам движения определяют исходя из среднесуточных размеров работы, а расходы, связанные с ожиданием выполнения технологических операций, — с учетом месячной, суточной и внутрисуточной неравномерности работы станций.

Эксплуатационные расходы рассчитывают по единичным, групповым или укрупненным расходным нормам.

12.6. МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СРАВНЕНИЯ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Для определения технико-экономических преимуществ одного варианта проектного решения в сравнении с другими вариантами пользуются показателями сравнительной (относительной) эффективности, позволяющими оценить сумму общих затрат, зависящих от рассматриваемых вариантов. Существенную роль при этом играет количество этапов развития объекта (вложения капитальных затрат) и характер изменения эксплуатационных расходов по годам.

При сравнении двух вариантов с одноэтапными капиталовложениями K_1 и K_2 ($K_2 > K_1$) и постоянными (не меняющимися по годам) эксплуатационными расходами C_1 и C_2 ($C_1 > C_2$) эффек-

тивность варианта с большими капитальными вложениями K_2 и меньшими эксплуатационными расходами C_2* может быть определена по формуле

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2},$$

где T — расчетный срок окупаемости, годы.

Значение T сравнивают с приемлемым для заказчика (инвестора) нормативным значением $T_н$. Если $T \leq T_н$, принимают второй вариант (с большими капиталовложениями), в противном случае — первый вариант.

При числе вариантов с одноэтапными капиталовложениями и постоянными эксплуатационными расходами более двух их сравнение рекомендуется вести по суммарным приведенным капитальным вложениям и эксплуатационным расходам, определяемым по формуле

$$Э_{пр} = K + T_н C.$$

Если хотя бы по одному из вариантов предусматривается осуществление капиталовложений в несколько сроков (этапов) или рассматриваются одноэтапные варианты с нелинейной зависимостью эксплуатационных расходов от времени, вариант выбирают по минимальной сумме приведенных капитальных вложений и эксплуатационных расходов. Эту сумму определяют по формуле

$$Э_{пр} = \sum_{t=0}^{T} K_t \alpha_t + \sum_{t=1}^{T} C_t \alpha_t,$$

если мощность устройств станции в конце периода сравнения одинакова во всех сравниваемых вариантах, и по формуле

$$Э_{пр} = \sum_{t=0}^{T} K_t \alpha_t + \sum_{t=1}^{T} C_t \alpha_t - K_{ост} \alpha_t,$$

если мощность станционных устройств в конце периода сравнения по вариантам различна.

В этих формулах K_t и C_t — капитальные вложения и эксплуатационные расходы в соответствующем году t; α_t — коэффициент приведения (дисконтирования), учитывающий уменьшение значимости затрат, совершаемых через t лет; T — период суммирования расходов по рассматриваемым вариантам (горизонт расчета), принимаемый равным 15...20 годам; $K_{ост}$ — остаточная стоимость фондов станции, определяемая по специальной методике.

---

* При $K_2 > K_1$ и $C_2 > C_1$ варианты неконкурентоспособны — первый вариант явно выгоднее.

При постоянных ценах на строительство и нормах эксплуатационных расходов коэффициент приведения затрат находят из выражения

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E)^t},$$

где E — норма дисконта, равная приемлемой для заказчика норме дохода на капитал.

12.7. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СТАНЦИЙ И УЗЛОВ

Особенностью железнодорожных станций и узлов как инженерных сооружений является то, что их наличная пропускная (перерабатывающая) способность $N_н$ может быть увеличена только дискретно, путем укладки дополнительных путей, увеличения числа маневровых локомотивов или смен работы и ряда других мероприятий, в то время как потребная пропускная способность $N_п$, определяемая объемами предстоящих перевозок, с течением времени изменяется непрерывно. При растущих объемах перевозок (рис. 12.6) строительство железнодорожных узлов и крупных станций предусматривается по этапам (очередям). Это означает, что первоначальная мощность устройств $N_{н1}$ предусматривается такой, чтобы обеспечить успешное освоение заданных объемов

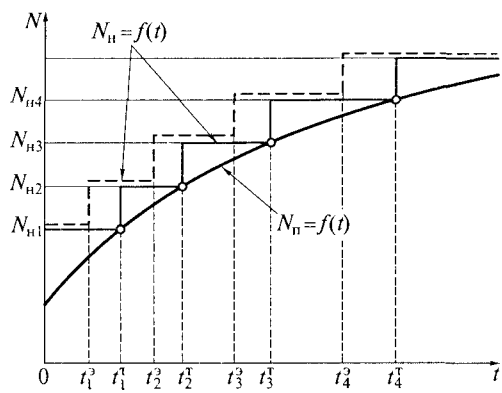


Рис. 12.6. Характер изменения наличной и потребной пропускной способности станционных устройств:

$N_п$ и $N_н$ — соответственно потребная и наличная пропускная способность; $t_i^т$ — предельный срок эксплуатации станции при имеющемся техническом оснащении; $t_i^э$ — предельный срок экономической целесообразности эксплуатации станции

работы только на какой-то начальный период эксплуатации, а затем мощность ступенчато наращивается.

При решении вопросов этапности развития следует различать техническую возможность и экономическую целесообразность эксплуатации станции на определенном этапе развития. Техническая возможность характеризует предельный срок эксплуатации станции при имеющемся техническом оснащении, определяемый равенством потребной $N_{\text{п}}$ и наличной $N_{\text{н}}$ пропускной способности устройств (моменты $t_1^{\text{т}}$, $t_2^{\text{т}}$, $t_3^{\text{т}}$, $t_4^{\text{т}}$). Экономическая целесообразность эксплуатации очередного этапа развития станции истекает, как правило, раньше сроков исчерпания технической возможности (моменты $t_1^{\text{э}}$, $t_2^{\text{э}}$, $t_3^{\text{э}}$, $t_4^{\text{э}}$). Это обусловлено, главным образом, неравномерностью транспортных процессов и связанным с нею резким возрастанием потерь из-за ожидания выполнения технологических операций при высоком уровне загрузки устройств.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные требования к проектам железнодорожных станций и узлов.

2. Назовите основные стадии проектирования станций.

3. Какие вы знаете нормативные документы по проектированию железных дорог и станций?

4. На каких уклонах допускается размещать станционные пути?

5. Какие требования предъявляются к размещению станций и их отдельных парков в плане?

6. Что понимают под этапностью развития станций?

ГЛАВА 13

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РАЗДЕЛЬНЫЕ ПУНКТЫ

13.1. РАЗЪЕЗДЫ. НАЗНАЧЕНИЕ, ТИПОВЫЕ СХЕМЫ И УСЛОВИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Разъездом называется раздельный пункт на однопутных линиях, имеющий путевое развитие, предназначенное для скрещения и обгона поездов. Кроме скрещения и обгона поездов на разъездах осуществляются посадка и высадка пассажиров, а в отдельных случаях — погрузка-выгрузка грузов в небольшом объеме. Для выполнения указанных операций на разъездах имеется главный путь, используемый в основном для безостановочного пропуска поездов, один или два приемоотправочных пути, на которые поезда принимаются для скрещения или обгона, пассажирское здание (обычно совмещенное с помещением дежурного по станции) и платформы для посадки и высадки пассажиров, устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и связи, освещения, стрелочные посты. На электрифицированных линиях, кроме того, имеется контактная сеть.

По схеме расположения приемоотправочных путей различают разъезды с продольным, полупродольным и поперечным размещением путей (рис. 13.1). Кроме приемоотправочных путей 2 и 3, на разъездах может быть дополнительный тупиковый путь 4, предназначенный для погрузки-выгрузки грузов, стоянки служебных вагонов, вагонов-клубов и др.

Схемы с продольным расположением путей (рис. 13.1, *а*, *б*) обеспечивают большую пропускную способность прилегающих перегонов благодаря сокращению их длины и возможность скрещения и обгона удлиненных, в том числе соединенных грузовых поездов, что позволяет увеличить провозную способность участка. Кроме того, создаются лучшие условия для разгона поездов при отправлении и одновременного приема встречных поездов. Схема на рис. 13.1, *а*, кроме того, обеспечивает максимальное использование существующих устройств при строительстве двухпутных вставок или второго главного пути. По этой схеме рекомендуется строить разъезды на линиях I и II категорий. Схема на рис. 13.1, *б* применяется при большом числе пассажирских поездов, пропускаемых с обгоном грузовых, а также при выполнении погрузочно-выгру-

зочных работ по обе стороны главного пути. Недостатками обеих схем продольного типа являются большая потребная длина станционной площадки $L_{пл} = 2l_0 + 350$ м (здесь и далее l_0 — нормативная полезная длина приемоотправочных путей).

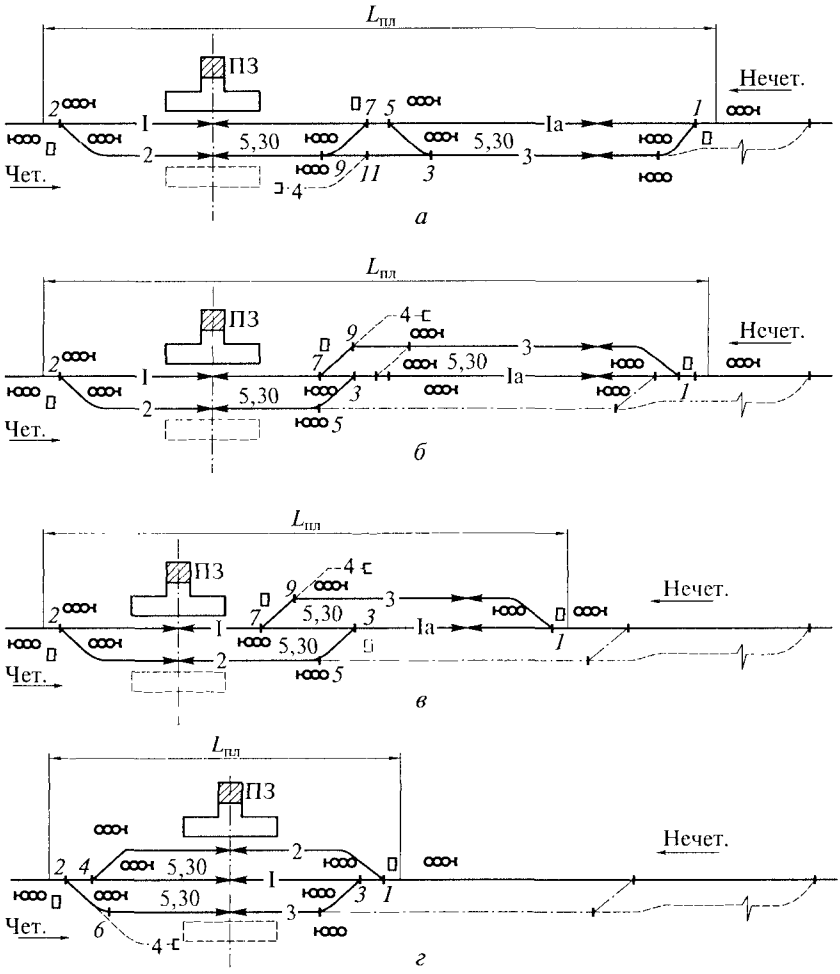


Рис. 13.1. Схемы разъездов с продольным (*а*, *б*), полупродольным (*в*) и поперечным (*г*) расположением путей:

1—11 — номера стрелочных переводов; I и Ia — главные пути; 2 и 3 — приемоотправочные пути; 4 — путь для погрузки-выгрузки грузов и стоянки вагонов; $L_{пл}$ — длина станционной площадки; ПЗ — пассажирское здание; Чет. и Нечет. — направление движения соответственно четных и нечетных поездов; 5,30 — междупутное расстояние, м; ·-·-·-·-· — удлинение разъездного пути для скрещения соединенных поездов; ——— — удлинение разъездного пути для безостановочного скрещения поездов

Схему с полупродольным расположением путей (рис. 13.1, *в*) применяют при недостаточной длине площадки. Смещение пути 3 должно быть достаточным для установки пассажирского поезда в пределах полезной длины главного пути. Из-за большого расстояния между стрелочными переводами эта схема допустима лишь при централизованном управлении стрелками.

Схема с поперечным расположением путей (рис. 13.1, *г*) требует минимальной длины площадки $L_{пл} = l_0 + 400$ м, обеспечивает компактное расположение устройств, а также независимость в использовании приемоотправочных путей, когда занятие любого пути не препятствует использованию других из них. Однако при этом невозможно скрещение поездов повышенной длины, ухудшаются условия одновременного приема поездов встречных направлений и разгона поездов при размещении разъезда в яме. Поэтому схема этого типа применяется на линиях III и IV категорий, а также в трудных топографических условиях на линиях I и II категорий. Вторая пассажирская платформа, обозначенная на рис. 13.1 штриховой линией, может предусматриваться при скрещении на разъезде пассажирских поездов.

На грузонапряженных однопутных участках, оборудованных устройствами диспетчерской централизации, создаются благоприятные условия для безостановочного скрещения поездов. При введении безостановочного скрещения для создания двухпутной вставки один из приемоотправочных путей удлиняется в сторону одного или обоих перегонов. Длина двухпутной вставки должна обеспечить возможность скрещения поездов на ходу даже в случае неодновременного прохода ими раздельного пункта; она определяется специальным расчетом и составляет 4...6 км. При этом в 1,5—1,7 раза возрастает пропускная способность, на 40...60 % увеличивается участковая скорость движения поездов, а следовательно, сокращается потребный парк локомотивов и вагонов, число локомотивных бригад, снижается расход топлива и электроэнергии.

13.2. ОБГОННЫЕ ПУНКТЫ. НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ УСТРОЙСТВА И СХЕМЫ

Обгонным пунктом называется раздельный пункт на двухпутных линиях, имеющий путевое развитие, которое допускает обгон поездов и в необходимых случаях перевод поезда с одного главного пути на другой. Кроме того, на обгонных пунктах осуществляются посадка-высадка пассажиров, а в некоторых случаях и грузовые операции в небольших объемах.

Для обгона поездов на обгонных пунктах, как правило, имеется по одному приемоотправочному пути в каждом направлении, а

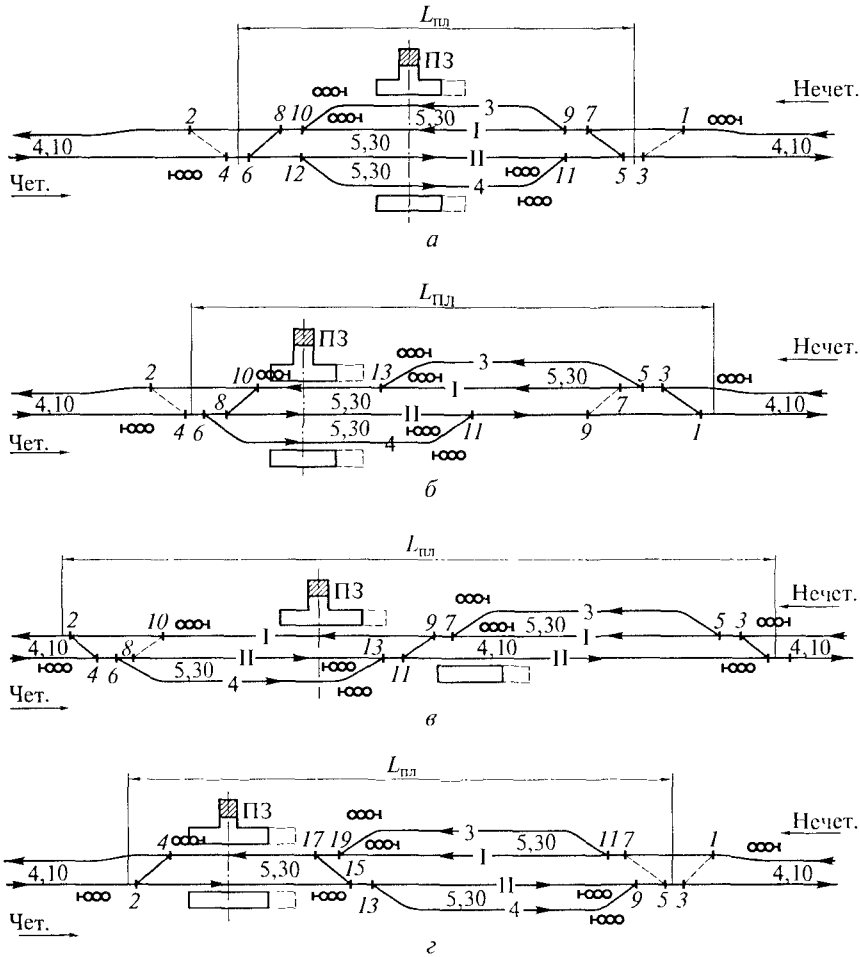


Рис. 13.2. Схемы обгонных пунктов с поперечным (*а*), полупродольным (*б*), продольным (*в*) расположением путей и с последовательным расположением пассажирских устройств и путей для грузового движения (*г*):

1—13, 15, 17, 19 — номера стрелочных переводов; I и II — главные пути; 3 и 4 — приемоотправочные пути; $L_{пл}$ — длина станционной площадки; ПЗ — пассажирское здание; Чет. и Нечет. — направление движения соответственно четных и нечетных поездов; 4,10 и 5,30 — междупутные расстояния, м

для перевода поездов с одного главного пути на другой между главными путями в горловинах укладываются диспетчерские съезды. Кроме того, на обгонных пунктах сооружают пассажирское здание или павильон, платформы и переходы между ними, служебное здание, устройства СЦБ и связи, освещения и контактной сети (на электрифицированных линиях), стрелочные посты.

Обгонные пункты бывают с поперечным, полупродольным и продольным расположением приемоотправочных путей, а также с последовательным расположением пассажирских устройств и путей для грузового движения (рис. 13.2), причем первый тип (рис. 13.2, *а*) является основным. Полупродольное и продольное расположение обгонных путей (рис. 13.2, *б*, *в*) применяют в случаях, когда необходимо облегчить разгон поездов. На линиях скоростного движения пассажирских поездов со скоростями 161...200 км/ч расстояние между осями главных путей на обгонном пункте принимается таким же, как и на прилегающих перегонах.

Схема с последовательным расположением пассажирских устройств и путей для грузового движения (рис. 13.2, *г*) целесообразна на участках с интенсивным пригородным движением.

13.3. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СТАНЦИИ

Назначение, классификация и размещение на линиях. Промежуточные станции сооружают на однопутных, двухпутных и многопутных линиях. В отличие от разъездов и обгонных пунктов на них, кроме скрещения, обгона и пропуска поездов, а также посадки-высадки пассажиров, выполняются погрузка, выгрузка и хранение грузов с оформлением перевозочных документов; прием, выдача и хранение багажа; маневровая работа по отцепке вагонов от сборных поездов и прицепке к ним вагонов; обслуживание подъездных путей предприятий; взвешивание вагонов (при значительных размерах погрузки навалочных грузов).

Для проведения указанных работ промежуточные станции имеют комплекс технических средств: путевое развитие, состоящее из главных, приемоотправочных, выставочных, погрузочно-выгрузочных и вытяжных путей, предохранительных тупиков, а в необходимые случаях подъездных путей; пассажирские здания, платформы, пешеходные тоннели или мостики; грузовой район, включающий крытые склады, площадки, погрузочно-разгрузочные механизмы, автомобильные подъезды; устройства СЦБ, связи, электроснабжения, освещения, водоснабжения, канализации и теплоснабжения.

В полосе отвода со стороны пассажирского здания сооружают поселки для работников станции, соседних разъездов или обгонных пунктов и членов их семей.

В средних климатических условиях расстояние между промежуточными станциями принимают 40...60 км, а на линиях с суровыми климатическими условиями — 80...100 км.

Промежуточные станции бывают обычные и опорные (на последних концентрируется грузовая и коммерческая работа по об-

служиванию населенных пунктов района тяготения); по числу главных путей — одно-, двух- и многопутные; по расположению приемоотправочных путей — продольного, полупродольного и поперечного типов. Кроме того, станции различают по расположению грузового района (двора) и наличию примыканий подъездных путей. На некоторых промежуточных станциях размещают эксплуатационно-ремонтные пункты околотков дистанции пути, тяговые подстанции, пути которых примыкают к одной из горловин.

Типовые схемы, условия их применения и технология работы промежуточных станций. На *однопутных железных дорогах* промежуточные станции в зависимости от эксплуатационных и местных условий рекомендуется проектировать применительно к схемам с продольным (рис. 13.3), полупродольным (рис. 13.4, *а*) и поперечным расположением приемоотправочных путей (рис. 13.4, *б*, *в*).

На однопутных линиях I и II категорий, где в ближайшее время предусматривается сооружение двухпутных вставок или второго главного пути, а также в тех случаях, когда намечается пропуск длинносоставных поездов, следует принимать схемы с продольным или полупродольным расположением приемоотправочных путей. Они обеспечивают большую пропускную способность прилегающих перегонов, скрещение соединенных грузовых поездов.

При этом схемы, представленные на рис. 13.3 *а*, *б*, применяют при укладке второго главного пути соответственно со стороны пассажирского здания и с противоположной стороны от него.

Схема, представленная на рис. 13.3, *в*, может использоваться на линиях с большим числом пассажирских и других ускоренных поездов, пропускаемых через станцию с обгоном грузовых, а также при необходимости расположения погрузочно-выгрузочных площадок и примыкания подъездных путей по обе стороны главного пути.

Схема, представленная на рис. 13.3, *г*, применяется при целесообразном расположении грузовых устройств со стороны пассажирского здания и при условии укладки второго главного пути с противоположной стороны от пассажирских устройств.

Схема полупродольного типа (см. рис. 13.4, *а*) может использоваться при ограниченной длине площадки, не позволяющей разместить станцию продольного типа.

Схемы промежуточных станций поперечного типа (см. рис. 13.4, *б*, *в*) применяются на однопутных линиях III и IV категорий, а также в трудных топографических и климатических условиях на линиях I и II категорий.

На двухпутных линиях также могут использоваться схемы с поперечным, полупродольным и продольным расположением приемоотправочных путей (рис. 13.5). Основной считается схема станции с поперечным расположением приемоотправочных путей (рис. 13.5, *а*), обеспечивающая компактность размещения устройств.

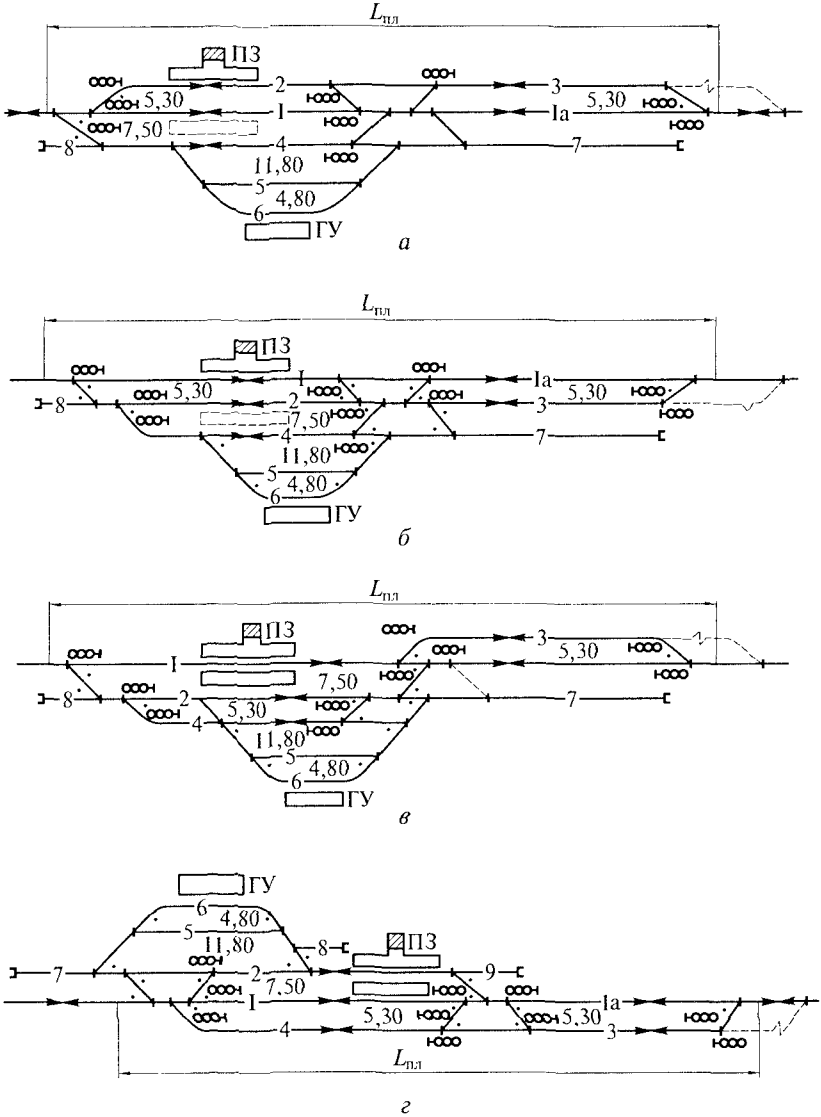


Рис. 13.3. Варианты (*а* — *г*) схем промежуточных станций однопутных линий с продольным расположением путей:

I и Ia — главные пути; 2, 3 и 4 — приемоотправочные пути; 5 — выставочный путь; 6 — погрузочно-выгрузочный путь; 7 — вытяжной путь; 8—9 — предохранительные тупики; $L_{пл}$ — длина станционной площадки; ПЗ — пассажирское здание; ГУ — грузовые устройства; 4,80; 5,30; 7,50 и 11,80 — междупутные расстояния, м; ------ — удлинение приемоотправочного пути до длины двухпутной вставки для безостановочного скрещения поездов

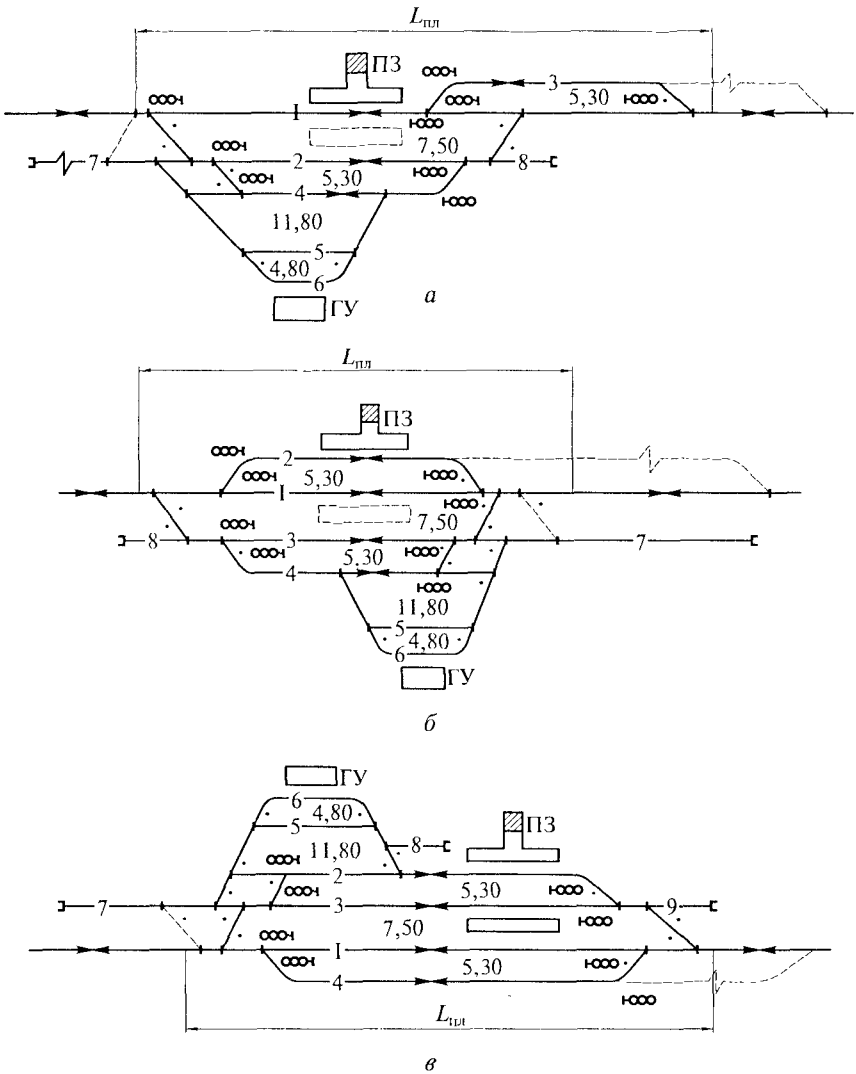


Рис. 13.4. Схемы промежуточных станций однопутных линий с полупродольным (*а*) и поперечным (*б*, *в*) расположением путей:
обозначения см. на рис. 13.3

Схема с полупродольным расположением путей (рис. 13.5, *б*) может применяться при пропуске нечетных пассажирских поездов с остановкой по I главному пути, а также при необходимости иметь дополнительный погрузочно-выгрузочный фронт или примыкание подъездного пути со стороны пассажирского здания. Схема

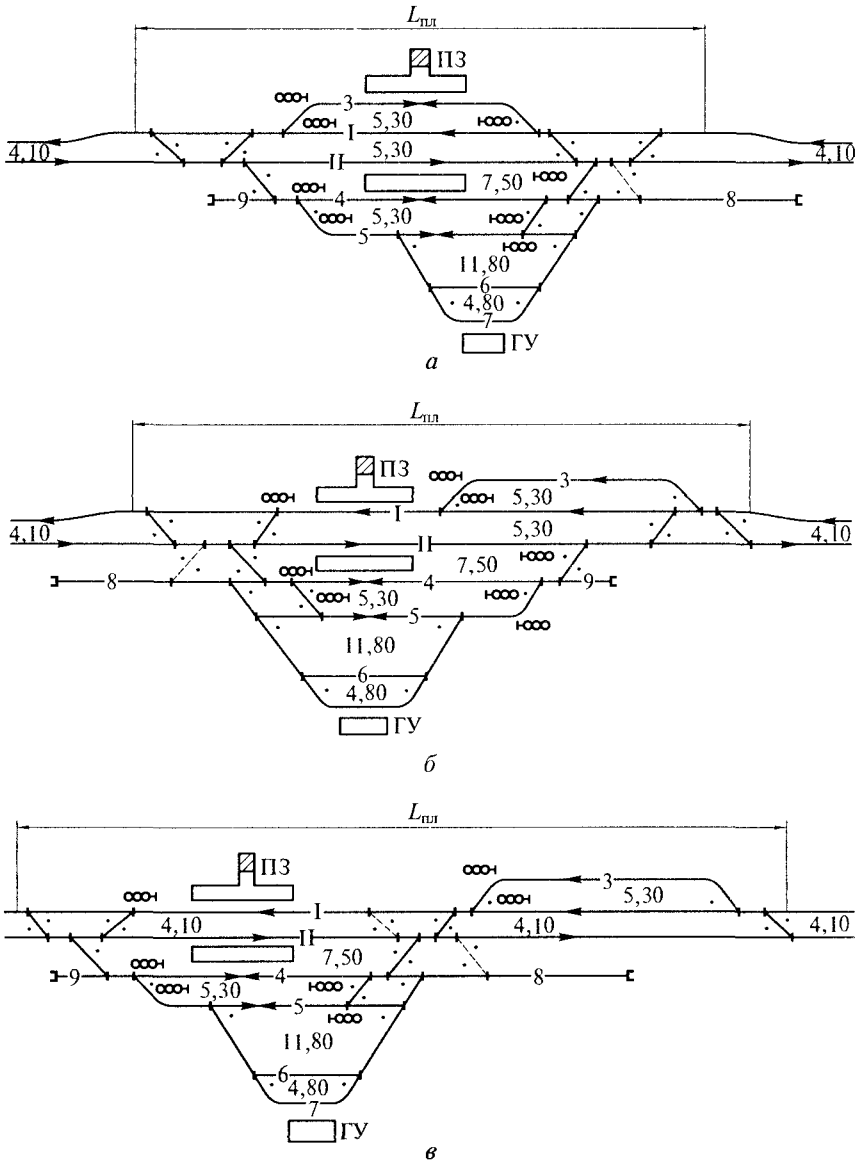


Рис. 13.5. Схемы промежуточных станций двухпутных линий с поперечным (*а*), полупродольным (*б*) и продольным (*в*) расположением путей:

I и II — главные пути; 3, 4 и 5 — приемоотправочные пути; 6 — выставочный путь; 7 — погрузочно-выгрузочный путь; 8 — вытяжной путь; 9 — предохранительные тупики; $L_{пл}$ — длина станционной площадки; ПЗ — пассажирское здание; ГУ — грузовые устройства; 4,10; 4,80; 5,30; 7,50 и 11,80 — междупутные расстояния, м

с продольным расположением путей (рис. 13.5, *в*) используется, когда необходимо иметь дополнительный погрузочно-выгрузочный фронт и передачу вагонов (или поездов) с одного направления на другое, а также на скоростных линиях.

Промежуточные станции на многопутных участках (обычно на грузонапряженных линиях и подходах к крупным городам) могут быть с поперечным или полупродольным расположением приемоотправочных путей. Схемы этих станций зависят от числа и специализации главных путей, размещения пассажирских и грузовых устройств, расположения приемоотправочных путей станции до укладки дополнительных главных путей, длины станционных площадок и других местных условий на участке и на станции. Примерные схемы промежуточных станций на трехпутных и четырехпутных участках приведены в [5].

Число приемоотправочных путей на промежуточных станциях однопутных линий принимается в зависимости от ее потребной пропускной способности: при 24 парах поездов параллельного графика и менее — два пути, кроме главного, а при пропускной способности более 24 пар поездов и на двухпутных линиях — от двух до трех. На предузловых и опорных станциях допускается увеличение числа приемоотправочных путей на 1.

Длина станционных площадок $L_{пл}$, м, на новых линиях устанавливается в зависимости от полезной длины и взаимного расположения приемоотправочных путей и принимается для схем:

продольной $L_{пл} = 2l_0 + 800$;

полупродольной $L_{пл} = l_0 + 1\,150$;

поперечной $L_{пл} = l_0 + 600$,

где l_0 — нормативная полезная длина приемоотправочных путей для грузового движения (850; 1 050 м).

Для обслуживания пассажиров сооружают пассажирские здания (вокзалы), платформы и переходы между ними. Пассажирские здания строят на 25; 50; 100 или 200 пассажиров и располагают их от оси ближайшего главного пути на расстоянии не менее 20 м, а на новых линиях со скоростями движения более 120 км/ч — не менее 25 м.

Пассажирские платформы устраивают, как правило, низкими. Длину их принимают по длине пассажирского состава; при этом на вновь сооружаемых станциях предусматривается возможность удлинения до 600 м, а на станциях, обслуживающих только пригородное движение, — до 300 м. Ширина пассажирских платформ принимается: основной боковой в пределах вокзала — не менее 6 м (на остальном ее протяжении — не менее 4 м), промежуточной — не менее 4 м, а при небольшом числе пассажиров (при посадке на один поезд не более 25 чел.) — не менее 3 м.

На линиях, где предусматривается движение пассажирских поездов со скоростями более 140 км/ч, ширина промежуточной

платформы при расположении ее между главными путями должна быть не менее 8 м, а в особо трудных условиях — не менее 6 м. При этом на промежуточных станциях, обгонных и остановочных пунктах сооружают переходы в разных уровнях (тоннель или мост) при пассажиропотоке через переход более 75 тыс. человек в год.

В соответствии с Правилами и техническими нормами проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1 520 мм грузовые устройства, как правило, следует располагать со стороны, противоположной пассажирскому зданию, что позволяет избежать пересечения главных путей при маневрах со сборными поездами. На новых линиях с трудными климатическими и топографическими условиями допускается размещение грузовых устройств со стороны пассажирского здания и насленного пункта, что позволяет уменьшить объем земляных работ, протяженность автодорог, инженерных сетей и улучшить условия труда работников грузового района.

При небольшом грузообороте грузовые устройства включают в себя крытый склад и крытую платформу общей длиной 40 м, а также площадку для навалочных грузов длиной 30 м. Размеры контейнерных площадок принимают в зависимости от объема работы и типа погрузочно-разгрузочного механизма. Основными механизмами на контейнерных площадках являются автопогрузчики и козловые краны.

Примерное размещение грузовых устройств приведено на рис. 13.6. Вблизи грузовых устройств при необходимости разме-

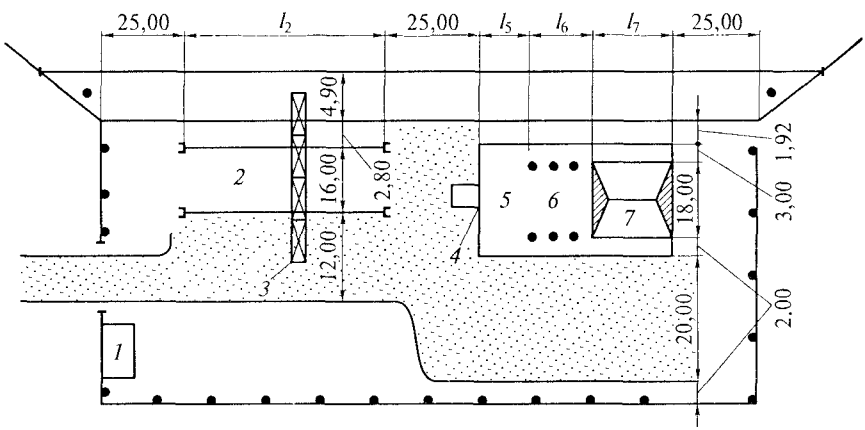


Рис. 13.6. Схема грузового района промежуточной станции:

1 — помещение работников грузового района; *2* — контейнерная площадка; *3* — козловой кран; *4* — пандус; *5* — открытая платформа; *6* — крытая платформа; *7* — крытый склад; l_2, l_5, l_6, l_7 — длина соответствующих площадок и складов

щают эксплуатационно-ремонтный пункт (ЭРП) околотков дистанций пути и связи, котельную с повышенным путем для выгрузки угля.

Вытяжной путь на промежуточной станции проектируют на длину не менее половины состава поезда, на первую очередь строительства допускается уменьшение полезной длины до 200 м.

Стрелочные горловины промежуточных станций должны удовлетворять следующим условиям:

маневровая работа на вытяжном пути, как правило, должна быть изолирована от маршрутов приема и отправления транзитных поездов;

для исключения случайного выхода подвижного состава с путей, на которых выполняется маневровая работа, на маршруты движения пассажирских поездов предусматривается укладка предохранительных тупиков полезной длиной 50 м;

при примыкании к станции подъездных путей должны быть обеспечены одновременные прием поезда (маневрового состава) с подъездного пути и прием или отправление поездов главного направления;

на двухпутных линиях в обоих концах станции укладываются диспетчерские съезды между главными путями (в первую очередь укладываются по одному съезду в каждом конце станции, ведущему к пассажирскому зданию).

Технология работы промежуточных станций заключается в пропуске пассажирских и грузовых поездов и обслуживании сборных и вывозных поездов, с которыми прибывают или отправляются вагоны на станцию или со станции.

Сборный поезд с любого направления принимается обычно на соседний с грузовыми устройствами приемоотправочный путь. Маневровая работа со сборными поездами зависит от схемы путевого развития 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.

Переустройство промежуточных станций. В связи с электрификацией линии, удлинением приемоотправочных путей, введением повышенных весовых норм поездов, сооружением второго или третьего главного пути, примыканием подъездных путей или новой железнодорожной линии, подготовкой линии к скоростному движению пассажирских поездов (141 ... 200 км/ч) выполняют переустройство промежуточных станций.

К основным видам работ относятся:

при электрификации — удлинение приемоотправочных путей, увеличение междупутных расстояний до нормативных значений; смягчение продольного профиля; примыкание подъездных путей

тяговых подстанций, дежурных пунктов контактной сети, вынос стрелочных переводов из кривых, переустройство СЦБ;

сооружении второго пути — укладка путей, переустройство всех горловин, строительство дополнительных пассажирских платформ; переустройство контактной сети и СЦБ (пример укладки второго главного пути приведен на рис. 13.7); минимальные объемы работ и капитальные затраты обеспечиваются прокладкой второго главного пути II по оси соседнего приемоотправочного пути 4, расположенного со стороны, противоположной размещению грузового района;

удлинении приемоотправочных путей, которое может быть обусловлено увеличением нормы полезной длины путей с 850 до 1 050 м или введением в обращение длинносоставных поездов (в этом случае часть путей может удлиняться до 1 700 или 2 100 м) — смягчение продольного профиля, укладка верхнего строения путей, переустройство горловин, устройств СЦБ и контактной сети;

введении скоростного движения — улучшение плана главных путей, вынос стрелочных переводов из кривых участков, укладка на главных путях специальных стрелочных переводов, соответствующих максимальной скорости прохода пассажирских экспрессов по станции, строительство пешеходных мостов или тоннелей, ограждение станций, переустройство пассажирских платформ; модернизация устройств СЦБ и связи и др.;

примыкании подъездных путей — укладка дополнительных приемоотправочных путей, переустройство стрелочных горловин с выполнением сопутствующих работ по устройствам СЦБ и контактной сети, укладка предохранительных тупиков, охранных стрелок.

Примыкание подъездных путей к промежуточным станциям. Место примыкания подъездных путей к станции определяется существующей или принятой к проектированию схемой ее путевого разви-

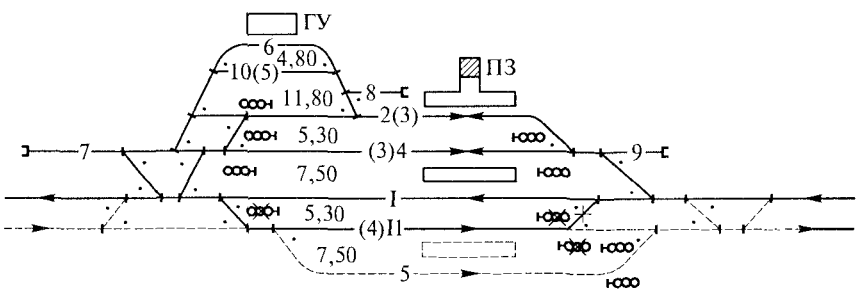


Рис. 13.7. Пример укладки второго главного пути на промежуточной станции:

——— — существующие пути и сооружения; - - - - - - — проектируемые пути и сооружения; × — разбираемые пути и сооружения; остальные обозначения см. на рис. 13.5

тия, расположением промышленного предприятия, способом тягового обслуживания предприятия, требованиями безопасности движения и маневровой работы, охраны окружающей среды.

На рис. 13.8 приведены варианты примыкания подъездных путей к промежуточной станции поперечного типа двухпутной линии.

Подъездные пути (ПП) по возможности должны примыкать со стороны, противоположной пассажирскому зданию, чтобы не пересекать главные пути при подаче вагонов на подъездной путь и уборке их обратно. На промышленных предприятиях, не имеющих путевого развития для обгона локомотивов (ПП № 6 и ПП № 7), подъездные пути примыкают к вытяжному пути станции, обеспечивая подачу на подъездной путь вагонами вперед.

Если предприятие имеет путевое развитие, обеспечивающее обгон локомотива, прием или отправление целых маршрутов, то подъездные пути таких предприятий примыкают к приемоотправочным путям (ПП № 1 и ПП № 5).

Примыкание подъездных путей промышленных предприятий со стороны пассажирского здания (ПП № 2 и ПП № 3) вызывает пересечение главных путей маневровыми передвижениями, что снижает пропускную способность станции, а также вызывает необходимость выполнения дополнительных работ по увеличению числа станционных путей. Однако примыкание подъездного пути тяговой подстанции или дежурного пункта контактной сети по вариантам ПП № 2 или ПП № 3 считается вполне целесообразным, так как обеспечивается кратчайший выход на главные пути.

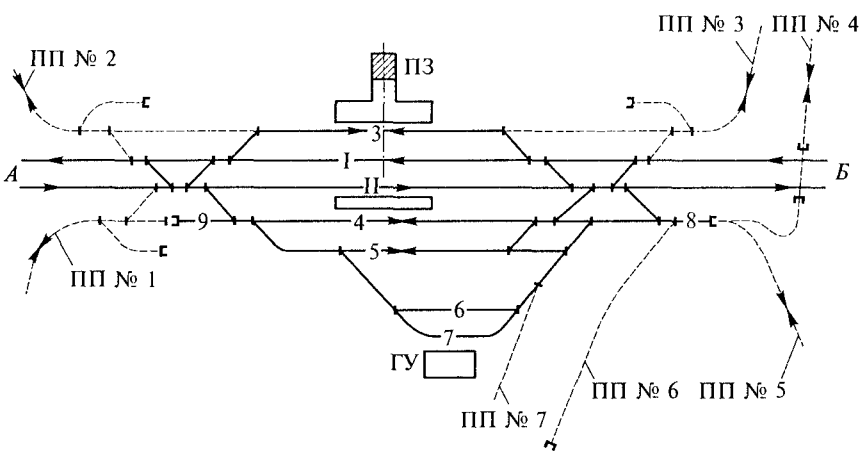


Рис. 13.8. Варианты примыкания подъездных путей (ПП) к промежуточной станции:

ПЗ — пассажирское здание; ГУ — грузовые устройства

Если на стороне пассажирского здания размещается крупное предприятие с большим грузооборотом, то может быть осуществлено примыкание подъездного пути по варианту ПП № 4 с устройством путепроводной развязки.

В месте примыкания подъездных путей для предотвращения самопроизвольного выхода подвижного состава на станцию или перегон устраивают предохранительные тупики, охранные стрелочные переводы, сбрасывающие башмаки или стрелки.

Контрольные вопросы

1. Какие раздельные пункты называются разъездами и обгонными пунктами? Назовите основные устройства на них.

2. Каковы основные типы (схемы) разъездов и обгонных пунктов?

3. Чем отличается промежуточная станция от разъезда и обгонного пункта?

4. Каким принимается расстояние между смежными промежуточными станциями?

5. Приведите схему грузовых устройств промежуточной станции.

6. Каковы основные причины переустройства промежуточных станций?

7. Назовите основные особенности переустройства промежуточных станций при введении скоростного движения пассажирских поездов.

ГЛАВА 14

УЧАСТКОВЫЕ СТАНЦИИ

14.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ

Участковые станции предназначаются для выполнения следующих основных операций: расформирования и формирования участковых и сборных поездов; смены локомотивов и локомотивных бригад; технического обслуживания и ремонта подвижного состава, экипировки локомотивов и коммерческого осмотра вагонов; организации погрузочно-разгрузочных работ; обслуживания пассажиров и промышленных предприятий.

Размещение участковых станций на железнодорожных линиях зависит от вида тяги, способа обслуживания поездов локомотивами, примыкания других линий и др.

Участковые станции различаются по характеру работы, мощности устройств, числу сходящихся линий и взаимному расположению основных элементов (комплексов).

В зависимости от вида тяги участковые станции могут быть для электрической, тепловозной и смешанной тяги.

По роли в тяговом обслуживании и основным локомотивным устройствам участковые станции бывают:

с основным депо для ремонта локомотивов;

с пунктами оборота локомотивов, в которых производится их экипировка и техническое обслуживание;

с пунктами смены локомотивных бригад (при необходимости с экипировкой на приемоотправочных путях локомотивов транзитных грузовых поездов).

В зависимости от числа главных путей на подходах различают участковые станции одно- и двухпутных линий, а от числа примыкающих подходов — неузловые и узловые (с тремя и более подходами).

По взаимному расположению основных парков бывают участковые станции поперечного, продольного, полупродольного типов и с последовательным расположением пассажирских устройств и парков для грузового движения. Целесообразность того или иного типа станции определяется объемом ее работы и наличием станционной площадки соответствующей длины.

14.2. РАЗМЕЩЕНИЕ ОСНОВНЫХ УСТРОЙСТВ НА УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЯХ

Для выполнения различных технологических операций на участковых станциях предназначены следующие основные технические комплексы:

пассажирские устройства — вокзалы, привокзальные площади с автомобильными подъездами, пассажирские платформы с тоннельными или иными переходами, перронные приемоотправочные и отстойные пути, почтово-багажные устройства;

устройства для грузового движения — приемоотправочные и сортировочные парки, вытяжные и ходовые пути, горловины, оборудование приемоотправочных парков для технического обслуживания грузовых поездов (воздухопроводы, транспортные дорожки и тоннели, радиопереговорные колонки и др.);

грузовые устройства — склады различных типов, погрузочно-разгрузочные механизмы, автомобильные проезды, путевое развитие и служебно-технические здания;

локомотивное хозяйство (ЛХ) — экипировочные устройства (ЭУ) и ремонтная база локомотивов (РБ);

вагонное хозяйство (ВХ) — пункты текущего отцепочного ремонта вагонов (ПТОР) или вагоноремонтные депо (ВРД), пункты технического обслуживания составов (ПТО), устройства для безотцепочного ремонта вагонов в приемоотправочных парках;

базы технического обслуживания пути, энергоснабжения и контактной сети, устройств сигнализации, централизации и блокировки;

устройства материально-технического обеспечения всех подразделений железнодорожного участка (материальный склад);

служебно-технические здания общего назначения — контора начальника станции, пост электрической централизации стрелок и сигналов (пост ЭЦ) и др.

Взаимное расположение основных устройств на станции должно в максимальной степени отвечать общим требованиям проектирования станций, изложенным ранее. Кроме того, оно должно обеспечивать:

наибольшие удобства для населения;

максимальную независимость работы каждой группы основных устройств, разделение пассажирских и грузовых операций, отделение маневровой работы от поездных передвижений, расположение ЛХ, ВХ и др. за пределами приемоотправочных парков;

удобную и кратчайшую связь взаимодействующих элементов без помех в работе других устройств;

минимум взаимных пересечений маршрутов массовых передвижений (особенно маршрутов приема поездов);

благоприятные условия для кооперирования однородных устройств и сооружений;

возможность внедрения рационального технологического процесса, основанного на максимальной поточности передвижений и использовании современных средств автоматизации и механизации производственных процессов;

минимальное отрицательное воздействие на окружающую среду.

Рациональная схема размещения основных устройств на участковой станции приведена на рис. 14.1 на примере станции поперечного типа однопутной линии.

Пассажирские устройства *1* находятся рядом с главным путем со стороны города, что обеспечивает удобство подъезда пассажиров и благоприятные возможности для рациональной планировки привокзальной площади в увязке с городской застройкой.

Устройства для грузового движения *14* размещаются с другой стороны главного пути, что позволяет отделить пассажирские

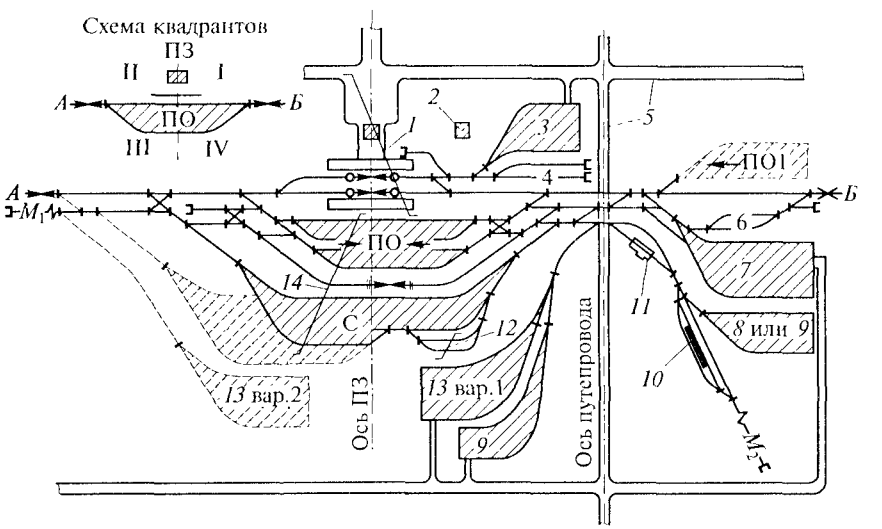


Рис. 14.1. Схема участковой станции поперечного типа однопутной линии:

1 — устройства для пассажирского движения; *2* — пост ЭЦ; *3* — базы технического обслуживания постоянных устройств и эксплуатационно-ремонтный пункт линейных участков; 4 — пути отстоя местных составов; *5* — автодороги; 6 — пути стоянки пожарного и восстановительного поездов; *7* — локомотивное хозяйство; *8* — вагонное хозяйство; *9* — прочие станционные устройства; *10* — пункт промывки вагонов; *11* — вагонные весы; *12* — механизированный пункт ремонта вагонов; *13* — грузовой район; *14* — устройства для грузового движения; ПО, ПО1 — приемоотправочные парки; *А*, *Б* — подходы к станции; ПЗ — пассажирское здание; С — сортировочный парк; M_1 и M_2 — вытяжные пути

операции от операций по обработке грузовых поездов, обеспечивает независимое развитие в перспективе этих основных устройств в разные стороны от главного пути, а также высокую безопасность движения, маневренность, независимость основных массовых разнородных операций. На станциях продольного и полупродольного типов часть приемоотправочных путей для транзитных грузовых поездов одного из направлений размещается со стороны пассажирских устройств и последовательно им.

Грузовые устройства *13*, называемые грузовым районом (ГР), рекомендуется размещать со стороны сортировочного парка с примыканием к вытяжному пути M_2 в центральной горловине, к которой примыкают также пути ЛХ и ВХ (вариант 1). Это объясняется тем, что размещение ЛХ не оставляет возможности для удлинения парковых путей станции в его сторону, т.е. горловина закрепляется на своем первоначальном месте. При этом противоположную горловину необходимо освободить от всяких примыканий и на продолжении станционной площадки не размещать какие-либо здания и сооружения. Такое решение обеспечивает в дальнейшем беспрепятственное удлинение парковых путей и увеличение их количества.

При невозможности размещения ГР по варианту 1 он может быть построен и с примыканием к вытяжному пути M_1 (вариант 2), однако в этом случае его расположение должно быть таким, чтобы удлинение приемоотправочных и сортировочных путей в перспективе не вызывало необходимости сноса ГР. Это обеспечивается тем, что примыкание путей ГР к вытяжному пути отдаляется на 250...300 м от горловины сортировочного парка.

При размещении ГР по вариантам 1 и 2 обеспечивается кратчайшая и удобная связь его с сортировочным парком без пересечения или занятия поездных маршрутов. Однако в этих случаях требуется устройство путепровода для развязки пересечения главного пути (или горловины станции) с автомобильной дорогой, связывающей город с ГР. На рис. 14.1 такой путепровод показан в центральной горловине.

В отдельных случаях при технико-экономическом обосновании может быть допущено размещение ГР со стороны пассажирского здания. Такое решение упрощает движение грузового автотранспорта в сообщении город — грузовой двор, но вызывает пересечение всей горловины и главных путей маневровыми передачами на ГР и обратно, а также ухудшает условия планировки привокзального городского комплекса. Размещение ГР по последнему варианту может быть допущено при малых размерах движения поездов и местной работы и при некоторой удаленности города от вокзала.

Локомотивное хозяйство *7* по характеру выполняемых операций можно разделить на две части: экипировочные устройства (ЭУ)

и ремонтную базу (РБ). Обычно обе части размещаются на общей площадке. ЭУ предназначаются для осмотра, обмывки, снабжения топливом, водой, смазкой и сухим песком локомотивов. Эта группа устройств тесно связана с приемоотправочными парками, и поэтому их желательно размещать как можно ближе к горловине приемоотправочных парков в IV квадранте (схема квадрантов относительно осей главного пути и пассажирского здания приведена в верхнем левом углу рис. 14.1).

Последовательно ЭУ рекомендуется располагать РБ. Такое решение обеспечивает минимальный пробег сменяемых поездных локомотивов на станциях всех типов и лучшие условия дальнейшего развития основных устройств при минимальном переустройстве наиболее загруженной центральной горловины (горловина, к которой примыкает ЛХ, называется центральной). Это особенно наглядно видно при развитии участковой станции поперечного типа в станцию продольного или полупродольного типа (контур ПО1). В этом случае головы обоих приемоотправочных парков оказываются вблизи ЛХ, облегчая смену локомотивов.

В последнее время при необходимости расположения экипировочных позиций в крытом здании применяют блокирование секции экипировки с основным зданием депо.

В отдельных случаях при невозможности размещения ЛХ в квадранте IV оно может быть расположено в квадранте III; крайне нежелательно сооружение ЛХ в квадрантах I и II (со стороны пассажирского здания), так как такой вариант не отвечает всем приведенным выше требованиям к взаимному размещению основных устройств участковой станции.

Вагонное хозяйство ВХ также можно разделить на две части: эксплуатационные устройства и ремонтную базу. К первой относятся здания и устройства, предназначенные для обеспечения технического обслуживания составов в парках станции: пункт технического обслуживания вагонов; автоконтрольный пункт опробования тормозов; воздушные магистрали в парках; транспортные дорожки для перемещения запасных деталей вагонов в междупутьях приемоотправочных парков; устройства для централизованного ограждения составов на путях парка ПО, электросварки и др. Все перечисленные устройства размещаются в приемоотправочных парках и рядом с ними.

Ремонтная база предназначена для отцепочных плановых ремонтов вагонов и может размещаться либо на общей с ЛХ площадке, либо на самостоятельной площадке со стороны сортировочного парка с примыканием к вытяжному пути M_2.

В первом случае создаются благоприятные возможности для объединения однородных устройств обоих хозяйств: служебно-технических и бытовых зданий, мастерских по ремонту кузовов, автотормозов, колесных пар, рессорного подвешивания, энергети-

ческих установок и т.д. Такая кооперация позволяет снизить общие капитальные затраты на 5...10 %, а эксплуатационные расходы — на 10...12 %; при этом достигается существенное повышение производительности труда рабочих обоих депо и улучшаются условия их труда и быта.

При проектировании на станции пункта отцепочного ремонта вагонов его размещают, как правило, с внешней стороны сортировочного парка с примыканием в центральной горловине.

Что касается других станционных устройств, то жестких требований к их размещению не предъявляется. Тем не менее, продолжительный опыт проектирования, строительства и эксплуатации таких устройств позволяет рекомендовать следующее:

базы технического обслуживания постоянных устройств *3* и эксплуатационно-ремонтный пункт линейных участков (ЭРП) целесообразно располагать вблизи ЛХ или со стороны пассажирского здания в квадранте I с обеспечением удобных выходов на перегоны; материальный склад *9* удобнее проектировать рядом с ГР, что позволит кооперировать средства механизации, служебно-технические здания, автоподъезды и инженерные сети; пост ЭЦ размещают со стороны пассажирского здания ближе к центральной горловине; пути стоянки пожарного и восстановительного поездов 6 необходимо проектировать вблизи ЛХ с удобными выходами на перегоны; пункт промывки вагонов *10* целесообразно размещать параллельно вытяжному пути M_2; вагонные весы *11* размещают последовательно путям ГР также в районе M_2; пути отстоя местных составов 4 проектируют со стороны ПЗ последовательно пассажирским приемоотправочным путям.

Рациональное взаимное расположение основных устройств позволяет с наибольшей эффективностью использовать дорогостоящие сооружения и подвижной состав.

14.3. ОСНОВНЫЕ ТИПОВЫЕ СХЕМЫ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ

Наибольшее распространение на железных дорогах получили принципиальные схемы участковой станции трех основных типов: с поперечным (параллельным), продольным (последовательным) и полупродольным (смещенным) расположением приемоотправочных парков для грузовых поездов противоположных направлений.

Станции поперечного типа (рис. 14.2, см. рис. 14.1) для своего размещения требуют наименьшую длину площадки, равную $l_0 + 1\,350$ м. На таких станциях ни один грузовой поезд не проходит мимо пассажирских платформ, а путевое развитие весьма компактно, что упрощает его обслуживание. Кроме того, здесь обес-

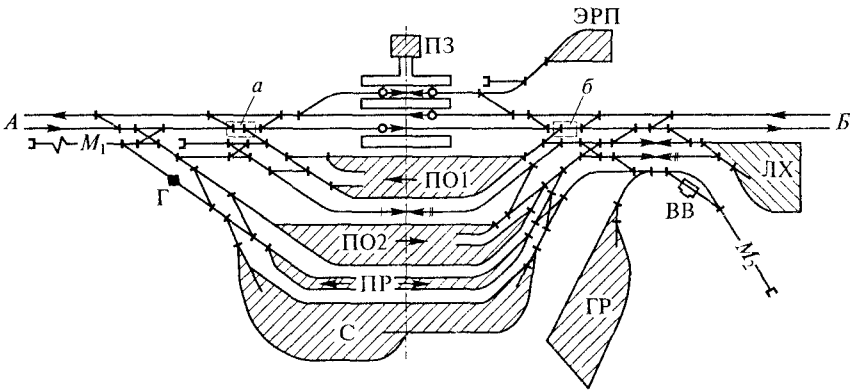


Рис. 14.2. Схема участковой станции поперечного типа двухпутной линии:

ПО1 и ПО2 — приемоотправочные парки соответственно для нечетных и четных грузовых поездов; ПР — приемоотправочный парк для участковых и сборных поездов; ЭРП — эксплуатационно-ремонтный пункт; ЛХ — локомотивное хозяйство; ГР — грузовой район; ВВ — вагонные весы; Г — сортировочная горка; *а* и *б* — зоны пересечения маршрутов следования поездов противоположных направлений; остальные обозначения см. на рис. 14.1

печивается меньший расход маневровых средств, так как все приемоотправочные пути имеют прямую и кратчайшую связь с вытяжными путями M_1 и M_2, а также требуется меньший штат работников пункта технического обслуживания вагонов.

Однако поперечное расположение парков имеет и ряд существенных недостатков.

Во-первых, в обеих горловинах на станциях двухпутных линий есть пересечения маршрутов следования пассажирских и грузовых поездов противоположных направлений (см. рис. 14.2, точки *а* и *б*), что снижает пропускную способность и безопасность движения.

Во-вторых, сменяемые локомотивы нечетных грузовых поездов имеют значительный пробег в пределах станции и для их пропуска при размерах движения более 18 пар грузовых поездов необходимо сооружать в приемоотправочном парке специальный ходовой путь.

В-третьих, сложность горловин, длинные стрелочные улицы и дополнительный ходовой путь вызывают необходимость укладки путей большей длины и большего числа стрелочных переводов.

Маршруты приема и отправления поездов весьма сложны, имеют много искривлений на стрелочных переводах. Связь с подъездными путями, примыкающими со стороны пассажирского здания, неудобна. Кроме того, развитие станции в ширину осложняется, так как возможно только в одну сторону.

Участковые станции поперечного типа обычно строятся на однопутных линиях; на двухпутных же направлениях и в узловых пунктах они могут применяться при сравнительно небольших размерах пассажирского движения и медленном росте грузооборота, а при больших размерах движения — в трудных топографических, геологических и других местных условиях при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Несмотря на это, на существующей сети железных дорог поперечный тип участковых станций является преобладающим.

Станции продольного типа (рис. 14.3 и 14.4) не имеют недостатков станций поперечного типа, однако, для своего размещения они требуют площадку значительной длины, равную $2l_0 + 1\,900$ м. Кроме того, на таких станциях происходит пересечение главных путей сменяемыми поездными локомотивами грузовых поездов одного из направлений (на рис. 14.3 и 14.4 — нечетного). Вследствие рассредоточения путевого развития требуются большой штат вагонников, больше зданий и сооружений в приемоотправочных парках.

Участковые станции продольного типа применяются, как правило, на двухпутных линиях в благоприятных топографических условиях; в обоснованных случаях допускается их устройство и на однопутных линиях, особенно при примыкании со стороны пассажирского здания подъездных путей с большим грузооборотом.

Станции полупродольного типа (рис. 14.5 и 14.6) отличаются от станций продольного типа смещением приемоотправочных грузовых парков, из-за чего на таких станциях невозможен прямой выход из одного парка в другой. В остальном станции этого типа и станции продольного типа одинаковы и применяются в тех же

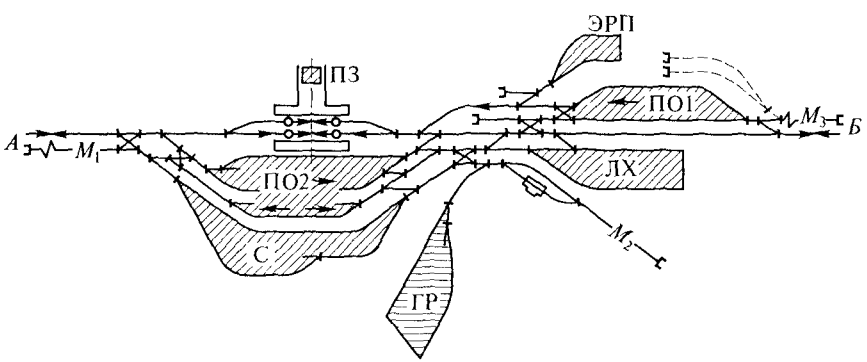


Рис. 14.3. Схема участковой станции продольного типа однопутной линии:

M_3 — вытяжной путь; остальные обозначения см. на рис. 14.1 и 14.2

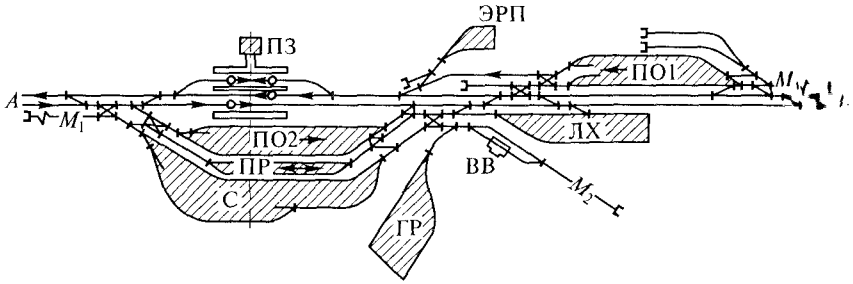


Рис. 14.4. Схема участковой станции продольного типа двухпутной линии:

обозначения см. на рис. 14.1, 14.2 и 14.3

случаях, но при недостаточной длине станционной площадки для размещения станции с продольным расположением парков.

Станции продольного и полупродольного типов часто являются конечным этапом развития участковой станции поперечного типа.

На участках с интенсивным пригородным пассажирским движением может применяться схема участковой станции с поперечным расположением грузовых приемоотправочных путей по разные стороны от главных путей и последовательно им размещаемыми пассажирскими устройствами на самостоятельной станционной площадке (рис. 14.7). Такое решение иногда вызывается необходимостью удобного относительно города расположения вокзала и отсутствием в этом районе достаточной станционной площадки для размещения грузовых парков. Особенностью этой схе-

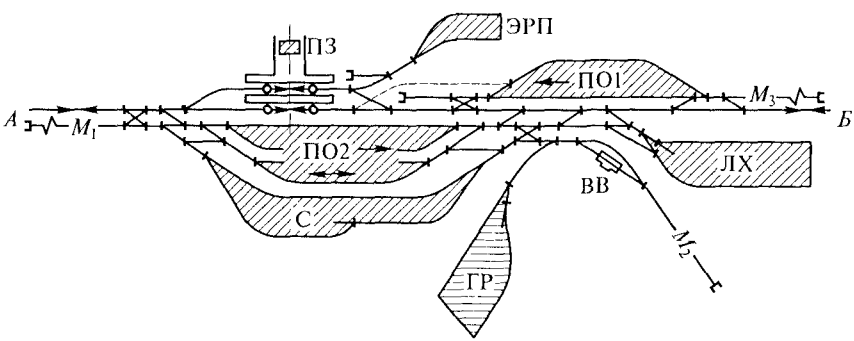


Рис. 14.5. Схема участковой станции полупродольного типа однопутной линии:

обозначения см. на рис. 14.1, 14.2 и 14.3

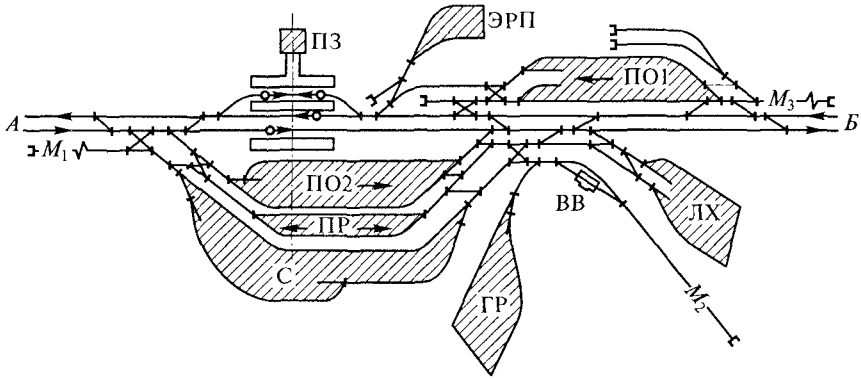


Рис. 14.6. Схема участковой станции полупродольного типа двухпутной линии:

обозначения см. на рис. 14.1, 14.2 и 14.3

мы является необычное расположение ходового пути 9 для прохода сменяемых поездных локомотивов — рядом с главным путем.

При больших размерах пассажирского и грузового движения для разгрузки центральной горловины может быть построен обходной главный путь III для отправления нечетных пассажирских поездов. В этом случае функции ходового пути могут быть перенесены на участок нечетного главного пути в пределах грузовых парков, а путь 9 использоваться как приемоотправочный.

Участковые станции (пункты оборота локомотивов) отличаются от рассмотренных схем отсутствием локомотивного хозяй-

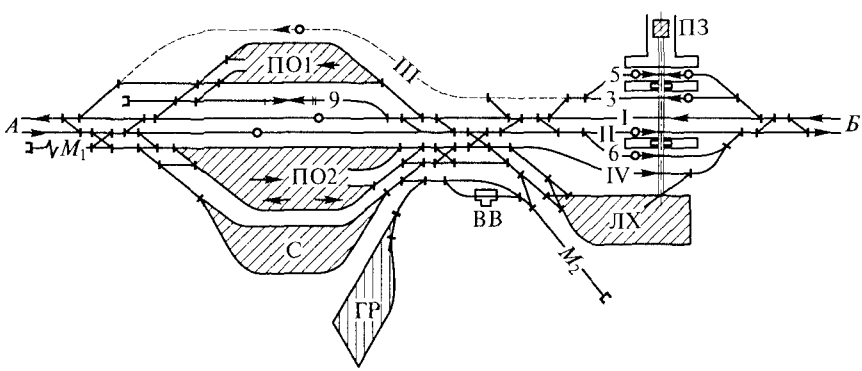


Рис. 14.7. Схема участковой станции с последовательным расположением пассажирских устройств и парков для грузового движения:

I, II, III, IV — главные пути; 3; 5 и 6 — приемоотправочные пути для пассажирских поездов; 9 — ходовой путь; остальные обозначения см. на рис. 14.1 и 14.2

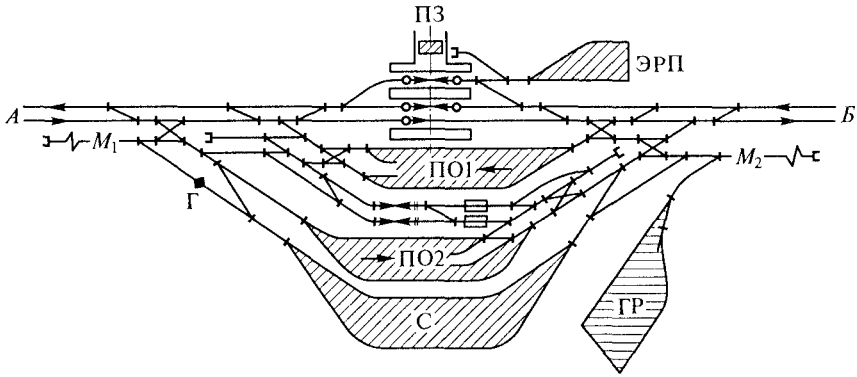


Рис. 14.8. Схема участковой станции поперечного типа двухпутной линии — пункта оборота поездных локомотивов:
обозначения см. на рис. 14.1 и 14.2

ства; в отдельных случаях на них могут быть устройства для экипировки локомотивов, размещаемые либо на ходовых путях, либо за пределами горловин. На рис. 14.8 приведена схема станции — пункта оборота локомотивов с поперечным расположением приемоотправочных парков для грузовых поездов. Такие же схемы применяются на станциях — пунктах стыкования постоянного и переменного тяговых токов.

На участковых станциях (пунктах смены локомотивных бригад) отсутствуют как локомотивное хозяйство, так и ходовые пути в пределах приемоотправочных парков на станциях поперечного типа

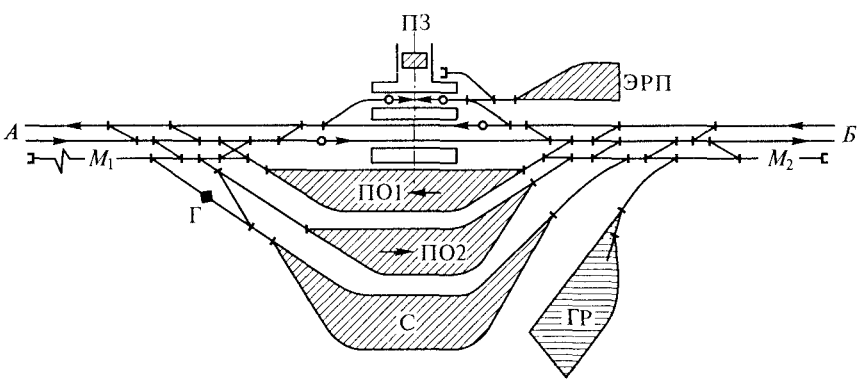


Рис. 14.9. Схема участковой станции поперечного типа двухпутной линии — пункта смены локомотивных бригад:
обозначения см. на рис. 14.1 и 14.2

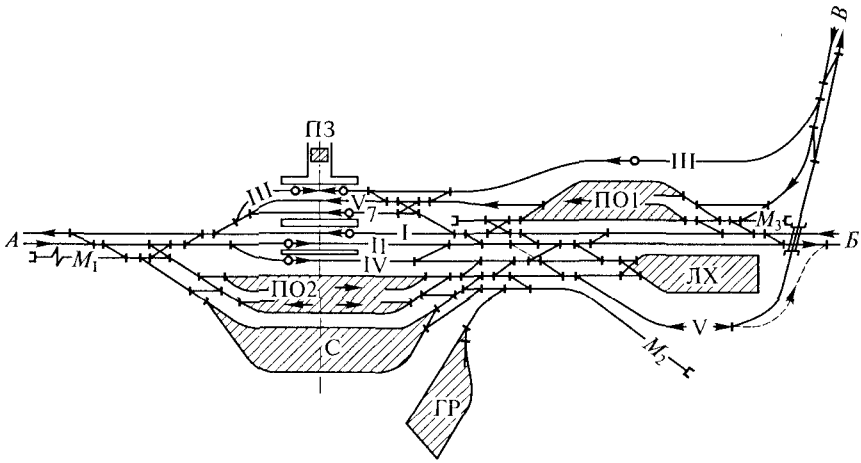


Рис. 14.10. Схема узловой участковой станции полупродольного типа при подходе трех двухпутных магистралей с большими размерами пассажирского и грузового движения:

I—V — главные пути; 7 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; *А*, *Б* и *В* — подходы к станции; ПЗ — пассажирское здание; ПО1 и ПО2 — приемоотправочные парки соответственно для нечетных и четных грузовых поездов; С — сортировочный парк; ЛХ — локомотивное хозяйство; ГР — грузовой район; M_1, M_2 и M_3 — вытяжные пути

(рис. 14.9). Принципиальные схемы узловых станций по взаимному расположению парков и основных устройств идентичны рассмотренным ранее. Отличие заключается лишь в обеспечении одновременного приема поездов со всех примыкающих направлений и в отдельных случаях в необходимости сооружения на подходах к станции путепроводных развязок. В качестве примера на рис. 14.10 приведена схема участковой станции полупродольного типа при примыкании к ней трех двухпутных подходов с большими размерами пассажирского и грузового движения по ним.

14.4. СХЕМЫ УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ НА ЛИНИЯХ С ОБРАЩЕНИЕМ СДВОЕННЫХ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

На железных дорогах ряда стран (США, Канады, Австралии, ЮАР, России и др.) в целях увеличения провозной способности линии, повышения производительности труда и снижения транспортных издержек осуществляется наращивание массы грузовых поездов. Это достигается прежде всего организацией обращения соединенных поездов с постановкой локомотивов в голове и середине поезда. При массовом и стабильном обращении таких по-

ездов применяются специальные схемы участковых станций, на которых технология обработки соединенных поездов обеспечивается соответствующим путевым развитием.

На рис. 14.11 приведена такая схема участковой станции однопутной линии, в которой на продолжении двух приемоотправочных путей 3 и 4 укладываются еще два пути 5 и 6 вместимостью на одиночный поезд. Два съезда между этими парами путей позволяют осуществить смену локомотивов, стоящих в середине соединенного поезда. Для приема и отправления одиночных поездов в центральной горловине используется специальный путь 7.

На рис. 14.12 приведена схема станции поперечного типа двухпутной линии. Здесь для обеспечения беспрепятственной смены поездных локомотивов приемоотправочные пути сгруппированы по три в секции. Так, в верхней секции крайние пути 5 и 7 предназначены для соединенных поездов, в середине которых уложены стрелочные переводы, ведущие на ходовой путь 19 (штрихпунктир), а средний путь 15 используется для одиночных поездов. Путь 19 и два съезда в середине секции обеспечивают беспрепятственную смену локомотивов в середине поезда. Кроме того, по нему могут отправляться одиночные поезда с правой половины длинного пути, если далее обе части соединенного поезда будут отправляться как одиночные поезда или в случае спада потока соединенных поездов обе половины пути будут использоваться для обработки одиночных поездов. Этим обеспечивается гибкость

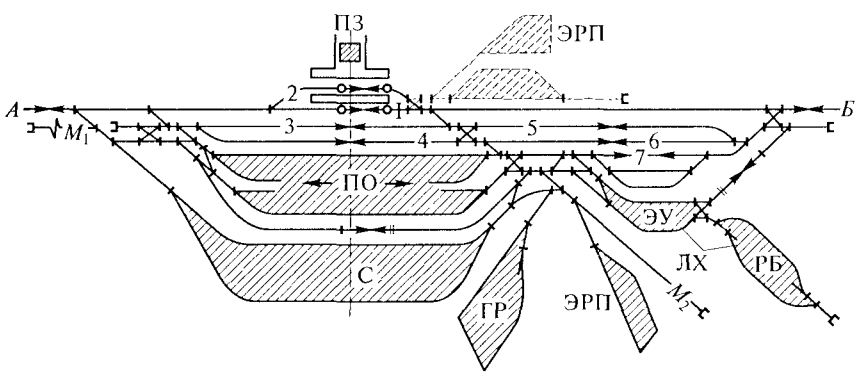


Рис. 14.11. Схема участковой станции однопутной линии с обращением соединенных грузовых поездов:

I — главный путь; 2 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; 3—6 — приемоотправочные пути для грузовых поездов; 7 — специальный приемоотправочный путь; *А*, *Б* — подходы к станции; ПЗ — пассажирское здание; ПО — приемоотправочный парк для грузовых поездов; С — сортировочный парк; ЭРП — эксплуатационно-ремонтный пункт; ЛХ — локомотивное хозяйство; ГР — грузовой район; M_1 и M_2 — вытяжные пути; РБ — ремонтная база

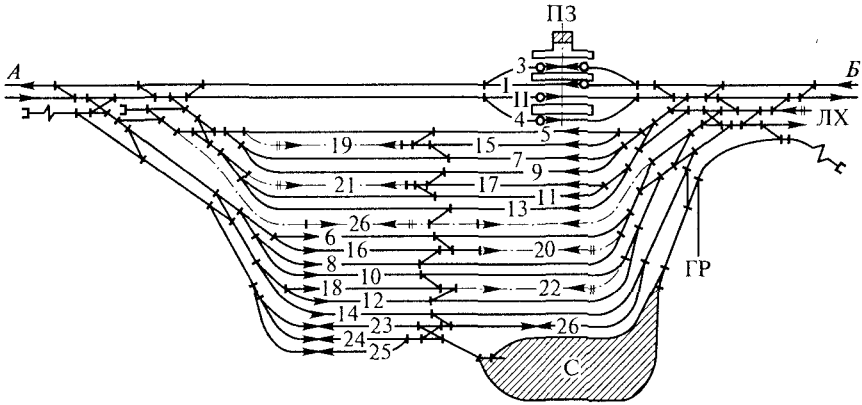


Рис. 14.12. Схема участковой станции поперечного типа двухпутной линии с массовым обращением соединенных грузовых поездов:

I и II — главные пути; 3 и 4 — приемоотправочные пути пассажирских поездов; 5—14 — приемоотправочные пути для сдвоенных грузовых поездов; 15—18 — приемоотправочные пути для одиночных грузовых поездов; 23—26 — приемоотправочные пути для участковых и сборных поездов; *А*, *Б* — подходы к станции; *ПЗ — пассажирское здание*; С — *сортировочный парк*; *ЛХ — локомотивное хозяйство*; ГР — грузовой район

в эксплуатации приемоотправочных парков. Большая длина приемоотправочных парков создает благоприятную возможность для последовательного расположения путей 23—25 для расформировываемых поездов и сортировочного парка, что снижает объем маневровой работы на станции и обеспечивает поточность движения маневровых составов при расформировании. Такое решение по приемоотправочным паркам особенно эффективно на участковых станциях с последовательным расположением пассажирских устройств и парков для грузового движения (см. рис. 14.7).

14.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЕМООТПРАВОЧНЫХ ПАРКОВ

Общие сведения. Приемоотправочные парки (ПО) участковых станций являются наиболее ответственными сооружениями, от рационального проектирования которых в решающей степени зависят пропускная способность станции в целом и возможности организации ее работы с наилучшими экономическими показателями.

К наиболее важным вопросам проектирования приемоотправочных парков относятся следующие:

определение числа путей в парках;

выбор рациональных схем горловин;

оптимальное секционирование путей в горловинах;

увязка путевого развития парков с устройствами электрической централизации стрелок и сигналов.

Определение числа путей в парках. Число приемоотправочных путей для пассажирских поездов (включая главные) принимается не менее числа примыкающих направлений. Например, на участковой станции однопутной линии обычно устраивают, кроме главного, еще один пассажирский приемоотправочный путь, а на станции двухпутной линии к числу главных путей добавляют от одного до трех путей для пассажирских поездов.

Ориентировочное число путей в приемоотправочном парке для транзитных и групповых поездов может быть подсчитано отдельно для четного и нечетного направлений по формуле

$$m = \frac{t_{\text{зан}}}{I_{\text{р}}} + 1, \tag{14.1}$$

где $t_{\text{зан}}$ — время занятия пути одним поездом, мин; $I_{\text{р}}$ — расчетный интервал прибытия поездов в данный парк, мин.

В формуле (14.1) единицей учитывается дополнительный путь для обгона.

При поступлении в парк поездов только с одного направления значение расчетного интервала с достаточной точностью можно принять

$$I_{\text{р}} = \frac{I_{\min} + I_{\text{ср}}}{2}, \tag{14.2}$$

где $I_{\min}$ — минимальный интервал следования грузовых поездов на участке (можно принимать 8...10 мин); $I_{\text{ср}}$ — средний интервал прибытия поездов на станцию, определяемый по формуле

$$I_{\text{ср}} = \frac{1\,440}{N_{\text{гр}} + \varepsilon N_{\text{пс}}}, \tag{14.3}$$

где $N_{\text{гр}}$, $N_{\text{пс}}$ — число соответственно грузовых и пассажирских поездов в рассчитываемом направлении; ε — коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими (можно принять равным 1,5).

Если в приемоотправочный парк прибывают поезда с двух подходов, то определяют средневзвешенный расчетный интервал поступления поездов

$$I_{\text{р}}^{\text{ср.в}} = \frac{I'_{\text{р}} I''_{\text{р}}}{I'_{\text{р}} + I''_{\text{р}}}, \tag{14.4}$$

где $I'_{\text{р}}$, $I''_{\text{р}}$ — расчетные интервалы прибытия поездов соответственно с первого и второго подхода.

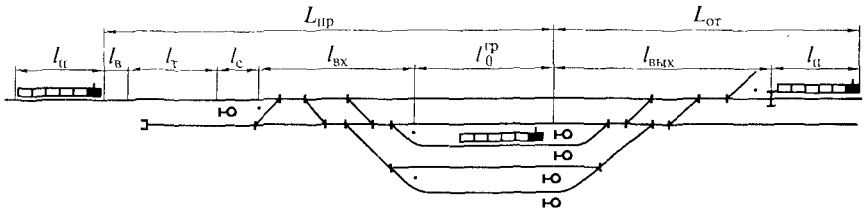


Рис. 14.13. Расчетная схема для определения времени занятия пути приемом и оправлением поезда:

$L_{пр}$ и $L_{от}$ — расчетные расстояния, проходимые поездом соответственно при приеме и отправлении; $l_ц$ — длина поезда; $l_в$ — расстояние, проходимое поездом за время восприятия машинистом показания сигнала с момента его открытия; $l_с$ — расстояние от входного сигнала до предельного столбика первого стрелочного перевода; $l_{вх}$ и $l_{вых}$ — длина соответственно входной и выходной горловины станции; $l_0^{тр}$ — норма полезной длины путей для грузового движения

Продолжительность занятия пути одним поездом $t_{зан}$ считают с момента начала установки маршрута для приема поезда на данный путь и до момента освобождения пути последним вагоном при отправлении поезда со станции:

$$t_{зан} = t_{пр} + t_{оп} + t_{ож} + t_{от}, \qquad (14.5)$$

где $t_{пр}$ — время занятия пути приемом поезда на станцию; $t_{оп}$ — время выполнения операций на приемоотправочных путях по технологическому процессу (для транзитных поездов можно принимать равным 30 мин, для групповых — 55 мин); $t_{ож}$ — среднее время простоя поезда в ожидании отправления; $t_{от}$ — время занятия пути отправлением поезда со станции.

Время занятия пути приемом и отправлением поезда определяется в соответствии с расчетной схемой, представленной на рис. 14.13:

$$t_{пр} = t'_м + \frac{L_{пр}}{16,7v_{пр}}; \quad t_{от} = t''_м + \frac{L_{от}}{16,7v_{от}}, \qquad (14.6)$$

где $t'_м$ — время приготовления маршрута и открытия входного сигнала, мин; $t''_м$ — время от начала приготовления маршрута отправления до трогания поезда, мин; $v_{пр}$, $v_{от}$ — средняя скорость движения поезда по участкам приема $L_{пр}$ и отправления $L_{от}$, км/ч.

Длина участка приема, м:

$$L_{пр} = l_в + l_т + l_с + l_{вх} + l_0^{тр} = 16,7t_в v_{вх} + l_т + l_с + l_{вх} + l_0^{тр}, \qquad (14.7)$$

где $t_в$ — время восприятия машинистом показания открытого сигнала, ориентировочно равное 0,05 мин; $v_{вх}$ — скорость движения поезда при подходе к началу тормозного пути $l_т$ перед входным

сигналом станции, км/ч; 16,7 — коэффициент перевода км/ч в м/мин.

Длина участка отправления, м:

$$L_{от} = l_{вых} + l_{п}. \quad (14.8)$$

Среднее время простоя поезда в ожидании отправления, мин:

$$t_{ож} = \frac{1\,440}{2\sum N_{гр}}, \quad (14.9)$$

где $\sum N_{гр}$ — суммарное число грузовых поездов, отправляемых со станции в данном направлении.

Кроме рассчитанного числа путей для приема и отправления транзитных и групповых поездов, в приемоотправочном парке, расположенном рядом с сортировочным, следует предусмотреть не менее двух путей, предназначенных для приема сборных и участковых поездов, а также для отправления поездов своего формирования.

Таблица 14.1

Расчетное число грузовых поездов соответствующего направления в сутки	Число приемоотправочных путей (без главных и ходовых) для рассматриваемого направления при отсутствии смены локомотивов у транзитных поездов
До 12	1
13—24	1—2
25—36	2—3
37—48	3—4
49—60	4—5
61—72	5—6
73—84	6—7
85—96	7—8
97—108	8—9
109—120	9—10
121—132	10—11

Примечания: 1. При суммарных размерах пассажирского движения на примыкающих к парку линиях (со стороны прибытия) более 5 поездов в сутки — в случае одного однопутного подхода, более 20 — в случае одного двухпутного подхода и 25 — в случае двух и более подходов, число путей увеличивается на 1.

2. Если к парку со стороны прибытия примыкает более одной линии III категории и выше, то потребное число путей в парке увеличивается на число дополнительных подходов.

Таблица 14.2

Расчетное число грузовых поездов соответствующего направления в сутки	Число путей (без ходовых и вытяжных) в приемоотправочном парке при смене локомотивов, когда резерв их принимается равным, %		
	5	15	25
До 36	5—7	4—5	4—5
37—48	7—8	5—6	5
49—60	8—9	6—7	5—6
61—72	9—10	7—8	6—7
73—84	10—11	8—9	7—8
85—96	11—12	9—10	8—9
97—108	12—13	10—11	9—10
109—120	13—14	11—12	10
121—132	14—15	12—13	10—11
133—144	15—17	13	11—12
145—156	17—18	13—14	12—13
157—168	18—19	14—15	13—14
169—180	19—20	15—16	14

Примечания: 1. При суммарных размерах пассажирского движения на примыкающих к парку линиях (со стороны прибытия) более 5 поездов в сутки — в случае одного однопутного подхода, более 20 — в случае одного двухпутного подхода и 25 — в случае двух и более подходов, число путей увеличивается на 1.

2. Если к парку со стороны прибытия примыкает более одной линии III категории и выше, то потребное число путей в парке увеличивается на число дополнительных подходов.

3. Для обеспечения устойчивой работы приемоотправочного парка зимой в районах с жестким холодным климатом и со снегоприносом более 25 м^3 на 1 метр длины пути в год необходимо предусматривать дополнительный путь для перестановки составов во время работы снегоочистительной техники.

Принимаемое число приемоотправочных путей должно отвечать требованиям Правил и технических норм проектирования станций [10]. При отсутствии смены локомотивов у транзитных

Таблица 14.3

Процент заполнения графика поездами	Процент соединенных поездов (в одинарном исчислении)	Число дополнительных путей в приемоотправочных парках при обращении соединенных поездов
50...80	До 30	1
	31...40	1—2
	41...60	2—3
Свыше 80	31...40	2—3
	41...60	4

поездов число путей должно соответствовать данным табл. 14.1, а при смене локомотивов — табл. 14.2 (если смена локомотивов требуется менее чем у 24 поездов в сутки, нужно пользоваться данными табл. 14.1 с увеличением числа путей на 1).

Число приемоотправочных путей, определенное по табл. 14.1 и 14.2, следует увеличивать при организации технического обслуживания соединенных поездов на число дополнительных путей, определенное по табл. 14.3.

Пример. Определить число приемоотправочных путей на участковой станции со сменой локомотивов у транзитных поездов для следующих исходных данных.

Категории поездов	Размеры движения, пары поездов на подходах		
	четном		нечетном
	А	В	Б
Пассажирские	12	3	15
Грузовые транзитные	45	13	58
Участковые	4	3	7
Сборные	2	1	2

Все подходы оборудованы устройствами автоблокировки.

Минимальный интервал между поездами в пакете $I_{\text{мин}} = 8$ мин. Коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими на всех подходах составляет 1,5. Время выполнения операций с транзитным поездом по технологическому процессу $t_{\text{оп}} = 30$ мин. Расстояния, необходимые для расчета времени на прием и отправление поезда (см. рис. 14.13), равны $l_{\text{п}} = 1\,000$ м; $l_{\text{г}} = 1\,100$ м; $l_{\text{с}} = 300$ м; $l_{\text{вх}} = 400$ м; $l_0 = 1\,050$ м; $l_{\text{вых}} = 400$ м. Скорость подхода поезда к началу тормозного пути при приеме $v_{\text{вх}} = 80$ км/ч; средняя скорость при приеме поезда $v_{\text{пр}} = 40$ км/ч, при отправлении — $v_{\text{от}} = 30$ км/ч. Время приготовления маршрута приема и открытия сигнала $t'_{\text{м}} = 0{,}2$ мин; время от начала приготовления маршрута отправления до трогания поезда $t''_{\text{м}} = 1$ мин. Резерв локомотивов составляет 25 %.

Решение. 1. Число приемоотправочных путей для пассажирских поездов (с учетом главных) принимаем равным числу подходов плюс 1 путь: $m_{\text{по}}^{\text{пасс}} = 3 + 1 = 4$.

2. Определяем потребное число приемоотправочных путей для грузовых транзитных поездов.

2.1. Средние интервалы поступления грузовых поездов с подходов составят

$$I_{\text{ср}}^{\text{А}} = \frac{1\,440}{51 + 1{,}5 \cdot 12} = 21 \text{ мин}; \quad I_{\text{ср}}^{\text{В}} = \frac{1\,440}{17 + 1{,}5 \cdot 3} = 67 \text{ мин};$$

$$I_{\text{ср}}^{\text{Б}} = \frac{1\,440}{67 + 1{,}5 \cdot 15} = 16 \text{ мин}.$$

2.2. Расчетные интервалы поступления поездов с подходов

$$I_{\text{р}}^{\text{А}} = \frac{8+21}{2} \approx 14 \text{ мин}; \quad I_{\text{р}}^{\text{В}} = \frac{8+67}{2} \approx 37 \text{ мин}; \quad I_{\text{р}}^{\text{Б}} = \frac{8+16}{2} = 12 \text{ мин}.$$

2.3. Расчетные интервалы поездов для направлений составят:

для четного $I_{\text{р}}^{\text{чет}} = \dfrac{I_{\text{р}}^{\text{А}} I_{\text{р}}^{\text{В}}}{I_{\text{р}}^{\text{А}} + I_{\text{р}}^{\text{В}}} = \dfrac{14 \cdot 37}{14+37} = 10$ мин;

для нечетного $I_{\text{р}}^{\text{неч}} = I_{\text{р}}^{\text{Б}} = 12$ мин.

2.4. Расчетное расстояние, которое поезд проходит при приеме, согласно формуле (14.7) составит

$$L_{\text{пр}} = 16,7 \cdot 0,05 \cdot 80 + 1\,100 + 300 + 400 + 1\,050 = 2\,917 \text{ м}.$$

2.5. Время занятия пути приемом поезда по формуле (14.6)

$$t_{\text{пр}} = 0,2 + \frac{2\,917}{16,7 \cdot 40} = 4,6 \text{ мин}.$$

2.6. Время занятия пути отправлением поезда

$$t_{\text{от}} = 1,0 + \frac{400 + 1\,000}{16,7 \cdot 30} = 3,8 \text{ мин}.$$

2.7. Среднее время ожидания отправления по формуле (14.9)

$$t_{\text{ож}} = \frac{1\,440}{2(58+7+2)} = 10,8 \text{ мин}.$$

2.8. Время занятия пути одним транзитным поездом составит

$$t_{\text{зан}} = 4,6 + 30 + 10,8 + 3,8 = 49,2 \text{ мин}.$$

2.9. Расчетное число путей в парках для транзитных поездов:

четного направления $m_{\text{чет}} = \dfrac{49,2}{10} + 1 \approx 5,9 = 6$;

нечетного направления $m_{\text{неч}} = \dfrac{49,2}{12} + 1 \approx 5,1 = 6$.

2.10. Сравнивая полученные значения с данными табл. 14.2, окончательно принимаем $m_{\text{чет}} = 7$ путей (с учетом дополнительного подхода с В); $m_{\text{неч}} = 6$ путей.

2.11. Для приема и отправления участковых и сборных поездов принимаем дополнительно к указанным три приемоотправочных пути.

На участковых станциях поперечного типа однопутной линии при размерах движения 18 и более пар поездов в сутки со сменой локомотивов необходимо предусматривать один ходовой путь, а на станции такого типа двухпутной линии при смене локомоти-

вов у более чем 38 пар поездов в сутки в обоснованных случаях допускается укладка двух ходовых путей.

При обращении соединенных грузовых поездов и наличии приемоотправочных путей удвоенной длины для беспрепятственной смены поездных локомотивов в приемоотправочных парках ходовые пути проектируются в количестве и по длине согласно расчету (см. рис. 14.10 и 14.11).

На станциях однопутных линий ходовой путь размещают между общим приемоотправочным и сортировочным парками (см. рис. 14.1), а на станциях двухпутных линий — между приемоотправочными парками для грузовых поездов противоположных направлений (см. рис. 14.2).

Рациональное проектирование и использование приемоотправочных парков в целом на участковых станциях в решающей степени зависит от принятых схем горловин станции.

Проектирование горловин участковых станций. ***Стрелочные зоны — горловины*** приемоотправочных парков — являются наиболее ответственными элементами путевого развития. Они во многом определяют капитальные и эксплуатационные расходы по станции, ее пропускную способность, задержки подвижного состава на пересекающихся маршрутах, условия безопасности при движении поездов и маневровой работе на станции.

В результате продолжительного опыта проектирования, строительства и эксплуатационных и научных исследований установлены следующие основные требования к схемам горловин участковых станций.

1. Горловины должны быть компактными, т.е. иметь наименьшую длину, что способствует снижению капитальных затрат и эксплуатационных расходов по путевому развитию станции, поездным и маневровым передвижениям.

2. Схемы горловин станций должны позволять выполнение нескольких операций одновременно, для чего необходимо:

маневровую работу по формированию и расформированию поездов отделить от поездных маршрутов;

парковые пути, на которых в горловине осуществляются несколько разнородных массовых операций, секционировать, т.е. разделить на группы (секции) по два-три пути в каждой с укладкой соответствующих соединений для параллельных передвижений;

обеспечить одновременный прием поездов на станцию со всех примыкающих направлений (на узловых станциях);

не допускать (по возможности) пересечения маршрутов приема поездов сменяемыми локомотивами;

при больших размерах движения (более 24 пар поездов) обеспечить независимую смену поездных локомотивов в приемоотправочных парках разных направлений. Для этого следует проек-

тировать два выхода со станции на экипировочные устройства локомотивов;

на станциях поперечного типа двухпутных линий в каждой горловине создать возможность одновременного приема и отправления транзитных грузовых поездов противоположных направлений;

на станциях продольного типа однопутных линий обеспечить одновременное отправление транзитных грузовых поездов противоположных направлений.

3. Конструкции горловин должны иметь следующие обязательные маршруты:

выход с длинных путей сортировочного парка на все примыкающие к станции направления;

прием поездов с неправильного пути в специализированный приемоотправочный парк и отправление их со станции по «неправильному» пути;

выход со всех приемоотправочных путей для грузовых поездов на основные вытяжные пути, при этом на станциях поперечного типа — без использования главных путей.

4. Схемы горловин должны обеспечивать максимальную поточность основных передвижений на станции.

5. Конструкция стрелочных зон парков должна быть такой, чтобы обеспечивалось нормальное размещение устройств электрической централизации (светофоров, изолирующих стыков) и электрификации (опор контактной сети).

6. Взаимное расположение стрелочных переводов в горловинах при соблюдении требований 1—5 должно быть таким, при котором обеспечиваются:

наименьшая сумма углов поворота поездов (искривлений) на маршрутах их приема и отправления;

максимальная идентичность полезных длин приемоотправочных путей;

наименьшее число стрелочных переводов на главных путях;

минимальная длина основных маневровых рейсов.

Как конкретно обеспечиваются перечисленные основные требования, рассмотрим на примерах схем горловин участковых станций поперечного типа с 12 приемоотправочными путями для грузовых поездов.

Четная горловина. Компактность горловины обеспечивается рациональной схемой (рис. 14.14), применением перекрестных съездов *6—8*, *10—12*, *50—48*, *52—54*. Схема горловин позволяет выполнять одновременно пять передвижений: отправление нечетных пассажирских поездов по главному пути I; уход локомотива от поезда с путей 5; 7; 9 в тупик 17 или наоборот; проход поездного локомотива с ходового пути 15 на участок между стрелками *34—44* или обратно; прием четного грузового поезда с *А* на один из путей 4; 6; 8; 10 или 12; вытягивание поезда для расформиро-

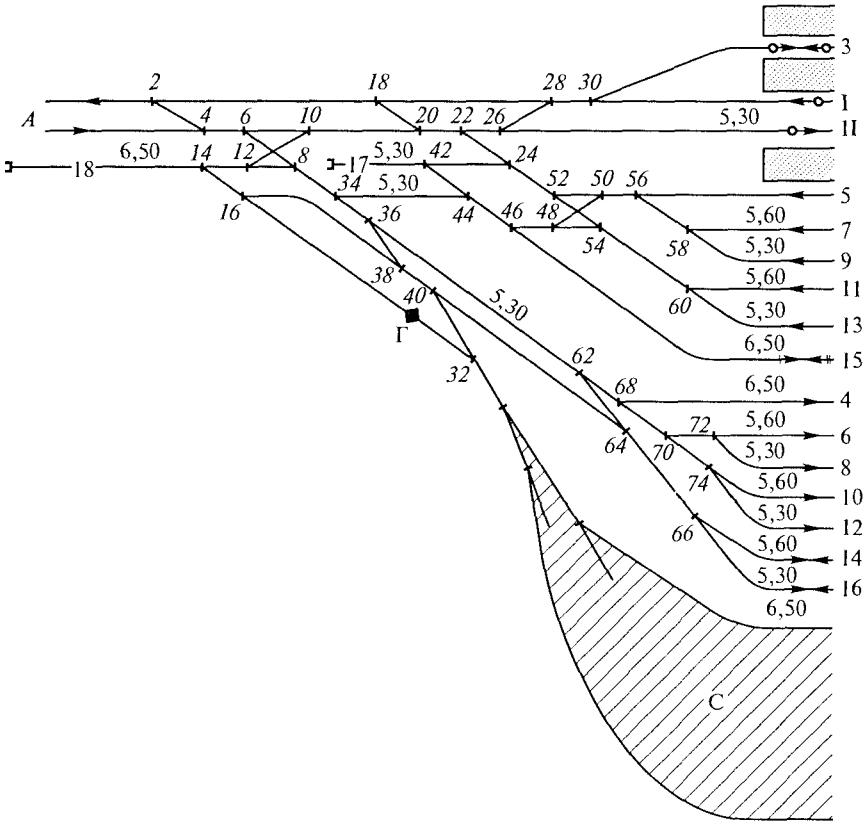


Рис. 14.14. Схема входной горловины участковой станции поперечного типа двухпутной линии (при 12 приемоотправочных путях для грузовых поездов):

I и II — главные пути; 3 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; 5; 7; 9; 11; 13 — приемоотправочные пути для нечетных грузовых поездов; 4; 6; 8; 10; 12 — приемоотправочные пути для четных грузовых поездов; 14 и 16 — приемоотправочные пути для участковых и сборных поездов; 15 — ходовой путь; 17 — тупик для смены локомотивов; 18 — вытяжной путь; *2—74* — номера стрелочных переводов; *А* — подход к станции; Г — сортировочная горка; С — сортировочный парк; 5,30; 5,60 и 6,50 — междупутные расстояния, м

вания с путей 14, 16 на вытяжной путь 18 или перестановка составов из парка С на эти пути, или расформирование составов в сортировочном парке.

Нечетные приемоотправочные пути разделены с помощью соединений *46—48—54* на две секции (2 и 3 пути), что позволяет выполнять одновременно два передвижения, например отправление с путей 5; 7 или 9 и смену локомотивов на путях 13 или 11. Пять путей для четных поездов (4; 6; 8; 10 и 12) здесь могут быть

в одной секции, так как кроме приема поездов с *А* в этой горловине на них нет других массовых передвижений. Пути 14 и 16 для расформировываемых и формируемых на этой станции поездов выделены в самостоятельную секцию, что позволяет отделить маневровую работу от приема транзитных грузовых поездов. Отдельные секции представляют здесь также ходовой путь 15, локомотивный тупик 17, вытяжной путь 18.

Двухпутность в горловине обеспечивается съездами *20—18* и *22—24*, что позволяет одновременно принимать и отправлять грузовые поезда. Маршруты подачи поездных локомотивов по ходовому пути 15 в тупик 17 и обратно располагаются между маршрутами приема и отправления грузовых поездов противоположных направлений, не пересекая их.

Выход из парка С обеспечивается съездами *36—38* и *32—40*, а прием с неправильного пути I (с *А*) грузового поезда на пути 4—14 — съездом *2—4*. Соединение *50—48—46—44—34* обеспечивает проследование маневрового состава с любого из путей 5—13 на вытяжной путь 18, минуя главный путь II.

Для уменьшения износа стрелочные переводы *12*; *10*; *26*; *28* размещены так, что грузовые поезда по ним не проходят, а маршрут приема четных транзитных грузовых поездов от стрелки *6* до стрелки *62* не имеет изломов на кривых и стрелочных переводах.

Нечетная (центральная) горловина. Для компактности горловины применены перекрестные съезды *39—41*, *43—45*, *61—63*, *65—67* (рис. 14.15). Схема позволяет выполнять одновременно пять операций: прием пассажирского поезда из *Б* по пути I; отправление пассажирского четного на *Б* по пути II; пропуск поездного локомотива по маршруту ходовой путь 15 — стрелки *47*; *37*; *43*; *39*; *11*; *7* — ЛХ или в обратном направлении; проход поездного локомотива по маршруту пути *4*; *6*; *8*; *10*; *12* — стрелки *55*; *53*; *45*; *71* — ЛХ или обратно; маневровая работа на вытяжном пути $М_2$.

Приемоотправочные пути для грузовых поездов секционированы по два-три в каждой секции с помощью соединений и съездов: *47—49*, *65—67*. Как и в четной горловине, отдельными секциями являются: ходовой путь 15, вытяжной путь 17, ходовые пути в пределах стрелочной зоны и ЛХ. Одновременный прием и отправление грузовых поездов обеспечиваются съездом *13—15* и соединением *25—27*.

Два сквозных ходовых пути в горловине позволяют выполнять независимую смену локомотивов в обоих приемоотправочных парках грузовых поездов. Съезд *1—3* обеспечивает прием из *Б* перерабатываемых поездов на путях 14 и 16, а также отправление со станции четных грузовых поездов на *Б* по неправильному пути I; съезд *61—63* позволяет отправить поезд из сортировочного парка.

Требования, предъявляемые к путевым схемам горловин устройствами автоматики и электрификации, выполняются при мас-

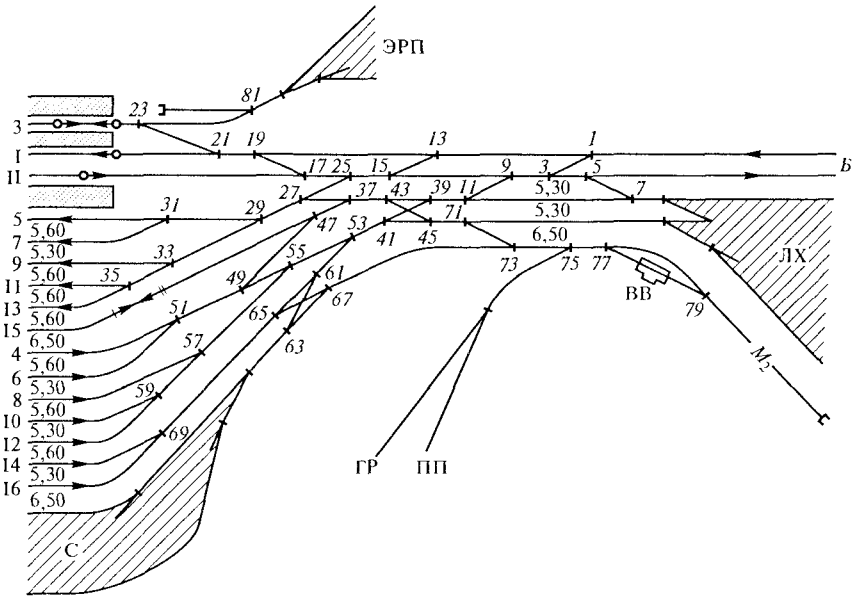


Рис. 14.15. Схема центральной горловины участковой станции поперечного типа двухпутной линии (при 12 приемоотправочных путях для грузовых поездов):

I и II — главные пути; 3 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; 5; 7; 9; 11; 13 — приемоотправочные пути для нечетных грузовых поездов; 4; 6; 8; 10; 12 — приемоотправочные пути для четных грузовых поездов; 14 и 16 — приемоотправочные пути для участковых и сборных поездов; 15 — ходовой путь; 1—81 — номера стрелочных переводов; *Б* — подход к станции; ЭРП — эксплуатационно-ремонтный пункт; ЛХ — локомотивное хозяйство; ГР — грузовой район; С — сортировочный парк; M_2 — вытяжной путь; ПП — подъездной путь; ВВ — вагонные весы; 5,30; 5,60 и 6,50 — междупутные расстояния, м

штабном проектировании станций путем увязки путевых устройств со светофорами, изолирующими стыками и опорами контактной сети. Аналогично осуществляются основные требования и на станциях других типов, примеры которых приведены на рис. 14.16—14.18.

Технико-экономические показатели принципиальных схем участковых станций. Для оценки качества реальных проектов участковых станций могут быть использованы технико-экономические показатели, нормативные значения которых получены для типовых рациональных масштабных планов станций. Основными такими показателями являются следующие.

Показатель $\alpha_п$ характеризует протяженность строительной длины путей, приходящуюся на 1 км потребной полезной длины приемоотправочных парков станции того или иного типа. Значение показателя $\alpha_п$ определяется по формуле

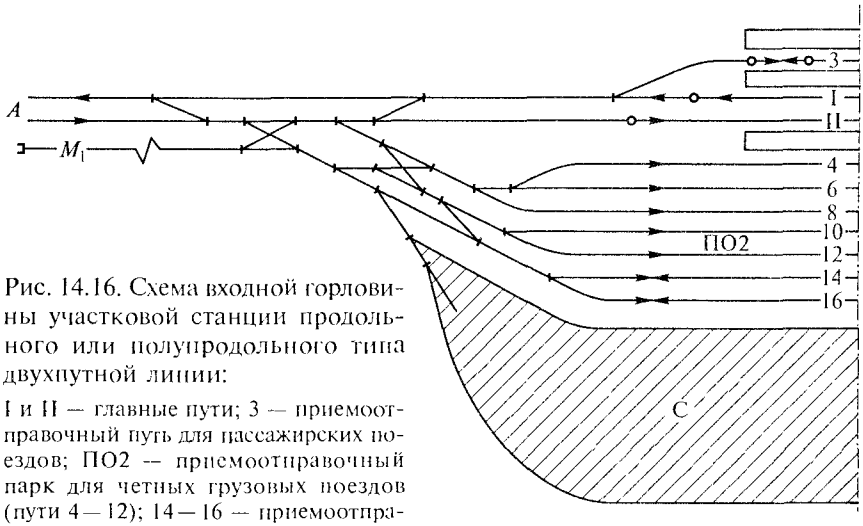


Рис. 14.16. Схема входной горловины участковой станции продольного или полупродольного типа двухпутной линии:

I и II — главные пути; 3 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; ПО2 — приемоотправочный парк для четных грузовых поездов (пути 4—12); 14—16 — приемоотправочные пути для участковых и сборных поездов; *А* — подход к станции; С — сортировочный парк; M_1 — вытяжной путь

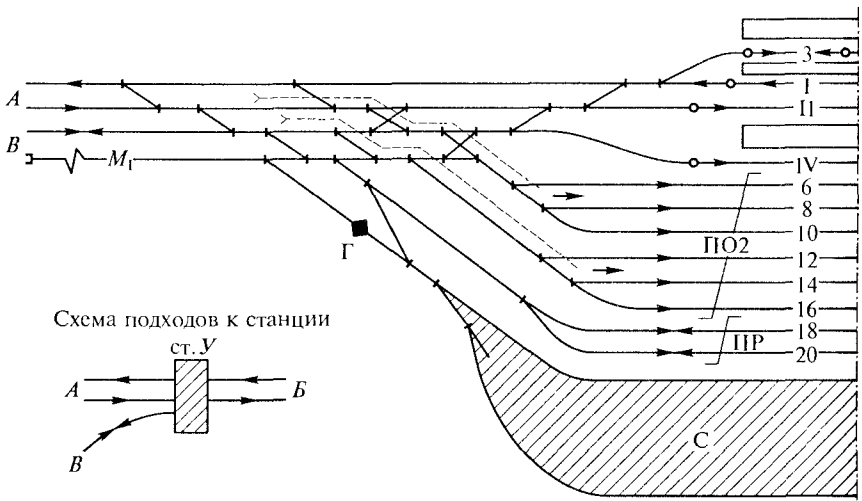


Рис. 14.17. Схема входной горловины узловой участковой станции продольного или полупродольного типа при примыкании двухпутной и однопутной линий:

I, II и IV — главные пути; 3 — приемоотправочный путь для пассажирских поездов; *А*, *Б* и *В* — подходы к станции; ПО2 — приемоотправочный парк для четных грузовых поездов (пути 6—16); ПР — приемоотправочный парк для участковых и сборных поездов (пути 18 и 20); С — сортировочный парк; M_1 — вытяжной путь; Г — сортировочная горка

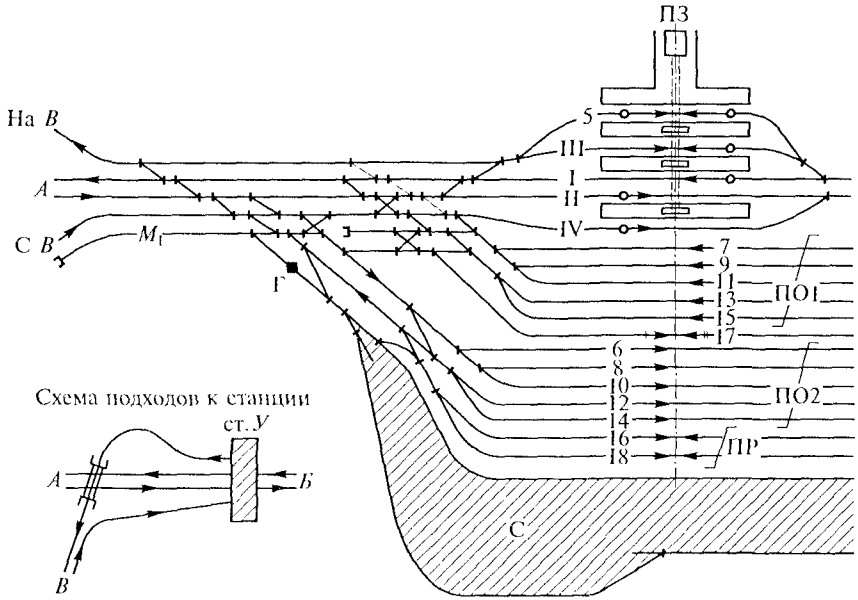


Рис. 14.18. Схема входной горловины участковой станции поперечного типа при примыкании двух двухпутных линий:

I, II, III и IV — главные пути; 5 – – приемоотправочный путь для пассажирских поездов; *А*, *Б* и *В* — подходы к станции; ПО1 — приемоотправочный парк для нечетных грузовых поездов (пути 7 — 17); ПО2 — приемоотправочный парк для четных грузовых поездов (пути 6 – 14); ПР — приемоотправочный парк для участковых и сборных поездов (пути 16 и 18); С — сортировочный парк; M_1 — вытяжной путь; Г — сортировочная горка

$$\alpha_{\text{п}} = L_{\text{стр}} / \sum l_{\text{полези}}, \qquad (14.10)$$

где $L_{\text{стр}}$ — суммарная строительная длина всех приемоотправочных и ходовых путей (включая горловины) станции, км; ее находят по масштабному плану станции; $\sum l_{\text{полези}}$ — сумма потребных нормативных полезных длин всех приемоотправочных путей станции (включая главные и ходовые пути).

Эта сумма

$$\sum l_{\text{полези}} = m_{\text{по}}^{\text{пс}} l_0^{\text{пс}} + m_{\text{по}}^{\text{гр}} l_0^{\text{гр}}. \qquad (14.11)$$

Показатель β определяет число стрелочных переводов, приходящихся на один основной путь станции. Его находят по формуле

$$\beta = C / m_{\text{осн}}, \qquad (14.12)$$

где C — число стрелочных переводов в приемоотправочных парках станции, включая переводы, расположенные на главных, хо-

довых, а также на вытяжных путях, являющихся охранными для поездных маршрутов; $m_{осн}$ — суммарное число основных станционных путей: главных $m_{гл}$, приемоотправочных $m_{по}^{пс}$ и $m_{по}^{гр}$, парковых ходовых $m_{х}$.

В число C не включаются стрелки собственно сортировочного парка и примыкания подъездных путей предприятий и других устройств, а стрелки примыкания сортировочного парка и путей локомотивного хозяйства включаются.

Нормативные величины показателей $\alpha_{п}$ и β приведены в табл. 14.4.

Определив значения показателей $\alpha_{п}$ и β для того или иного частного проектного решения, их сопоставляют с табличными значениями. В случае значительного отклонения фактических показателей от нормативных проект должен быть подвергнут проверке с целью устранения излишеств или конструктивных недостатков горловин.

Нормативные значения показателей могут использоваться в технико-экономических обоснованиях (расчетах) на предпроектной стадии для определения ориентировочных капитальных затрат на сооружение и текущее содержание парков станции. В этом случае для получения объемов работ используют формулы (14.10) и (14.12) в следующем виде:

Таблица 14.4

Участковая станция	Число приемоотправочных путей для грузовых поездов $m_{по}^{гр}$	$\alpha_{п}$ при $l_{0}^{гр}$, км			β
		0,85	1,05	1,25	
Поперечного типа (с параллельным расположением приемоотправочных парков (см. рис. 14.1 и 14.2))	5—6	1,43	1,38	1,34	5,1
	8	1,41	1,36	1,32	5,0
	10	1,39	1,33	1,30	4,9
	12	1,37	1,32	1,28	4,6
	14	1,35	1,30	1,26	4,3
	16	1,32	1,27	1,24	4,2
	24	1,32	1,27	1,24	3,9
Продольного и полупродольного типов (см. рис. 14.3—14.6)	5—6	1,25	1,21	1,18	4,3
	8	1,24	1,20	1,17	4,5
	10	1,23	1,19	1,16	4,6
	12	1,26	1,21	1,18	4,5
	14	1,27	1,22	1,18	4,2
	16	1,25	1,20	1,17	4,0
	24	1,25	1,20	1,17	3,8

$$L_{\text{стр}} = \alpha_{\text{п}} \sum l_{\text{полезн}}; \quad C = \beta m_{\text{осн}}$$

и определяют

$$L_{\text{кс}} = L_{\text{стр}} + 0{,}05C, \qquad (14.13)$$

где $L_{\text{кс}}$ — протяженность контактной сети над парковыми путями, стрелочными переводами; $L_{\text{стр}}$ — длина укладываемых путей в приемоотправочном парке (кроме главных, но включая ходовые пути); C — число стрелочных переводов, укладываемых на главных, приемоотправочных, ходовых и вытяжных путях.

14.6. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОРТИРОВОЧНОГО ПАРКА УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЙ

Для расформирования и формирования участковых, сборных и передаточных (на подъездные пути) поездов, а также для сортировки вагонов по местам погрузки-выгрузки на участковых станциях строят сортировочные устройства: сортировочный парк, вытяжные пути и в обоснованных случаях — горки малой мощности.

Число вытяжных путей должно быть не меньше числа работающих на станции маневровых локомотивов и может определяться по формуле

$$m_{\text{выт}} = \frac{\sum N_{\text{уч}}(t_{\text{р}}^{\text{уч}} + t_{\text{ф}}^{\text{уч}}) + \sum N_{\text{сб}}(t_{\text{р}}^{\text{сб}} + t_{\text{ф}}^{\text{сб}}) + \sum n_{\text{п}} t_{\text{обр}}^{\text{п}}}{1\,440\gamma - t_{\text{пост}}}, \qquad (14.14)$$

где $\sum N_{\text{уч}}$, $\sum N_{\text{сб}}$ — суммарное число соответственно участковых и сборных поездов, поступающих на станцию со всех подходов; $t_{\text{р}}^{\text{уч}}$, $t_{\text{р}}^{\text{сб}}$ — среднее время на расформирование одного участкового и одного сборного поезда, мин; $t_{\text{ф}}^{\text{уч}}$, $t_{\text{ф}}^{\text{сб}}$ — среднее время формирования одного участкового и одного сборного поезда, мин; $\sum n_{\text{п}}$ — число подач вагонов на грузовые фронты (грузового района, подъездных путей, материального склада и др.) за сутки; $t_{\text{обр}}^{\text{п}}$ — среднее время обработки одной подачи, включая время подборки вагонов по фронтам, перестановки с путей сортировочного парка на грузовой район, расстановки по фронтам, сборки после окончания грузовых операций, уборки и расформирования подачи по путям сортировочного парка, мин; γ — коэффициент, учитывающий допустимую загрузку маневровых локомотивов, который можно принимать равным 0,75; $t_{\text{пост}}$ — время занятия вытяжных путей различными вспомогательными операциями, не связанными с сортировочной работой, равное 90...120 мин.

Независимо от результатов расчета для обеспечения нормальной технологии маневровой работы предусматривают два вытяжных пути (см. M_1 и M_2 на рис. 14.1, 14.2), укладываемых в обоих концах сортировочного парка. Один из них, имеющий лучшие

показатели (план, продольный профиль и полезную длину на полный грузовой поезд), — M_1, используется для расформирования и формирования поездов. Второй, с искривлением и меньшей длины, — M_2 предназначается для подборки вагонов по местам погрузки и выгрузки, подачи вагонов на грузовой двор, подъездные пути и т. д.

Сортировочные пути служат для распределения вагонов расформировываемых составов по отдельным назначениям и стоянки этих вагонов под накоплением в ожидании формирования. Обычно в сортировочном парке необходимо иметь по одному пути для накопления сборных и участковых поездов на каждое направление, один—три пути для вагонов в адрес грузового двора и подъездных путей полезной длиной 200...400 м каждый, один путь для вагонов, требующих ремонта или перегрузки. Общее число путей в сортировочном парке колеблется от 6 до 12.

Пример. Определить число сортировочных и вытяжных путей на участковой станции для исходных данных предыдущего примера. Дополнительные исходные данные [см. формулу (14.14)]: $t_{\text{р}}^{\text{уч}} = 20$ мин; $t_{\text{р}}^{\text{сб}} = 17$ мин; $t_{\text{ф}}^{\text{уч}} = 20$ мин; $t_{\text{ф}}^{\text{сб}} = 60$ мин; $t_{\text{пост}} = 120$ мин.

К станции примыкают два подъездных пути, на которые (а также на грузовой район станции) за сутки производятся по две подачи, совмещенные с уборкой вагонов. Среднее время обработки одной подачи составляет 120 мин.

Решение. 1. Число и полезную длину путей в сортировочном парке принимаем из следующего расчета: для накопления участковых и сборных поездов на каждый подход принимаем по два пути полезной длиной не менее 1 050 м; для возможности проведения работ по ремонту путей и очистке их от снега в зимнее время принимаем один дополнительный путь такой же длины; для накопления местных вагонов на грузовой район и подъездные пути принимаем три пути полезной длиной 400 м; для неисправных вагонов, требующих отцепочного ремонта предусматриваем один путь такой же полезной длины. Общее число путей в сортировочном парке составит $3 \cdot 2 + 1 + 3 + 1 = 11$.

2. Число вытяжных путей и маневровых локомотивов определяем по формуле (14.14):

$$m_{\text{выт}} = \frac{(4+3+7)(20+20)+(2+1+2)(17+60)+(2+2+2)\cdot 120}{1\,440\cdot 0,75-120} = 1,75.$$

Принимаем на станции два вытяжных пути, один полезной длиной 1 050 м, а второй — 525 м.

Характер выполнения операций в сортировочном парке (маневровые передвижения с одного пути на другой) требует, чтобы горловины парка были как можно короче. Для этого при проектировании их рекомендуется применять стрелочные переводы с мар-

кой крестовины 1/6 и стрелочные улицы под углом 2α, 3α и более, а также комбинированные. Кроме того, в отличие от горловин приемоотправочных парков горловины сортировочного парка проектируют, как правило, единым пучком без секционирования. Это объясняется тем, что в одной горловине парка работает только один маневровый локомотив и необходимости в одновременном осуществлении двух или более передвижений не возникает. Горки малой мощности позволяют ускорить расформирование поездов и сделать это с минимальным расходом энергии (топлива), однако их сооружение вызывает некоторое увеличение капитальных затрат по земляному полотну. Горки малой мощности устраивают при переработке от 250 до 1 500 вагонов в сутки, числе путей в сортировочном парке от 4 до 16 (включительно).

14.7. ПАССАЖИРСКИЕ И ГРУЗОВЫЕ УСТРОЙСТВА НА УЧАСТКОВЫХ СТАНЦИЯХ

Перечень основных пассажирских устройств и их расположение на участковых станциях разных типов приведены в подразд. 14.2 и на рис. 14.1—14.10, 14.18. Для приема, стоянки и отправления пассажирских поездов используются главные и один-два специальных перронных пути полезной длиной, равной вместимости самого длинного пассажирского поезда на расчетный год.

Платформы для посадки и высадки пассажиров следует располагать с внешней стороны главных путей, что обеспечит большую безопасность находящихся на платформах людей при пропуске пассажирских экспрессов со скоростью более 140 км/ч и лучший план главных путей для высоких скоростей (до 200 км/ч).

На приемоотправочных путях для пропуска транзитных поездов с техническим обслуживанием следует проектировать, как правило низкие платформы.

На новых станциях предусматривается возможность удлинения платформ при обосновании до 650...850 м, а на отдельных направлениях — до 1 000 м с учетом оборудования их специальными устройствами для перемещения пассажиров и багажа.

Ширину основной боковой пассажирской платформы необходимо принимать не менее 6 м, при переустройстве существующих станций — не менее 5 м в пределах расположения здания вокзала и не менее 4 м на остальном протяжении, а при вокзалах вместимостью менее 200 чел. не менее 3 м.

На станциях, через которые предусматривается безостановочный пропуск пассажирских экспрессов со скоростью 141...200 км/ч по пути смежному с платформой, ширина платформы должна обеспечивать безопасность нахождения пассажиров (не ближе 3 м от края платформы) во время прохождения скоростного поезда.

На таких станциях расстояние между крайней гранью сооружения (опора, вход в тоннель или на мост) и краем платформы должно быть не менее 3 м, при обычных условиях — не менее 2 м.

Основные и промежуточные платформы соединяют переходами на уровне верха головок рельсов или в разных уровнях (тоннелями либо пешеходными мостиками). Переходы в разных уровнях проектируют на станциях, в том числе и участковых, где доступ пассажиров с платформ в населенный пункт преграждается путями с интенсивным движением поездов (более 50 пар в сутки в сумме грузовых и пассажирских) и на станциях линий с безостановочным пропуском по главным путям пассажирских поездов со скоростью 140...200 км/ч при пассажиропотоке через переход более 200 чел. в сутки. При выборе типа переходов в этих случаях следует отдавать предпочтение тоннелям, ширина которых должна быть не менее 3 м, а ширина выходов в тоннель не менее 2 м при двух выходах на платформу.

Новые вокзалы следует размещать с внешней стороны путей станции, с которой располагается и большая часть города, при этом расстояния от оси ближайшего пути до стены вокзала должно быть не менее 20 м, а на линиях с пропуском поездов со скоростью 141...200 км/ч — не менее 25 м. Расстояние от края перрона до здания вокзала устанавливается не более 50 м.

Другие условия проектирования пассажирских устройств приведены в гл. 18.

Грузовые устройства на участковой станции, сосредоточенные в грузовом районе, размещаются, как правило, в IV квадранте (см. рис. 14.1 — 14.12, 14.14). Технические нормы и типовые схемы планировки ГР приведены в гл. 19.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены участковые станции?

2. Назовите основные устройства на участковых станциях.

3. Как выбирается вариант расположения грузовых устройств на участковых станциях?

4. Какие устройства локомотивного хозяйства могут быть на участковых станциях?

5. Перечислите устройства вагонного хозяйства, предусматриваемые на участковых станциях.

6. Назовите основные достоинства и недостатки станций поперечного типа на однопутных и двухпутных линиях.

7. От чего зависит число приемоотправочных путей на участковых станциях?

8. Какие виды сортировочных устройств предусматриваются на участковых станциях?

ГЛАВА 15

ЛОКОМОТИВНОЕ И ВАГОННОЕ ХОЗЯЙСТВА И ДРУГИЕ УСТРОЙСТВА НА СТАНЦИЯХ

15.1. СОСТАВ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

Локомотивное хозяйство предназначено для ремонта, технического обслуживания и экипировки поездных и маневровых локомотивов, а также мотор-вагонного подвижного состава.

К сооружениям и устройствам локомотивного хозяйства относятся основные ремонтные депо; пункты оборота локомотивов; пункты смены локомотивных бригад; пункты технического обслуживания локомотивов; экипировочные устройства (при депо, в пунктах оборота и технического обслуживания локомотивов, а в некоторых случаях на приемоотправочных путях станций); пути для прохода и стоянки локомотивов; устройства для поворота локомотивов (в необходимых случаях); устройства энерго-, водо- и теплоснабжения, связи, служебно-технические здания и др.

На территории локомотивного хозяйства также размещаются пути стоянки запаса локомотивов (в период уменьшения размеров движения), пути пожарного и восстановительного поездов, котельная, электростанция или трансформаторная подстанция.

По роду своей деятельности депо подразделяются на эксплуатационные и эксплуатационно-ремонтные. В эксплуатационном депо с приписным парком магистральных локомотивов выполняют внеплановые ремонты по устранению отказов локомотивов, текущий ремонт локомотивов ТР-1, техническое обслуживание ТО-2, ТО-3 и ТО-4 (обточку колесных пар) и экипировку: осмотр, очистку, снабжение топливом, смазочными материалами, песком, обтирочными материалами, охлаждающей водой.

В эксплуатационно-ремонтном депо с приписанным к ним парком локомотивов дополнительно к тем видам ТО и ТР, которые выполняются в эксплуатационном депо, осуществляется текущий ремонт ТР-2 и ТР-3 как для нужд самого депо, так и для других предприятий.

На станциях с пунктом оборота осуществляют техническое обслуживание ТО-2 и экипировку локомотивов. Для этой цели локомотивное хозяйство имеет устройства для технического об-

служивания, экипировки и стоянки локомотивов в ожидании подачи их к поездам.

Размещение в пределах дороги депо, пунктов оборота, экипировки и технического обслуживания локомотивов и пунктов смены бригад устанавливается на основе технико-экономического сравнения схем тягового обслуживания.

При этом пробег приписанных к депо локомотивов не должен превышать при электрической тяге 35 млн локомотиво-км, а при тепловозной — 25 млн локомотиво-км в год. Обоснование места размещения локомотивного хозяйства на участковой станции было рассмотрено в подразд. 14.2.

15.2. РАСЧЕТЫ И ПЛАНИРОВКА УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕМОНТА И ЭКИПИРОВКИ ЛОКОМОТИВОВ

Потребное число стойл депо (рис. 15.1) для каждого вида ремонта и технического обслуживания ТО-3 локомотивов можно определить по формуле

$$C_i = S_{\text{год}}\gamma_i,$$

где $S_{\text{год}}$ — годовой пробег локомотивов, млн локомотиво-км; γ_i — потребность в стойлах для данного вида ремонта на 1 млн локомотиво-км в год.

Годовой пробег локомотивов

$$S_{\text{год}} = \frac{365 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \sum lN}{k_{\text{нер}}},$$

где l — длина участка обращения локомотивов, км; N — число пар поездов, обращающихся на соответствующих участках в средние сутки максимального месяца; $k_{\text{нер}}$ — коэффициент внутригодовой неравномерности движения.

Потребность в стойлах депо для ремонта и технического обслуживания ТО-3 локомотивов на 1 млн локомотиво-км пробега приведена в табл. 15.1.

По полученному расчетом числу стойл устанавливают число секций депо, каждая из которых имеет три тупиковых или сквозных пути (на сквозном пути размещаются два ремонтных стойла).

В комплекс экипировочных устройств входят служебно-техническое здание, экипировочные позиции со смотровыми канавами, устройства пескоснабжения (пескосушильная установка со складом сухого и сырого песка), склады масел и дизельного топлива (для тепловозов).

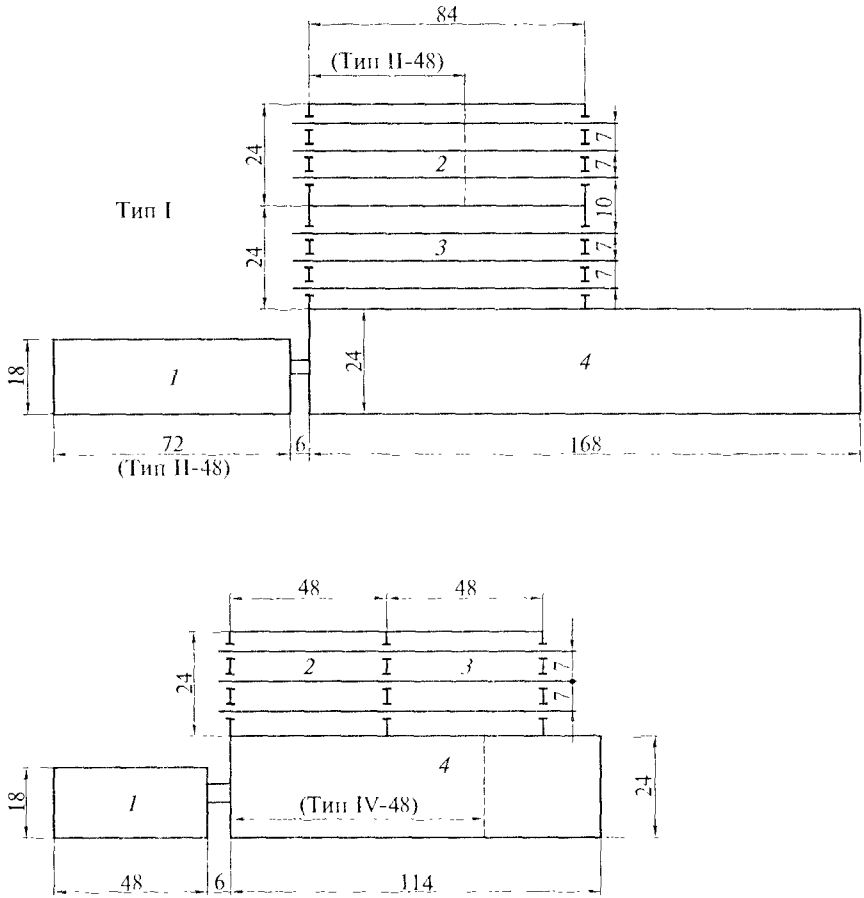


Рис. 15.1. Локомотивное депо:

1 — мастерские; *2* — цех текущего ремонта ТР-2; *3* — цех текущего ремонта ТР-1; *4* — административно-бытовой корпус

Таблица 15.1

Тип депо	Число стойл по видам ремонта на 1 млн локомотиво-км в год				Всего стойл (без ТР-3)
	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3	
Электровозное	0,02	0,03	0,20	0,04	0,27
Тепловозное	0,05	0,03	0,05	0,20	0,28

Примечание. Для выполнения текущего ремонта ТР-3 рекомендуется сооружать отдельное специализированное депо.

Число позиций для экипировки, технического обслуживания локомотивов, смены локомотивных бригад и подготовки локомотивов к поездке определяется по формуле

$$m_{эк} = \frac{N_{эк} t_{эк} + N_{ТО} t_{ТО}}{1\,440} k'_{нер},$$

где $N_{эк}$, $N_{ТО}$ — число локомотивов, подлежащих соответственно экипировке и техническому обслуживанию в течение суток; $t_{эк}$ — время на экипировку одного локомотива с подготовкой его к поездке (для тепловозов 30 мин, для электровозов 25 мин); $t_{ТО}$ — продолжительность технического обслуживания, совмещенного по времени с экипировкой (для грузовых локомотивов 60 мин); $k'_{нер}$ — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления локомотивов, равный 1,1—1,3.

Размеры экипировочных устройств в зависимости от числа экипировок в сутки можно принимать по табл. 15.2.

Таблица 15.2

Показатели	Значения показателей при числе экипировок в сутки				
	20	40	60	80	120
Размеры экипировочного здания, м:					
ширина	18	18	18/24*	24	24
длина	48	48	48	48	84
Число экипировочных путей	2	2	2/3*	3	3
Число башенных складов сухого песка диаметром 6 м вместимостью, м³:					
400	2	2	2	—	—
1 700	—	—	—	2	2
Число резервуаров дизельного топлива диаметром, м:					
12	3	—	—	—	—
15	—	3	—	—	—
18	—	—	3	4	6
Число путей слива дизельного топлива	1	1	2	2	2
Длина сливной эстакады, пог. м	35	70	46	70	70

* В числителе — для электровозов, в знаменателе — для тепловозов.

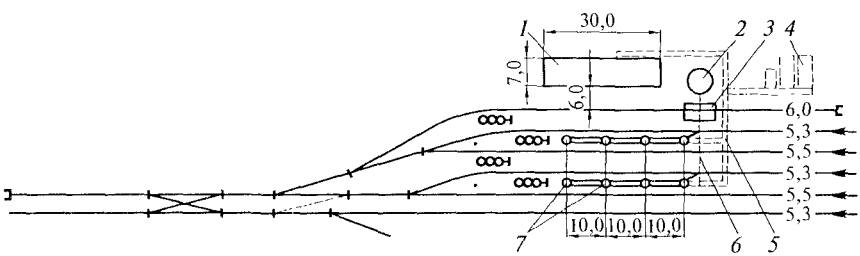
Полезная длина каждого из экипировочных путей устанавливается из условия стоянки не менее трех локомотивов: один — на смотровой канаве, другой — перед ней, третий — за канавой. Емкость путей готовых локомотивов принимается из условия нахождения 10...12 % локомотивов от числа прибывающих за сутки.

15.3. СХЕМЫ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

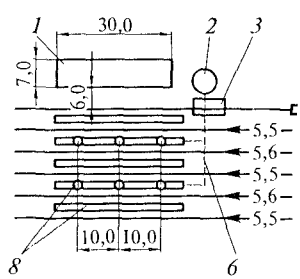
Общая планировка устройств локомотивного хозяйства должна обеспечивать компактность размещения устройств; поточность операций при проходе локомотивов на пути экипировки и стоянки в ожидании подачи под поезда, а также заход в депо; возможность дальнейшего развития.

На станциях с основным депо при работе локомотивов по кольцевому графику и на станциях со сменой локомотивных бригад при работе локомотивов на плече или кольце большой протяженности может предусматриваться экипировка на приемоотправочных путях (рис. 15.2).

Примеры размещения устройств локомотивного хозяйства при тепловозной тяге для основных и оборотных депо приведены на рис. 15.3 и 15.4. При электрической тяге схема планировки аналогична, только без склада дизельного топлива. На территории ЛХ



а



б

Рис. 15.2. Схема размещения экипировочных устройств на приемоотправочных путях:

а — для тепловозов; *б* — для электровозов; *1* — служебно-техническое здание; *2* — склад песка башенного типа; *3* — вагон-бункер для перевозки сухого песка; *4* — склад масел с металлическими подземными резервуарами; *5* — подземные трубопроводы для дизельного топлива; *6* — подземные трубопроводы для песка; *7* — пескораздаточные устройства (для тепловозов); *8* — пескораздаточные устройства и площадки для осмотра токоприемников электровозов; 5,3; 5,5; 5,6 и 6,0 — междупутные расстояния, м

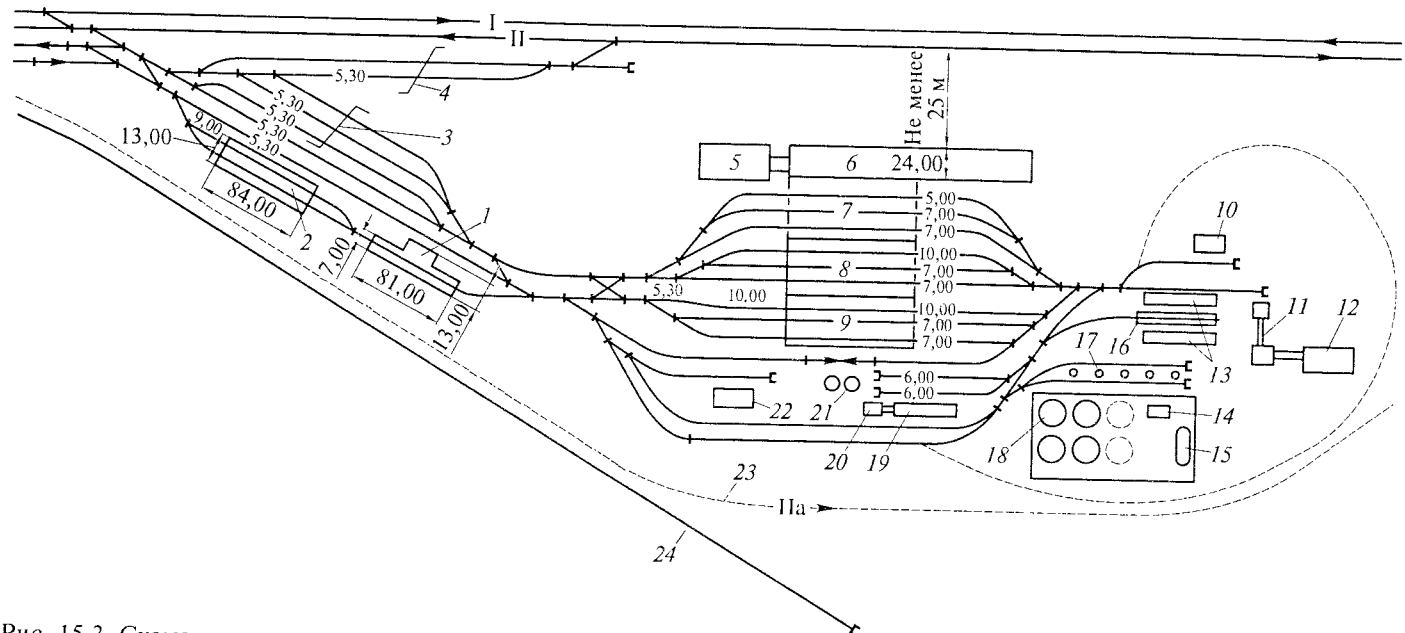


Рис. 15.3. Схема планировки основного тепловозного депо с экипировкой в здании:

1 — обмывочная площадка локомотивов; *2* — площадка внутренней уборки и обдувки локомотивов; *3* — пути стоянки готовых к работе локомотивов и находящихся в запасе; *4* — пути стоянки пожарного и восстановительного поездов; *5* — административно-бытовой корпус; *6* — мастерские депо; *7, 8* — стойла для текущего ремонта ТР-1, ТР-2 и текущего осмотра; *9* — стойла для технического осмотра ТО-2 и экипировки; *10* — пункт реостатных испытаний тепловозов; *11* — галерея для подачи угля в котельную; *12* — котельная; *13* — склад угля; *14* — насосная для дизельного топлива; *15* — железобетонные резервуары для воды; *16* — повышенный путь для разгрузки угля; *17* — сливная эстакада; *18* — наземные резервуары для дизельного топлива; *19* — склад сырого песка; *20* — пескосушилка; *21* — склад сухого песка; *22* — склад масел; *23* — обходной главный путь; *24* — выгяжной путь; I, II и IIа — главные пути; 5,00; 5,30; 6,00; 7,00; 9,00 и 10,00 — междупутные расстояния, м

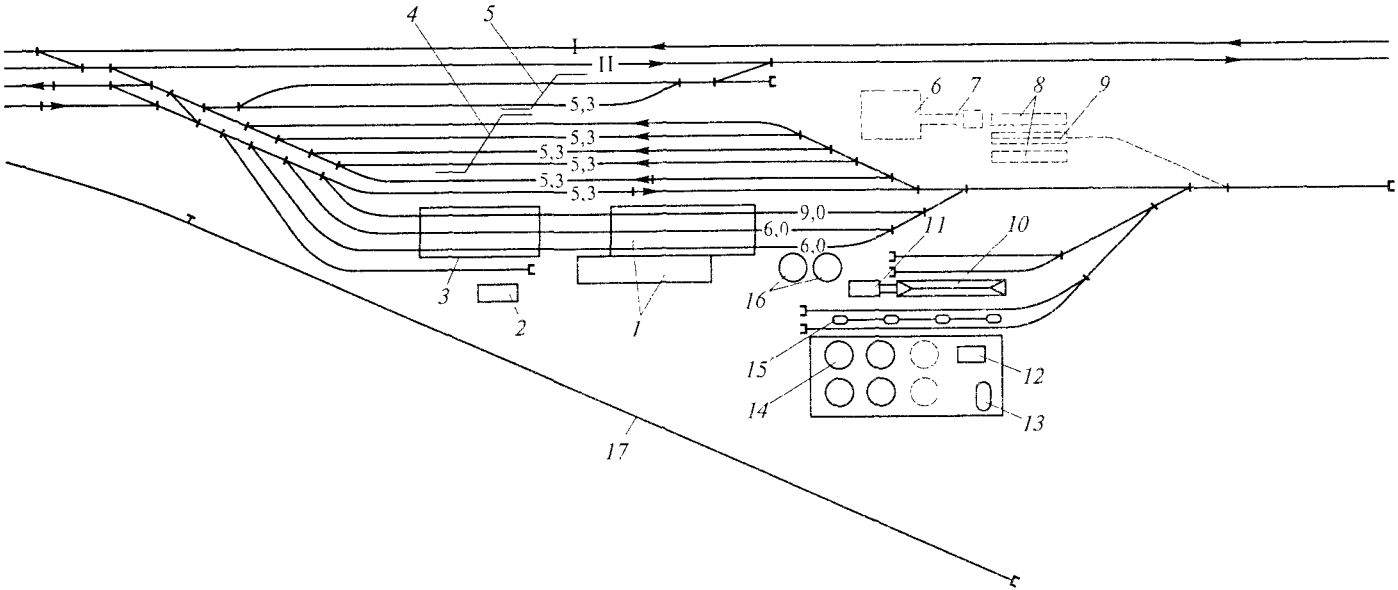


Рис. 15.4. Схема планировки депо технического обслуживания ТО-2 и экипировки на участковых станциях оборота локомотивов:

1 — депо для технического обслуживания и экипировки со служебно-техническим зданием; *2* — склад масел; *3* — площадка внутренней уборки и обдувки локомотивов; *4* — пути стоянки готовых к работе локомотивов; *5* — пути стоянки пожарного и восстановительного поездов; *6* — котельная; *7* — галерея для подачи угля в котельную; *8* — склад угля; *9* — повышенный путь для разгрузки угля; *10* — склад сырого песка; *11* — пескосушилка; *12* — насосная для дизельного топлива; *13* — железобетонные резервуары для воды; *14* — наземные резервуары для дизельного топлива; *15* — сливная эстакада; *16* — склад сухого песка башенного типа; *17* — вытяжной путь; I, II — главные пути; 5,3; 6,0 и 9,0 — междупутные расстояния, м

размещаются пути стоянки восстановительного и пожарного поездов общей полезной длиной: для поездов I категории — 400 м, II категории — 300 м. Эти пути должны иметь выходы на главные пути в обе стороны.

15.4. ВАГОННОЕ ХОЗЯЙСТВО. ДРУГИЕ УСТРОЙСТВА НА СТАНЦИЯХ

Вагонное хозяйство. Для обеспечения исправного состояния вагонов на станциях предусматриваются устройства вагонного хозяйства, включающие в себя вагонные депо; пункты технического обслуживания (ПТО); пункты экипировки и текущего обслуживания рефрижераторного подвижного состава (ПЭТОРПС); пункты текущего отцепочного ремонта вагонов (ПТОР); пункты контрольно-технического обслуживания вагонов (ПКТО); контрольные пункты автотормозов (КПАТ); механизированные пункты комплексной подготовки вагонов к перевозкам (МПКПВ).

На рис. 15.5 приведена схема механизированного пункта текущего отцепочного ремонта вагонов, который на участковых станциях обычно размещается с внешней стороны сортировочного парка.

Вагонное депо размещают, как правило, на станциях выгрузки и массовой подготовки порожних вагонов под погрузку. При проектировании вагонного депо на участковой станции его рекомен-

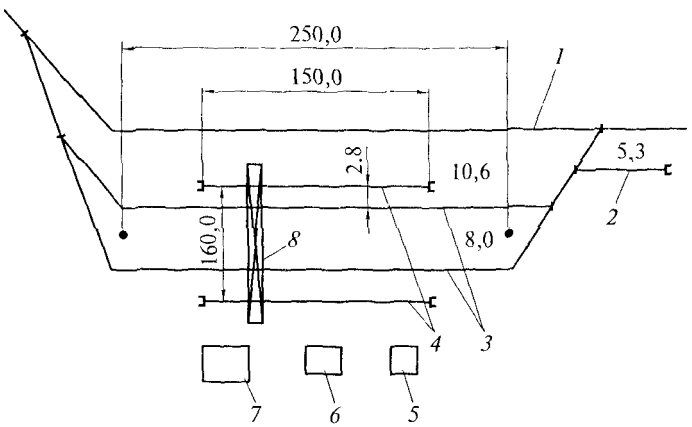


Рис. 15.5. Схема механизированного пункта отцепочного ремонта вагонов:

1 — крайний путь сортировочного парка; *2* — предохранительный тупик; *3* — ремонтные пути; *4* — подкрановые пути; *5* — подстанция; *6* — кладовая запасных частей; *7* — мастерские; *8* — козловой кран; 5,3; 8,0 и 10,6 — междупутные расстояния, м

дуется располагать на одной территории с устройствами локомотивного хозяйства, объединяя здания и производственные помещения однородного назначения (административные, бытовые, для производственных мастерских складов), принадлежащие различным службам, в единые комплексы.

На станциях продольного типа допускается проектировать два ПТО, один из которых надлежит предусматривать в районе выходной горловины смещенного парка.

Другие устройства. На станциях располагают служебно-технические здания и устройства различных служб, в том числе пути, сигнализации и связи, электрификации и энергетического хозяйства и других.

Для службы пути на участковых и сортировочных станциях строят эксплуатационно-ремонтные базы дистанции пути (рис. 15.6).

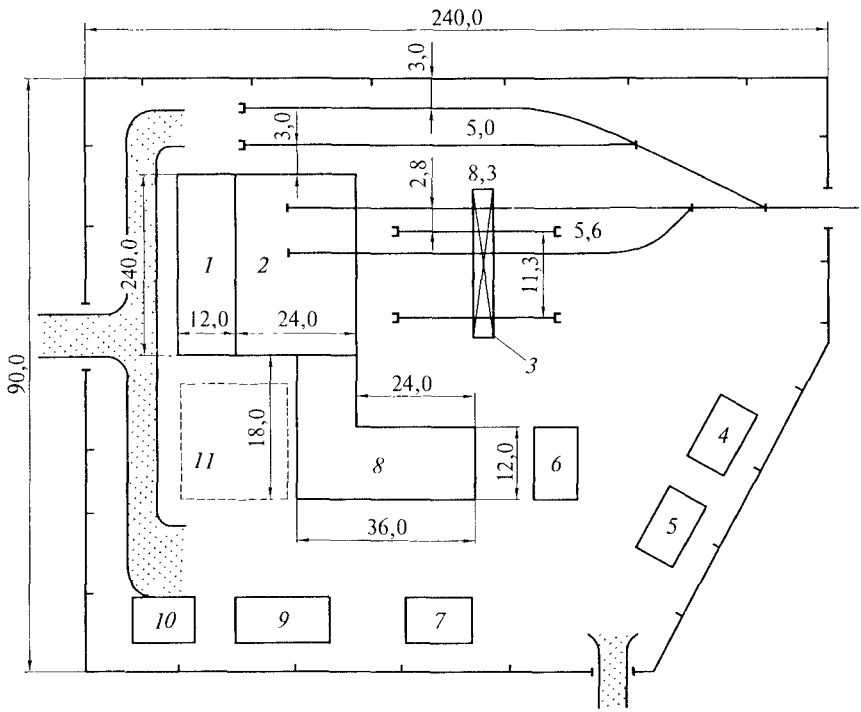


Рис. 15.6. Эксплуатационно-ремонтная база механизированной дистанции пути:

1 — производственно-бытовой корпус; *2* — производственный корпус; *3* — козловой кран; *4* — площадка для отходов; *5* — сарай для инвентаря; *6* — площадка для стоянки экскаваторов; *7* — склад смазочного материала в таре; *8* — вспомогательный корпус; *9* — топливозаправочный пункт; *10* — площадка для мойки машин; *11* — спортплощадка; 5,0; 5,6 и 8,3 — междупутные расстояния, м

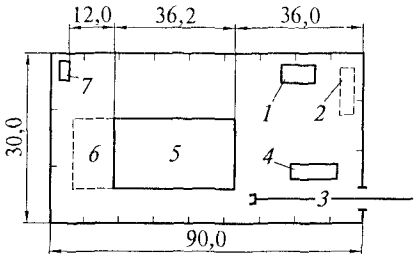


Рис. 15.7. Эксплуатационно-ремонтный пункт дистанции сигнализации и связи:

1 — площадка для мойки автомобилей; *2* — площадка для складирования кабельных барабанов; *3* — путь; *4* — площадка для складирования опор; *5* — здание эксплуатационно-ремонтного пункта с мастерскими; *6* — площадка для автотранспорта; *7* — склад горюче-смазочных материалов

Для контрольно-испытательных и ремонтных работ устройств СЦБ и связи строят эксплуатационно-ремонтные пункты дистанций сигнализации и связи (рис. 15.7).

На станциях располагаются также тяговые подстанции (рис. 15.8, *а*), участки электроснабжения (рис. 15.8, *б*) и дежурные пункты контактной сети для ремонта устройств контактной сети (рис. 15.8, *в*).

При расположении на станции одновременно тяговой подстанции и дежурного пункта контактной сети их обычно сооружают в едином блоке.

Для снабжения производственных единиц железнодорожного транспорта необходимыми материалами и запасными частями на участковых и сортировочных станциях сооружаются материаль-

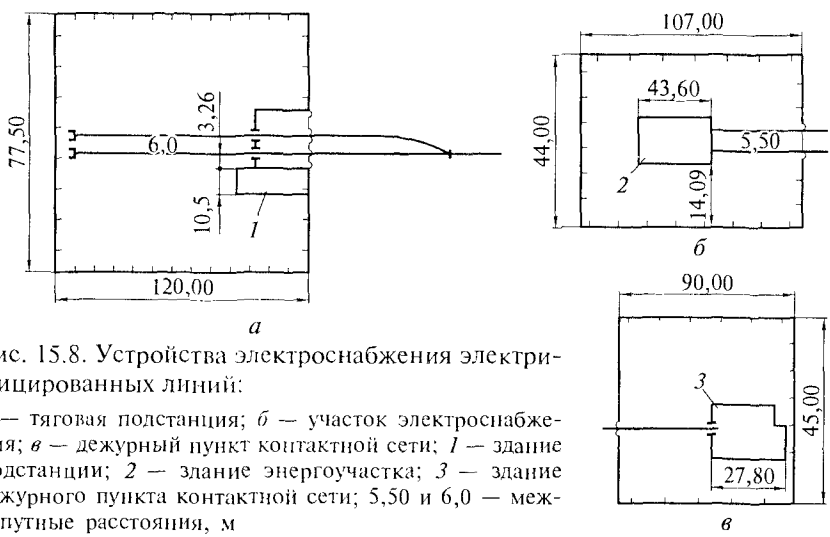


Рис. 15.8. Устройства электроснабжения электрифицированных линий:

а — тяговая подстанция; *б* — участок электроснабжения; *в* — дежурный пункт контактной сети; *1* — здание подстанции; *2* — здание энергоучастка; *3* — здание дежурного пункта контактной сети; 5,50 и 6,0 — междупутные расстояния, м

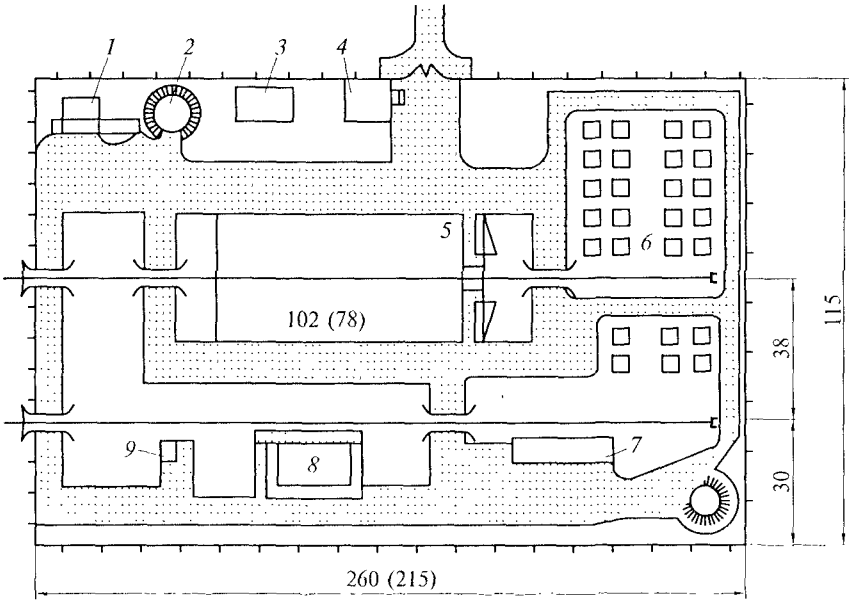


Рис. 15.9. Материальный склад (размеры указаны в метрах):

1 — склад топлива; *2* — пожарный водоем; *3* — кладовая; *4* — контора; *5* — главная кладовая; *6* — площадка для лесоматериала; *7* — кладовая строительных материалов; *8* — кладовая химических материалов; *9* — хранилище керосина и бензина; 102 (78) — длина главной кладовой соответственно I (II) разряда; 260 (215) — длина склада соответственно I (II) разряда

ные склады (рис. 15.9), которые располагают вблизи устройств локомотивного хозяйства или грузового двора.

Контрольные вопросы

1. Что относится к устройствам локомотивного хозяйства?

2. Назовите виды технических обслуживаний и текущих ремонтов.

3. Как рассчитать потребное число ремонтных стойл и позиций для экипировки и технического обслуживания локомотивов?

4. Назовите основные устройства вагонного хозяйства, которые могут предусматриваться на станциях.

5. Что относится к другим устройствам на станциях?

ГЛАВА 16

СОРТИРОВОЧНЫЕ СТАНЦИИ

16.1. НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Сортировочные станции предназначены для массового расформирования и формирования грузовых поездов в соответствии с планом формирования поездов. Здесь перерабатываются транзитные и местные вагонопотоки и формируются сквозные, участковые, сборные, вывозные и передаточные поезда. Кроме того, на сортировочных станциях осуществляют техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов транзитных грузовых поездов и поездов своего формирования; отцепочный ремонт вагонов; техническое обслуживание, экипировку и ремонт локомотивов; смену локомотивов и локомотивных бригад; обслуживание подъездных путей. На ряде станций организуется сортировка мелких отправок и контейнеров, снабжение водой поездов с живностью и др.

Для выполнения операций с поездами на сортировочных станциях предусматривают парки приема поездов, поступающих в переработку, парки отправления сформированных поездов, а также отдельные пути или парки для приема и отправления транзитных поездов. Для выполнения сортировочной работы сооружают сортировочные парки, сортировочные горки и вытяжные пути.

Парки приема, сортировки и отправления совместно с сортировочной горкой и вытяжными путями образуют сортировочную систему.

На станциях сооружают также технические и служебные здания, устройства локомотивного и вагонного хозяйств, водоснабжения, пути, электроснабжения, СЦБ и связи, материальные склады, при необходимости сортировочные платформы, площадки сортировки контейнеров. Для посадки и высадки работников станции, следующих на смену и обратно, обычно предусматриваются пассажирские остановочные пункты.

Сортировочные станции оборудуют устройствами электрической централизации стрелок и сигналов, механизированной очистки стрелок, телевизионными установками, системами автоматизации работы горок и другими устройствами новейшей техники.

Эти станции включаются в автоматизированную систему управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ), в рамках которой решаются задачи планирования поездообразования, обработки информации о поездах, подсчета показателей работы и др.

По ведомственной принадлежности сортировочные станции классифицируют на станции общей сети железных дорог РФ, промышленные и объединенные.

В зависимости от роли в работе сети железных дорог сортировочные станции делят на основные станции сетевого значения и региональные. Основные станции обычно располагаются в узлах, где пересекаются важнейшие магистральные линии, и служат главным образом для формирования сквозных поездов дальних назначений. На этих станциях в одной системе перерабатывают 3—5 тыс. вагонов в сутки, а на отдельных станциях до 6,5—7,5 тыс. вагонов в сутки и более. Региональные сортировочные станции перерабатывают вагонопотоки, зарождающиеся или погашаемые в узлах и на участках между этими и смежными с ними сортировочными станциями. На них формируются в основном участковые, сборные, передаточные и вывозные поезда и в некоторых случаях — сквозные поезда.

В зависимости от схемы взаимного расположения парков в сортировочной системе различают станции с последовательным, параллельным и комбинированным расположением парков.

По числу сортировочных систем (комплектов) станции могут быть одно- и двусторонними. На односторонних станциях вагоны четного и нечетного направлений перерабатываются в одной сортировочной системе, а на двусторонних для каждого направления имеется своя сортировочная система.

По мощности основных устройств, определяемой размерами переработки вагонов в среднем в сутки десятого года эксплуатации, различают станции: повышенной мощности — более 5 500 вагонов, большой — от 3 500 до 5 500 вагонов, средней — от 1 500 до 3 500 вагонов, малой — до 1 500 вагонов.

По расположению главных путей станции могут быть с объемлющим (Брянск, Юдино), односторонним (Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский, Шушары, Батайск) и внутренним (Ховрино, Кочетовка) их расположением.

Сортировочные станции размещают в районах массовой погрузки и выгрузки грузов, а также в железнодорожных узлах со значительной корреспонденцией вагонопотоков между сходящимися линиями, где требуется переформирование большого числа поездов. В основу размещения и развития сортировочных станций на сети железных дорог положен принцип концентрации переработки вагонов на наиболее крупных станциях, оборудованных новейшими устройствами механизации и автоматизации сортировочного процесса.

16.2. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ И ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Принципиальные схемы проектируемых сортировочных станций должны быть такими, чтобы обеспечивались:

потребная пропускная и перерабатывающая способность;

максимальная поточность массовых передвижений в пределах станции;

минимальное число пересечений маршрутов в первую очередь поездных;

взаимозаменяемость путей и парков;

благоприятные условия для кооперирования однородных устройств (локомотивного и вагонного хозяйства, эксплуатационно-ремонтных баз служб пути, сигнализации и связи и др.);

возможность дальнейшего развития станции;

условия для комплексной механизации и автоматизации производственных процессов;

соблюдение экологических требований.

Нормативными документами по проектированию станций и узлов предусмотрено применение типовых схем сортировочных станций. Для односторонних сортировочных станций в качестве основных типовых рекомендуются две схемы с последовательным расположением объединенных парков приема, сортировки и отправления (рис. 16.1, *а* и *б*), а при недостаточной длине станционной площадки — схема с комбинированным расположением парков (рис. 16.2).

Схемы односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков (см. рис. 16.1, *а* и *б*) отличаются расположением локомотивного и вагонного хозяйств, а также маршрутами приема в переработку четных поездов и пропуска поездных локомотивов.

В схеме рис. 16.1, *а* нечетные перерабатываемые поезда из *Б* принимаются в верхнюю часть парка приема П, а четные поезда из *А* — в нижнюю часть парка П. Поездные локомотивы уходят на экипировку от нечетных поездов по ходовому пути 11, а от четных поездов — по путям 16 и 11. После выполнения контрольно-технического и коммерческого осмотра к прибывшим составам через тупик 12 подается горочный локомотив, который надвигает составы на горку для сортировки вагонов по путям сортировочного парка. Верхняя часть сортировочного парка специализируется для накопления составов нечетных поездов, а нижняя — составов четных поездов. После роспуска нескольких составов на путях сортировочного парка накапливаются составы определенных назначений, из которых формируются поезда маневровыми локомотивами, работающими на вытяжных путях.

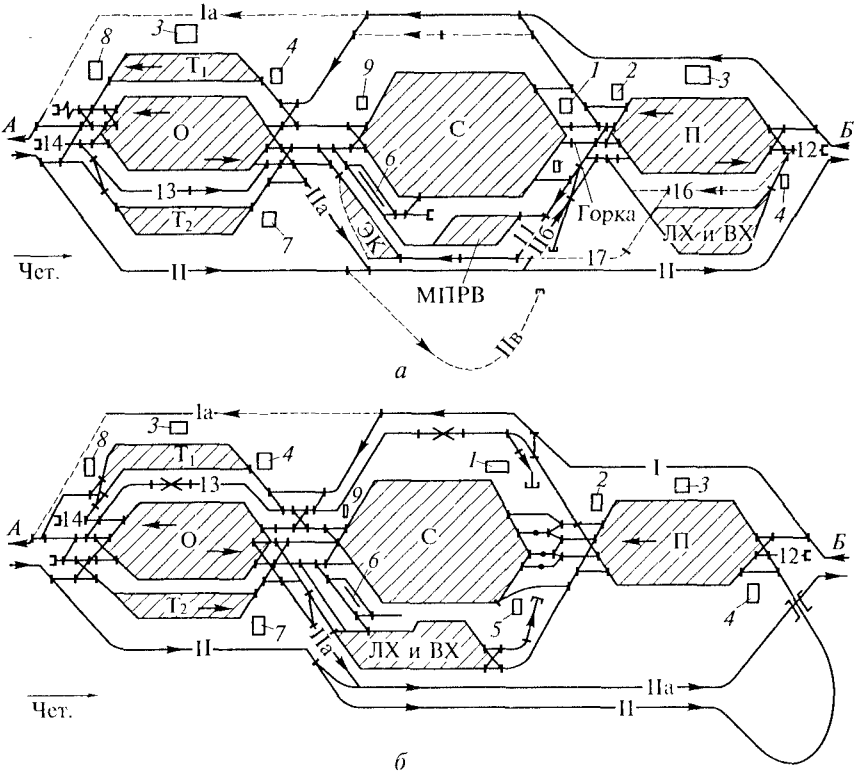


Рис. 16.1. Схемы односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков:

а — с горкой большой и средней мощности; *б* — с горкой повышенной мощности; *1* — центральный пост управления станцией; *2* — приемный пункт пневмопочты; *3* — пункт технического обслуживания вагонов; *4* — помещение для обогрева работников вагонного хозяйства; *5* — компрессорная; *6* — сортировочная платформа; *7, 8* — посты дежурного по отправлению; *9* — пост дежурного по формированию; I, Ia, II, IIa, IIб, IIв — главные пути; 11, 13, 16, 17 — ходовые пути; 12, 14 — тупики для смены локомотивов; *А, Б* — подходы к станции; Чет. — направление движения четных поездов; П — парк приема; С — сортировочный парк; О — парк отправления; $Т_1$ и $Т_2$ — приемоотправочные парки для транзитных поездов соответственно для нечетных и четных поездов; ЭК — экипировочные устройства; МПРВ — механизированный пункт текущего ремонта вагонов; ЛХ и ВХ — локомотивное и вагонное хозяйства

Сформированные составы нечетных поездов переставляются на верхние пути парка отправления О, а четных поездов — на нижние пути парка О.

В парке отправления осуществляют техническое обслуживание и коммерческий осмотр вагонов, полное опробование тормозов. Поездные локомотивы к составам нечетных поездов подаются по

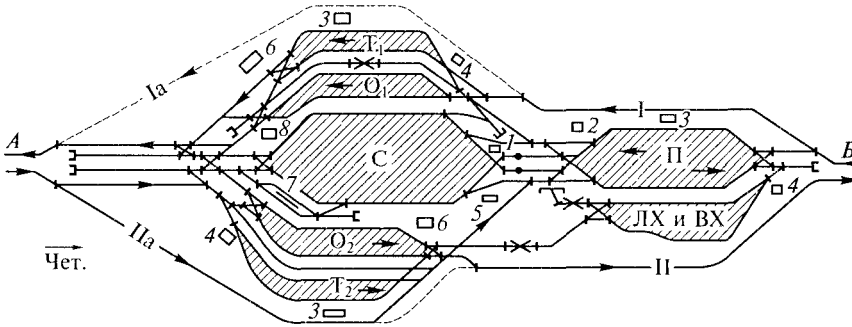


Рис. 16.2. Схема односторонней сортировочной станции комбинированного типа:

1 — компрессорная; *2* — приемный пункт пневмопочты; *3* — пункт технического обслуживания; *4* — помещение для обогрева вагонников; *5* — центральный пост управления; *6* — пост дежурного по отправлению; *7* — сортировочная платформа; *8* — пост дежурного по формированию; I, Iа, II, IIа — главные пути; Чет. — направление движения четных поездов; *А*, *Б* — подходы к станции; П — парк приема; С — сортировочный парк; O_1 и O_2 — парки отправления соответственно для нечетных и четных поездов; T_1 и T_2 — приемоотправочные парки для нечетных и четных транзитных поездов; ЛХ и ВХ — локомотивное и вагонное хозяйства

ходовому пути 13 через тупик 14, а к составам четных поездов — через нижнюю часть входной горловины парка О.

Транзитные грузовые поезда нечетного направления принимаются в парк T_1, а четного — в парк T_2. Здесь выполняют техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов, смену поездных локомотивов и локомотивных бригад, полное опробование тормозов, после чего поезда следуют дальше.

При приеме поездов из *А* в парк приема по путям II—IIб происходит пересечение их маршрутов с отправлением поездов на *Б* из парков О и T_2, а также с маршрутами подачи поездных локомотивов от четных поездов из парка П на экипировку. Такое пересечение может быть допущено при числе прибывающих поездов до 30—40, а отправляющихся до 50—60.

При большем числе поездов, а также при пропуске по пути II пассажирских поездов необходимо строительство путепровода (путь IIв), под который целесообразно уложить и ходовой путь 17 для уборки поездных локомотивов от четных поездов из парка приема П.

Кроме указанных, пересечения маршрутов имеют место и при подаче поездных локомотивов под нечетные поезда в парки О и T_1 по пути 13 и отправлении четных поездов с путей парка О. Кроме того, во входной горловине парка О маршруты перестановки составов четных поездов враждебны маршрутам отправления этих поездов на *Б*.

Отмеченные для схемы рис. 16.1, *а* пересечения маршрутов, кроме последнего, отсутствуют в схеме рис. 16.1, *б*. Это достигается путем использования петлевого подхода для приема в переработку четных поездов, устройства путепровода под горкой для пропуска поездных локомотивов и укладки ходового пути для подачи локомотивов под нечетные поезда между парками О и $Т_1$. Однако в этой схеме еще больше увеличивается пробег вагонов направления, противоположного направлению сортировки, а также возрастают пробеги поездных локомотивов нечетного направления.

Схема рис. 16.1, *а* рекомендуется в тех случаях, если в дальнейшем предусматривается сооружение второй сортировочной системы для четных поездов. Применение схемы рис. 16.1, *б* рекомендуется при сооружении крупной односторонней станции, если в перспективе не намечается строительство второй сортировочной системы.

В обеих рассмотренных схемах участок главного пути Ia, показанный штриховой линией, нужен только при объемлющем расположении главных путей для пропуска нечетных пассажирских поездов.

Типовая схема односторонней сортировочной станции комбинированного типа (см. рис. 16.2) предусматривает сооружение объединенного парка приема для обоих направлений, а парков отправления и транзитных — по обе стороны от сортировочного. Локомотивное хозяйство размещается рядом с парком П. При этом возможны два варианта укладки ходовых путей в парки $О_1$ и $Т_1$: под горкой с устройством путепроводной развязки или в обход вытяжных путей формирования. Меньшие пробеги локомотивов и число пересечений маршрутов будут при путепроводной развязке. Верхние пути парка С можно использовать как сортировочно-отправочные на *А*.

Комбинированные схемы по сравнению со схемами с последовательным расположением парков имеют ряд существенных недостатков: большие затраты маневровых средств и энергии на перестановку сформированных составов; большую загрузку выходной горловины парка $О_1$ (перестановкой составов, уборкой маневровых и подачей поездных локомотивов, отправлением поездов); наличие пересечений маршрутов приема четных поездов в переработку с маршрутами отправления четных поездов своего формирования из парка $О_2$ и маршрутами подачи локомотивов к этим поездам.

Односторонние сортировочные станции при одинаковом объеме работы обеспечивают по сравнению с двусторонними меньшие занимаемую площадь, число парков, штат, капитальные затраты и эксплуатационные расходы по содержанию постоянных устройств, лучшие условия переработки угловых вагонопотоков, о

чем подробнее будет изложено при рассмотрении двусторонних станций.

Вместе с тем они имеют меньшую в сравнении с двусторонними станциями перерабатывающую способность, дополнительный пробег вагонов направления, противоположного направлению сортировки, равный двойному расстоянию между поперечными осями парков приема и отправления, пересечение поездных и маневровых маршрутов.

Основная схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков приведена на рис. 16.3. Локомотивное и вагонное хозяйства размещаются в одном из концов станции между парками приема и отправления. Для связи локомотивного хозяйства с парками между системами укладывают ходовые пути. С целью сокращения пробегов поездных локомотивов в другом конце станции могут сооружаться дополнительные экипировочные устройства, показанные на схеме штриховой линией.

Порядок работы станции с прямыми потоками в каждой из систем аналогичен порядку работы с нечетным потоком на односторонней станции. Достоинствами двусторонних станций с последовательным расположением парков являются поточность вы-

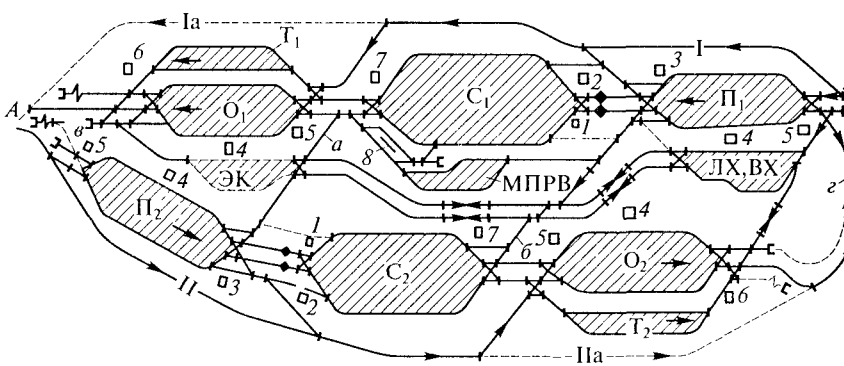


Рис. 16.3. Схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков:

1 — компрессорная; *2* — центральный пост управления; *3* — приемный пункт пневмопочты; *4* — пункт технического обслуживания; *5* — помещение для обогрева вагонников; *6* — пост дежурного по отправлению; *7* — пост дежурного по формированию; *8* — сортировочная платформа; I, Iа, II, IIа — главные пути; *А*, *Б* — подходы к станции; $П_1$ и $П_2$ — парки приема соответственно для нечетных и четных поездов; C_1 и C_2 — сортировочные парки соответственно для нечетных и четных поездов; O_1 и O_2 — парки отправления соответственно для нечетных и четных поездов; T_1 и T_2 — приемоотправочные парки для транзитных соответственно нечетных и четных поездов; МПРВ — механизированный пункт ремонта вагонов; ЭК — экипировочные устройства; *а*, *б*, *в*, *г* — соединительные пути

полнения операций с перерабатываемыми вагонами, независимость работы обеих систем, высокая пропускная и перерабатывающая способность, уменьшение пробега вагонов прямых направлений.

К сортировочным станциям обычно примыкают три и более подходов, что вызывает появление угловых вагонопотоков, следующих на линии, примыкающие к станции с той же стороны, что и линии, с которых вагоны прибыли. На односторонних станциях вагоны угловых потоков при расформировании составов сразу направляются на пути соответствующих назначений. На двусторонних станциях вагоны углового потока вначале направляются на специально выделенный путь сортировочного парка, затем передаются в парк приема другой системы и повторно рассортировываются на пути соответствующих назначений. Таким образом, к недостаткам двусторонних сортировочных станций относятся дополнительный простой, пробег и переработка вагонов угловых потоков. Эти вагоны передаются из сортировочного парка одной системы в парк приема другой системы по соединительным путям *а* и *б* через специальный вытяжной путь и соединение *в* или по петлевому соединению *г*.

Транзитные парки на двусторонних станциях лучше всего размещать рядом с парками отправления, это позволяет концентрировать техническое обслуживание составов отправляемых поездов и обеспечивает взаимозаменяемость путей этих парков.

16.3. ВЫБОР ТИПА И СХЕМЫ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ И МЕСТА ЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ

При выборе типа новой сортировочной станции исходят из размеров, темпов роста и структуры перерабатываемых вагонопотоков, а также возможной перерабатывающей способности одной сортировочной горки. Механизированная горка может перерабатывать в сутки до 6 тыс. вагонов, а автоматизированная при применении параллельного роспуска двух составов — до 8 тыс. вагонов. С учетом этого новые сортировочные станции проектируют, как правило, односторонними. Лишь при размерах переработки на 10-й год эксплуатации более 6 тыс. вагонов в сутки следует проектировать сразу двустороннюю станцию или вторую сортировочную станцию в узле. Окончательный выбор типа сортировочной станции определяется технико-экономическими расчетами. При этом для каждого типа (одно- и двусторонняя) рассматривают один или два варианта схем. При наличии площадки достаточной длины рекомендуются схемы с последовательным расположением парков, а в стесненных условиях, кроме того, рассматриваются схемы комбинированного типа. По всем сравниваe-

мым схемам подсчитывают строительные затраты и эксплуатационные расходы для общих исходных размеров работы, а также учитывают качественные показатели.

Для односторонней сортировочной станции необходимо выбрать направление сортировки, которое обычно должно совпадать с направлением большего перерабатываемого вагонопотока.

Размещают сортировочные станции, как правило, за пределами города или, в крайнем случае, за пределами жилой территории. По наибольшему перерабатываемому вагонопотоку определяют основное направление сортировки. Территория, на которой располагают станцию, должна иметь небольшой уклон в сторону сортировки и не иметь значительного уклона в поперечном направлении. Положение основных парков и отметки их путей выбирают исходя из наименьшего объема земляных работ. При выборе места расположения новой станции учитывают необходимость удобной связи с существующими железнодорожными линиями.

16.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Необходимое число путей в парках приема и отправления сортировочных станций, а также в приемоотправочных парках для транзитных поездов зависит от количества поездов, поступающих в парк, которое определяет расчетный интервал поступления $I_р$ и времени занятия пути одним поездом $t_{зан}$. Для каждого направления оно ориентировочно может быть подсчитано по формуле

$$m = t_{зан} / I_р.$$

В связи с неравномерностью поступления поездов установить расчетные значения $I_р$ и $t_{зан}$ весьма затруднительно, так как фактически интервалы и время занятия путей колеблются в значительных пределах. Поэтому число путей в парках приема и отправления принимают для каждого направления отдельно в соответствии с установленными Правилами и техническими нормами проектирования станций, полученными путем имитационного моделирования работы станций. Эти нормы приведены в табл. 16.1.

Загрузка горки, необходимая для установления числа путей в парке приема, определяется по формуле

$$\gamma = \frac{\mu_{повт} N_{рф} t_г (1 + \rho_г)}{1\,440\alpha_г - \sum T^г_{пост}},$$

где $\mu_{повт}$ — коэффициент, учитывающий повторную сортировку части вагонов из-за недостатка числа и длины сортировочных пу-

Таблица 16.1

Расчетное число поступающих поездов в сутки (с учетом угловых передач)	Число путей в парке приема (без ходовых) при загрузке горки до			Число путей (без ходовых и вытяжных) в парке отправления или транзитном при смене локомотивов, когда резерв их принимается равным, %		
	0,70	0,85	0,95	5	15	25
До 12	1—2	—	—	—	—	—
13—24	2—3	—	—	—	—	—
25—36	3	—	—	5—7	4—5	4—5
37—48	3—4	4—5	—	7—8	5—6	5
49—60	4—5	5—6	5—6	8—9	6—7	5—6
61—72	5	6	6—7	9—10	7—8	6—7
73—84	5—6	6—7	7—8	10—11	8—9	7—8
85—96	6—7	7—8	8—9	11—12	9—10	8—9
97—108	7	8—9	9—10	12—13	10—11	9—10
109—120	7—8	9—10	10—11	13—14	11—12	10
121—132	8—9	10—11	11—12	14—15	12—13	10—11

Примечания: 1. При суммарных размерах пассажирского движения на прилегающих линиях более 25 поездов в сутки число путей в парке приема, полученное по таблице, увеличивают на 1.

2. Если к парку приема примыкает более одной линии I—III категорий, то потребное число путей увеличивают на число дополнительных подходов.

3. На станции, принимающей поезда с затяжного спуска, потребное число путей увеличивают на 1.

тей, равный 1,05; $N_{рф}$ — число составов, расформировываемых с горки за сутки; $t_г$ — горочный технологический интервал, мин; $\rho_г$ — коэффициент, учитывающий увеличение горочного интервала из-за отказов технических средств, составляющий 0,04...0,12; $\alpha_г$ — коэффициент, учитывающий перерывы в работе горки из-за враждебности маршрутов, равный 0,95...0,97; $\sum T^г_{пост}$ — время занятия горки в течение суток для выполнения постоянных операций, составляющее 90...120 мин.

Число сортировочных путей устанавливают в зависимости от числа назначений по плану формирования поездов, суточного количества вагонов каждого назначения и особенностей технологии работы станции. На каждое назначение плана формирования выделяют, как правило, отдельный путь, а для назначений с суточным вагонопотоком более 200 вагонов — два пути. Кроме того, в сортировочном парке предусматривают пути для местных нужд (под выгрузку или погрузку, для перестановки вагонов на время очистки путей от снега, для вагонов с разрядными грузами —

Таблица 16.2

Число формируемых поездов в сутки	Число сортировочных путей			Всего
	для назначений плана формирования	для местных нужд	дополнительных	
24	10	4	0	14
36	15	4	0	19
48	20	4	0	24
60	22	4	0	26
72	26	5	1	32
84	30	5	1	36
96	32	5	1	38
108	37	6	1	44
120	38	6	2	46
132	40	6	2	48
144	42	7	3	52
156	47	7	3	56
168	50	7	3	60
180	54	7	3	64

сжатыми или сжиженными газами и др.). Для компенсации неравномерности поступления вагонов отдельных назначений служат 1—3 дополнительных пути.

При отсутствии данных о перспективном плане формирования число сортировочных путей принимают в соответствии с Правилами и нормами проектирования сортировочных устройств (табл. 16.2).

Число путей для местных нужд может приниматься бóльшим, чем указано в табл. 16.2, если к станции примыкает несколько подъездных путей со значительным грузооборотом.

16.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРКОВ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Парк приема сортировочной станции проектируют обычно на горизонтальной площадке или на спуске в сторону горки до 1‰. Расположение этого парка на спуске от 1 до 2,5‰ или на подъеме до 2‰ допускается лишь на переустраиваемых станциях при соответствующем обосновании.

Горловины парка должны быть секционированы для возможности параллельного выполнения нескольких технологических операций. На односторонних станциях пути парков приема обычно специализируют для четных и нечетных поездов, однако для повышения надежности работы предусматривают возможность приема поездов с любого подхода на любой путь парка.

Основные схемы горловин парков станций приема приведены на рис. 16.4, *а—в*. Штриховыми линиями показано возможное примыкание дополнительного подхода.

Схемы входных горловин должны обеспечивать одновременный прием поездов со всех примыкающих подходов, а также заезд горочного локомотива в тупик или из тупика на пути одной из секций парка за составами, подлежащими роспуску с горки. На односторонних станциях с горкой средней мощности (рис. 16.4, *а*), кроме того, необходимо предусмотреть возможность уборки поездных локомотивов от четных поездов в депо.

Выходная (предгорочная) горловина парка приема является наиболее загруженным элементом станции. Здесь должны обеспечиваться одновременно надвиг и роспуск составов (при параллельном роспуске — роспуск двух составов), заезд горочных локомотивов за очередным составом, уборка поездных локомотивов с части путей в депо. Кроме того, в рассматриваемой схеме в этой горловине одновременно с указанными операциями должен обеспечиваться прием четных поездов, а в схеме рис. 16.4, *в* — угловых передач из четной сортировочной системы.

Для уменьшения задержек в расформировании составов из-за пропуска в депо поездных локомотивов в схемах рис. 16.4, *а*, *в* предусмотрены шлюзовые участки, на которых поездные локомотивы могут находиться в ожидании освобождения нижнего надвижного пути, не мешая надвигу очередного состава с верхних путей парка на горку в обход шлюза. Наименьшее число враждебных маршрутов имеет место в горловине, представленной на рис. 16.4, *б*. Здесь отсутствует прием поездов со стороны горки, а пропуск поездных локомотивов в депо с верхних путей парка осуществляется без пересечения предгорочной горловины по обходному пути, а затем через путепровод под горкой.

Выходные горловины сортировочных парков* могут проектироваться с использованием стрелочных переводов марок 1/9 (рис. 16.5) и 1/6. Во всех схемах должны обеспечиваться взаимозаменяемость вытяжных путей, одновременная маневровая работа всех маневровых локомотивов, занятых формированием поездов, а также подача поездных локомотивов и отправление поездов на перегон с путей сортировочного парка. Число вытяжных путей

---

* Входные (горочные) горловины, а также особенности профиля путей сортировочных парков рассматриваются в гл. 17.

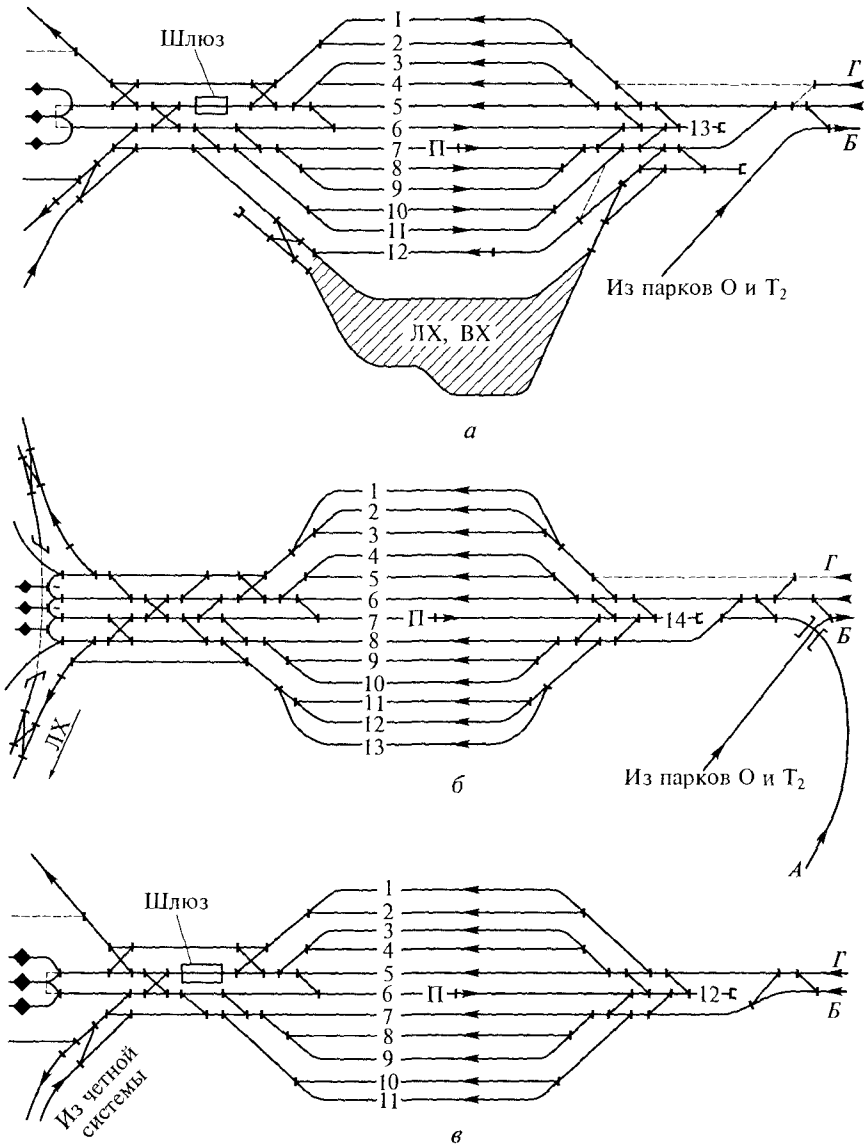


Рис. 16.4. Схемы парков приема сортировочных станций:

а — односторонней с горкой большой и средней мощности; *б* — односторонней с горкой повышенной мощности; *в* — двусторонней; *А*, *Б* и *Г* — подходы к станции; П — парк приема (пути 1—14); ЛХ — локомотивное хозяйство; ВХ — вагонное хозяйство

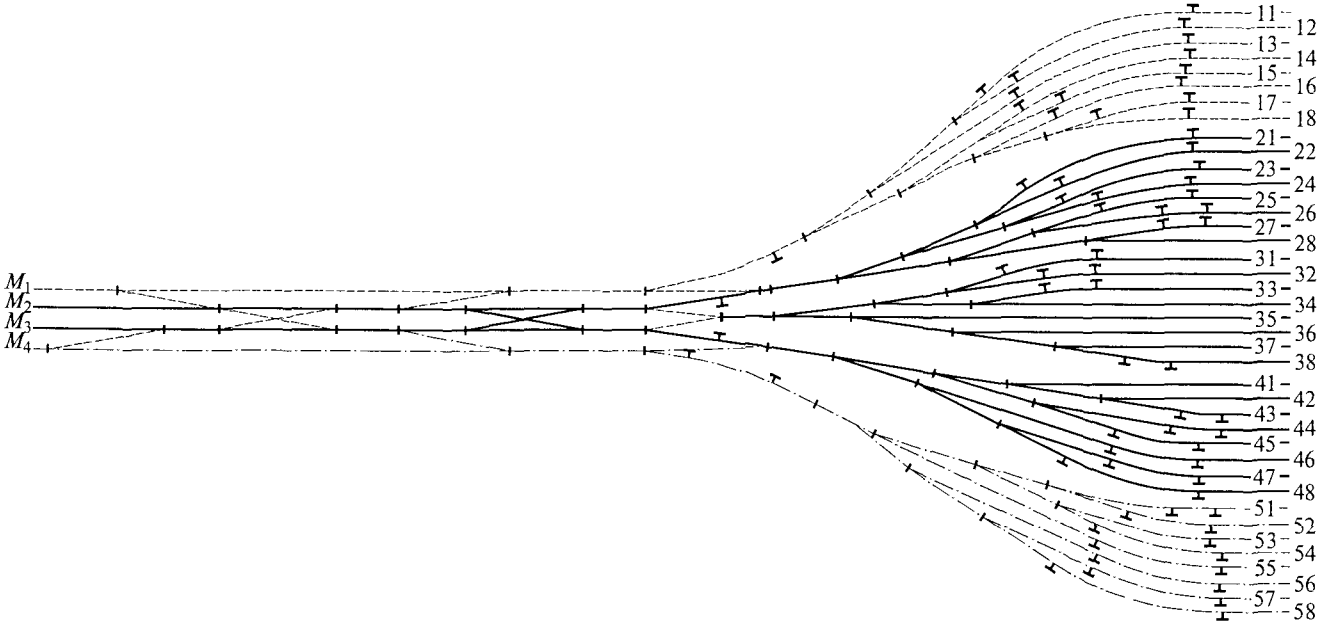


Рис. 16.5. Схема выходной горловины сортировочного парка:
11—18, 21—28, 31—38, 41—48, 51—58 — сортировочные пути; M_1—M_4 — вытяжные пути

принимают не менее числа маневровых локомотивов. Для уменьшения простоев составов в ожидании формирования число секций (пучков) в горловине предусматривают больше числа вытяжных путей. Это дает возможность использовать каждый маневровый локомотив в любой из двух смежных секций парка.

Для формирования групповых поездов, а также для подборки местных вагонов по грузовым районам на одном из вытяжных путей может предусматриваться горка малой мощности. Во всех случаях обеспечивается возможность увеличения числа сортировочных и вытяжных путей с минимальными затратами.

Парк отправления сортировочной станции проектируют на площадке или подъеме до 1 ‰, а в особо трудных условиях — до 2,5 ‰. При последовательном расположении его расстояние от сортировочного парка принимают 400...500 м для возможности удлинения путей при увеличении нормы полезной длины.

На односторонних станциях пути парка отправления специализируются по направлениям, однако для повышения маневренности обычно предусматривается возможность отправления поездов со всех путей парка на все подходы. При объединении парков отправления с приемоотправочными парками (путями) для транзитных поездов необходимо обеспечить взаимозаменяемость путей в этих парках.

Входная горловина объединенного парка отправления односторонней сортировочной станции (рис. 16.6, *а*) должна предусматривать возможность одновременной работы на всех вытяжных путях с выходом на пути парка, приема нечетных и отправления четных транзитных поездов, подачи поездных локомотивов из депо под поезда (на часть путей) или обратно. Поскольку маршруты отправления четных поездов своего формирования пересекают маршруты перестановки составов и пропуска поездных локомотивов, нижняя часть входной горловины может лимитировать работу станции. В этом случае возможно устройство петлевого выхода для отправления четных поездов через выходную горловину парка.

Выходная горловина парка отправления односторонней станции обеспечивает возможность одновременного выполнения до четырех операций: отправление нечетных поездов своего формирования, прием четных транзитных поездов, маневровую работу на вытяжном пути 18 и подачу поездных или маневровых локомотивов в тупик 19 или обратно.

Горловины парков отправления двусторонних сортировочных станций (рис. 16.6, *б*) менее загружены и поэтому более просты по конструкции.

При последовательном расположении парков сортировочной системы продольные оси парков располагают на одной прямой, что обеспечивает лучшую видимость при маневрах. Если по мест-

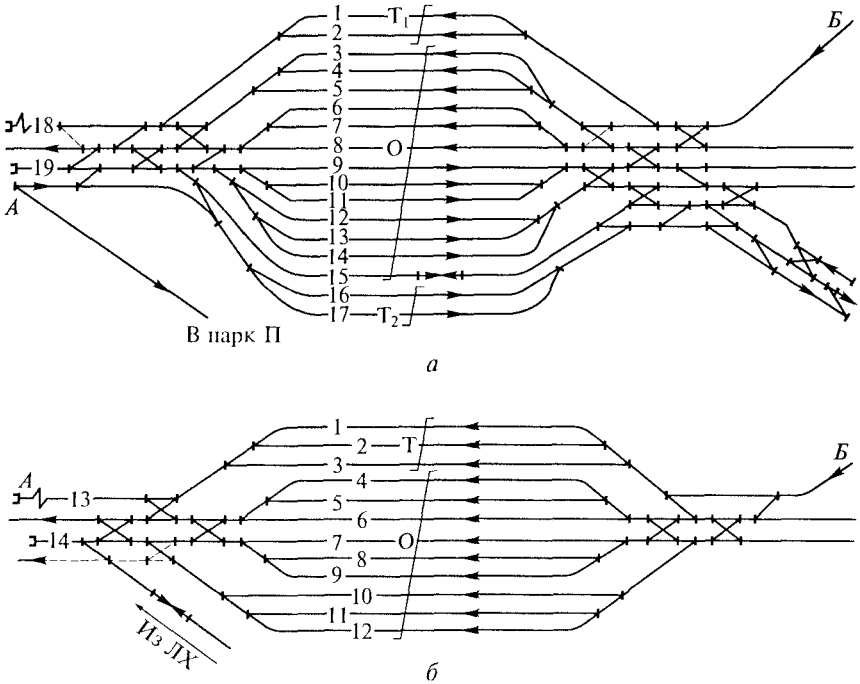


Рис. 16.6. Схемы объединенных парков отправления сортировочных станций:

а — односторонней с горкой большой и средней мощности; *б* — двусторонней; 1—19 — станционные пути; *А*, *Б* — подходы к станции; О — парк отправления; Т, $Т_1$ и $Т_2$ — приемоотправочные парки для транзитных поездов; ЛХ — локомотивное хозяйство

ным условиям это невозможно, то искривления предусматривают в выходных горловинах парков приема и сортировочного или, в крайнем случае, в пределах парков с использованием допустимых радиусов. Расстояния от горловин парков приема и отправления до мест примыкания к главным путям принимают 200...400 м, и эти участки пути проектируют прямыми.

16.6. ОСОБЕННОСТИ СХЕМ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Промышленные сортировочные станции предназначены для расформирования поездов, прибывающих с общей сети железных дорог и подборки вагонов по районам (пунктам) погрузки — выгрузки обслуживаемых предприятий, а также для формирования отправительских маршрутов на общую сеть и передаточных поез-

дов до ближайших сортировочных станций или станций примыкания общей сети. Обычно к такой станции с одной стороны примыкают однопутный или двухпутный подход, соединяющий ее с общей железнодорожной сетью России, а с другой — несколько соединительных путей, ведущих к отдельным предприятиям или цехам крупного предприятия.

При небольших размерах работы применяются схемы с параллельным расположением, общего приемоотправочного и сортировочного парков (рис. 16.7, *а*). На основном вытяжном пути обычно сооружают горку малой мощности. При увеличении объемов работы пути для приема и отправления поездов могут объединяться в отдельные парки, располагаемые параллельно сортировочному с одной или разных сторон этого парка. При значительном объеме переработки вагонов применяют схему с последовательным расположением парков приема и сортировки и горкой малой или средней мощности (рис. 16.7, *б*). В отличие от сортировочных станций магистральных железных дорог на промышленных сортировочных станциях нет необходимости в парке отправления в сторо-

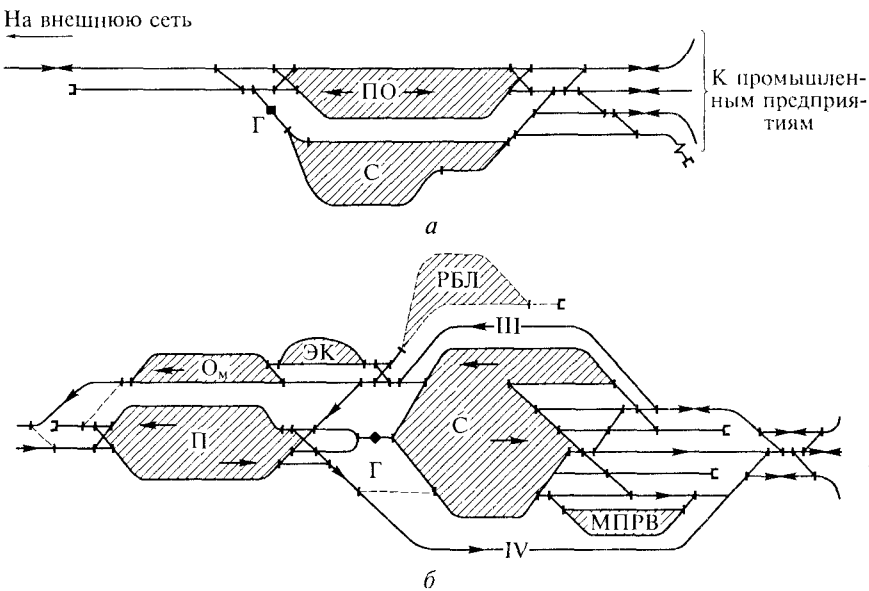


Рис. 16.7. Схемы промышленных сортировочных станций:

а — с параллельным расположением приемоотправочного и сортировочного парков; *б* — с последовательным расположением парков; III, IV — объездные пути; ПО — приемоотправочный парк; П — парк приема; С — сортировочный парк; Г — сортировочная горка; МПРВ — механизированный пункт ремонта вагонов; $О_м$ — парк отправления отправительских маршрутов; РБЛ — ремонтная база локомотивов; ЭК — экипировочные устройства

ну предприятий. Вагоны, поступающие с общей железнодорожной сети России в поездах, расформировываются на пути сортировочного парка, откуда по мере накопления и подборки групп на вытяжных путях передаются на заводские станции или непосредственно к пунктам выгрузки. Маршруты с однородными массовыми грузами пропускаются через станцию без переработки. Они принимаются на нижние пути парка приема П, откуда в зависимости от длины грузовых фронтов подаются под выгрузку по объездному пути IV целиком или по частям. Передаточные поезда с предприятий поступают по пути III в парк приема для расформирования на сортировочно-отправочные пути, откуда готовые поезда отправляются на общую сеть России. Для отправительских маршрутов, погруженных на предприятиях, или маршрутов порожних вагонов могут устраиваться отдельный парк отправления $О_м$, а при необходимости — дополнительные выставочные парки.

Полезную длину путей приема и отправления обычно принимают такой же, как и на линии общей сети России, на которой расположена станция примыкания, чтобы можно было пропускать поезда без изменения массы и длины. Сортировочные пути для накопления вагонов на предприятиях должны иметь длину, определяемую размерами накапливаемых подач вагонов, а сортировочно-отправочные пути для накопления составов на внешнюю сеть должны соответствовать длине отправляемых составов с запасом 10...15 %.

Работа железной дороги и транспорта промышленных предприятий строится на основе единого технологического процесса.

16.7. ПРИМЫКАНИЕ ПОДЪЕЗДНЫХ ПУТЕЙ К СОРТИРОВОЧНЫМ СТАНЦИЯМ

К сортировочным станциям обычно примыкают подъездные пути, обслуживающие крупные предприятия или целые промышленные районы с большим вагонооборотом. Предприятия с небольшим вагонооборотом целесообразно обслуживать со специальной промышленной станции, имеющей соединительный путь с сортировочной станцией.

Выбор места примыкания зависит во многом от расположения предприятия по отношению к станции, числа подаваемых вагонов и характера вагонопотока (маршрутизированный или с переработкой).

Возможные варианты примыкания подъездных путей к односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков показаны на рис. 16.8. В случаях поступления вагонов в маршрутах со стороны *А* целесообразны варианты *1* и *2*, а со стороны *Б* — варианты *3* и *4*. Если же вагоны поступают на подъезд-

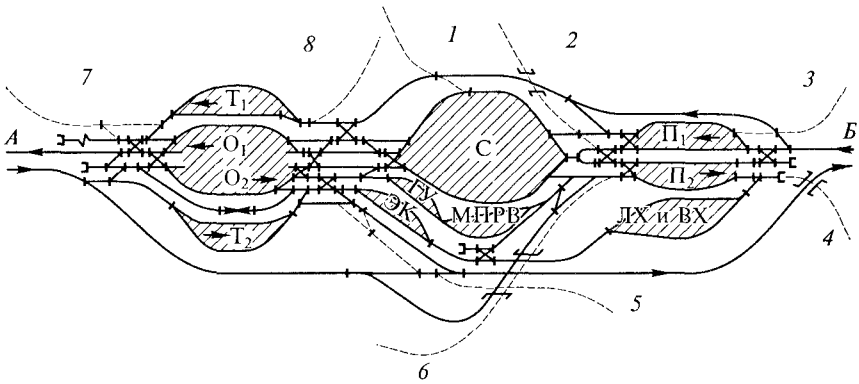


Рис. 16.8. Примыкание подъездных путей к сортировочной станции:

1—8 — варианты примыкания подъездных путей к станции; *А*, *Б* — подходы к станции; $П_1$ и $П_2$ — парки приема соответственно для нечетных и четных поездов; С — сортировочный парк; $О_1$ и $О_2$ — парки отправления соответственно для нечетных и четных поездов; $Т_1$ и $Т_2$ — приемоотправочные парки для транзитных соответственно нечетных и четных поездов; ЭК — экипировочный комплекс; МПРВ — механизированный пункт текущего ремонта вагонов; ГУ — грузовые устройства; ЛХ и ВХ — локомотивное и вагонное хозяйства

ные пути после переработки на станции, примыкание удобнее осуществлять по вариантам *5*, *6* и *7*. Вариант *8* допускается лишь для подъездных путей с небольшим вагонооборотом.

Подъездные пути крупных комбинатов и промышленных районов с большим вагонопотоком в обоих направлениях желательно соединять как с транзитным или отправочным парком, так и с парком приема. Это обеспечивается сочетанием двух вариантов примыкания (*2* и *6*), предусматривающим поточность следования как маршрутизированных, так и перерабатываемых вагонопотоков в обоих направлениях.

16.8. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СХЕМ И ТЕХНОЛОГИИ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

В основу дальнейшего развития существующих сортировочных станций и строительства новых положен принцип концентрации переработки вагонопотоков на меньшем числе станций. Его реализация будет способствовать внедрению и эффективному использованию новейших средств механизации и автоматизации, ускорению оборота вагонов и снижению себестоимости их переработки.

При принятом в настоящее время курсе на удлинение участков обращения локомотивов и локомотивных бригад будет осуществ-

ляться сокращение числа участковых станций и концентрация переработки вагонопотоков прилегающих участков на сортировочных станциях.

В районах концентрации сортировочной работы станут применять схемы сортировочных станций большой производительности, предусматривающие возможность параллельного роспуска составов, выделения дополнительных технологических линий для разделения переработки транзитных и местных вагонопотоков.

С целью реализации непрерывного параллельного роспуска составов может быть использована четырехпарковая сортировочная станция (рис. 16.9), на которой между парками приема П и основным сортировочным парком устраивается парк предварительной сортировки ППС и горка, имеющая не менее четырех путей надвига и двух спускных путей. На этой горке в режиме параллельного роспуска вагоны в каждой половине ППС делятся на две группы $С_1$ и $С_2$, соответствующие специализации секций основного сортировочного парка. Поэтому при параллельном роспуске составов на основной горке исключается повторная переработка пересекающегося вагонопотока.

Четырехпарковая схема станции рассчитана на переработку до 10 тыс. вагонов в сутки и более при доле пересекающегося потока более 15 % общего потока. Однако при такой схеме требуются большая длина станционной площадки, дополнительные затраты на сооружение и содержание парка предварительной сортировки и дополнительной горки, увеличиваются длина внутристанционных соединительных путей, пробег поездных локомотивов и поездов направления, встречного направлению сортировки, простой вагонов и расходы на маневровую работу, так как необходима двойная переработка всего вагонопотока.

Сортировочные станции с параллельными технологическими линиями могут быть с внешним или внутренним расположением технологических линий для переработки местных вагонов. Пример схемы первого варианта представлен на рис. 16.10. Сортировочный парк в этой схеме разделен на четыре секции, две из которых $С_1$ и $С_2$ предназначены для накопления нечетных и четных транзитных вагонов. Внутренние секции ППС1 и ППС2 служат для накопления местных вагонов, а также транзитных вагонов назначением на другую половину сортировочного парка. Транзитные вагоны после накопления вытягиваются по ходовому пути обратно в парк приема и направляются на нужную половину парка ($С_1$ или $С_2$). Местные вагоны повторно сортируются на вспомогательной горке для подборки вагонов по фронтам выгрузки на путях сортировочно-отправочного парка $СО_м$. Из этого парка вагоны подаются на грузовые и промышленные станции. Основная горка на такой станции работает в режиме параллельного роспуска.

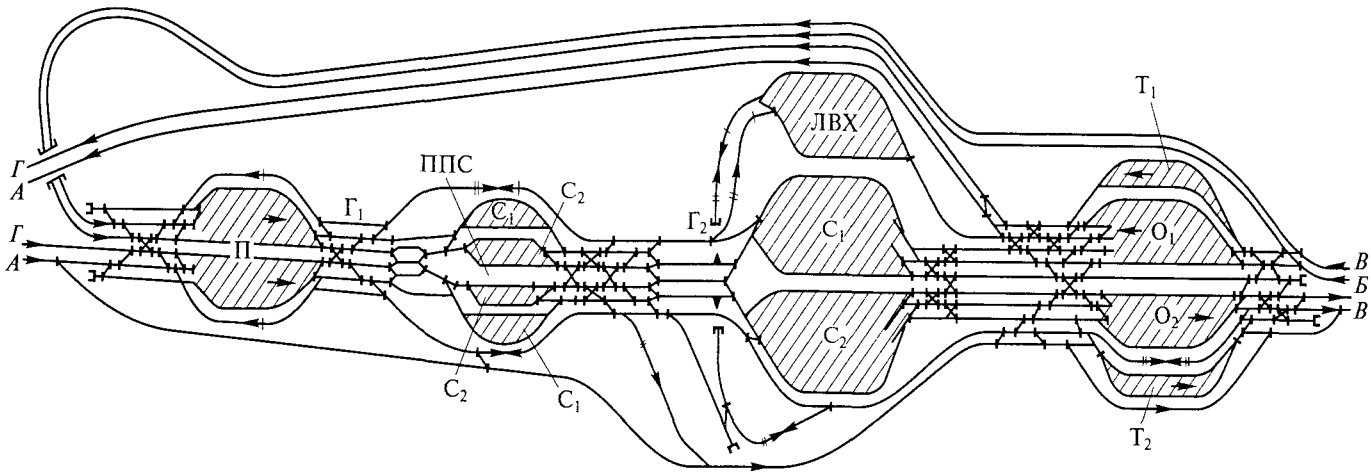


Рис. 16.9. Схема четырехпарковой сортировочной станции:

А, *Б*, *В* и *Г* — подходы к станции; П — парк приема; $Г_1$ и $Г_2$ — сортировочные горки; ППС — парк предварительной сортировки: $С_1$ и $С_2$ — сортировочные парки соответственно для нечетных и четных поездов: $О_1$ и $О_2$ — парки отправления соответственно для нечетных и четных поездов; $Т_1$ и $Т_2$ — приемоотправочные парки для транзитных соответственно нечетных и четных поездов; ЛВХ — локомотивное и вагонное хозяйство

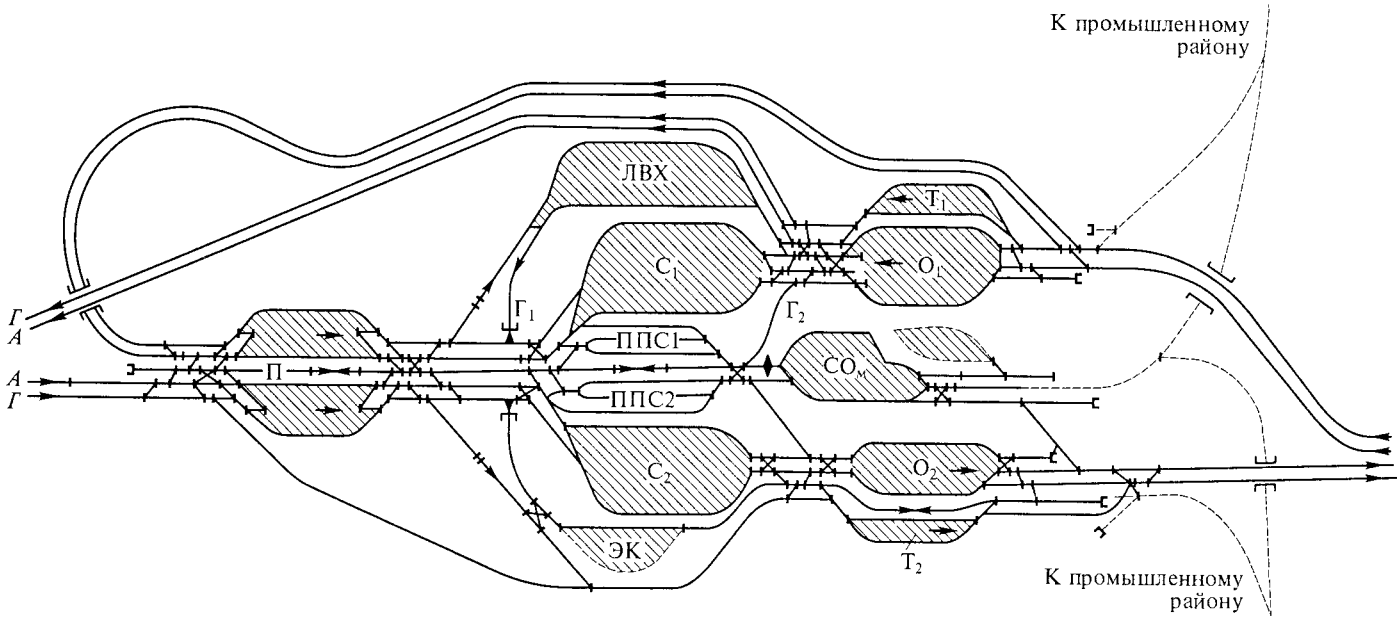


Рис. 16.10. Схема сортировочной станции с дополнительной технологической линией для сортировки местных вагонов:

А, *Г* — подходы к станции; П — парк приема; $Г_1$ и $Г_2$ — сортировочные горки; ППС1 и ППС2 — соответственно парки предварительной сортировки для нечетных и четных поездов; $С_1$ и $С_2$ — сортировочные парки соответственно для нечетных и четных поездов; $СО_м$ — сортировочно-отправочный парк для местных вагонов; $О_1$ и $О_2$ — парки отправления соответственно для нечетных и четных поездов; $Т_1$ и $Т_2$ — приемоотправочные парки для транзитных соответственно нечетных и четных поездов; ЛВХ — локомотивное и вагонное хозяйство; ЭК — экипировочные устройства

16.9. ОСОБЕННОСТИ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Основные сортировочные станции железных дорог США и Западной Европы раньше строились в основном по двусторонним схемам. На таких станциях в США было уложено большое число путей в парках приема и отправления (до 20), а также построен ряд дополнительных парков (для отстоя порожних вагонов, сортировки мелких отправок, неисправных вагонов).

В настоящее время при строительстве новых и реконструкции существующих станций применяют преимущественно односторонние схемы. Основное направление развития станций США и Канады — это мощные, оборудованные по последнему слову техники станции, на которых концентрируется сортировочная работа, распыленная до этого между маломощными станциями. На новых станциях число путей в объединенных парках приема и отправления достигает 20. Полезная длина путей в этих парках составляет 1 200... 1 700 м, а на отдельных станциях 2 500 м и более. Это объясняется большими длинами обращающихся поездов.

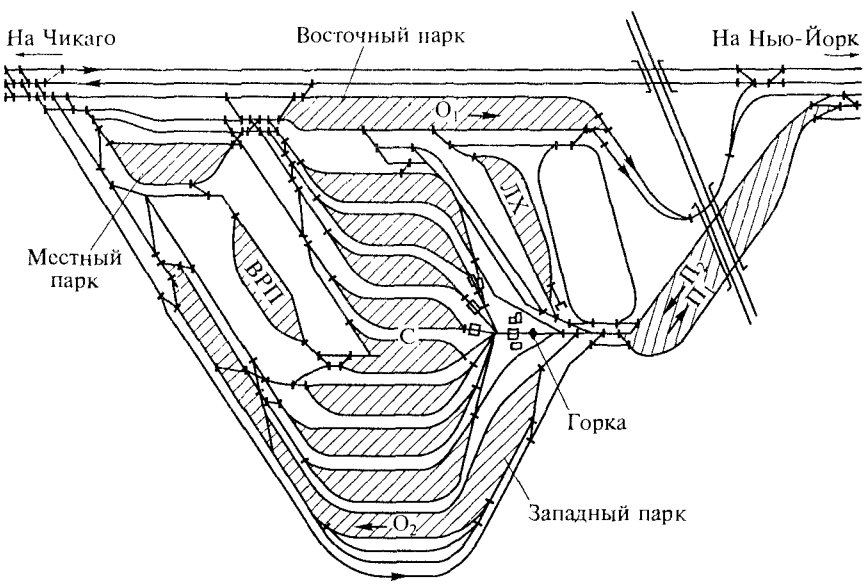


Рис. 16.11. Схема сортировочной станции Янг (США):

$П_1$ и $П_2$ — парки приема соответственно для нечетных и четных поездов; С — сортировочный парк; $О_1$ и $О_2$ — парки отправления соответственно для нечетных и четных поездов; ВРП — вагоноремонтный парк; ЛХ — локомотивное хозяйство

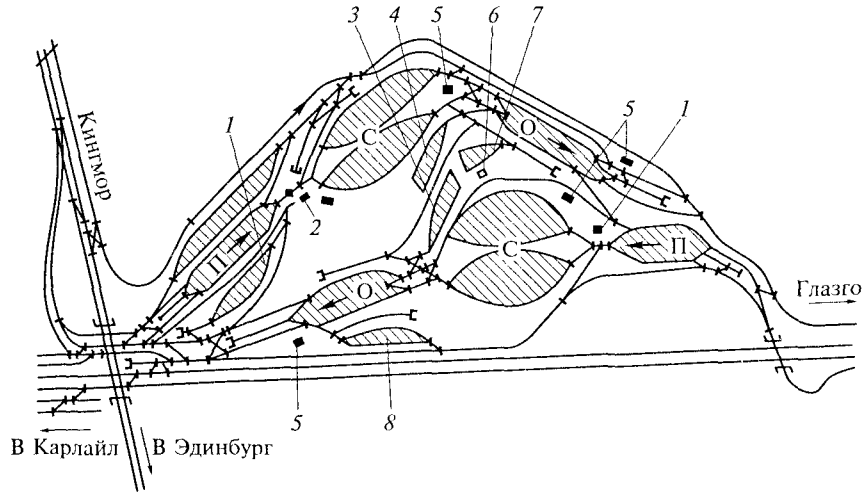


Рис. 16.12. Схема сортировочной станции Карлайл (Англия):

1 — экипировочное депо для тепловозов; *2* — горочный пост; *3*, *4* — группировочные парки для местных вагонов; *5* — техническая контора; *6* — вагонное депо; *7* — перегрузочная платформа; *8* — пути отстоя; П — парки приема; С — сортировочные парки; О — парки отправления

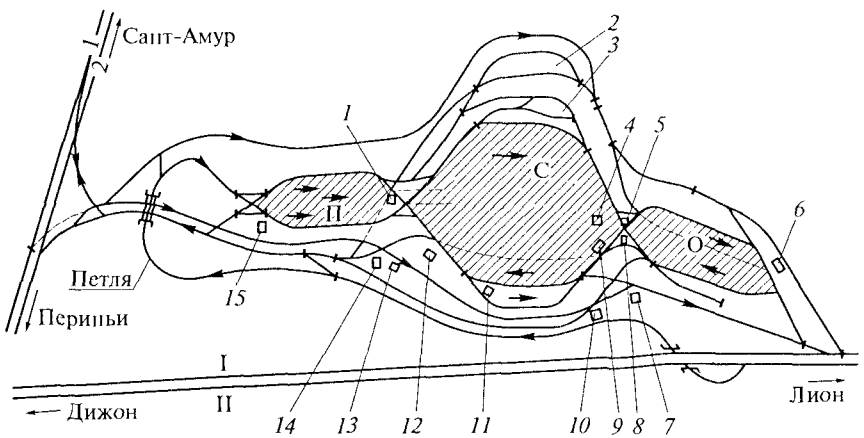


Рис. 16.13. Схема станции Жервей (Франция):

1, *4*—*9*, *11*—*13*, *15* — станционные посты; *2* — локомотивное хозяйство; *3* — материальный склад; *10* — главное здание; *14* — северная контора; I, II и 1, 2 — главные пути разных железнодорожных линий; П — парк приема (14 путей); С — сортировочный парк (50 путей); О — парк отправления (14 путей)

Сортировочные парки имеют большое число сортировочных путей (до 80 и более), но значительно меньшей длины (от 400 до 900 м) с перестановкой составов на пути отправления по частям.

Из-за ограничений в длине станционной площадки во многих случаях применяют схемы комбинированного типа, в которых парки приема и сортировочный расположены последовательно, а парки отправления — параллельно сортировочному. Пример схемы сортировочной станции США представлен на рис. 16.11.

На железных дорогах Западной Европы в основном также строятся односторонние сортировочные станции с полезной длиной путей в парках приема и отправления 700...800 м, а в сортировочных — 800...900 м. Число путей в парках приема принимается равным 12—14, в сортировочных — до 64, в парках отправления — от 8 до 20.

Самой крупной сортировочной станцией в Европе является двусторонняя станция Машен, сооруженная в Гамбургском узле и заменившая пять ранее существовавших станций. Число сортировочных путей на этой станции составляет в одной системе 48, а в другой — 64. Примеры схем сортировочных станций Европы приведены на рис. 16.12, 16.13.

На сортировочных станциях Японии широкое распространение получило формирование групповых поездов. Для ускорения этого процесса устраиваются специальные секции сортировочных парков типа «елочка», состоящие из трех путей, поделенных на секции с площадью двойных стрелочных переводов. В секциях вагоны расставляют на крайних путях таким образом, чтобы при их соединении получить многогруппный поезд.

Для сортировочных станций зарубежных железных дорог характерен высокий уровень механизации и автоматизации процесса сортировки вагонов. Широко используются вычислительная техника и новые эффективные исполнительные механизмы и устройства — электродинамические замедлители, вагоноосаживатели, приборы измерения скорости и направления ветра, быстродействующие вагонные замедлители и стрелочные переводы и т.п.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются сортировочные станции?

2. Что входит в понятие сортировочной системы?

3. В чем достоинства и недостатки односторонних станций по сравнению с двусторонними?

4. Назовите преимущества последовательного расположения парков на сортировочной станции по сравнению с параллельным.

5. Приведите основные особенности промышленных сортировочных станций.

6. В чем состоят особенности сортировочных станций США и Западной Европы?

ГЛАВА 17

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

17.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

В зависимости от размеров и характера перерабатываемых вагонопотоков на станциях для сортировки применяются сортировочные горки повышенной, большой, средней и малой мощности (на них сортировка осуществляется под действием силы тяжести вагонов), вытяжные пути специального профиля со стрелочными горловинами на уклоне (используется сила тяжести вагонов и в необходимых случаях дополнительно толчки локомотивов), и вытяжные пути, а также стрелочные горловины на горизонтальной площадке (используется только сила тяги локомотива). По роли в технологии работы станции различают сортировочные устройства основные и вспомогательные. Последние обычно применяют для более детальной сортировки — подборки групп вагонов для сборных поездов, грузовых фронтов станций и подъездных путей и др.

Тип и мощность сортировочных устройств обосновывается технико-экономическими расчетами по объему и структуре перерабатываемого вагонопотока для сортировочных станций на десятый, а для остальных станций — на пятый год эксплуатации.

Современные сортировочные горки оборудуют вагонными замедлителями, устройствами горочной автоматической централизации стрелок, автоматического регулирования скорости скатывания отцепов, автоматического задания скорости роспуска, горочной автоматической локомотивной сигнализации, автоматического регулирования скорости горочного локомотива, сопряжения средств горочной автоматики с автоматизированной системой управления сортировочной станцией (АСУ СС).

Мощность сортировочной горки зависит в основном от суточного объема переработки вагонов и обусловливает число сортировочных, надвижных, спускных и обходных путей, число тормозных позиций, расчетную скорость роспуска, необходимое техническое оснащение (табл. 17.1).

Вытяжные пути со стрелочными горловинами на уклоне или на площадке проектируют при объеме переработки до 250 вагонов в сутки.

Таблица 17.1

Показатель	Значения показателя для сортировочной горки			
	ГПМ	ГБМ	ГСМ	ГММ
Объем переработки, вагонов в сутки	5 500 и более	3 500—5 500	1 500—3 500	250—1 500
Число путей:				
сортировочных	Более 40	30—40	17—29	4—16
надвижных	Не менее 3	2 и более	2	1
спускных	2—3	2	1—2	1
обходных	2	2	1—2	1
Число тормозных позиций:				
на спускной части	2	2	2	1
на подгорочных путях	1—2	1	1	1
Расчетная скорость роспуска, м/с	1,7	1,7	1,4	0,8... 1,2

Примечание. ГПМ, ГБМ, ГСМ и ГММ — горки соответственно повышенной, большой, средней и малой мощности.

В связи с тем что основным типом сортировочных устройств являются горки, а объем учебного пособия ограничен, далее будут рассматриваться только вопросы проектирования горок.

17.2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ПАРАМЕТРЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Основными элементами сортировочной горки являются надвижная, перевальная и спускная части (рис. 17.1).

Надвижная часть предназначена для подачи вагонов к вершине горки и подготовки их к роспуску. На надвижной части размещаются пути надвига, соединяющие горб горки с парком приема, а при параллельном расположении парков приема и сортировки — с горочной вытяжкой.

Элемент горки, на котором происходит сопряжение надвижной и спускной частей, называется *перевальной частью*, горбом горки, а вершина угла вертикальной кривой, сопрягающей скоростной уклон с горизонтальной прямой, проходящей через наивысшую точку горба горки, — *условной вершиной горки*.

Отрыв отцепов от состава и их быстрое продвижение с безопасными интервалами на пути назначения обеспечивается на *спускной части* горки, которая располагается между вершиной и расчетной точкой, находящейся на расстоянии 50 м от выходного конца парковой тормозной позиции. На спускной части располагаются тормозные позиции для регулирования скорости отцепов.

Каждая горка характеризуется следующими основными параметрами: расчетной длиной, высотой, общей мощностью тормозных средств и перерабатывающей способностью.

Расчетной длиной горки $L_р$ называется расстояние от вершины горки до расчетной точки, а *высотой* $H_г$ — разность отметок вершины и расчетной точки.

Мощность тормозных средств характеризуется погашаемой ими суммарной энергетической высотой, а *перерабатывающая способность горки* — максимальным числом вагонов, которое можно расформировать с нее за сутки.

Помимо указанных параметров для обеспечения безопасности роспуска вагонов с горки при проектировании рассчитывают интервалы между отцепами на разделительных стрелках и тормозных позициях.

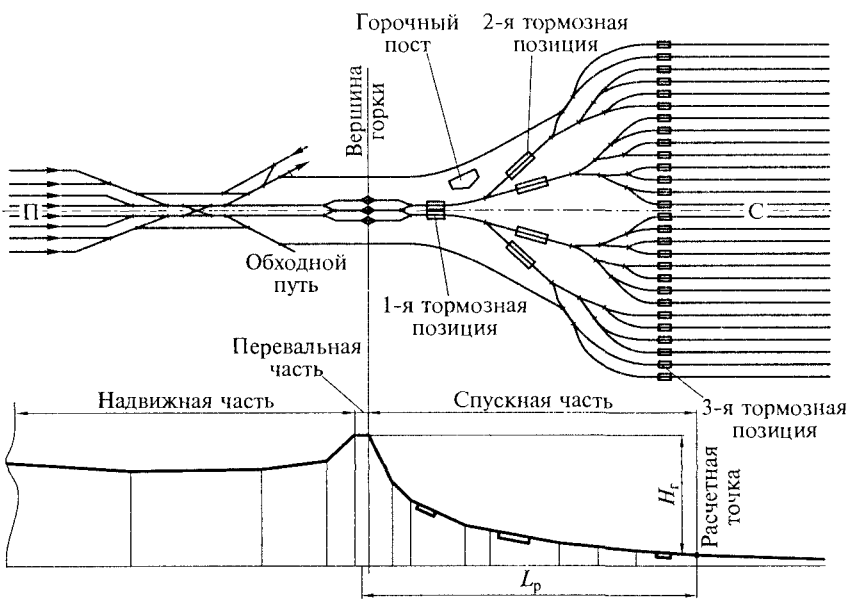


Рис. 17.1. Схема плана и профиля сортировочной горки:

П — парк приема; С — сортировочный парк; $L_р$ — расчетная длина горки; $H_г$ — расчетная высота горки

17.3. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ СКАТЫВАНИЯ ВАГОНОВ С ГОРКИ. ПОНЯТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ВЫСОТЫ

На вагон, движущийся по наклонной плоскости (рис. 17.2), действуют сила тяжести Q и сила сопротивления W. Уравнение движения вагона (как материальной точки) вдоль оси Ax имеет вид

$$ma = Q\sin\alpha - W, \tag{17.1}$$

где a — ускорение движения вагона; m — масса вагона.

Учитывая, что угол α на горках не превышает 4°, можно принять

$$\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha = h/l = 10^{-3}i,$$

где i — уклон, ‰.

Кроме того, приближенно можно считать силу сопротивления W пропорциональной весу вагона, т.е. $W = 10^{-3}Qw$, где w — общее удельное ходовое сопротивление движению вагона, Н/кН или ‰.

С учетом этого уравнение движения вагона примет вид

$$ma = 10^{-3}Q(i - w). \tag{17.2}$$

Из уравнения (17.2) видно, что если на некотором участке $i > w$, вагон движется ускоренно, если $i < w$ — замедленно, при $i = w$ — равномерно. Учет сил, действующих на скатывающийся вагон, удобно вести по значению энергетической высоты.

Согласно теореме об изменении кинетической энергии

$$\frac{mv_l^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = 10^{-3}Q(i - w)l. \tag{17.3}$$

Правая часть уравнения (17.3) представляет собой работу силы тяжести и средней силы сопротивления на участке l, уклон которого i, а v_0 и v_l — соответственно начальная и конечная скорости движения вагона на участке l.

Выразив величину m через Q/g' и сократив на Q обе части равенства, получим уравнение кинетической энергии, отнесенной к единице веса вагона:

$$\frac{v_l^2}{2g'} - \frac{v_0^2}{2g'} = 10^{-3}il - 10^{-3}wl, \tag{17.4}$$

или, переходя к энергетическим высотам:

$$h_{v_l} - h_{v_0} = h - h_w, \tag{17.5}$$

где g' — приведенное ускорение свободно падающего тела, соответствующее силе тяжести (с учетом влияния вращающихся час-

тей вагона); h_{v_0} и h_{v_1} — энергетические высоты, соответствующие начальной и конечной скоростям на участке l, м эн.в.; h — высота наклонной плоскости; h_w — потерянная энергетическая высота, затрачиваемая на преодоление всех видов сопротивлений на участке l, т.е. удельная работа сил сопротивления.

Таким образом, силы, способствующие движению отцепа в каждой данной точке K (рис. 17.3), характеризуются полной энергетической высотой h_s, равной $h_K + h_{v_0}$, где h_K — разница отметок начала участка l и данной точки. Силы сопротивления движению характеризуются удельной работой этих сил или потерянной энергетической высотой на протяжении l_K и обозначаемой $h_{w(K)}$, а результирующая сила — скоростной или остаточной энергетической высотой $h_{v(K)}$.

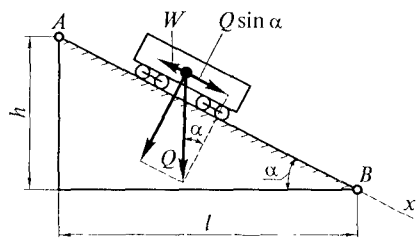


Рис. 17.2. Силы, действующие на вагон при скатывании с горки:

α — угол наклона элемента профиля к горизонту; l — длина элемента профиля; h — разность отметок конечных элементов профиля; Q — вес вагона; W — сопротивление движению

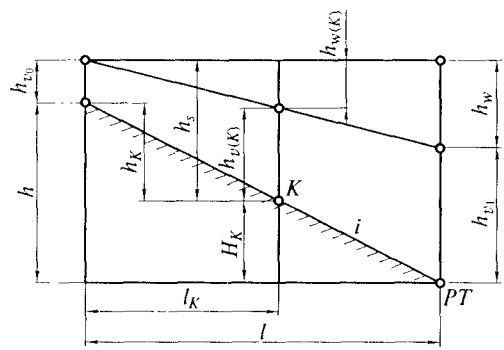


Рис. 17.3. Графическое изображение энергетических высот:

h_{v_0} — энергетическая высота, соответствующая скорости роспуска (начальной скорости); h — высота горки; h_s — полная энергетическая высота в точке K; h_K — разница отметок начала участка и точки K; $h_{w(K)}$ — энергетическая высота, потерянная на преодоление всех сил сопротивления движению на участке l_K; $h_{v(K)}$ — энергетическая высота, соответствующая кинетической энергии движения вагона в точке K; H_K — профильная отметка точки K; h_w — потерянная энергетическая высота на участке l; h_{v_1} — энергетическая высота, соответствующая конечной скорости вагона в расчетной точке РТ; l — расстояние от вершины горки до расчетной точки

Величина

$$h_{v(K)} = h_s - h_{w(K)} = h_K + h_{v_0} - h_{w(K)}. \qquad (17.6)$$

Скорость отцепа в каждой точке, м/с,

$$v = \sqrt{2g'h_v}. \qquad (17.7)$$

Приведенное ускорение, соответствующее силе тяжести, зависит от отношения веса вращающихся частей вагона к его полному весу и определяется из выражения

$$g' = \frac{9{,}81q_{\text{бр}}}{q_{\text{бр}} + 4{,}2n}, \qquad (17.8)$$

где $q_{\text{бр}}$ — вес вагона брутто, кН; n — число осей.

Соотношение величин $q_{\text{бр}}$ и g':

$q_{\text{бр}}$, кН	220	250	300	400	500	700 и более
g', м/с	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6

Из соотношения величин $q_{\text{бр}}$ и g' видно, что приведенное ускорение снижается по мере уменьшения веса вагона.

17.4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЮ ВАГОНОВ И УДЕЛЬНАЯ РАБОТА СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ

При скатывании с горки вагоны преодолевают сопротивления, вызванные различными факторами.

Основное сопротивление — это сопротивление движению вагона на прямом участке пути, зависящее от типа подшипников, нагрузки на ось, а при подшипниках скольжения и от температуры наружного воздуха.

Основное удельное сопротивление движению w_0 вагонов на роликовых подшипниках при скатывании их с горки следует принимать независимо от температуры наружного воздуха применительно к весовым категориям одиночных вагонов по табл. 17.2.

При выполнении горочных конструктивных и технологических расчетов (кроме расчета высоты горки) значения основного удельного сопротивления движению принимаются применительно к расчетным бегунам (очень плохой — ОП, плохой — П, хороший — Х, очень хороший — ОХ) по табл. 17.3.

Основное удельное сопротивление движению вагонов на подшипниках скольжения принимают для весовых категорий одиночных вагонов по данным табл. 17.4, а для расчетных плохих бегунов по табл. 17.5.

Таблица 17.2

Диапазон веса вагонов, кН	Весовая категория		Среднее значение $\bar{w}_o$, Н/кН
	Наименование	Обозначение	
До 280	Легкая	Л	1,75
280...440	Легкосредняя	ЛС	1,54
440...600	Средняя	С	1,40
600...720	Среднетяжелая	СТ	1,25
Свыше 720	Тяжелая	Т	1,23

Таблица 17.3

Показатель	Значение показателя расчетных бегунов (вагонов)			
	ОП	П	Х	ОХ
Расчетный вес, кН	220	250	700	850
Основное удельное сопротивление w_o, Н/кН	4,5	4,0	0,8	0,5

Таблица 17.4

Диапазон веса вагонов, кН	Весовая категория вагонов	Среднее значение $\bar{w}_o$, Н/кН, при температуре наружного воздуха, °С				
		выше 0	–5	–15	–25	–35
До 280	Л	2,60	3,05	3,40	3,60	3,75
280...440	ЛС	2,20	2,55	2,70	3,05	3,15
440...600	С	1,70	2,10	2,30	2,50	2,60
600...720	СТ	1,60	1,80	1,90	1,95	2,00
Свыше 720	Т	1,55	1,65	1,70	1,75	1,80

Таблица 17.5

Расчетный бегун	Вес q, кН	Значения w_o, Н/кН, при температуре воздуха, °С				
		выше 0	–5	–15	–25	–35
ОП	220	4,6	5,2	5,8	6,2	6,6
П	250	4,2	4,8	5,3	5,7	6,0

Удельное воздушное сопротивление — это сопротивление движению от воздушной среды и ветра. Его обозначают $w_{св}$, Н/кН, и определяют по формулам:

для одиночных вагонов (одновагонных отцепов)

$$\pm w_{св} = \frac{178 c_x S}{(273 + t^\circ) q} v_{от}^2; \qquad (17.9)$$

для отцепов из нескольких вагонов

$$\pm w_{св} = 178 \frac{c_x S \sum_2^n c_{xx_j} S_j}{(273 + t^\circ) \sum_1^n q} v_{от}^2, \qquad (17.10)$$

где c_x — коэффициент воздушного сопротивления одиночных вагонов или первого вагона в отцепе; c_{xx_j} — коэффициент воздушного сопротивления вагонов в отцепе, кроме первого; S, S_j — площадь поперечного сечения (мидель) соответственно одиночного или первого вагона в отцепе и последующих вагонов в отцепе, м^2; $q, \sum_1^n q$ — вес вагона и отцепа из n вагонов соответственно, кН; t° — температура воздуха, °С; $v_{от}$ — относительная (результирующая) скорость вагона (отцепа) с учетом направления ветра, м/с.

Коэффициенты c_x и c_{xx_j} принимаются в зависимости от рода вагона и угла α между результирующим вектором относительной

Таблица 17.6

Род вагона	Число осей	S, м^2	Значения коэффициентов c_x и c_{xx} (в знаменателе) при угле α, °						
			0	10	20	30	50	70	90
Крытый	4	9,7	1,12 / 0,22	1,46 / 0,38	1,64 / 0,56	1,58 / 0,67	0,92 / 0,85	0,29 / 0,29	0,10 / 0,10
Полувагон	4	8,5	1,36 / 0,50	1,68 / 0,69	1,83 / 0,82	1,76 / 0,88	1,11 / 0,80	0,43 / 0,43	0,10 / 0,10
	8	10,7	1,56 / 0,75	1,95 / 0,97	2,09 / 1,13	2,03 / 1,16	1,15 / 0,88	0,40 / 0,40	0,15 / 0,15
Платформа	4	4,1	1,51	2,02	2,30	2,23	1,30	0,40	0,10
Цистерна	4	9,8	0,59	0,82	0,96	0,96	0,56	0,19	0,05
	8	10,3	0,81	1,08	1,22	1,10	0,65	0,19	0,05
Хоппер	4	9,9	0,92	1,18	1,38	1,46	1,21	0,68	0,25

Таблица 17.7

Расчетные участки горки	Средняя скорость движения вагонов v, м/с						
	при двух и более ТП				при одной ТП		без ТП
	ГПМ	ГБМ	ГСМ	ГММ	ГСМ	ГММ	ГММ
От вершины до начала I тормозной позиции (ТП)	4,5	4,2	4,0	3,5	4,5	3,5	—
От начала I ТП до начала II ТП	6,0	5,5	5,0	4,0	—	—	3,0
От начала II ТП до начала парковой ТП	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	3,0	—
Сортировочные пути (до расчетной точки)	2,0	2,0	2,0	1,4	2,0	1,4	1,4

скорости $v_{от}$ и направлением скатывания отцепа по данным табл. 17.6.

Расчеты с допустимой погрешностью можно выполнять, принимая $v_{от} = v \pm v_в$, где v — скорость вагона, а $v_в$ — скорость ветра.

В приведенной формуле знак «+» принимается при встречном, знак «–» — при попутном ветре.

Если скорость попутного ветра больше v, то величина $w_{св}$ имеет знак «–».

Значения скорости движения вагонов по различным участкам спускной части горки принимают в зависимости от мощности горки (табл. 17.7).

Удельное сопротивление движению вагонов от снега и инея $w_{сн}$ следует учитывать для зимних условий только в пределах стрелочной зоны и на сортировочных путях и устанавливать в зависимости от весовой категории вагонов и температуры наружного воздуха по табл. 17.8.

Таблица 17.8

Весовая категория	Дополнительное сопротивление $w_{сн}$, Н/кН, при температуре, °С					
	–10	–20	–30	–40	–50	–60
Л	0,2	0,3	0,5	0,9	1,7	3,3
ЛС	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	2,4
С	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	2,0
СТ	—	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
Т	—	0,1	0,2	0,3	0,7	1,5

Дополнительное сопротивление движению вагонов от стрелок и кривых при проектировании горок не рассчитывают, а по эмпирическим формулам сразу определяют потерянную энергетическую высоту, соответствующую этим видам сопротивлений.

Удельную работу сил сопротивления движению вагона (потерянную энергетическую высоту) в метрах энергетической высоты (м эн. в.) находят по следующим формулам.

Для основного удельного сопротивления

$$h_{w_o} = 10^{-3} l w_o; \tag{17.11}$$

для удельного сопротивления воздушной среды и ветра

$$h_{w_{св}} = 10^{-3} l w_{св}; \tag{17.12}$$

для удельного сопротивления от снега и инея

$$h_{w_{сн}} = 10^{-3} l w_{сн}; \tag{17.13}$$

для удельного сопротивления от кривых, включая переводные кривые (среднее значение):

при роликовых подшипниках

$$\overline{h}_{w_к} = 0,23 \cdot 10^{-3} v^2 \sum \alpha^\circ_{ск}; \tag{17.14}$$

при подшипниках скольжения

$$\overline{h}_{w_к} = 0,52 \cdot 10^{-3} v^2 \sum \alpha^\circ_{ск}; \tag{17.15}$$

для удельного сопротивления от ударов колес об остряки, крестовины и контррельсы стрелочных переводов

$$\overline{h}_{wc} = 0,56 \cdot 10^{-3} v^2 n, \tag{17.16}$$

где l — длина участка, м; v — средняя скорость движения по участку; $\sum \alpha^\circ_{ск}$ — сумма углов поворота, включая стрелочные углы; n — число стрелочных переводов на участке.

17.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ГОРОЧНОЙ ГОРЛОВИНЫ СОРТИРОВОЧНОГО ПАРКА

Основные требования к проектированию плана горочной горловины сортировочного парка сводятся к обеспечению:

наименьшей расчетной длины;

по возможности одинаковой удельной работы сил сопротивлений при скатывании вагонов на любой путь.

Кроме того, необходимо соблюдать требования по укладке верхнего строения пути, предусматривать места для тормозных пози-

ций и устройств автоматизации, учитывать возможность увеличения числа путей в парке.

Соблюдение указанных основных требований обеспечивает высокую перерабатывающую способность и безопасность роспуска, а также снижение затрат на строительство и эксплуатацию благодаря уменьшению проектной высоты горки и потребной мощности тормозных средств.

Выполнение первого требования достигается укладкой компактных симметричных стрелочных переводов марки 1/6 и глухих пересечений марки 2/6, а также двойных стрелочных переводов; устройством кривых непосредственно за хвостом крестовины (при этом полное уширение колеи в кривой должно быть обеспечено на расстояние 4 м от ее начала); применением радиусов кривых 200 м с возможным уменьшением их за крестовинами последних стрелочных переводов до 180 м (в горловинах с числом путей более 32 при обосновании допускается уменьшение радиуса кривой до 150 м, при длине кривой не менее 20 м с соответствующим ее усилением); укладкой минимально допустимых вставок между смежными стрелочными переводами.

Выполнение второго требования обеспечивается объединением путей сортировочного парка в пучки от 3 до 8 путей в каждом.

Расстояние между осями путей в подгорочном парке принимают, как правило, равным 5,3 м, а между пучками и путями надвига — 7,5 м с возможностью уменьшения в начале путей до 4,8 м. Выход с крайних пучков или двух — четырех крайних путей в обход горки обеспечивается укладкой двух встречных стрелочных переводов марки 1/6 (см. рис. 17.1) или перекрестных съездов.

Для исключения перевода стрелок под движущимся отцепом стрелочные переводы изолируют друг от друга и от тормозных позиций.

Схемы взаимного расположения стрелочных переводов в горочной горловине представлены на рис. 17.4.

Для установки замедлителей на спускной части горки выделяются прямые участки, длина которых зависит от типа и числа замедлителей. При этом на первой тормозной позиции (I ТП) резервируется место для установки двух замедлителей типов КВ-3, КНП-5 или ВЗПГ-5, а на II ТП — двух или трех замедлителей. Перед тормозными позициями предусматривают прямые участки для размещения контррельсов, а в конце — прямые участки для укладки направляющих башмаков, предохраняющих вагоны от схода с рельсов. Основные схемы взаимного расположения замедлителей и стрелочных переводов при отсутствии кривых приведены на рис. 17.5. При наличии кривых прямые участки от конца кривой до замедлителя КВ-3 принимают 5,95 м, а до замедлителей КНП-5 и ВЗПГ-5 — 1,5 м. В связи с тем что замедлители КВ-3 устанавливают на рельсах Р65, для перехода к рельсам Р50 с обе-

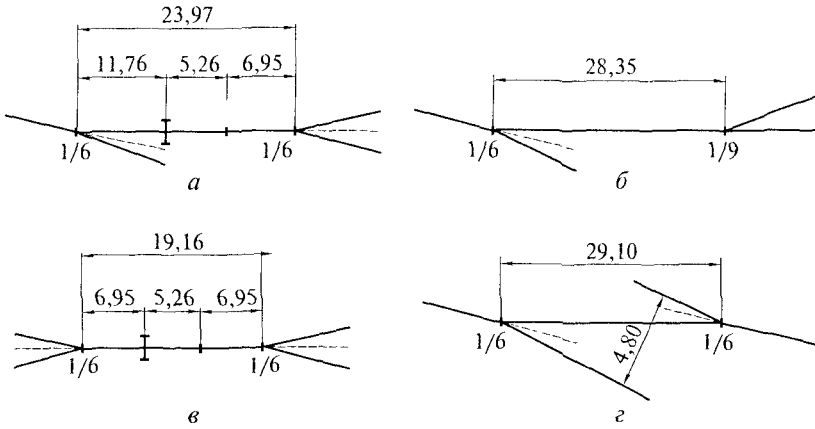


Рис. 17.4. Основные схемы взаимного расположения стрелочных переводов в горочных горловинах (размеры указаны в метрах):

а и *б* — попутная укладка; *в* — встречная укладка; *г* — съезд

их сторон тормозной позиции укладывают сварные переходные вставки длиной 4 или 5,26 м.

Масштабное проектирование плана горочной горловины ведется от вершины горки по рабочей схеме (рис. 17.6, *а*), на кото-

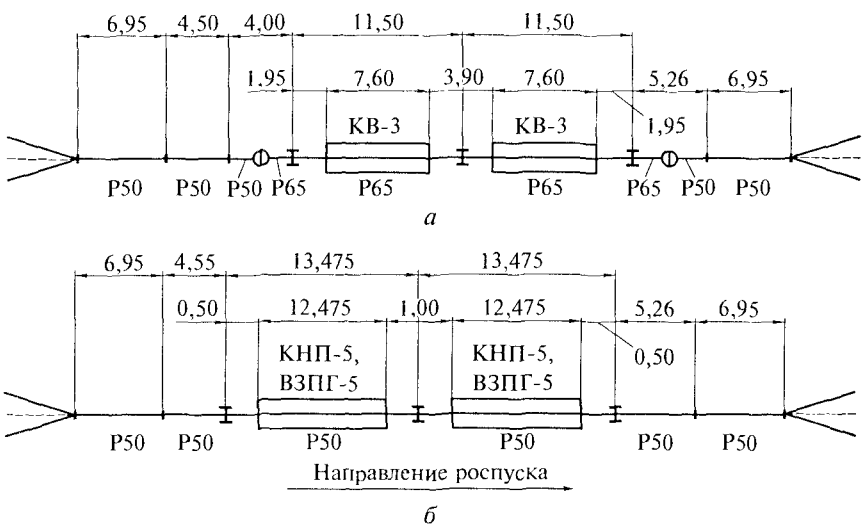
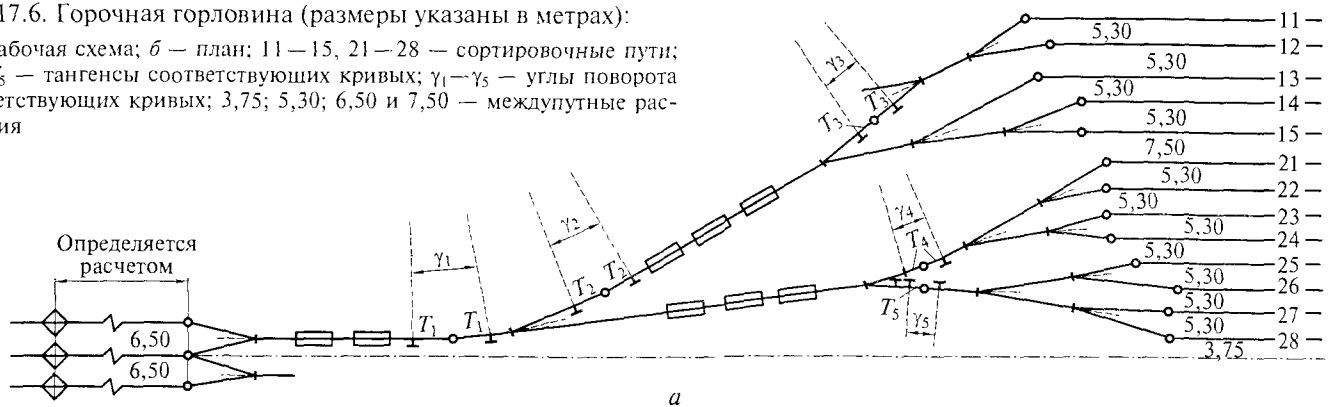


Рис. 17.5. Схемы взаимного расположения замедлителей и стрелочных переводов на спускной части горки (размеры указаны в метрах):

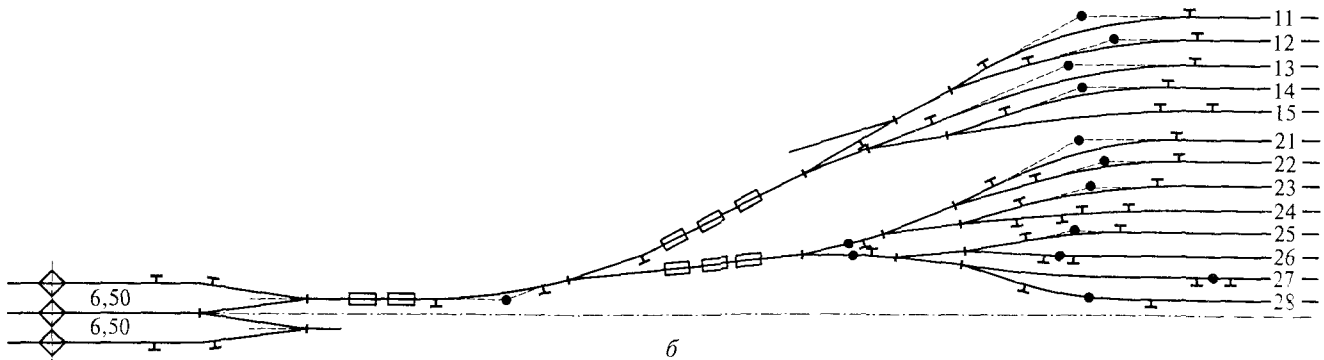
а — при замедлителях КВ-3; *б* — при замедлителях КНП-5 и ВЗПГ-5; —+— — обыкновенный стык; —⊣⊢— — изолирующий стык; —⊖— — сварной стык

Рис. 17.6. Горочная горловина (размеры указаны в метрах):

а — рабочая схема; *б* — план; 11—15, 21—28 — сортировочные пути; T_1—T_5 — тангенсы соответствующих кривых; γ_1—γ_5 — углы поворота соответствующих кривых; 3,75; 5,30; 6,50 и 7,50 — междупутные расстояния



а



б

рой указываются междупутья, а также все расстояния в плане, которые, за исключением тангенсов кривых T_1, T_2, T_3, ..., принимаются в зависимости от заданного типа замедлителей по данным рис. 17.4 и 17.5.

Процесс проектирования плана головы сортировочного парка заключается в подборе (при использовании графического метода) или расчете аналитическим путем (вручную или на ЭВМ) углов поворота кривых (см. углы γ_1, γ_2, γ_3, γ_4, γ_5 на рис. 17.6, *а*), при соблюдении радиусов кривых, ширины междупутий, всех условий размещения стрелочных переводов, замедлителей, устройств автоматики.

При этом нужно по возможности избегать в плане *S*-образных (обратных) кривых, так как они увеличивают сопротивление движению, вызывают повышенный износ пути и подвижного состава и, кроме того, ухудшают видимость при маневрах. Пример плана горочной горловины приведен на рис. 17.6, *б*.

17.6. РАСЧЕТ ВЫСОТЫ И ПРОФИЛЯ СПУСКНОЙ ЧАСТИ ГОРКИ

Высоту сортировочной горки вначале определяют как сумму расчетных профильных высот элементов продольного профиля, а затем проверяют по условию пробега вагона расчетной весовой категории при неблагоприятных условиях скатывания (встречном ветре, минусовой температуре) до расчетной точки *трудного* пути, при скатывании на который суммарная удельная работа сил сопротивлений имест наибольшее значение.

Расчетная схема продольного профиля горки при двух тормозных позициях представлена на рис. 17.7, а наименование, обозначение и допустимые значения уклонов даны в табл. 17.9.

Длины отдельных элементов профиля принимают с таким расчетом, чтобы сопрягающие вертикальные кривые находились вне пределов вагонных замедлителей, остряков и крестовин стрелочных переводов. Кроме того, длина первого скоростного уклона между тангенсами вертикальных кривых должна быть не менее 20 м.

Конструктивная высота сортировочной горки в пределах расчетной длины в общем виде может быть представлена как сумма трех профильных высот расчетных участков: головного h_1 (от вершины горки до начала I ТП), среднего h_2 (между началом I ТП и началом II ТП) и нижнего h_3 (между началом II ТП и РТ), т.е. $H_к = h_1 + h_2 + h_3$.

При одной тормозной позиции на спускной части $H_к = h_1 + h_3$.

Вариантные значения профильных высот могут быть получены варьированием крутизны составляющих их участков в пределах,

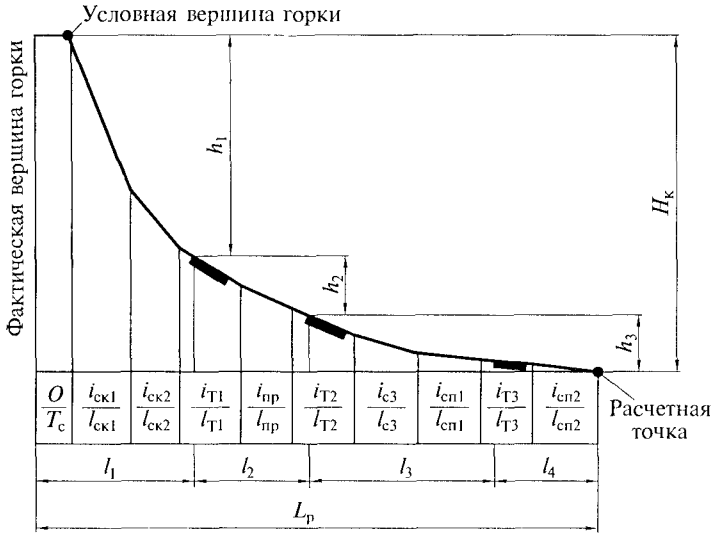


Рис. 17.7. Расчетная схема продольного профиля спускной части горки:

$H_к$ — конструктивная высота горки; $L_р$ — расчетная длина горки; h_1, h_2, h_3 — соответственно высота головного, среднего и нижнего участков горки; O — уклон площадки на вершине горки; $T_с$ - тангенс сопрягающей кривой на спускной части горба горки; $i_{ск1}/l_{ск1}$, $i_{ск2}/l_{ск2}$, $i_{Т1}/l_{11}$, $i_{пр}/l_{пр}$, i_{12}/l_{12}, $i_{с3}/l_{с3}$, $i_{сп1}/l_{сп1}$, $i_{13}/l_{Т3}$, $i_{сп2}/l_{сп2}$ — уклоны и протяженность соответственно первого и второго скоростных участков, первой тормозной позиции, промежуточного участка, второй тормозной позиции, стрелочной зоны, первого участка сортировочных путей, третьей тормозной позиции, второго участка сортировочных путей

указанных в табл. 17.9. При этом высота головного расчетного участка h_1 должна быть такой, чтобы скорость входа ОХ бегуна на первую тормозную позицию была не выше допустимой по конструкции замедлителей.

Расчетная высота сортировочной горки по условию докатывания бегуна расчетной весовой категории до РТ при неблагоприятных условиях определяется по формуле

$$H_р = 1{,}75\left(\bar{h}_{w_о} + \bar{h}_{w_{св}} + \bar{h}_{w_с} + \bar{h}_{w_к}\right) + h_{w_{сн}} - h_{v_0}, \qquad (17.17)$$

где 1,75 — мера отклонения расчетного значения суммы в скобках от ее среднего значения; $\bar{h}_{w_о}$, $\bar{h}_{w_{св}}$, $\bar{h}_{w_с}$, $\bar{h}_{w_к}$ — средние значения потерянной энергетической высоты на преодоление сопротивлений движению соответственно основного, воздушной среды и ветра, стрелок и кривых, м; $h_{w_{сн}}$ — потерянная энергетическая высота на преодоление сопротивления от снега и инея в стрелочной зоне

Таблица 17.9

Уклон	Обозначение	Допустимое значение	Примечание
Первый скоростной	$i_{ск1}$	До 50 ‰	$i_{ск1} - i_{ск2} \le 25$ ‰
Второй скоростной	$i_{ск2}$	От $i_{Т1}$ до $i_{ск1}$	
I ТП	$i_{Т1}$	12 ‰ — $i_{ск2}$	
Промежуточный	$i_{пр}$	От $i_{Т2}$ до $i_{Т1}$	—
II ТП	$i_{Т2}$	Не менее 7 ‰	В холодных зонах не менее 10 ‰
Стрелочной зоны	$i_{с3}$	1 ... 2 ‰	Допускается до 2,5 ‰
Сортировочных путей до III ТП	$i_{сп1}$	1 ... 2 ‰	На прямых до 1,5 ‰
III ТП	$i_{Т3}$	В кривой до 2‰, на прямой до 1,5‰	На эксплуатируемых горках до 8 ‰
Сортировочных путей от III ТП до РТ	$i_{сп2}$	0,6 ‰	—

и на подгорочных путях, м; h_{v_0} — энергетическая высота, м, соответствующая расчетной скорости роспуска (см. табл. 17.1).

Значения $\overline{h}_{w_{св}}$, $\overline{h}_{w_с}$ и $\overline{h}_{w_к}$, зависящие от скорости движения вагонов, определяют как сумму потерь энергетической высоты на отдельных расчетных участках горки (см. табл. 17.7):

$$\overline{h}_{w_{св}} = \sum_{i=1}^{k} \overline{h}_{w_{сві}}; \ \overline{h}_{w_с} = \sum_{i=1}^{k} \overline{h}_{w_{сі}}; \ \overline{h}_{w_к} = \sum_{i=1}^{k} \overline{h}_{w_{кі}}. \qquad (17.18)$$

Кроме того, при расчете $\overline{h}_{w_к}$ учитывают тип подшипников расчетного бегуна.

Высоту h_{v_0} определяют по формуле

$$h_{v_0} = \frac{v_0^2}{2g}. \qquad (17.19)$$

Возможные варианты соотношения значений высоты горки $H_к$ и $H_р$ должны соответствовать условию $H_к = H_р$, т.е. окончательно $H_г = H_р$. При $H_к > H_р$ и $H_к < H_р$ первоначально намеченный профиль спускной части горки необходимо откорректировать путем уменьшения или увеличения значений уклонов в пределах их допустимых значений.

Пример. Определить расчетную высоту сортировочной горки большой мощности при следующих исходных данных: расчетная весовая категория вагонов — легкая; тип подшипников — роликовые; расчетная зимняя температура — минус 30 °С; скорость встречного ветра — 5,0 м/с; угол между результирующим вектором относительной скорости и направлением скатывания отцепа — 20°; число путей в сортировочном парке — 30; расчетные длины участков спускной части горки l и средняя скорость движения по ним v (см. табл. 17.7), а также сумма градусов углов поворота $\sum \alpha^{\circ}_{\text{ск}}$ и число стрелочных переводов n на каждом участке даны в табл. 17.10; расчетная длина горки $L_{\text{р}} = \sum l = 456,35$; расстояние от конца второй тормозной позиции до расчетной точки составляет $L_{\text{сн}} = 229,84$ м.

Решение. Расчетная высота сортировочной горки определяется по формуле (17.17).

1. Определяем потерянные энергетические высоты на преодоление основного удельного сопротивления $h_{w_{\text{о}}}$ и сопротивления от снега и инея $h_{w_{\text{сн}}}$. Значение $w_{\text{о}} = 1,75$ (см. табл. 17.2) постоянно на всем пути скатывания вагона $L_{\text{р}}$; также постоянно дополнительное сопротивление от снега и инея $w_{\text{сн}} = 0,5$ (см. табл. 17.8), но учитывается оно только на участке от конца второй тормозной позиции до расчетной точки $L_{\text{сн}}$. Подставляя исходные данные в формулы (17.11) и (17.13), получим

$$h_{w_{\text{о}}} = 456,35 \cdot 1,75 \cdot 10^{-3} = 0,80 \text{ м};$$

$$h_{w_{\text{сн}}} = 229,84 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ м}.$$

2. Расчет потерянных энергетических высот на преодоление энергетических высот от среды и ветра $h_{w_{\text{св}}}$, стрелок $h_{w_{\text{с}}}$ и кривых $h_{w_{\text{к}}}$, которые зависят от скорости движения вагонов, удобно свести в табл. 17.10, в левой части которой приводятся исходные данные для расчета: длины участков l, средние скорости движения по ним v, рассчитанные по фор-

Таблица 17.10

№ участка	Длина участка l, м	Средняя скорость движения v, м/с	Сопротивление от среды и ветра $w_{\text{св}}$, Н/кН	n	$\sum \alpha^{\circ}_{\text{ск}}$	Потерянная энергетическая высота, м		
						$h_{w_{\text{сн}}}$	$h_{w_{\text{с}}}$	$h_{w_{\text{к}}}$
1	93,18	4,2	3,06	2	9,46	0,26	0,02	0,04
2	93,89	5,5	3,99	1	18,29	0,37	0,02	0,13
3	203,18	5,0	3,62	4	43,56	0,74	0,06	0,25
4	66,10	2,0	1,77	—	—	0,12	—	—
Σ	456,35	—	—	—	—	1,49	0,10	0,42

муле (17.9) значения $w_{св}$, а также число стрелок n и сумма градусов углов поворота $\sum \alpha^{\circ}_{ск}$ по расчетным участкам.

Скоростная энергетическая высота на вершине горки h_{v_0} при расчетной скорости роспуска $v_0 = 1{,}7$ м/с (см. табл. 17.1) определится по формуле (17.19): $h_{v_0} = \dfrac{1{,}7^2}{2 \cdot 9{,}1} = 0{,}16$ м.

Расчетная высота горки $H_р = 1{,}75(0{,}80 + 1{,}49 + 0{,}10 + 0{,}42) + 0{,}11 - 0{,}16 = 4{,}87$ м.

17.7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ НАДВИЖНОЙ И ПЕРЕВАЛЬНОЙ ЧАСТЕЙ ГОРКИ

Профиль надвижной части горки должен обеспечивать:

трогание с места и интенсивный разгон полновесного состава при нахождении первого вагона у вершины горки;

создание необходимого нажатия сцепных приборов для расцепки вагонов;

благоприятные условия для эффективного применения переменной скорости роспуска составов.

Профиль перевальной части горки должен исключать возможность саморасцепа вагонов на горке, что достигается ограничением суммарной крутизны сопрягаемых уклонов надвижной и спускной частей значением 55 ‰.

Если данное условие не соблюдается, на надвижной части горки непосредственно перед ее вершиной предусматривают разделительный элемент длиной между тангенсами смежных вертикальных кривых не менее 10 м, который располагают на подъеме величиной 5 ‰.

Варианты профиля надвижной и перевальной частей без разделительного элемента представлены на рис. 17.8, *а*, с разделительным элементом — на рис. 17.8, *б*. Величина l представляет собой расстояние до первого стрелочного перевода предгорочной горловины.

Предгорочная горловина и пути парка приема проектируют на площадке или уклоне 1 ‰ в сторону горки, что облегчает трогание составов с места при надвиге.

На горках малой и средней мощности при параллельном расположении парков приема и сортировочного конец горочного вытяжного пути, проектируемого на длину состава, рекомендуется на протяжении 200 м располагать на спуске крутизной до 8 ‰ в сторону горки.

Радиусы вертикальных кривых при сопряжении элементов профиля на горбе должны составлять 350...400 м в сторону надвижной части и 250...300 м в сторону спускной части. Сопрягающие

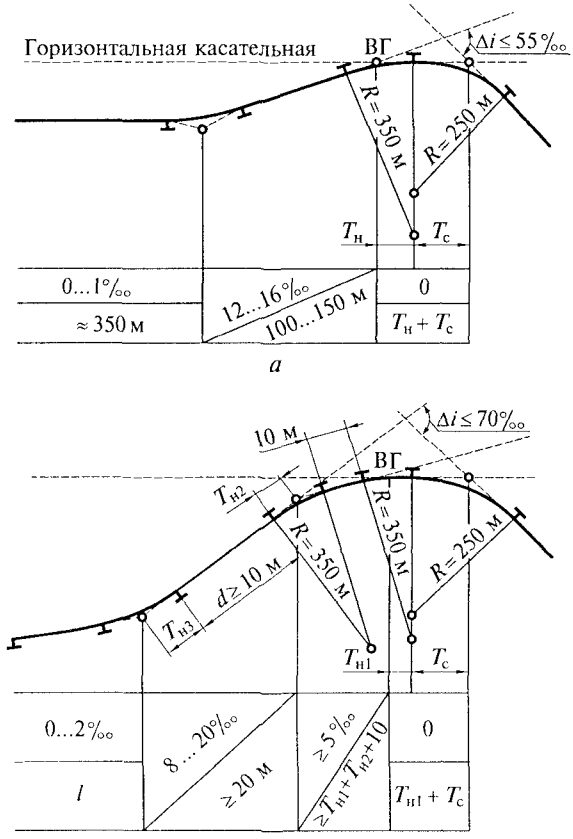


Рис. 17.8. Варианты профиля надвижной и перевальной частей горки:

а — без разделительного элемента; *б* — с разделительным элементом; ВГ — вершина горки; $T_н$, $T_{н1} - T_{н3}$ — тангенсы сопрягающих кривых на надвижной части горки; $T_с$ — тангенс сопрягающей кривой на спускной части горки; Δi — разница сопрягаемых уклонов надвижной и спускной частей горки; d — прямая вставка между обратными кривыми; R — радиус вертикальной кривой; l — расстояние до первого стрелочного перевода предгорочной горловины; 350 м, 100...150 м, 20 м — длина элементов профиля

кривые размещают вне пределов остряков и крестовин стрелочных переводов.

17.8. РАСЧЕТ ТОРМОЗНЫХ СРЕДСТВ. ВЫБОР ЧИСЛА ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ НА ТОРМОЗНЫХ ПОЗИЦИЯХ

Для механизации процесса регулирования скорости движения вагонов на сортировочных горках применяют балочные вагонные замедлители (рис. 17.9) весового и нажимного принципов дей-

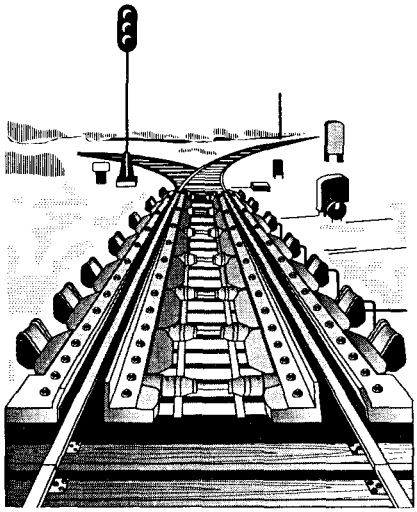


Рис. 17.9. Общий вид вагонного замедлителя на спускной части горки

ствия. На существующих горках широкое распространение получил нажимной вагонный замедлитель Т-50, который на новых горках не применяется. При новом строительстве на спускной части горок рекомендуются клещевидно-весовые трехзвенные замедлители КВ-3, клещевидно-нажимные подъемные пятизвенные замедлители, КНП-5 и пневмогидравлические вагонные замедлители ВЗПГ-5, -3 системы ВНИИЖТа, выпускаемые в пяти- и трехзвенном исполнении, а также замедлители пневматические ВЗП-3 и ВЗП-5 и клещевидные КЗ-5. На парковых тормозных позициях обычно применяются рычажно-нажимные замедлители РНЗ-2 (рис. 17.10). Основные эксплуатационно-технические характеристики замедлителей приведены в приложении 5.

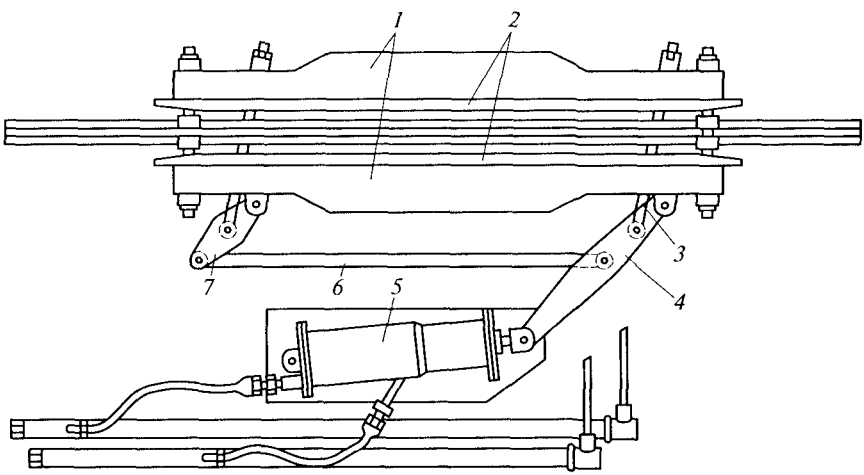


Рис. 17.10. Схема рычажно-нажимного замедлителя РНЗ-2 для парковых тормозных позиций:

1 — тормозные балки; *2* — тормозные шины; *3* — поперечная тяга; *4* — большой приводной рычаг; *5* — пневматический цилиндр; *6* — продольная тяга; *7* — малый приводной рычаг

Потребная расчетная мощность тормозных средств на каждой тормозной позиции должна обеспечивать реализацию расчетной скорости роспуска составов, живучесть технологической системы регулирования скорости и безопасность сортировки вагонов.

Наличная мощность монтируемых в пути замедлителей устанавливается на основании данных о принятом типе замедлителей и не должна быть менее потребной.

Суммарная потребная мощность тормозных позиций спускной части горки (без парковой позиции)

$$H_{\text{тсч}} = k(H_{\text{г}} + h_{v_0} - h_w^{\text{ОХ}} - H_{\text{пр}}), \qquad (17.20)$$

где k — коэффициент увеличения потребной мощности тормозных позиций спускной части горки, вызываемого требованиями совместного интервального и прицельного торможения, безопасной сортировки вагонов при занятии участка между пучковой и парковой тормозной позициями, компенсации погрешностей регулирования скорости скатывания вагонов и обеспечения живучести технологической системы этого регулирования, равный 1,20...1,25 при двух и 1,5...1,20 — при одной тормозной позиции на спускной части горки; $h_w^{\text{ОХ}}$ — потерянная энергетическая высота ОХ при благоприятных условиях скатывания на участке от ВГ до конца пучковой ТП, м; $H_{\text{пр}}$ — профильная высота (отметка) конца пучковой тормозной позиции, м.

Суммарная наличная мощность тормозных средств в пределах спускной части горки $H_{\text{тсчн}}$ должна обеспечивать при благоприятных условиях скатывания (попутный ветер, расчетная летняя температура) остановку четырехосного вагона весом 1 000 кН при удельном основном сопротивлении 0,5 Н/кН на пучковой тормозной позиции. В этом случае торможение на I ТП предусматривается до уровня, определяемого по условиям оптимизации расчетной скорости роспуска (0,7...1,2 м эн. в.).

Из расчетной схемы, приведенной на рис. 17.11, следует

$$H_{\text{тсчн}} = H_{\text{г}} + h_{v_0}^{\max} - h_w^{\text{ОХ}} - H_{\text{пр}}, \qquad (17.21)$$

где $h_{v_0}^{\max}$ — энергетическая высота, соответствующая максимальной расчетной скорости роспуска, равной 2,0...2,2 м/с.

Потерянная энергетическая высота $h_w^{\text{ОХ}}$ определится по формуле

$$h_w^{\text{ОХ}} = 10^{-3}\left[(l_1 + l_2 + l_{\text{Т2}})w_{\text{о}}^{\text{ОХ}} \pm l_1 w_{\text{св1}}^{\text{ОХ}} \pm l_2 w_{\text{св2}}^{\text{ОХ}} \pm l_{\text{Т2}} w_{\text{св3}}^{\text{ОХ}} + \right.$$

$$\left. + (0,56n_1 + 0,23\sum\alpha_1^{\circ})v_1^2 + (0,56n_2 + 0,23\sum\alpha_2^{\circ})v_2^2\right], \qquad (17.22)$$

где l_1, l_2, $l_{\text{Т2}}$ — длина соответственно 1-го, 2-го расчетных участков и II ТП, м; $w_{\text{св1}}^{\text{ОХ}}, w_{\text{св2}}^{\text{ОХ}}, w_{\text{св3}}^{\text{ОХ}}$ — удельное сопротивление воздуш-

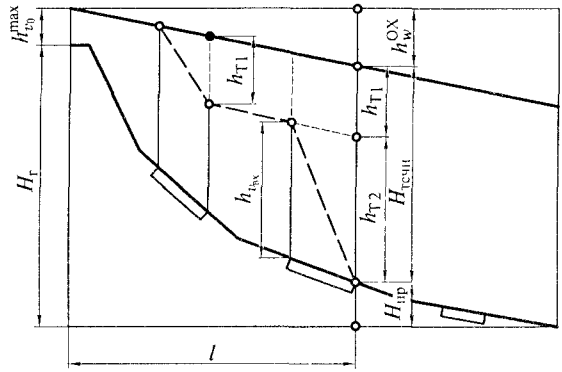


Рис. 17.11. Расчетная схема для определения суммарной наличной мощности тормозных средств в пределах спускной части горки:

$h_{v_0}^{max}$ — энергетическая высота, соответствующая максимальной расчетной скорости роспуска; $H_г$ — расчетная высота горки; $h_{Т1}$, $h_{Т2}$ — мощность соответственно первой и второй тормозных позиций; $h_{v_{вх}}$ — энергетическая высота, соответствующая допустимой скорости входа вагона на замедлитель; $h_w^{ОХ}$ — энергетическая высота, потерянная очень хорошим бегуном (вагоном) на преодоление всех видов сопротивлений от вершины горки до начала второй тормозной позиции; $H_{тсчн}$ — суммарная наличная мощность тормозных средств в пределах спускной части горки; $H_{пр}$ — профильная высота конца пучковой (второй) тормозной позиции; l — расстояние от вершины горки до конца второй тормозной позиции

ной среды и ветра ОХ соответственно на 1-м, 2-м и 3-м расчетных участках; n_1, n_2 — число стрелочных переводов на 1-м и 2-м расчетных участках; $\sum\alpha_1^\circ, \sum\alpha_2^\circ$ — сумма углов поворота на 1-м и 2-м расчетных участках, °.

Профильная высота $H_{пр}$ конца пучковой тормозной позиции принимается из продольного профиля спускной части горки.

На I ТП всех горок необходимо предусматривать не менее двух замедлителей с целью обеспечения роспуска составов в период выключения одного из них для ремонта.

Минимальная мощность I ТП (т.е. мощность одного ее замедлителя) $h_Т'^{min}$ должна обеспечивать такое торможение ОХ при благоприятных условиях скатывания, чтобы скорость входа его на II ТП не превышала максимально допустимой:

$$h_Т'^{min} = H_г + h_{v_0}^{max} - H'_{пр} - h_{v_{вх}} - h_w^{ОХ'}, \qquad (17.23)$$

где $H'_{пр}$ — профильная отметка начала II ТП, определяемая из продольного профиля, м; $h_{v_{вх}}$ — энергетическая высота, соответствующая допустимой скорости входа вагона на замедлитель (см.

прил. 5); $h_w^{OX'}$ — энергетическая высота, потерянная ОХ на преодоление всех видов сопротивлений от ВГ до начала II ТП при благоприятных условиях скатывания, м.

Для определения $h_w^{OX'}$ можно использовать формулу (17.22), исключив из нее элементы $10^{-3}(l_{T2}w_o^{OX} \pm l_{T2}w_{св3}^{OX})$.

Общая потребная мощность I ТП $h'_T = 2h_T^{'min}$.

Мощность II ТП должна обеспечивать остановку ОХ при благоприятных условиях скатывания в конце этой тормозной позиции при входе на нее с максимальной допустимой скоростью

$$h_T^{''max} = \frac{v_{вх}^2}{2g'_{OX}} + 10^{-3}l''_T(i_{T2} - w_o^{OX} - w_{св3}^{OX}), \qquad (17.24)$$

где l''_T — расчетная длина торможения вагона на II ТП, равная длине самой тормозной позиции по концам балок плюс база вагона.

При наибольшей допустимой скорости входа на II ТП $v_{вх}$ = = 7 м/с мощность этой тормозной позиции должна быть 2,5 м эн. в., а при $v_{вх}$ = 8,0 м/с — 3,2 м эн. в.

Суммарная наличная мощность тормозных средств ГММ должна обеспечивать при благоприятных условиях скатывания остановку четырехосного вагона весом 1 000 кН при сопротивлении 0,5 Н/кН на парковой тормозной позиции.

Потребная расчетная мощность парковой тормозной позиции (III ТП) устанавливается в ходе оптимизационных расчетов при комплексном проектировании высоты и продольного профиля горки. Наличная мощность парковых позиций на эксплуатируемых горках составляет 0,8 ... 1,2 м эн. в.

Пример. Рассчитать наличную мощность тормозных средств на сортировочной горке большой мощности для исходных данных предыдущего примера. Тип замедлителей — ВЗПГ-5. Уклон второй тормозной позиции i_{T2} = 8 ‰, отметка ее конца 0,46 м. Расчетная летняя температура +25 °С; скорость попутного ветра — 5 м/с. Угол между результирующим вектором относительной скорости и направлением скатывания составляет 30°.

Решение. 1. Определяем длину второй тормозной позиции из условия укладки на ней трех замедлителей (см. рис. 17.5)

$$l_{T2} = 3 \cdot 12{,}475 + 2 \cdot 1{,}0 = 39{,}43 \text{ м}.$$

2. По формуле (17.9) определяем сопротивление движению, Н/кН, от среды и ветра по расчетным участкам

$$w_{свI} = \frac{178 \cdot 8{,}5 \cdot 1{,}83}{1\,000(273 + 25)}(4{,}2 - 5{,}0)^2 = -0{,}006;$$

$$w_{св2} = \frac{178 \cdot 8,5 \cdot 1,83}{1\,000(273 + 25)}(5,5 - 5,0)^2 = 0,002;$$

$$w_{св3} = \frac{178 \cdot 8,5 \cdot 1,83}{1\,000(273 + 25)}(5,0 - 5,0)^2 = 0.$$

3. По формуле (17.22) определяем потерянную энергетическую высоту

$$h_w^{ox} = 10^{-3}[(93,18 + 93,89 + 39,43) \cdot 0,5 - 93,18 \cdot 0,006 + 93,89 \cdot 0,002 +$$

$$+ 39,43 \cdot 0 + (0,56 \cdot 2 + 0,23 \cdot 9,46) \cdot 4,2^2 + (0,56 \cdot 1 + 0,23 \cdot 18,29) \cdot 5,5^2] = 0,32 \text{ м}.$$

4. По формуле (17.19) рассчитываем

$$h_{to}^{max} = \frac{2,2^2}{2 \cdot 9,6} = 0,25 \text{ м}.$$

5. По формуле (17.21) находим искомую

$$H_{тсчн} = 4,87 + 0,25 - 0,32 - 0,46 = 4,34 \text{ м}.$$

6. Принимаем на первой тормозной позиции два замедлителя, один из которых является резервным, а на второй позиции — три замедлителя. Тогда без учета резервного замедлителя при погашаемой одним замедлителем энергетической высоте 1,3 м (см. приложение 5) фактическая мощность тормозных средств составит $1,3 + 3 \cdot 1,3 = 5,2$ м, что обеспечит безопасный роспуск составов.

17.9. РАСЧЕТ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГОРКИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЕЕ УВЕЛИЧЕНИЮ

Перерабатывающая способность горки, т.е. максимальное число вагонов, которое может быть рассортировано с горки в течение суток, определяется по формуле

$$B_г^{max} = \frac{\alpha_{вр}(1440 - \sum T_{пост})}{t_г \mu_{повт}(1 + \rho_г)} B_{сост} + B_{пост}, \qquad (17.25)$$

где $\alpha_{вр}$ — коэффициент, учитывающий перерывы в работе горки из-за наличия враждебных передвижений. Для объединенного парка приема односторонней сортировочной станции, а также при расположении транзитного парка параллельно парку приема и пропуску поездных локомотивов через предгорочную горловину принимается 0,95, а в остальных случаях — 0,97; $\sum T_{пост}$ — время технологических перерывов в работе горки для профилактического осмотра и ремонта горочного оборудования, смены бригад и экипировки горочных локомотивов, сортировки вагонов, посту-

пающих из вагонного депо, с грузового двора и др.; $t_г$ — горочный технологический интервал, т.е. время занятия горки операциями по заезду за составом, надвигу и роспуску его, а также формированию и осаживанию вагонов, приходящееся на один состав; $\mu_{повт}$ — коэффициент, учитывающий повторную сортировку части вагонов из-за недостатка в периоды сгущенного поступления поездов числа и длины сортировочных путей, равный 1,05; $\rho_і$ — коэффициент, учитывающий отказы технических устройств, нерасцепы вагонов и др. Его значения зависят от типа и интенсивности использования горки, типа замедлителей и составляют от 0,04 до 0,12; $B_{сост}$ — среднее число вагонов в составе; $B_{пост}$ — число вагонов с путей ремонта, грузового двора и др., распускаемых с горки за время $\sum T_{пост}$.

Основным элементом, подлежащим расчету при определении перерабатывающей способности горки, является горочный технологический интервал $t_г$, зависящий от числа работающих на горке локомотивов, взаимного расположения парков приема и сортировки, режима роспуска составов (последовательный, параллельный).

При работе на горке одного локомотива

$$t_г = t_з + t_н + t_р + t_{о.ф\,ос}; \tag{17.26}$$

при работе на горке двух локомотивов

$$t_г = t_р + t_{о.ф.ос}, \text{ если } t_з + t_н \le t_р, \tag{17.27}$$

или

$$t_г = t_з + t_н + t_{о.ф.ос}, \text{ если } t_з + t_н > t_р, \tag{17.28}$$

где $t_з$, $t_н$, $t_р$ — соответственно время на заезд локомотива, надвиг и роспуск состава, мин; $t_{о.ф.ос}$ — время окончания формирования и осаживания вагонов в сортировочном парке горочными локомотивами, приходящееся на один состав, которое можно принимать 3...6 мин.

При последовательном расположении парков приема и сортировки (рис. 17.12, *а*)

$$t_з = t_м + \frac{l_н + l^п_{вых} + l_0 + 2l^п_{вх}}{16,7v_д}; \tag{17.29}$$

$$t_н = \frac{l^п_{вых} + l_н}{16,7v_н}. \tag{17.30}$$

При параллельном расположении парков (рис. 17.12, *б*)

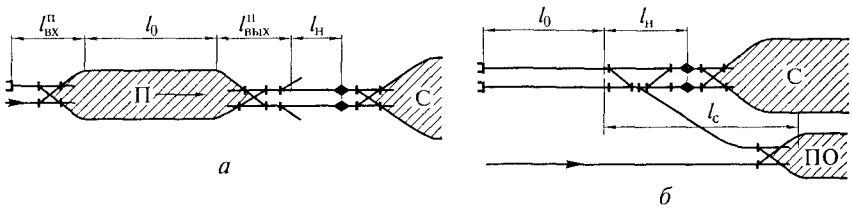


Рис. 17.12. Схемы для расчета горочного технологического интервала:

а — при последовательном расположении парков приема и сортировки; *б* — при параллельном расположении приемоотправочного и сортировочного парков; ПО — приемоотправочный парк; П — парк приема; С — сортировочный парк; $l^{п}_{вх}, l^{п}_{вых}$ — длина соответственно входной и выходной горловин парка приема; l_0 — полезная длина пути приема; $l_н$ — длина пути надвига; $l_с$ — длина соединительного пути

$$t_з = t_м + \frac{l_н + l_с}{16,7v_л}; \tag{17.31}$$

$$t_н = t_м + \frac{l_с + l_0 + l_н}{16,7v_н}, \tag{17.32}$$

где $t_м$ — время приготовления маршрута; при маршрутно-релейной централизации составляет 0,15...0,20 мин; $l_н$ — длина пути надвига, м; $l^{п}_{вх}, l^{п}_{вых}$ — длина соответственно входной и выходной (предгорочной) горловин парка приема, м; l_0 — норма полезной длины приемоотправочных путей (850, 1 050 м); $l_с$ — длина соединительного пути при параллельном расположении парков, м; $v_л$ — средняя скорость движения горочного локомотива при заезде за составом, км/ч; $v_н$ — средняя скорость надвига состава на горку, км/ч.

Значения $l_н$, $l^{п}_{вх}$, $l^{п}_{вых}$, $l_с$ принимаются из плана сортировочной станции.

Время роспуска состава, мин:

$$t_р = L_с/(60v_0), \tag{17.33}$$

где $L_с$ — расчетная длина состава поезда, м; v_0 — принятая скорость роспуска, м/с.

При работе на горке трех и более локомотивов для нахождения $t_г$ необходимо составить технологический график на полный цикл работы горки, который позволит выявить основные связи между операциями. По этому графику можно будет определить продолжительность цикла $T_ц$, число составов $n_ц$, распускаемых с горки за один цикл, и величину $t_г$, равную $T_ц/n_ц$.

Мероприятия по увеличению перерабатывающей способности горки следуют из анализа расчетной формулы по определению

$B_г^{max}$ [см. формулу (17.25)]. Из нее видно, что перерабатывающую способность можно повысить путем:

уменьшения $\sum T_{пост}$, т.е. сокращения перерывов в работе горки (выдачи подменного локомотива, смены бригад без перерыва в работе, повышения надежности горочного оборудования и внедрения методов его ускоренного ремонта);

увеличения $\alpha_{вр}$ снижением числа враждебных пересечений посредством укладки параллельных ходов в предгорочной горловине, устройством петлевого подхода для приема поездов направления, встречного сортировке, шлюза в предгорочной горловине или путепровода под горкой для пропуска поездных локомотивов в депо и др.;

увеличения $B_{сост}$ путем укрупнения в парке приема небольших составов сдваиванием их или добавлением отдельных групп вагонов;

уменьшения $\mu_{повт}$ с помощью увеличения числа и длины сортировочных путей;

уменьшения ρ_t путем повышения надежности горочного оборудования;

сокращения горочного технологического интервала $t_г$, что достигается:

увеличением числа горочных локомотивов;

сокращением интервалов между роспусками составов благодаря сооружению дополнительных путей надвига, уменьшению затрат времени на осаживание, замене его подтягиванием со стороны хвостовой горловины сортировочного парка и др.;

применением переменной скорости роспуска в зависимости от длины отцепов и маршрутов их следования;

увеличением темпа сортировки путем пересмотра специализации подгорочных путей и уменьшения вероятности разделения отцепов на последних разделительных стрелках;

применением параллельного роспуска составов.

Из всех перечисленных мероприятий наибольший прирост перерабатывающей способности обеспечивает увеличение числа горочных локомотивов с одного до двух и применение параллельного роспуска.

Контрольные вопросы

1. Какие виды сортировочных устройств применяются на железнодорожных станциях?

2. Назовите основные элементы и параметры сортировочной горки.

3. Приведите уравнение движения вагона по наклонной плоскости.

4. Какие виды сопротивлений испытывает вагон при скатывании с горки?

5. Какие требования предъявляются к плану горочной горловины и как достигается их выполнение при проектировании горок?

6. Что должна обеспечивать высота сортировочной горки?

7. Какие требования предъявляются к мощности тормозных средств на сортировочной горке?

8. Какие виды замедлителей применяются на сортировочных горках?

9. Назовите основные мероприятия по повышению перерабатывающей способности сортировочных горок.

ГЛАВА 18

ПАССАЖИРСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ

18.1. НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И КОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

Пассажирские станции предназначены для обслуживания пассажиров, выполнения технических операций по организации движения пассажирских поездов и подготовке составов в рейс.

По своему назначению пассажирские станции делятся на два вида: *пассажирские, и пассажирские технические. На первых* выполняются операции по обслуживанию пассажиров, на вторых — операции по подготовке пассажирских составов. По характеру работы пассажирские станции бывают специализированные, объединенные для пассажирского и грузового движения и зонные.

К специализированным относятся станции, предназначенные только для обслуживания пассажирского движения (например, Калининград). Объединенные станции обслуживают пассажирское и грузовое движение (Самара, Курск и др.). Зонные станции предназначаются для обслуживания пригородного движения, размещаются в пределах пригородных участков и служат для оборота, отстоя и экипировки части пригородных составов.

По характеру эксплуатационной работы станции бывают транзитно-конечные, обслуживающие транзитные и конечные пассажирские поезда, и конечные, на которых начинается и заканчивается движение поездов.

По схеме путевого развития различают пассажирские станции трех типов: со сквозными приемоотправочными путями (рис. 18.1, *а*), с тупиковыми путями (рис. 18.1, *б*) и комбинированные — со сквозными и тупиковыми приемоотправочными путями (рис. 18.1, *в*).

Пассажирские станции, обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение, включают в себя 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 пассажирских составов. При большом числе обрабатываемых составов вместо технических парков строят самостоятельные пассажирские технические станции;

локомотивное и вагонное хозяйства;

багажные и почтовые устройства (склады, помещения, платформы, тоннели для транспортировки багажа и почты);

устройства автоматики, телемеханики и связи, контактной сети, освещения, водо- и теплоснабжения, канализации.

18.2. СХЕМЫ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ И ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ИХ РАБОТЫ

Основные схемы пассажирских станций приведены на рис. 18.1.

Выбор схемы станции со сквозными приемоотправочными путями (рис. 18.1, *а*) зависит от числа главных путей на подходах и взаимного расположения основных устройств: пассажирского здания, парка перронных путей и пассажирских платформ; технической станции (или технического парка) для обработки составов дальних поездов; мотор-вагонного депо и технического парка для обслуживания мотор-вагонных составов; локомотивного и вагонного хозяйства и багажно-почтовых устройств.

По расположению перронных путей и вокзала различают три схемы станции: с боковым, островным расположением вокзала и вокзалом над перронными путями. Станции с островным расположением вокзала неудобны для обслуживания местных и пригородных пассажиров, так как связь вокзала с привокзальной площадью осуществляется через тоннель или путепровод.

Возможные варианты схем взаимного расположения пассажирской, пассажирской технической станции и локомотивного хозяйства показаны на рис. 18.2. Сопоставляя их, можно сделать следующие выводы:

при расположении технической станции и локомотивного хозяйства между главными путями (рис. 18.2, *б*) достигается меньшее число пересечений маршрутов по сравнению с вариантом на схеме рис. 18.2, *а*;

в схеме на рис. 18.2, *в* с внешним расположением технической станции и наличием путепроводной развязки главного пути с ходовыми путями на техническую станцию устранены недостатки бокового расположения этой станции, поэтому схема на рис. 18.2, *в* по наличию пересечений маршрутов в горловине аналогична схеме на рис. 18.2, *б*.

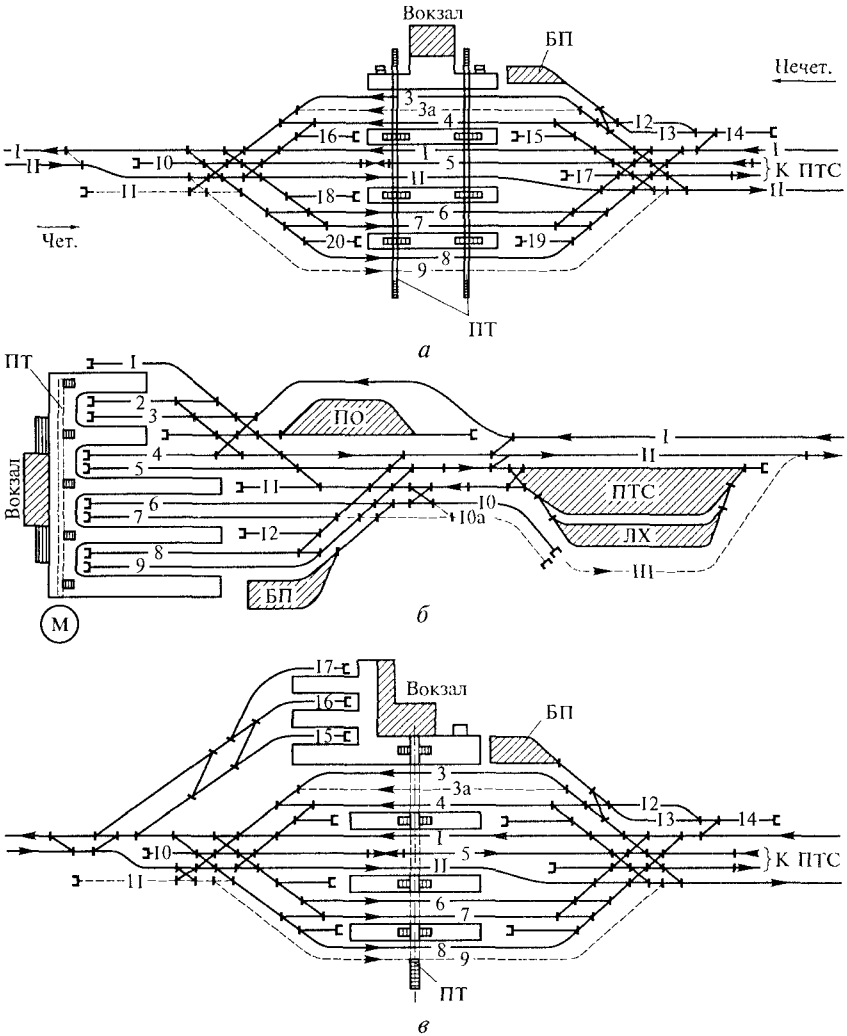


Рис. 18.1. Схемы пассажирских станций со сквозными (*а*), тупиковыми (*б*) приемоотправочными путями и комбинированные (*в*):

I, II и III — главные пути; 1—20 — станционные пути; Чет., Нечет. — направление движения четных и нечетных поездов; ПТС — пассажирская техническая станция; *ПО* — парк отстоя пригородных составов; БП — багажные и почтовые устройства; ПТ — пешеходный тоннель; ЛХ — локомотивное хозяйство; М — метрополитен

Исходя из наименьшего числа пересечений маршрутов основной следует принять схему рис. 18.2, *б* с расположением технической станции между главными путями.

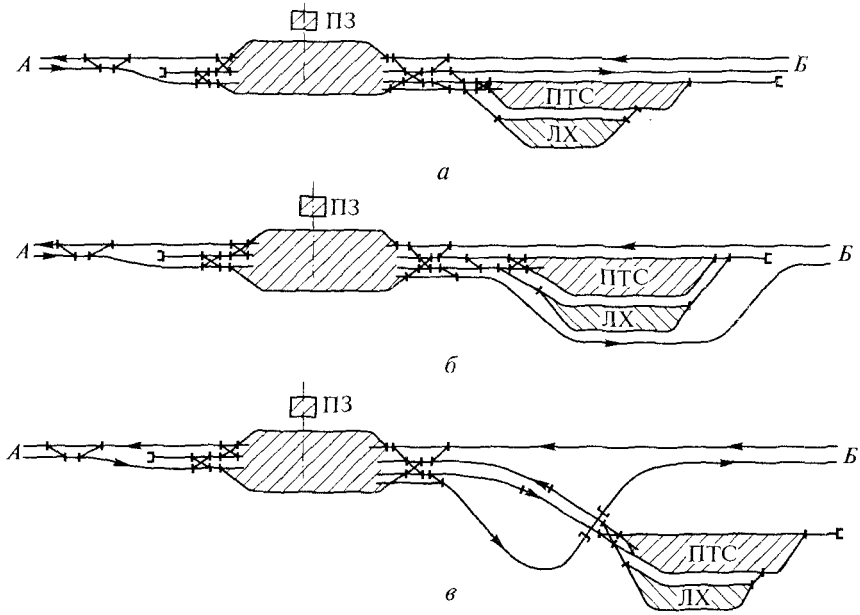


Рис. 18.2. Схемы расположения пассажирской технической станции и локомотивного хозяйства:

а — сбоку главных путей; *б* — между главными путями; *в* — сбоку главных путей при сооружении путепроводной развязки и одного из главных путей с соединительными путями на техническую станцию; *А*, *Б* — подходы к станции; ПЗ — пассажирское здание; ПТС — пассажирская техническая станция; ЛХ — локомотивное хозяйство

Станция сквозного типа (см. рис. 18.1, *а*) может принимать пассажирские поезда с каждого направления на любой путь и отправлять их с любого пути на все направления. Для уменьшения числа враждебных маршрутов крайние пути 3 и 4 специализируются для приема нечетных, а пути 7 и 8 — для четных поездов, обычно дальних транзитных и сквозных пригородных поездов.

Пропуск грузовых поездов осуществляется без остановки: нечетных по пути 3а, 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) размещают между главными путями, в конце, противоположном прибытию наибольшего числа конечных дальних пассажирских поездов. Почтовые и багажные устройства, как правило, располагают со стороны вокзала, ближе к технической станции (парку) для удобства передачи этих вагонов на техническую стан-

цию и обратно. Пешеходные тоннели проектируют сквозными. Желательно предусматривать два тоннеля. Для ускоренной передачи срочной («передовой») почты от прибывших поездов к прижелезнодорожному почтамту (к почтово-багажным устройствам) и обратно к отправляющимся поездам на крупных пассажирских станциях устраивают транспортный тоннель.

На двухпутных линиях при значительных размерах пригородного движения иногда возникает необходимость выделения на станции самостоятельных путей и платформ и строительства мотор-вагонного депо. В этом случае невозможно применение схемы (рис. 18.3, *а*) с сооружением путепроводных развязок для четных пригородных поездов в четном и нечетном концах станции.

На многопутных участках с отдельной парой главных путей для пригородных поездов схемы станций зависят от специализации главных путей на подходах.

При расположении пригородной пары главных путей с одной стороны от главных путей для дальнего и местного движения может применяться схема с разделенными устройствами для пригородного и дальнего движения (рис. 18.3, *б*).

Пересечения маршрутов следования пригородных и дальних поездов отсутствуют. Однако в горловинах предусматривают съезды для возможности перехода поездов с одной пары главных путей на другую и взаимозаменяемости путей станции.

Сторонность расположения устройств для пригородного и дальнего движения в пределах станции зависит от выбранной специализации главных путей на подходах.

При внутреннем расположении главных путей для пригородного движения может применяться схема рис. 18.3, *в*. Техническая станция для составов дальних пассажирских поездов располагается с одной стороны от главных путей с устройством путепроводной развязки главных путей с ходовым путем на техническую станцию.

При внешнем расположении путей для пригородного движения может использоваться схема (рис. 18.3, *г*) с устройством петлевой путепроводной развязки для оборота составов пригородных поездов.

Схемы узловых станций зависят в основном от числа подходов, числа главных путей на них, размеров движения, взаимного расположения технической станции и локомотивного хозяйства по отношению к главным приемоотправочным путям.

В схемах с развязкой подходов двухпутных линий по направлениям движения и размещением технических устройств между главными путями основной линии (рис. 18.4, *а*) крайние пути специализируются для работы по направлению движения и служат преимущественно для проходящих поездов, а средние пути — дву-

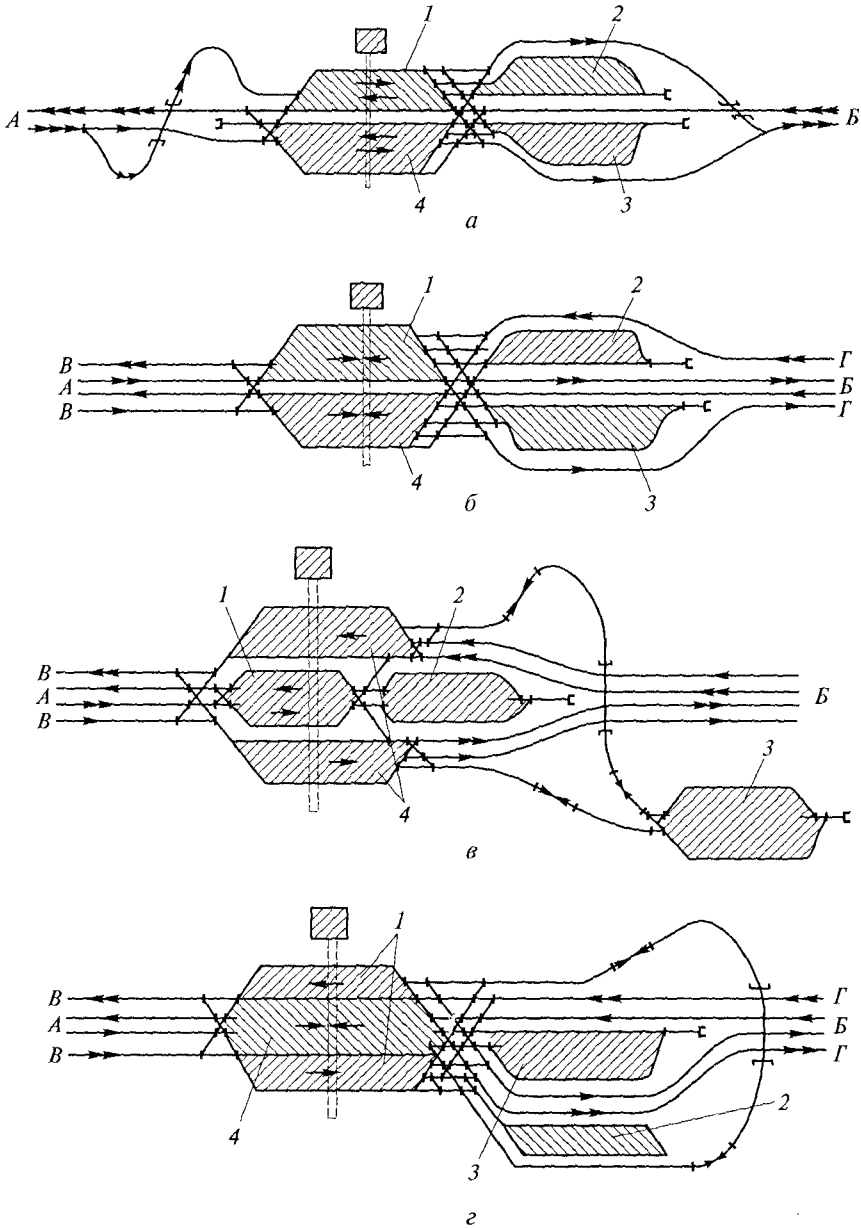


Рис. 18.3. Схемы пассажирских станций сквозного типа:

а — на двухпутной линии; *б*, *в*, *г* — на четырехпутных линиях; *1*, *4* — пути и платформы соответственно для смешанного, дальнего и пригородного движения; *2* — пути стоянки пригородных составов; *3* — техническая станция; *А*—*Г* — подходы к станции

стороннего действия для конечных поездов. На узловых станциях этого вида возникают попутные пересечения поездных маршрутов, так как прием и отправление конечных поездов линии *В—Г*, занимающей объемлющее положение, пересекают один главный путь линии *А—Б*, что затруднительно при интенсивном движении сквозных поездов этой линии. Поэтому главные пути линии с более интенсивным движением сквозных поездов должны занимать внешнее положение, а при равных размерах сквозного движения на обеих линиях внутри должны размещаться главные пути линии с большими размерами конечного движения.

В случаях когда на одной из линий имеется большое число транзитных скорых поездов или вводится скоростное движение, эта линия должна занимать внутреннее положение, чтобы сохранить удобную в плане трассу главных путей.

Особенность станций с развязками по направлению движения заключается в том, что наряду со взаимозаменяемостью путей они обеспечивают удобное следование сквозных поездов с каждого подхода на два подхода, примыкающих к другому концу станции, и четкий порядок работы станции.

В схемах с развязкой подходов по линиям и расположением технических устройств между главными путями основной линии (рис. 18.4, *б*) в обеих горловинах станции возникают дополнительные пересечения поездных маршрутов по сравнению со схемой (см. рис. 18.4, *а*) при пропуске сквозных поездов с одной линии на другую, для устранения которых может потребоваться сооружение дополнительных путей в разных уровнях.

По этим причинам схемы с развязкой по линиям следует считать для общих случаев развития узловых станций неприемлемыми.

В схемах с развязкой подходов по линиям и расположением технических устройств с внешней стороны главных путей основной линии *А—Б* (рис. 18.4, *в*) отсутствует взаимозаменяемость приемоотправочных путей линий *А—Б* и *В—Г*, возникают пересечения при наличии транзитных поездов *Б—В* и *Г—А* в горловинах станции, для устранения которых на подходах могут потребоваться дополнительные развязки и соединения.

Давая общую оценку пассажирским станциям сквозного типа, следует отметить, что они обеспечивают минимальное число встречных пересечений маршрутов следования пассажирских поездов (пропуск поездов через станцию поточен и не создает возвратных передвижений), высокую маневренность и взаимозаменяемость путей при минимальной загрузке горловин, высокую пропускную способность, возможность организации маятникового движения пригородных поездов.

Недостатки пассажирских станций сквозного типа состоят в плохой связи пассажирского здания с промежуточными платфор-

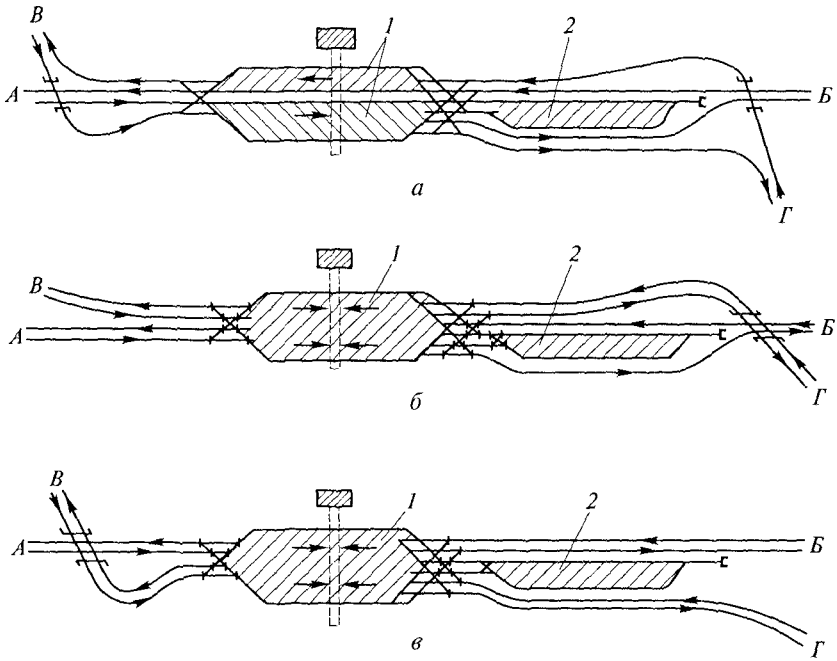


Рис. 18.4. Схемы узловых пассажирских станций сквозного типа:

а — с развязкой главных путей по направлениям движения; *б*, *в* — с развязкой по линиям; *1* — пути и платформы соответственно для смешанного, дальнего и пригородного движения; *2* — техническая станция; *А*—*Г* — подходы к станции

мами (требуется сооружение пешеходных мостов и тоннелей) и в том, что, как правило, дальнее и пригородное движение не разделено.

Выбор схемы пассажирских станций с тупиковыми приемоотправочными путями зависит от размеров движения, числа главных путей на подходах, взаимного расположения в пределах станции приемоотправочных путей для дальнего и пригородного движения, размещения технических парков и локомотивного хозяйства.

В схеме тупиковой станции с двухпутным подходом и расположением путей для пригородного движения сбоку от путей для поездов дальнего следования (см. рис. 18.1, *б*). Пути 1—4 используются для приема и отправления пригородных поездов, а пути 5—9 — для дальних и местных. Парк стоянки пригородных составов располагается между главными путями, а пассажирская техническая станция — с внешней стороны от главных путей последовательно приемоотправочным путям для дальних поездов, причем в перспективе возможна укладка главного пути для отправле-

ния дальних поездов в обход технической станции. В этой схеме имеют место пересечения приема дальних поездов с отправлением пригородных.

При значительных размерах дальнего и пригородного движения, совмещенного на одной паре главных путей, возможно применение схемы с расположением технической станции между главными путями, а парка отстоя пригородных составов и мотор-вагонного депо сбоку главных путей последовательно перронным путям пригородного движения (рис. 18.5).

В целях повышения пропускной способности горловины для отправления пригородных поездов укладывают обходной путь вокруг парка отстоя пригородных составов с устройством путепроводной развязки его с главным путем прибытия поездов.

Багажные устройства размещают, как правило, на стороне отправления дальних поездов для удобства подачи этих вагонов к составам.

Во всех схемах тупиковых станций между платформами, обслуживающими дальнее пассажирское движение, укладывают по два перронных пути (рис. 18.6, *а*). Такая схема взаимного расположения платформ и путей применяется и для пригородных поездов, если интервалы прибытия более 3 мин. Если же интервалы прибытия пригородных поездов будут меньше 3 мин, то лучше использовать схему с одним путем между платформами (рис. 18.6, *б*) со специализацией платформ по прибытию и отправлению. В этом случае по прибытии поезда открывают двери вагонов электропо-

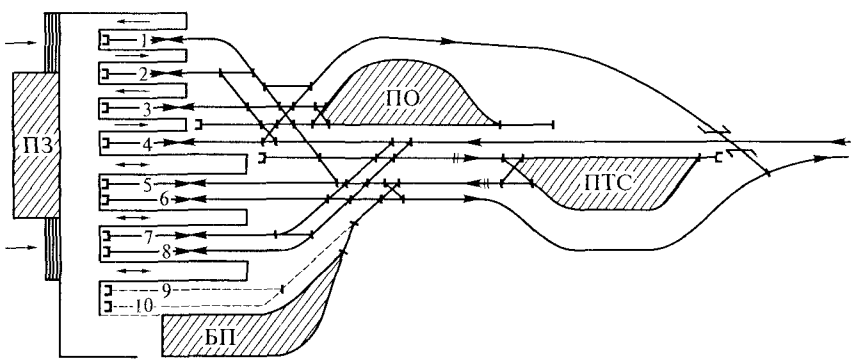


Рис. 18.5. Схема пассажирской станции тупикового типа на двухпутной линии с расположением путей для пригородного движения сбоку путей для дальнего движения и устройством обходного пути вокруг парка отстоя пригородных составов:

1—8 — перронные пути; 9 — выставочный путь; 10 — погрузочно-выгрузочный путь; ПЗ — пассажирское здание; ПТС — пассажирская техническая станция; ПО — парк отстоя пригородных составов; БП — багажные и почтовые устройства

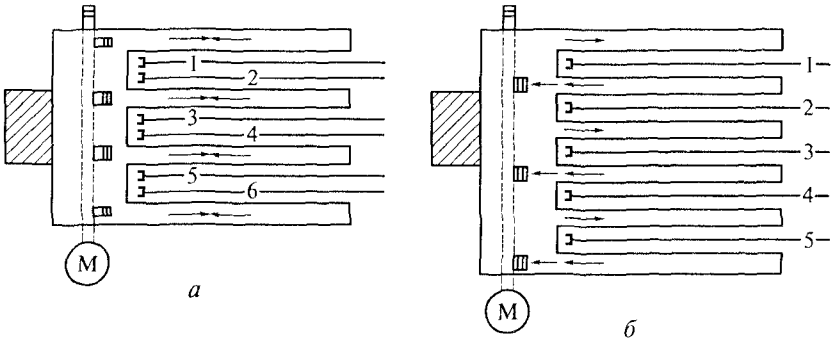


Рис. 18.6. Схемы взаимного расположения путей и платформ на тупиковых станциях без специализации платформ (*а*) и со специализацией платформ по прибытию и отправлению (*б*):

1—6 — перронные пути; М — метрополитен

ездов сначала лишь в сторону платформы прибытия, а после окончания высадки пассажиров — в сторону платформы отправления. Благодаря этому достигаются быстрая высадка и посадка пассажиров, четкое разделение пассажиропотоков и полная развязка их в разных уровнях. Но требуется больше капитальных вложений на строительство дополнительных платформ.

Пассажирские станции тупикового типа при четком разграничении районов дальнего и пригородного движения обеспечивают пассажирам пригородных поездов проход на посадку, минуя здание вокзала.

Однако тупиковые станции имеют много недостатков: необходимость смены направления следования сквозных поездов и выполнение дополнительных маневров (перецепка багажного и почтового вагонов); большая загрузка единственной горловины станции, выполняющей все виды операций с поездами различных категорий; большое число враждебных маршрутов, вызванное встречными передвижениями организованных поездов и маневровых локомотивов; уменьшение скоростей подходов поездов к станции по требованиям безопасности входа поезда на тупиковые приемоотправочные пути. Поэтому новые пассажирские станции тупикового типа не строят.

Но на сети железных дорог имеется значительное число тупиковых пассажирских станций, большинство которых сохраняется на перспективу. В целях повышения пропускной способности существующих тупиковых станций на них выполняются работы по удлинению перронных путей и платформ для обращения длинносоставных пассажирских дальних и пригородных поездов, переустройству горловин, оборудованию современными устройствами СЦБ.

Станции комбинированного типа (см. рис. 18.1, *в*), представляющие собой сочетание элементов станций сквозного и тупикового типов, имеют сквозные приемоотправочные пути для дальнего, местного и пригородного движения и тупиковые пути для пригородных и местных поездов, расположенные со стороны пассажирского здания. Одностороннее расположение тупиковых путей для пригородного движения вызывает пересечения в горловине их примыкания. В целях более равномерного распределения загрузки горловин технический парк для дальних составов рекомендуется располагать по возможности в другой стороне станции по отношению к тупиковым путям для пригородного движения.

18.3. КОНСТРУКЦИЯ ГОРЛОВИН ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

Конструкции стрелочных горловин пассажирских станций влияют на пропускную способность и стоимость их строительства или реконструкции.

Конструкции горловин зависят от числа главных путей на подходе, числа путей на станции (или в парке) и их специализации, наличия вытяжных, ходовых и соединительных путей, включаемых в горловину, а также от числа укладываемых в горловине стрелочных параллельных улиц.

В свою очередь, число стрелочных параллельных улиц определяется необходимым числом параллельных операций в горловине. К горловинам пассажирских станций предъявляются следующие общие требования:

обеспечение безопасности движения;

возможность выполнения необходимого числа параллельных операций;

экономичность проекта благодаря сокращению длины горловин;

учет перспективы развития станции.

Для сокращения длин горловин допускается применение перекрестных стрелочных переводов и перекрестных съездов. Однако по действующим техническим условиям не разрешается укладывать перекрестные стрелочные переводы на главных путях станций, где предусматривается безостановочный пропуск поездов со скоростью более 70 км/ч. Это положение необходимо учитывать при конструировании горловин станций сквозного типа, на которых возможен безостановочный пропуск скоростных поездов.

Возможность выполнения в горловинах необходимого числа параллельных операций достигается путем укладки в горловине параллельных стрелочных улиц. Их число, как правило, должно

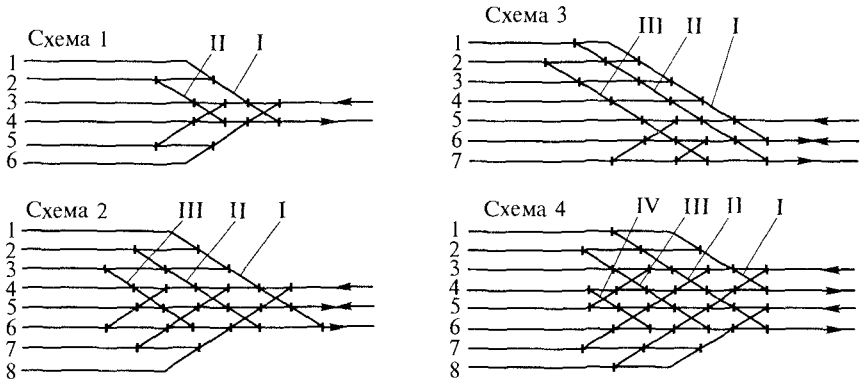


Рис. 18.7. Схемы горловин пассажирских станций:

1—8 — приемоотправочные пути; I—IV — стрелочные улицы, обеспечивающие параллельность маршрутов передвижений в горловине

соответствовать числу включаемых в горловину главных, ходовых и вытяжных путей.

Схемы стрелочных горловин пассажирских станций показаны на рис. 18.7. Из рассмотрения четырех приведенных вариантов конструкций горловин вытекает следующий общий принцип укладки параллельных стрелочных улиц в горловинах пассажирских парков: в каждой горловине укладываются основные (первые) стрелочные улицы, соединяющие все пути парка со всеми путями, входящими в горловину. Число соединяемых путей во вторых (параллельных) улицах всегда на один путь, а в третьих улицах — на два пути меньше, чем в первых, т. е. в каждых последующих параллельных улицах число соединяемых путей уменьшается на один.

18.4. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ И ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

На пассажирских технических станциях осуществляют технический осмотр, очистку, обмывку, переформирование, ремонт и экипировку пассажирских составов. Для выполнения этих операций проектируется путевое развитие, вагономоечные машины, ремонтно-экипировочные депо (РЭД), пункты технического обслуживания вагонов, конторы по обслуживанию пассажиров (КОП), устройства СЦБ, связи, энергоснабжения и др.

В зависимости от объема работы пассажирские технические станции разделяются на станции и технические парки. Станции бывают крупные, обрабатывающие в сутки более 15 составов, и сред-

ние — от восьми до 15 составов. В технических парках обрабатывают до шести — восьми составов в сутки.

Путевое развитие технических станций состоит из путей приема (грубой очистки), наружной обмывки составов, ремонтно-экипировочных, отстоя и отправления готовых составов, стоянки пригородных составов, а также вытяжных, ходовых путей, путей стоянки резервных и неисправных вагонов, выгрузочных у складов топлива, а также путей для стоянки почтовых, багажных вагонов и вагонов-ресторанов. На территории технической станции в ряде случаев размещается и локомотивное депо.

На путях парка приема осуществляют сдачу белья из вагонов, сухую уборку состава, уборку мусора и технический осмотр ходовых частей, ударно-тяговых приборов, автотормозного оборудования, электрооборудования и внутреннего оборудования, а также переформирование составов, на путях моечного цеха — наружную обмывку вагонов (прохождение состава через вагономоечную машину).

На путях РЭД выполняют технический осмотр и ремонт ходовых частей, ударно-тяговых приборов, автотормозного оборудования, электрооборудования, внутреннего оборудования, холодильных установок, осмотр и зарядку аккумуляторных батарей, внутреннюю влажную уборку вагонов, снабжают состав водой и бельем.

В парке отправления осуществляют снабжение вагонов углем, приемку вагонов проводниками состава, начальником поезда и постоянно действующей комиссией.

Для обмывки составов применяют стационарные и передвижные вагономоечные машины. Стационарные машины устанавливают на станциях, обслуживающих свыше 200 вагонов в сутки. Машины для обмывки вагонов размещают на открытых площадках, если температура наружного воздуха не ниже −15 °С, и в закрытых помещениях при температуре ниже −15 °С. Наибольшее распространение получили стационарные моечные машины 116 м и 178 м. Скорость подачи на такие машины составляет 0,8...1 км/ч, время обмывки 30...35 мин. Размеры цеха обмывки составов приведены на рис. 18.8.

Основной принцип размещения вагономоечных машин — обеспечение поточности обработки составов. На многопарковых станциях моечные машины целесообразно располагать после парка приема.

Ремонтно-экипировочные устройства подразделяют на крытые, сооружаемые на станциях в северных и центральных районах России, и открытые, размещаемые на южных дорогах европейской части страны, где экипировочные работы в течение всего года выполняются на открытом воздухе.

При открытых ремонтно-экипировочных устройствах предусматриваются соответствующие производственные здания. Ремонт-

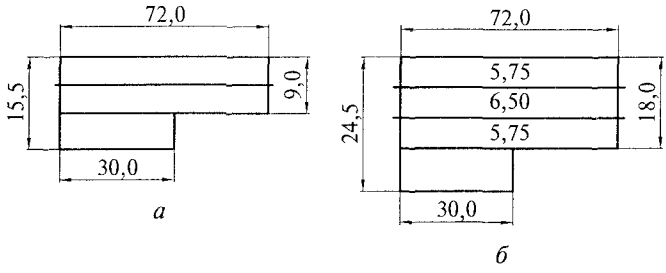


Рис. 18.8. Схемы и размеры (в метрах) цеха обмывки пассажирских составов на один путь (*а*) и на два пути (*б*)

но-экипировочное депо с крытыми стойлами состоит из стойловой части и производственных мастерских со служебно-бытовыми помещениями (рис. 18.9). При сооружении новых зданий РЭД в них, как правило, следует предусматривать кладовые, базы вагонов-ресторанов и помещения дезинфекции постельных принадлежностей и съемного оборудования.

Длина экипировочного депо определяется по числу вагонов в наиболее длинном экипируемом составе с добавлением 5 м с каждой стороны до торцовых стен депо и 10 м на растяжку состава для удобства проведения транспортных работ в средней части депо.

В пунктах формирования пассажирских поездов с числом приписных вагонов не менее 400 сооружают вагонные депо (ВРД) для планового и текущего отцепочного ремонта не менее 1 500 пассажирских вагонов в год (рис. 18.10).

Пассажирские технические станции бывают однопарковые и многопарковые. При обработке 4—10 составов в сутки обычно проектируют однопарковые технические станции с общим приемоотправочным парком и размещаемым параллельно ему ремонтно-экипировочным депо (рис. 18.11, *а*).

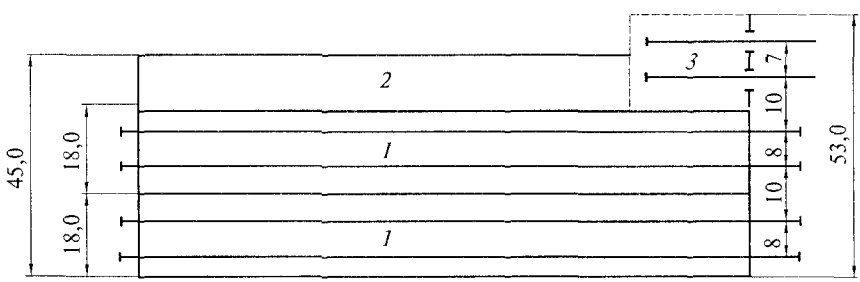


Рис. 18.9. Схема ремонтно-экипировочного депо (размеры в метрах):
1 — стойловая часть РЭД; *2* — мастерские; *3* — цех отцепочного ремонта

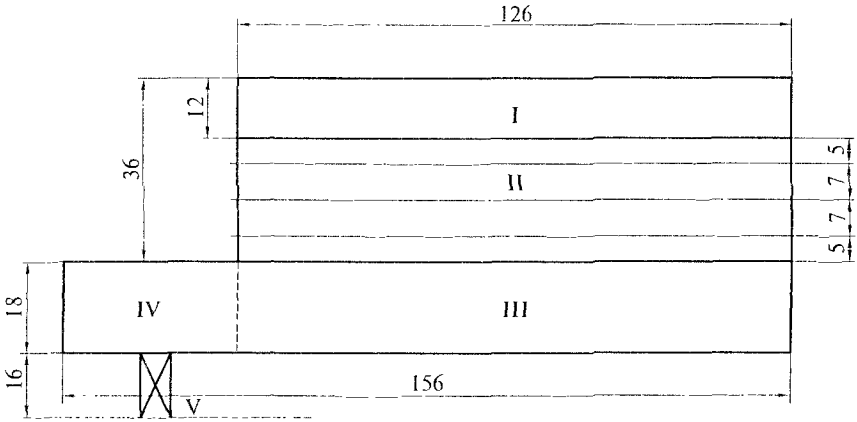


Рис. 18.10. Схема вагонного депо для ремонта пассажирских вагонов (размеры в метрах):

I, III, IV — ремонтные отделения; II — сборочный цех; V — колесный парк

Реконструируемые и вновь сооружаемые крупные пассажирские технические станции при наличии достаточной длины площадки проектируют многопарковыми по схеме с последовательным расположением ремонтно-экипировочного депо по отношению к паркам приема и отправления (рис. 18.11, *б*); если же парки приема и отправления невозможно по местным условиям расположить рядом, то применяется схема с последовательным расположением отправочного парка и параллельным расположением парка приема по отношению к экипировочному депо (рис. 18.11, *в*).

В случаях ограниченной по длине площадки может быть применена схема с расположением ремонтно-экипировочного депо параллельно паркам приема и отправления поездов (рис. 18.11, *г*), если загрузка горловин и вытяжных путей в этой схеме будет допустимой.

Рассмотрим технологию работы многопарковых станций на примере рис. 18.11, *б*. Составы с пассажирской станции по соединительному пути прибывают в парк приема *6*, где подвергаются техническому, санитарному осмотру и при необходимости переформированию. Здесь выполняют очистку вагонов, затем производится наружная обмывка составов в вагономоечном цехе *1* и перестановка их в ремонтно-экипировочное депо *3* для ремонта ходовых частей, внутреннего оборудования и экипировки (снабжения вагонов водой, постельными принадлежностями, топливом, снабжения вагонов-ресторанов). После этого составы выставляют в парк отправления *8*, где они ожидают подачи на перронные пути под посадку пассажиров.

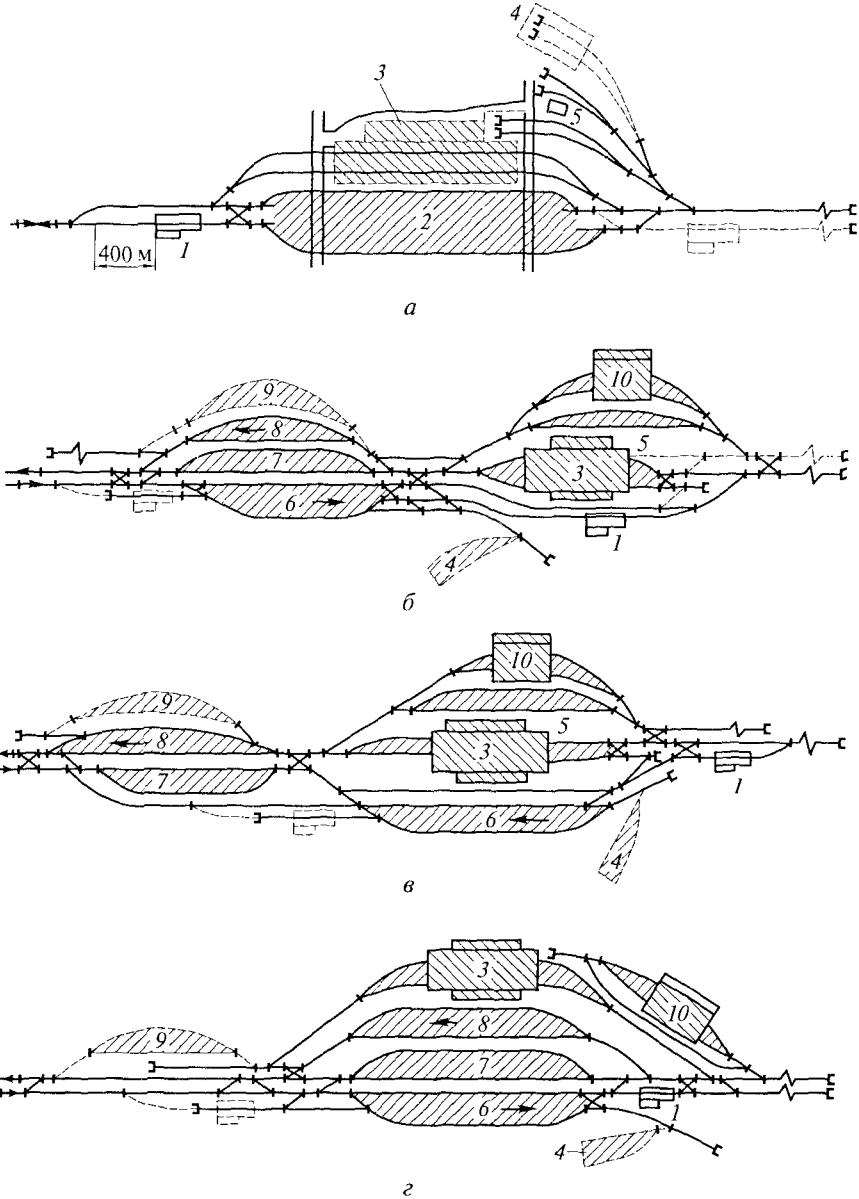


Рис. 18.11. Схемы пассажирских технических станций:

а — однопарковой; *б*, *в*, *г* — многопарковых; *1* — цех обмывки вагонов; *2* — приемоотправочный парк; *3* — ремонтно-экипировочное депо; *4* — пути газовой дезинфекции; *5* — парк резервных вагонов; *6* — парк приема; *7* — парк местных и пригородных составов; *8* — парк отправления; *9* — локомотивное хозяйство; *10* — вагонное депо

18.5. РАСЧЕТ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

Для расчета путевого развития пассажирских и технических станций применяют методы моделирования работы станции или аналитический метод. В первом методе на электронной модели воспроизводят последовательно во времени основные процессы работы, выполняемые на станции в течение расчетного периода во взаимодействии с прилегающими к станции перегонами. В качестве исходной модели используется схема станции, графическое изображение которой заменяется перечнем ее элементов, закодированных особым образом, и перечнем всех маршрутов приема и отправления поездов и маневровых передвижений с данными о зависимости маршрутов.

В результате расчета на ЭВМ могут быть получены следующие данные: необходимое число путей в парках станции; продолжительность простоев подвижного состава; продолжительность задержек поездов и маневровых передвижений у пересечений маршрутов; сведения о загрузке устройств во времени.

При использовании аналитического метода расчета число приемоотправочных путей на головных конечных пассажирских станциях для приема и отправления дальних пассажирских поездов может быть определено по формуле

$$m_{д} = \frac{N_{пр.ч} t_{зан.пр} + N_{от.ч} t_{зан.от}}{60}, \qquad (18.1)$$

где $N_{пр.ч}$, $N_{от.ч}$ — число дальних поездов соответственно прибывающих и отправляющихся в расчетный час; $t_{зан.пр}$, $t_{зан.от}$ — общее время занятия пути дальним поездом соответственно по прибытию и отправлению, мин:

$$t_{зан.пр} = t_{пр} + t_{вп} + t_{в}; \qquad (18.2)$$

$$t_{зан.от} = t_{п} + t_{пп} + t_{от}, \qquad (18.3)$$

где $t_{пр}$, $t_{вп}$, $t_{в}$, $t_{п}$, $t_{пп}$, $t_{от}$ — время занятия пути соответственно по приему поезда, высадке пассажиров, выводу состава на техническую станцию, подаче состава на перронный путь с технической станции, по посадке отправляющихся пассажиров и по отправлению поезда.

За расчетный час принимают час наибольшей суммарной загрузки путей технологическими операциями с прибывающими и отправляющимися поездами. Наибольшую суммарную загрузку путей определяют на основе почасового распределения прибывающих и отправляющихся поездов.

Число приемоотправочных путей на проходных сквозных пассажирских станциях для дальнего пассажирского движения каждого направления рассчитывают по формулам

$$m_д = N_ч t_{зан}/60, \tag{18.4}$$

или

$$m_д = t_{зан}/I, \tag{18.5}$$

где $N_ч$ — число пассажирских поездов, проходящих через станцию в «час пик»; $t_{зан}$ — время занятия пути транзитным пассажирским поездом, мин; I — интервал следования поездов в пачке, мин.

Время занятия пути транзитным пассажирским поездом

$$t_{зан} = t_{пр} + t_{оп} + t_{от},$$

где $t_{пр}$ — время занятия пути по приему поезда на станцию, мин; $t_{оп}$ — время занятия пути поездом на выполнение операций по высадке-посадке пассажиров и осмотру состава, мин.

Число приемоотправочных путей на головных станциях тупикового типа для пригородного пассажирского движения определяют по формуле

$$m = t_{ст}/I', \tag{18.6}$$

где $t_{ст}$ — продолжительность стоянки поезда на головной станции, мин; I' — интервал попутного следования поездов при автоблокировке.

Число путей, полученное по формулам (18.1), (18.4)—(18.6), округляют в большую сторону.

Число путей в парке приема (грубой очистки) пассажирской технической станции

$$m_{го} = N_{сч} t_{го}/60, \tag{18.7}$$

где $N_{сч}$ — число составов конечных дальних и местных поездов, поступающих на станцию за «час пик» летних максимальных суток; $t_{го}$ — время занятия пути составом в парке приема на выполнение операций по техническому и санитарному осмотру вагонов, уборке мусора, сдаче белья проводниками и переформированию состава, равное 40...60 мин.

Число путей моечного цеха

$$m_м = \frac{N_м t_м}{1\,440 - T_{пер}}, \tag{18.8}$$

где $N_м$ — число составов, поступающих в моечный цех за сутки; $t_м$ — время обмывки одного состава, мин (среднее время на обмывку одного состава может быть принято 40...45 мин); $T_{пер}$ — перерыв в работе моечного цеха (120...180 мин).

Число путей (стойл) ремонтно-экипировочного депо

$$m_э = \frac{N_э t_э}{Ta}, \tag{18.9}$$

где $N_э$ — число составов, поступающих в РЭД за сутки; $t_э$ — общее время занятия пути РЭД одним составом (среднее время занятия пути РЭД можно принять 200 мин); T — продолжительность работы одной смены, мин (420 мин); a — число рабочих смен (1—3).

Число путей парка отправления (отстоя) готовых составов

$$m_о = N_с t_о / 24, \tag{18.10}$$

где $N_с$ — число составов, поступающих на техническую станцию за сутки; $t_о$ — среднее время нахождения состава в парке отправления, ч:

$$t_о = t_{об} - (t_{пр} + t_{го} + t_м + t_э + t_{от} + t_{уп}), \tag{18.11}$$

где $t_{об}$ — среднее время оборота составов от прибытия до отправления на данной пассажирской станции (в большинстве случаев по данным графиков оборота составов на конечных пассажирских станциях от 10 до 12 ч); $t_{пр}$, $t_{го}$, $t_м$, $t_э$, $t_{от}$, $t_{уп}$ — время нахождения состава соответственно на перронных путях по прибытию, в парке грубой очистки, моечном цехе, в РЭД, на перронных путях по отправлению, по уборке состава с пассажирской станции на техническую и подаче с технической на пассажирскую, ч.

18.6. ОСНОВНЫЕ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЛАТФОРМ

Длина пассажирских платформ должна соответствовать наибольшей длине пассажирского состава, предназначенного к обращению на расчетный срок. При этом для обращения 24-вагонных составов дальних пассажирских поездов на существующих станциях следует предусматривать отдельные платформы длиной до 600 м, а на вновь сооружаемых станциях необходимо проектировать платформы длиной 600 м с возможностью удлинения до 800 м. Платформы для обслуживания только пригородного движения следует проектировать в соответствии с длиной намеченных к обращению на расчетный срок пригородных электропоездов с возможностью удлинения до 400 м (на длину сдвоенных 10-вагонных электропоездов).

Длина платформ у путей прибытия дальних поездов на станциях тупикового типа должна включать в себя длину обращающегося локомотива (в трудных условиях длина платформы увеличивается не менее чем на 10 м).

Пол высоких пассажирских платформ следует проектировать на высоте 1 100 мм от уровня верха головки рельса, а низких — на высоте 200 мм. Расстояние от оси пути до высоких платформ должно быть 1 920 мм, а до низких — 1 745 мм.

Ширина пассажирских платформ на станциях, где возможен безостановочный пропуск пассажирских поездов со скоростями более 120 км/ч по пути, смежному с платформой, должна обеспечивать возможность безопасного нахождения пассажиров (на расстоянии не менее 3 м от края платформы) во время пропуска скоростного поезда.

Ширину основной боковой пассажирской платформы следует принимать не менее 6 м, а при переустройстве существующих станций в стесненных условиях — не менее 5 м в пределах расположения здания вокзала и не менее 4 м на остальном протяжении.

Ширина основной платформы при вокзалах вместимостью менее 200 чел. вне пределов пассажирского здания может быть уменьшена до 3 м.

Ширина промежуточной платформы должна быть не менее 4 м, а при небольшом числе пассажиров (при посадке на один поезд не более 25 чел.) и на линиях III и IV категории — не менее 3 м.

На линиях, где предусматривается движение пассажирских поездов со скоростями более 120 км/ч, ширина промежуточной платформы при расположении ее между главными путями составляет не менее 8 м, а в особо трудных условиях — не менее 6 м.

При наличии входов в тоннели, сходов с пешеходных мостов, павильонов и других сооружений, располагаемых на платформах, расстояние между крайней гранью сооружений и бортом платформы должно быть не менее 2 м. В обоснованных случаях для установки на платформе отдельно стоящих столбов освещения и т. п. можно уменьшить это расстояние, но не менее чем до 3,1 м от оси пути.

18.7. ОСТАНОВОЧНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПУНКТЫ, ЗОННЫЕ И ПЕРЕСАДОЧНЫЕ СТАНЦИИ

В населенных пунктах на перегонах пригородных железнодорожных участков для посадки и высадки пассажиров сооружают остановочные пассажирские пункты (рис. 18.12).

Платформы рекомендуется располагать в одном створе (рис. 18.12, *а*) или в сдвинутом против движения положении (рис.

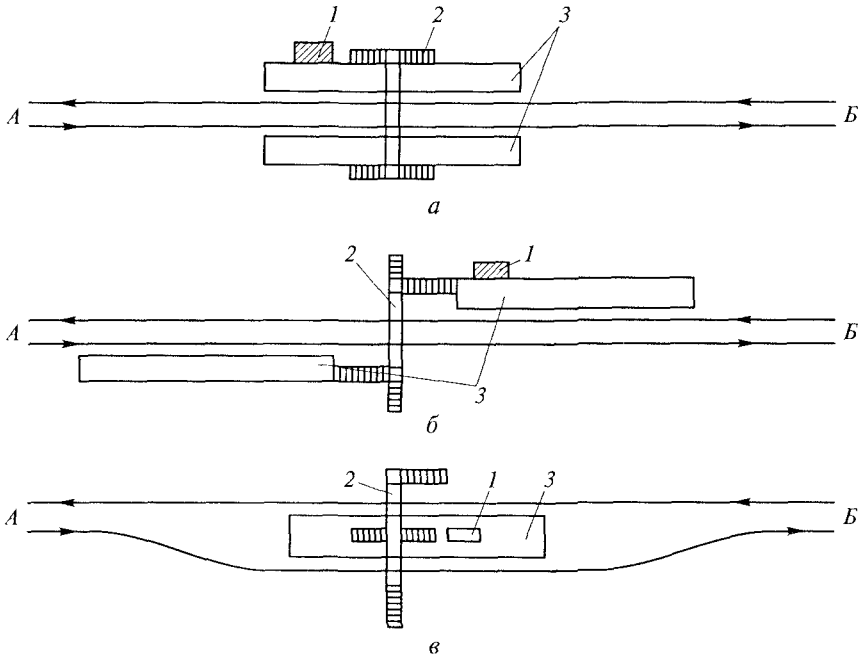


Рис. 18.12. Схемы расположения пассажирских платформ на пассажирских остановочных пунктах:

а — в створе; *б* — со смещением против направления движения; *в* — между главными путями; *1* — пассажирский павильон; *2* — пешеходный мост; *3* — пассажирские платформы; *А*, *Б* — подходы к станции

18.12, *б*). В обоснованных случаях допускается располагать их между главными путями (рис. 18.12, *в*).

В пунктах оборота пригородных поездов сооружают зонные станции, на которых предусматривают пути приема и отправления поездов, оканчивающих и начинающих движение на данной станции, а при необходимости также пути для стоянки составов или

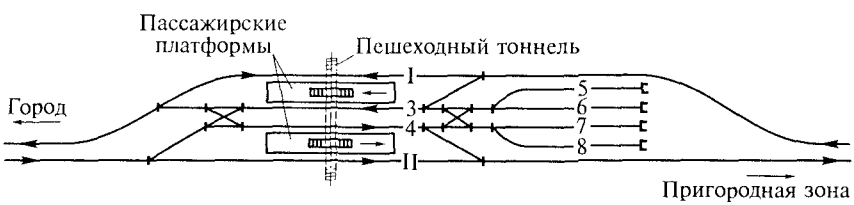


Рис. 18.13. Схема зонной станции:

I, II — главные пути; 3, 4 — зонные приемоотправочные пути; 5—8 — пути отстоя электропоездов

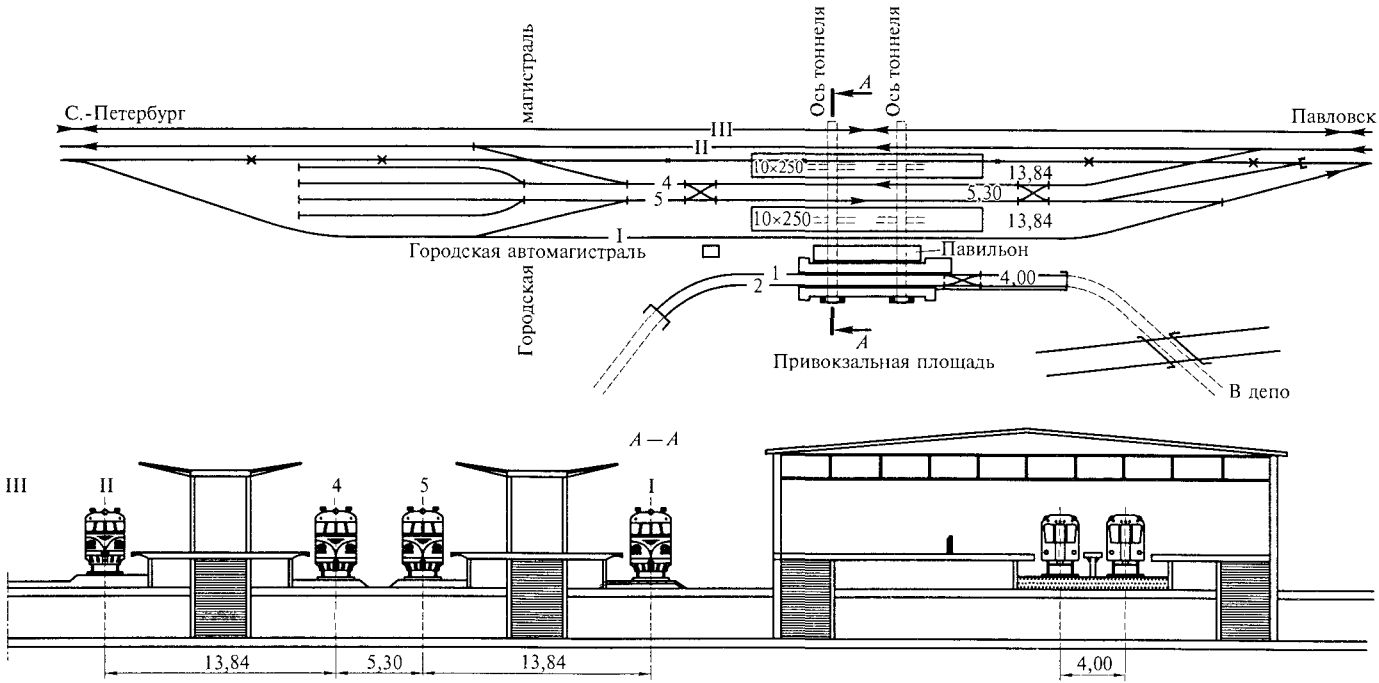


Рис. 18.14. Схема пересадочной станции метрополитена и железной дороги наземного типа с раздельными пассажирскими платформами (размеры указаны в метрах):

I, II, III — главные пути; 1, 2, — пути метрополитена; 4, 5 — приемоотправочные пути; 4,00; 5,30 и 13,84 — междупутные расстояния; ——— — существующие железнодорожные пути; ▬▬▬ — проектируемые железнодорожные пути; – – – – – — проектируемые пути метрополитена; ⤫——⤫ — разбираемый путь

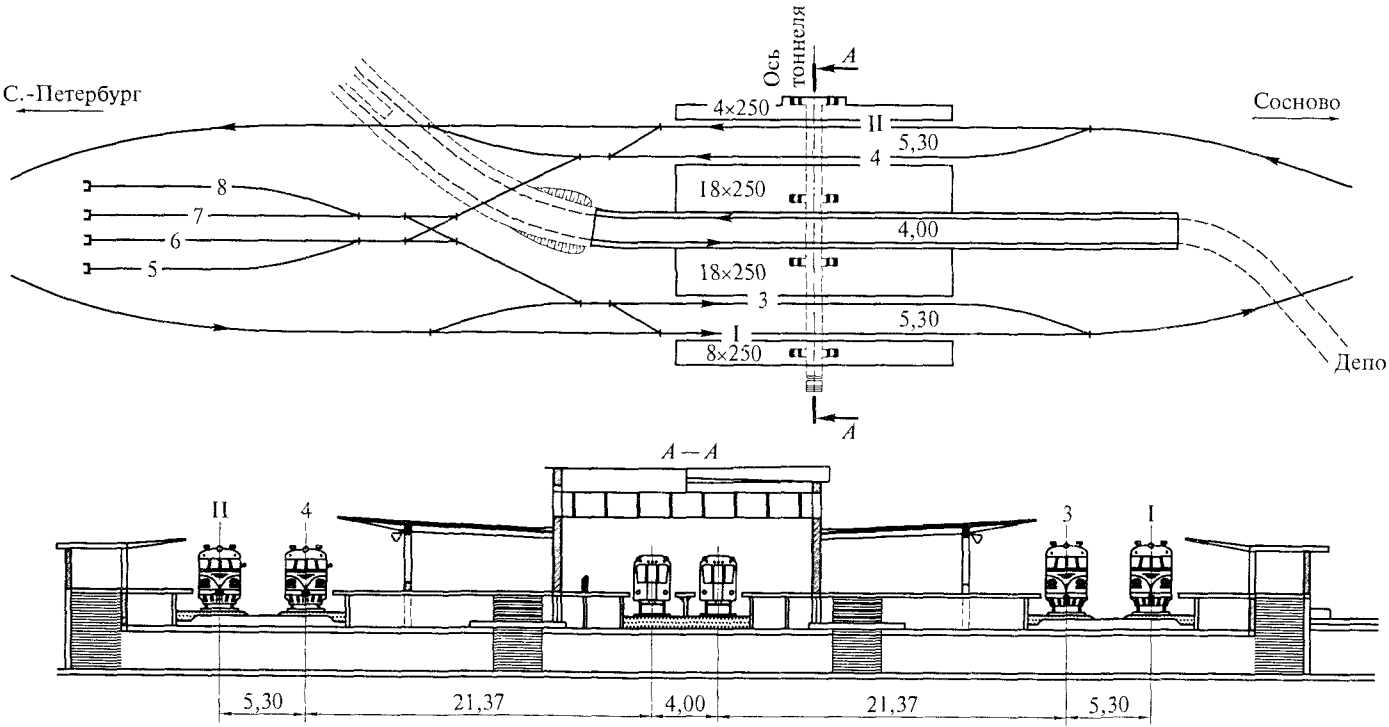


Рис. 18.15. Схема пересадочной станции метрополитена и железной дороги наземного типа с общими (совмещенными) платформами при внутреннем расположении путей метрополитена (размеры указаны в метрах):

I, II — главные пути; 3, 4 — приемоотправочные пути; 5—8 — пути отстоя; остальные обозначения см. на рис. 18.14

мотор-вагонных секций. Схема зонной станции показана на рис. 18.13. В конкретных местных условиях возможно применение и других схем.

В крупных железнодорожных узлах в пунктах сближения или пересечения пригородных железнодорожных линий с линиями метрополитена сооружают пересадочные станции. Тип пересадочных станций зависит от взаимного расположения линий железных дорог и метрополитена. При расположении железной дороги и метрополитена в одном уровне на поверхности земли проектируют наземные пересадочные станции. Они могут строиться двух типов — с раздельными пассажирскими платформами метрополитена и железной дороги (рис. 18.14) или с общими (совмещенными) платформами метрополитена и железной дороги при внутреннем расположении путей метрополитена (рис. 18.15).

В случаях когда линии железной дороги и метрополитена пересекаются в разных уровнях (метрополитен проходит в нижнем уровне), проектируют станции так называемого башенного типа, при этом на железнодорожной линии строят обычный остановочный пассажирский пункт (см. рис. 18.12, *в*) или станцию (см. рис. 18.13) с павильоном метрополитена для входа и выхода пассажиров.

18.8. СТАНЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Высокоскоростная специализированная магистраль (ВСМ) — это железнодорожная линия, предназначенная только для движения пассажирских экспрессов со скоростью более 200 км/ч. Однородность движения на ВСМ позволяет применять оптимальные параметры плана, профиля и конструкции пути, способствует автоматизации управления движением поездов. Первой в мире ВСМ считается японская Новая Токайдо (Токио—Осака 515 км), которая успешно работает с 1964 г., обеспечивая безопасность пассажиров и высокую эффективность.

Опыт эксплуатации Новой Токайдо послужил основанием для создания сети ВСМ в Японии (Синкансэн) общей протяженностью 3,5 тыс. км, из которых эксплуатируются более 2 000 км. Были пересмотрены роль и возможности железных дорог в организации комфортных пассажирских перевозок.

Вслед за Японией в строительстве ВСМ добились успехов Франция, Италия, Германия, Испания. Сооружение ВСМ стало одним из основных направлений в развитии мирового железнодорожного транспорта на длительную перспективу. Разрабатываются планы создания ВСМ во многих других странах мира.

Не стоит в стороне от этого направления и Россия. С 1971 г. ведутся научные и проектно-изыскательские работы по направле-

ниям Москва—Юг, Санкт-Петербург—Москва, Москва—Брест и др.

Первой российской ВСМ, предназначенной для удовлетворения спроса на быстрые комфортные перевозки пассажиров, суждено стать будущей двухпутной железнодорожной линии между Санкт-Петербургом и Москвой.

При проектировании ВСМ к числу важных относятся вопросы размещения раздельных пунктов на линии и выбора их путевых схем. На зарубежных ВСМ проявились два подхода. Например, в Японии размещение раздельных пунктов в районах населенных пунктов определяется положением станций действующих узкоколейных дорог (1 067 мм) с целью создания наибольших удобств при пересадке пассажиров с одной линии на другую, при этом расстояние между соседними станциями колеблется в диапазоне 19...60 км. Во Франции же трасса ВСМ автономна, на существующие станции не заходит (для направления на них части поездов строятся соединительные ветви). По этой причине на ВСМ устраиваются только те раздельные пункты, которые необходимы для обеспечения жизнедеятельности магистрали, быстрого устранения сбоев в движении поездов из-за внезапно возникших неисправностей в поезде или в постоянных устройствах.

На рис. 18.16 приведена типичная схема раздельного пункта с путевым развитием французских ВСМ. Здесь с одной стороны главных путей устраивается сквозной обгонный путь, на продолжении которого предусмотрен еще один путь на длину поезда. Неисправный поезд принимается на сквозной путь, а затем осаживается в тупик, после чего на сквозной путь подается исправный состав, в который пассажиры из получившего повреждение поезда переходят по специальной продольной платформе. Сторонность расположения таких путей на соседних раздельных пунктах чередуется, расстояние между ними колеблется от 40 до 60 км. Кроме этого, между ними через каждые 19...27 км размещаются один или два диспетчерских поста с двумя съездами между главными путями для переключения движения с одного главного пути на другой и перемещения комплекса ремонтных машин в ночное «окно».

Каждый из сложившихся в мировой практике вариантов размещения раздельных пунктов во многом был обусловлен объек-

Рис. 18.16. Схема станции французских ВСМ:

I, II — главные пути; 3, 4 — приемоотправочные пути; *А*, *Б* — подходы к станции

тивными факторами и в результате многолетней эксплуатации получил свое право на признание. Все ценное и приемлемое из имеющегося зарубежного опыта целесообразно использовать для российских условий.

Основными целями раздельных пунктов ВСМ следует считать обеспечение:

комфорта при обслуживании пассажиров;

безопасности и бесперебойности движения поездов;

высокой экономической эффективности работы линии в целом.

Выполнение первой цели реализуется предоставлением разнообразных услуг пассажирам (с дифференциацией по возрасту и здоровью) перед посадкой в поезд и после прибытия на конечную станцию, а также обеспечением безопасной и удобной посадки и высадки пассажиров.

Вторая цель достигается оптимальным размещением баз технического обслуживания (БТО) стационарных устройств на линии в целом и в пределах каждого раздельного пункта, в частности, с созданием благоприятных условий для кооперирования однородных устройств, территорий и взаимозаменяемости основных путей при движении поездов в нештатных ситуациях (при отказах устройств); кроме того, должны обеспечиваться быстрейшая локализация неисправных поездов и благоприятные условия их быстрого восстановления.

Идеальной является ситуация, когда частота расположения пассажирообразующих пунктов равна необходимой частоте расположения БТО или больше нее. В этом случае, кроме головных, на линии размещаются только станции с пассажирскими операциями и с БТО (вариант японских ВСМ). Схема такой станции приведена на рис. 18.17.

В условиях России крупные населенные пункты на направлениях предполагаемых ВСМ располагаются друг от друга на рас-

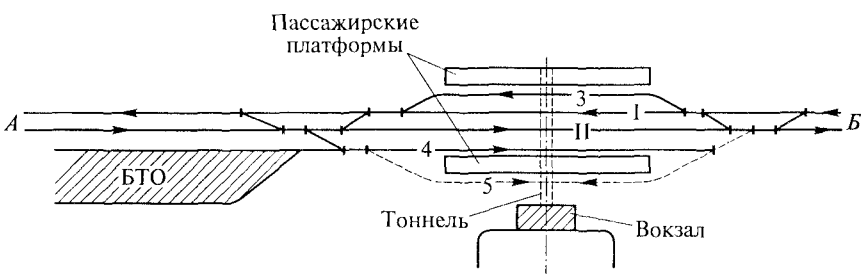


Рис. 18.17. Схема пассажирской проходной станции ВСМ:

I, II — главные пути; 3—5 — приемоотправочные пути; *А*, *Б* — подходы к станции; БТО — база технического обслуживания постоянных устройств

стояниях в 2—3 раза больших, чем необходимое расстояние между БТО. Это вызывает необходимость сооружения линейных раздельных пунктов без пассажирских операций, но с двумя приемоотправочными путями и пассажирской платформой между ними для пересадки пассажиров. Схема такого раздельного пункта показана на рис. 18.18. В отличие от аналогичных по назначению раздельных пунктов французских ВСМ (см. рис. 18.16) схема с параллельным расположением двух сквозных путей (см. рис. 18.18) легко позволяет в перспективе преобразовать этот раздельный пункт в пассажирскую станцию (штриховые линии) и уменьшает неудобства, испытываемые пассажирами при пересадке. Сторонность расположения приемоотправочных путей относительно главных путей на соседних раздельных пунктах должна быть разной. Два диспетчерских съезда, позволяющих отправить поезда с приемоотправочных путей на любой главный путь в оба направления, должны быть уложены на каждом раздельном пункте.

Как на проходных пассажирских станциях, так и на линейных раздельных пунктах с приемоотправочными путями предусматривают БТО, при этом продольное размещение более предпочтительно, так как не закрывает вторую сторону станции для автоподъездов и не мешает благоустройству, обеспечивает выход ремонтных машин с меньшими маневрами, не затрудняет в перспективе превращение линейного раздельного пункта в пассажирскую станцию.

Через 100...120 км число приемоотправочных путей на этих раздельных пунктах должно быть увеличено на 1—2 (см. штриховые линии на рис. 18.17 и 18.18).

В пунктах оборота части высокоскоростных поездов путевое развитие станций проектируют по схемам, близким для зонных станций обычных железных дорог.

Кроме того, через 25...30 км от станции или линейного раздельного пункта необходимо устраивать диспетчерские посты, основу которых составляют два съезда между главными путями для регулирования движения поездов в нештатных ситуациях или

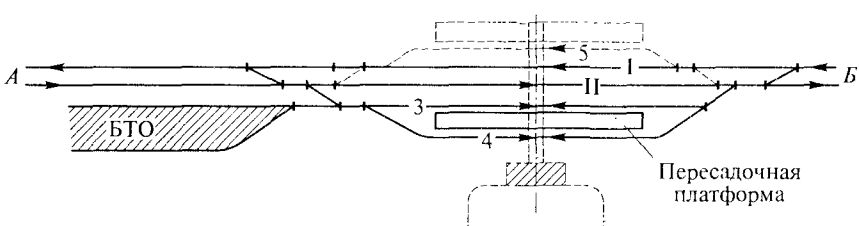


Рис. 18.18. Схема раздельного пункта с путевым развитием ВСМ:
обозначения см. на рис. 18.17

ремонтных машин в период «окна». К диспетчерскому посту могут примыкать тупиковые пути для путевой техники, соединительные ветви для связи с обычными линиями.

Оптимальное размещение на ВСМ раздельных пунктов с рациональными схемами во многом обеспечит высокий комфорт и полную безопасность пассажиров, а также эффективную организацию технического обслуживания путей, контактной сети и других стационарных устройств.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены и как классифицируются пассажирские станции?

2. Назовите достоинства и недостатки пассажирских станций тупикового типа.

3. В чем состоят особенности горловин пассажирских станций?

4. Для чего предназначены пассажирские технические станции? Назовите их основные устройства.

5. Какие операции выполняются в ремонтно-экипировочных депо?

6. Как устанавливаются длина и ширина пассажирских платформ?

7. Для чего предназначены зонные и пересадочные станции?

8. Каковы основные особенности раздельных пунктов на высокоскоростных магистралях?

ГЛАВА 19

ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ

19.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Грузовые станции предназначены для приема, расформирования, формирования и отправления грузовых поездов и выполнения грузовых операций по погрузке, выгрузке и складированию грузов. Это стыковые пункты, на которых осуществляется взаимодействие железнодорожного транспорта с другими видами транспорта — автомобильным, водным, трубопроводным, промышленным, а также с железными дорогами колеи 1 435 или 750 мм.

Основными операциями, выполняемыми на грузовых станциях, являются прием к перевозке, взвешивание, хранение, погрузка, выгрузка, сортировка и выдача грузов, оформление перевозочных документов; прием, отправление, формирование и расформирование грузовых поездов, маневровая работа по подаче вагонов на погрузочно-выгрузочные фронты и их уборке, обслуживание подъездных путей и транспортно-экспедиторские услуги.

Грузовые станции размещают в крупных населенных пунктах и промышленных центрах. В зависимости от назначения и характера выполняемой работы грузовые станции подразделяются:

на неспециализированные (общего пользования), где происходят погрузка и выгрузка всех видов грузов и обслуживание подъездных путей;

специализированные для переработки отдельных видов грузов (угля, руды, нефти, леса, минерально-строительных, зерна и др.);

перегрузочные для перегрузки грузов из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи;

портовые, обслуживающие морские, речные порты и паромные переправы.

19.2. ОСНОВНЫЕ УСТРОЙСТВА ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Грузовые станции общего пользования располагают в железнодорожных узлах для переработки в основном местных вагоно-

потоков и на магистральных линиях — для переработки местных и транзитных вагонопотоков. На этих станциях осуществляются технические операции по обработке поездов, коммерческие и грузовые операции, связанные с приемом, погрузкой, выгрузкой и отправлением различных родов груза.

К *техническим операциям* относятся прием поездов; расформирование поездов с сортировкой вагонов по местам погрузки и выгрузки грузов; подача вагонов в грузовой район и расстановка их по грузовым фронтам; уборка вагонов с мест погрузки и выгрузки; формирование поездов и отправление их на сортировочную станцию или непосредственно на железнодорожную линию.

Коммерческие и грузовые операции включают в себя прием груза от отправителя; хранение груза; погрузку груза; выдачу его получателю; оформление документов на грузовые перевозки; сортировку; взвешивание и перегрузку грузов; проверку погрузки и креплений груза на открытом подвижном составе; сдачу вагонов под охрану.

На грузовых станциях в необходимых случаях выполняют экипировку локомотивов, работающих на станции или примыкающих подъездных путях, безотцепочный и отцепочный ремонт вагонов и подготавливают вагоны под погрузку.

Для выполнения указанной работы на грузовых станциях общего пользования имеются пути, сортировочные устройства, грузовой район, служебно-технические здания и сооружения, в отдельных случаях — устройства для экипировки локомотивов и ремонта вагонов.

Путевое развитие состоит из приемоотправочных, сортировочных, погрузочно-выгрузочных, выставочных, весовых, соединительных и ходовых путей. Приемоотправочные пути используются для приема и отправления поездов (передач). На сортировочных путях осуществляются сортировка вагонов и формирование подач по отдельным фронтам погрузки и выгрузки, а также формирование поездов и передач на основную станцию узла или на линию.

Сортировочные устройства могут быть в виде вытяжного пути со стрелочной улицей на уклоне, вытяжного пути специального профиля или горки малой мощности.

Вытяжные пути со стрелочной улицей на уклоне применяются при переработке в сутки до 100 вагонов и наличии до четырех пунктов погрузки-выгрузки; вытяжные пути специального профиля — при сортировке до 250 вагонов и наличии более четырех пунктов; горка малой мощности — при объеме переработки более 250 вагонов в сутки.

Одним из основных устройств грузовой станции является грузовой район. Грузовые районы, в свою очередь, имеют путевое развитие (погрузочно-выгрузочные, выставочные, соединитель-

ные пути), складские и служебно-технические здания, средства механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.

В грузовых районах общего пользования устраивают крытые склады для тарных и штучных грузов, мелких отправок, открытые площадки для контейнеров, тяжеловесных грузов, лесоматериалов, минерально-строительных материалов и угля; размещают устройства для непосредственной перегрузки (по прямому варианту) из вагонов на автотранспорт и наоборот; платформы для колесных грузов и самоходных единиц, строят товарные конторы и другие вспомогательные здания и помещения.

На грузовой станции имеются устройства водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, освещения, энергоснабжения, связи, телевидения, механизированная почта для пересылки документов между станционным технологическим центром и товарной конторами и пунктами погрузки-выгрузки.

При проектировании новых грузовых станций устройство санитарно-защитной зоны от жилой застройки и санитарных разрывов до ближайших производственных и вспомогательных помещений для массовых навалочных, пылящих, химических и других грузов необходимо предусматривать в соответствии с требованиями Санитарных норм проектирования промышленных предприятий. Также следует учитывать и возможность дальнейшего развития грузовых устройств.

19.3. СХЕМЫ ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ РАБОТЫ

Типовые схемы проектируемых грузовых станций общего пользования приведены на рис. 19.1.

Грузовые станции тупикового типа с параллельным расположением путей (приема поездов-передач, сортировочно-отправочных и сортировочных) могут быть с грузовым районом, размещенным последовательно станции или параллельно ей. При последовательном расположении грузового района (рис. 19.1, *а*) обеспечивается поточность движения вагонов при их подаче. Однако такая схема имеет ряд недостатков: не обеспечивается одновременность сортировки вагонов и их подачи; увеличивается пробег локомотивов при следовании их из грузового района в сортировочный парк; перегружается входная горловина станции из-за концентрации в ней операций по приему, отправлению, расформированию и формированию поездов (передач). Она рекомендуется при узкой длинной станционной площадке и небольшом объеме работы.

При параллельном расположении грузового района (рис. 19.1, *б*) за счет двух вытяжных путей, расположенных в противоположных

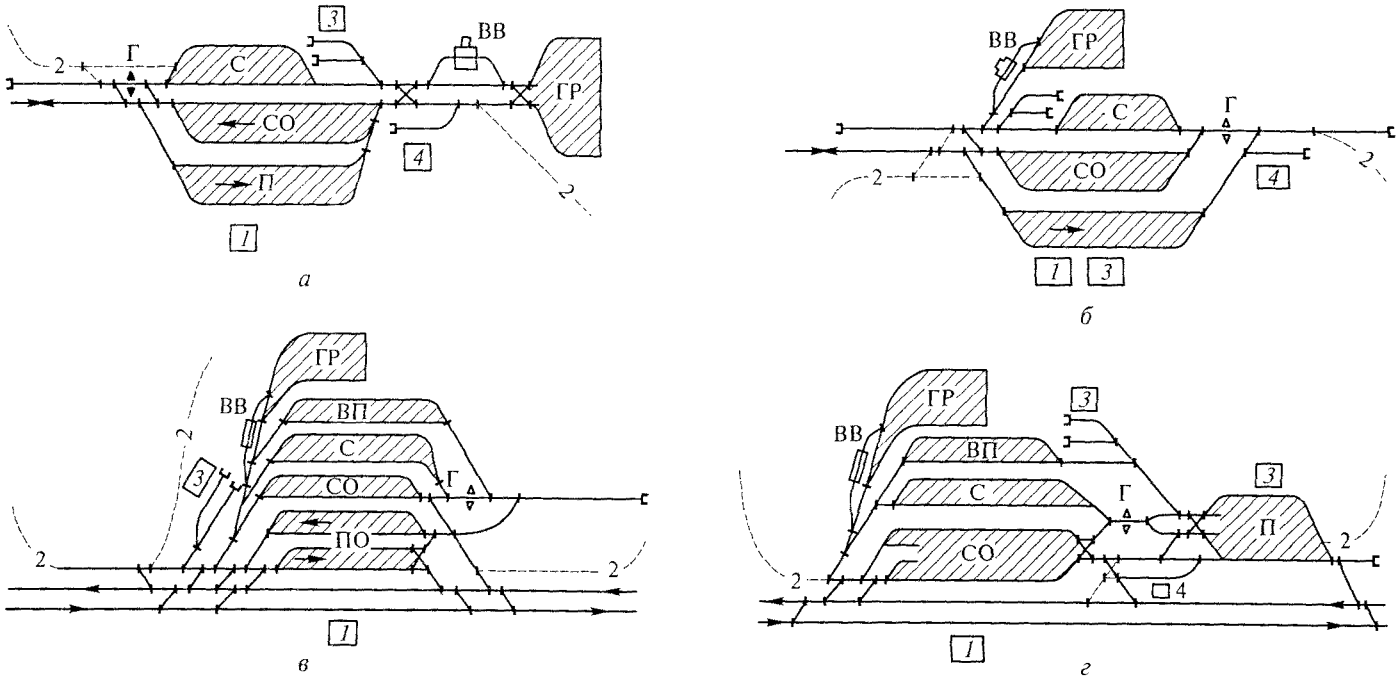


Рис. 19.1. Схемы грузовых станций:

а — тупикового типа с параллельным расположением парков и последовательным расположением грузового района; *б* — тупикового типа с параллельным расположением парков и грузового района; *в* — сквозного типа с параллельным расположением парков и грузового района; *г* — сквозного типа с последовательным расположением парков приема и сортировочного; *1* — станционное здание, совмещенное с постом ЭЦ и технической конторой; 2 — подъездной путь; *3* — пункт технического обслуживания; *4* — экипировочные устройства для локомотивов; П — парк приема; ПО — приемоотправочный парк; С — сортировочный парк; СО — сортировочно-отправочный парк; ВП — выставочный парк; Г — сортировочная горка; ВВ — вагонные весы; ГР — грузовой район

концах станции, изолируется работа локомотивов по обслуживанию грузового района и локомотивов по расформированию и формированию составов. На таких станциях обеспечивается одновременность приема или отправления поездов и подачи или уборки вагонов из грузового района.

Схема с параллельным расположением парков и грузового района может использоваться при наличии широкой и короткой станционной площадки и значительном объеме местной работы. Такая схема обеспечивает бóльшую перерабатывающую способность станции.

Станции сквозного типа (рис. 19.1, *в*, *г*) применяются на магистральных линиях и в крупных железнодорожных узлах. В отличие от тупиковых на них осуществляются пропуск транзитных поездов, а в некоторых случаях — расформирование и формирование сборных поездов и технических маршрутов.

Новые грузовые станции в крупных транспортных узлах и городах рекомендуется предусматривать, как правило, сквозными с последовательным расположением парков и параллельным или последовательным расположением грузового района (см. рис. 19.1, *г*).

При небольших объемах местной работы (до 100—150 вагонов в сутки) допускается проектировать грузовые станции тупиковыми с параллельным или последовательным расположением парков и параллельным размещением грузового района.

Выбор схемы грузовой станции осуществляется на основе технико-экономического обоснования с учетом рационального размещения всех ее устройств и удобной транспортной связи с тяготеющими промышленными и населенными пунктами.

19.4. ЧИСЛО И ПОЛЕЗНАЯ ДЛИНА ПУТЕЙ НА ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЯХ

Грузовые станции общего пользования, как правило, обеспечивают круглосуточный прием и отправление поездов, формирование и расформирование составов с подборкой вагонов по грузовым пунктам, подачу и уборку вагонов, выполнение грузовых и коммерческих операций.

Для выполнения этой работы на грузовых станциях устраиваются приемоотправочные пути или парки для приема и отправления поездов с местными вагонами, а при необходимости — для приема и отправления транзитных поездов, маршрутов в адрес железнодорожных подъездных путей; сортировочные пути или парки для сортировки вагонов по направлениям и подборки вагонов по местам и участкам погрузки и выгрузки, подъездным путям. В необходимых случаях предусматриваются сортировочно-отправочные пути или парки для формирования и отправления

поездов на участки (линии); сортировочные (группировочные) устройства; выставочные парки для отстоя вагонов, ожидающих подачи на грузовые пункты (см. рис. 19.1), и выставочные пути у грузовых пунктов для ускорения выполнения маневровых операций.

Число приемоотправочных путей должно быть выбрано с таким расчетом, чтобы обеспечивать беспрепятственный прием прибывающих на грузовую станцию поездов всех категорий, т. е. транзитных, передаточных, маршрутных в адрес железнодорожных подъездных путей.

Для грузовой станции, обслуживаемой передаточными поездами с соседней сортировочной станции, достаточно иметь один путь приема и один ходовой. В случае одновременного прибытия передаточных поездов с двух направлений возможна укладка еще одного пути приема.

Число путей для отправления поездов может быть принято равным числу назначений по плану формирования поездов грузовой станцией. При отправлении в сутки более 12—15 передаточных поездов определенного назначения требуются два пути.

Число путей на грузовых станциях сквозного типа для приема и отправления транзитных поездов может быть определено:

для станций, расположенных в узле, — по нормам для промежуточных станций, а именно: для однопутной линии при пропускной способности до 24 пар поездов параллельного графика — два пути; при пропускной способности более 24 пар поездов — два-три пути; для двухпутной линии — два-три пути;

для магистральных станций, осуществляющих переработку транзитного вагонопотока, — по нормам для участковых станций (СТН Ц-01—95, п. 10.21).

Число дополнительных приемоотправочных путей для маршрутных и других поездов, поступающих на станцию примыкания с общей сети под погрузку или выгрузку на подъездных путях, следует принимать по табл. 19.1.

Полученные для каждой категории поездов числа приемоотправочных путей суммируются. Во всех случаях на грузовой станции должно быть не менее трех приемоотправочных путей, плюс ходовой путь для локомотивов. Полезная длина приемоотправочных путей должна соответствовать стандартному значению, принятому на данном железнодорожном направлении с удлинением в случае необходимости существующих путей станции.

На грузовых станциях для приема и отправления передаточных поездов в ряде случаев (при невозможности укладки дополнительных приемоотправочных путей на станции, для организации приемосдаточных операций и др.) следует предусматривать устройство выставочных путей (парков), число которых определяется в зависимости от вагонопотока и характера его переработки,

Таблица 19.1

Назначение путей	Число приемоотправочных путей при среднесуточном числе поездов одного направления	
	до 8	8—12
Прием или отправление маршрутных поездов:		
без деления маршрута на части	1	1
с делением на 2—3 части	1—2	2
Прием и отправление сборных и участковых поездов	1—2	2

Примечания: 1. При двух и более примыканиях подъездных путей число путей следует увеличивать на 1 путь.

2. При обслуживании подъездного пути локомотивом ветвевладельца на станции следует предусматривать дополнительный ходовой путь.

числа примыкающих подъездных путей, их плана и профиля из расчета — один путь на шесть пар поездов (передач). Таких путей должно быть не менее двух.

Полезную длину выставочных путей принимают стандартной, установленной для данной линии, или по максимальной длине передаточного поезда, увеличенной на 10 %, но не менее 300 м.

В сортировочном парке число путей определяют суммированием потребного их числа для следующих целей. Для расформирования передач число сортировочных путей принимают не менее числа маневровых районов, и для каждого грузового пункта с ежесуточным прибытием (не в маршрутах) под выгрузку свыше 25 вагонов нужен отдельный сортировочный путь.

Ориентировочное число сортировочных путей для подборки вагонов по местам погрузки-выгрузки общего пользования грузового района может быть определено по табл. 19.2.

Таблица 19.2

Суточный вагонопоток, вагонов в сутки	Число сортировочных путей при общем числе назначений вагонов на станции					
	3	4	5	6	7	8
До 50	2	3	3	4	4	5
75	2	3	4	5	5	6
100	3	4	5	6	6	7
125 и более	3	4	5	6	7	8

На грузовых станциях, к которым примыкают подъездные пути, число дополнительных сортировочных путей для накопления вагонов в адрес промышленных станций, маневровых районов, обособленно расположенных грузовых фронтов, рекомендуется принимать по одному пути на 50—100 вагонов каждого формируемого назначения.

При меньшем числе вагонов на назначение необходимо предусматривать неспециализированные сортировочные пути (пути со скользящей специализацией) из расчета один путь на каждые 25—50 вагонов в среднем в сутки.

При разветвленной сети грузовых фронтов на промышленных предприятиях целесообразно выделять один путь из расчета поступления на назначение не менее 20 вагонов в сутки.

Полезную длину сортировочных путей принимают равной длине формируемых поездов (в трудных условиях — равной половине поезда) или группы вагонов, увеличенной не менее чем на 10 %, при накоплении вагонов на целый состав — не менее длины приемоотправочных путей.

Полезная длина сортировочных путей для подборки вагонов по грузовым фронтам грузового района и другим погрузочно-выгрузочным пунктам устанавливается по длине максимальной подачи, увеличенной на 10 %, но не менее 300 м.

Полезную длину вытяжных путей принимают из расчета размещения на них поезда полной длины. В трудных условиях полезная длина вытяжных путей должна быть не менее половины длины поезда.

Полезную длину предохранительных тупиков устанавливают не менее 50 м, а полезную длину улавливающих тупиков определяют расчетом.

19.5. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

Одним из основных устройств грузовой станции являются грузовые районы (ГР), которые в зависимости от объема и характера работы бывают двух видов: неспециализированные (общего типа), предназначенные для переработки нескольких родов грузов, и специализированные — для переработки отдельных грузов.

Техническое оснащение ГР грузовой станции определяется объемом работы и видом перерабатываемых грузов. Путевое развитие грузовых районов устанавливается на основе комплексных расчетов технического оснащения грузовых пунктов.

Расположение грузового района на станции (рис. 19.2) должно обеспечивать удобное сообщение с ближайшими населенными пунктами, промышленными и сельскохозяйственными предприятиями; свободный подъезд транспортных средств к складским

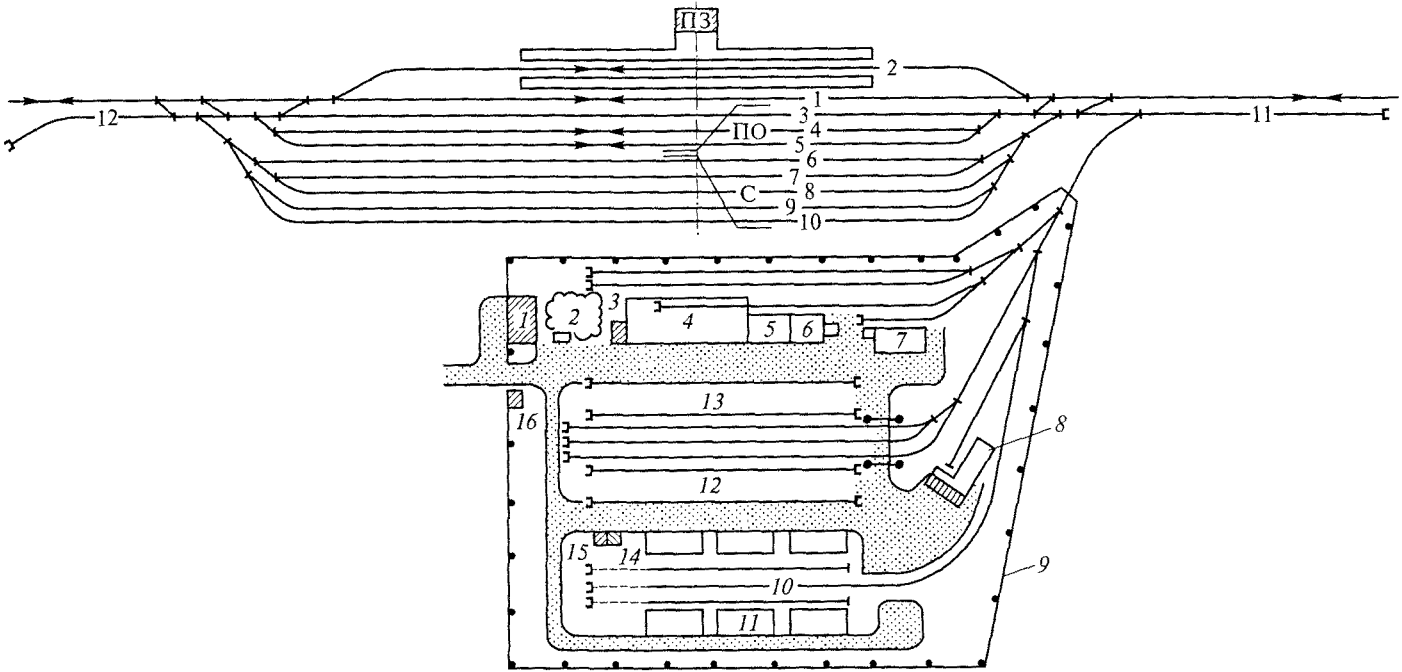
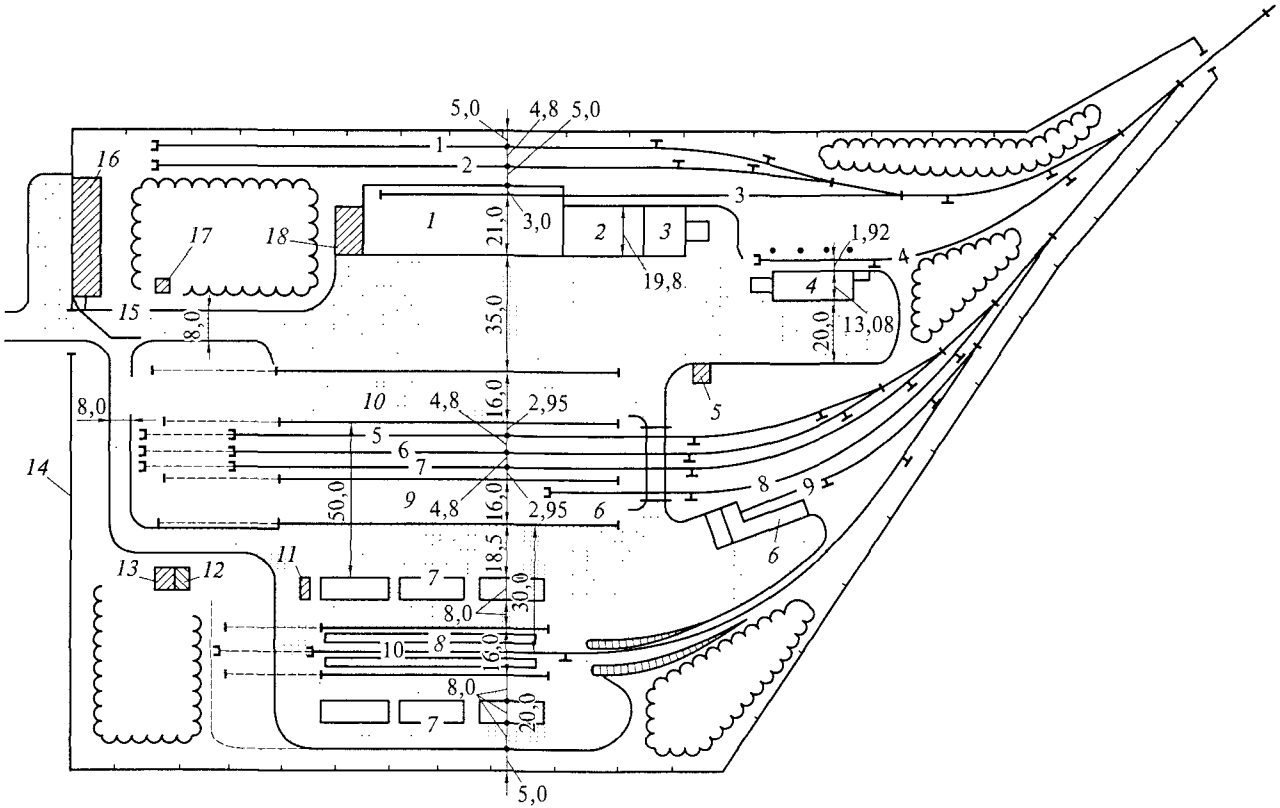


Рис. 19.2. Схема грузовой станции:

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* — платформа для выгрузки колесных грузов; *9* — забор; *10* — повышенный путь для выгрузки навалочных грузов; *11* — штабеля навалочных грузов; *12* — площадка для тяжеловесов; *13* — площадка для контейнеров; *14* — служебно-техническое здание для работников открытых складов; *15* — гараж для автомобилей; *16* — контрольно-пропускной пункт; 1—12 — погрузочно-выгрузочные пути: ПЗ — пассажирское здание; ПО — приемоотправочный парк; С — сортировочный парк


5,0
4,8
5,0
1
2
3
16
17
18
1
21,0
3,0
2
3
19,8
1,92
4
4
13,08
20,0
35,0
15
8,0
10
4,8
16,0
2,95
5
8,0
5
6
7
14
50,0
9
4,8
16,0
2,95
6
8
9
6
11
13
12
7
18,5
30,0
8,0
10
8
16,0
8,0
7
20,0
5,0

помещениям; удобную стоянку транспортных средств при погрузочно-выгрузочных операциях.

Вновь строящиеся крупные грузовые районы в зависимости от размера и характера работы, местных условий и способов механизации погрузочно-выгрузочных работ проектируют по схемам тупикового или комбинированного типа, как правило, с использованием типовых решений (проектов).

На рис. 19.3 приведен пример схемы грузового района тупикового типа, где показано взаимное размещение погрузочно-выгрузочных устройств железнодорожных путей, служебно-технических зданий и сооружений.

Планировка грузового района должна обеспечивать поточность движения автомашин, достаточную ширину проездов и выделение специальных мест для стоянки автомашин.

При значительном удалении грузового района от путей станции в нем допускается укладывать выставочные пути. Общую полезную длину выставочных путей проектируют примерно равной удвоенной длине одновременно подаваемой на грузовой район группы вагонов.

Погрузочно-выгрузочные пути у складов и платформ строят тупиковыми и сквозными. Взаимное расположение путей должно быть таким, чтобы подача и уборка вагонов осуществлялись без прекращения погрузочно-разгрузочных работ, проводимых у соседних складских помещений.

Весовой путь и вагонные весы проектируют в грузовых районах при наличии погрузки навалочных грузов, при этом в целях обеспечения поточности движения вагонов весовой путь обычно располагают между сортировочным парком и грузовым районом.

Для тарных и штучных грузов, требующих закрытого хранения, применяют одноэтажные крытые склады, оборудованные стеллажами, с внутренним или наружным расположением погрузочно-выгрузочных путей (рис. 19.4).

Одноэтажные склады с внутренним вводом погрузочно-выгрузочных путей допускается проектировать однопролетными длиной 18; 24; 36 м и многопролетными.

Рис. 19.3. Схема грузового района тупикового типа (размеры указаны в метрах):

1 — крытый склад ангарного типа; *2* — крытая грузовая платформа; *3* — открытая грузовая платформа; *4* — крытая платформа для перегрузки по прямому варианту; *5* — платформа для выгрузки колесных грузов; *6* — контейнерная площадка; *7* — площадки навалочных грузов; *8* — повышенный путь (эстакада); *9* — площадка тяжеловесов; *10* — площадка длинномерных грузов; *11* — автомобильные весы; *12* — помещение для обогрева грузчиков и механизаторов; *13* — гараж для автопогрузчиков и автомобилей; *14* — ограждение; *15* — контрольно-пропускной пункт; *16* — административно-бытовой корпус; *17* — трансформаторная подстанция; *18* — гараж и зарядная для электропогрузчиков; 1—10 — погрузочно-выгрузочные пути

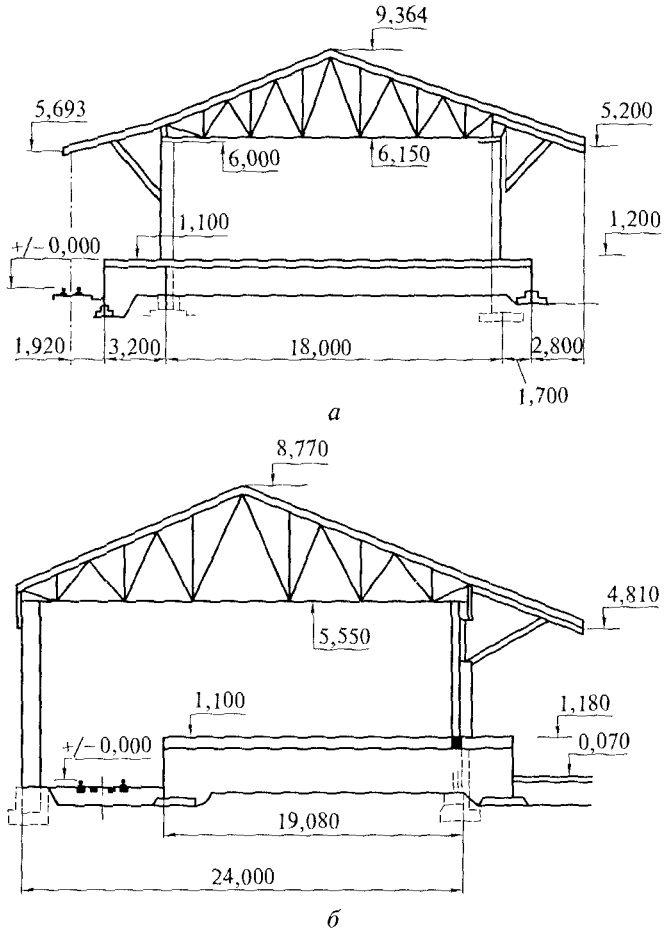


Рис. 19.4. Крытые грузовые склады для тарных и штучных грузов с наружным (*а*) и внутренним (*б*) расположением путей (размеры указаны в метрах)

При соответствующем обосновании допускается предусматривать высотные и многоэтажные склады с внутренним расположением путей. Высота складов до 12...16 м определяется проектом на основании характеристик, принятых в проекте подъемно-транспортных механизмов.

В зависимости от используемых средств механизации и автоматизации работ с тарными и штучными грузами могут применяться склады с электропогрузчиками (рис. 19.5) или автоматизированные склады со стеллажными кранами-штабелерами (рис. 19.6).

Механизированные склады с электропогрузчиками используют при небольших грузопотоках и незначительной потребной вме-

стимости складов, автоматизированные склады со стеллажными кранами-штабелерами — при больших грузопотоках и большой потребной вместимости складов. Ширину крытых складов, крытых и открытых грузовых платформ принимают не менее 18 м. Ширина внешней рампы у крытых складов должна быть не менее 3 м со стороны железнодорожного пути и не менее 1,5 м со стороны подъезда автомобильного транспорта, чтобы обеспечивалась работа погрузоразгрузочных машин.

Длину склада определяют в зависимости от его потребной емкости с учетом необходимой длины погрузочно-выгрузочного фронта. При этом длина склада с внутренним или наружным расположением путей должна быть, как правило, не более 300 м.

Потребность в складах для долгосрочного хранения грузов и номенклатуру таких грузов определяют на основе технико-экономических расчетов.

Пункты для переработки среднетоннажных контейнеров оборудуют электрокозловыми кранами с автоматизированными захватами (автостропами) для застропки и отстропки контейнеров. Пролет кранов $L_{пр}$ принимают длиной 16; 25 и 32 м (рис. 19.7). Контейнерные площадки проектируют либо специализированными (по прибытию, отправлению), либо совместными.

Для переработки тяжеловесных грузов, металла и лесоматериалов проектируют двойные параллельные площадки с двумя-тре-

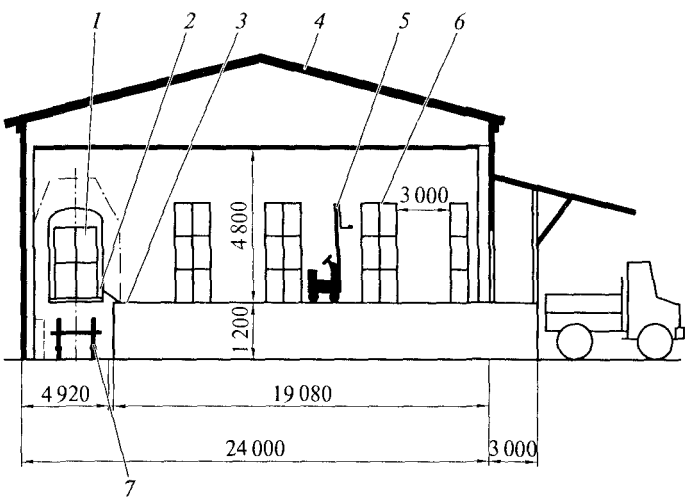


Рис. 19.5. Механизированный склад с электропогрузчиками:

1 — транспортный пакет; *2* — перекидной мостик (для выравнивания уровня пола вагона или автомобиля и грузовой рампы); *3* — грузовая рампа; *4* — складское здание; *5* — электропогрузчик; *6* — стеллажи трехъярусные клеточные; *7* — железнодорожный путь

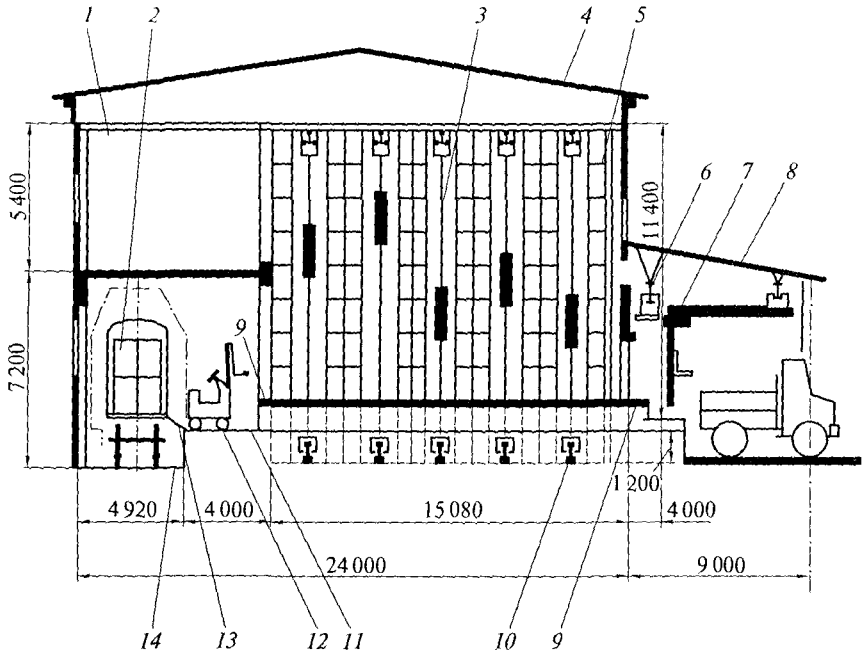
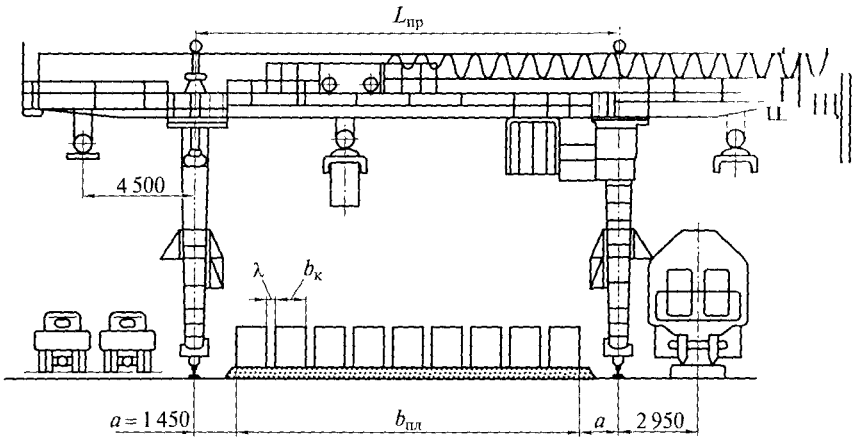


Рис. 19.6. Автоматизированный склад со стеллажными кранами-штабелерами:

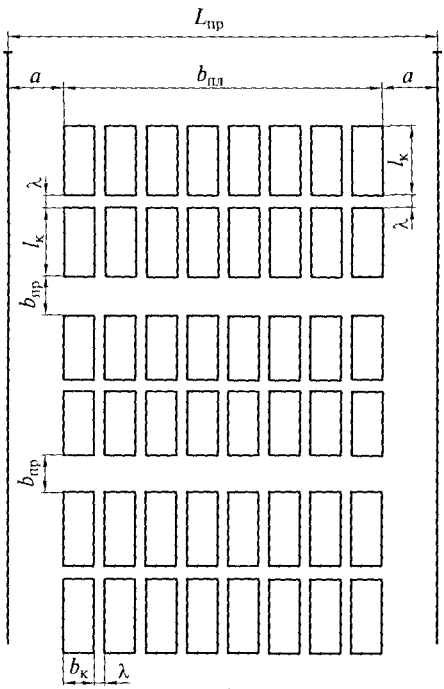
1 — служебно-технические помещения; *2* — пакет груза; *3* — автоматический стеллажный кран-штабелер грузоподъемностью 1000 кг; *4* — складское здание; *5* — стеллаж клеточный; *6* — подкрановые пути для мостового манипулятора; *7* — мостовой кран-манипулятор для погрузки и разгрузки грузов с автомобилей; *8* — навес; *9* — конвейерная система для внутрискладских перемещений грузов; *10* — подкрановые пути для стеллажных кранов-штабелеров; *11* — грузовая рампа; *12* — электропогрузчик; *13* — мостик передвижной для въезда электропогрузчика в вагон; *14* — железнодорожный путь

мя погрузочно-выгрузочными путями. При небольших объемах переработки контейнеров, тяжеловесных грузов, металла, лесоматериалов и других грузов открытого хранения предусматривают общие площадки — одинарные с одним погрузочно-выгрузочным путем, если общий объем переработки таких грузов в течение суток не будет превышать суточной производительности одного крана, или двойные параллельные с двумя путями.

Специализированные площадки для выгрузки насыпных грузов, угля, нерудных материалов и других пылящих грузов располагают с учетом направления преобладающих ветров в данном районе с наветренной стороны на расстоянии не менее 50 м от складов тарных и штучных грузов и контейнерных пунктов. Вокруг них размещают зеленые насаждения.



а



б

Рис. 19.7. Контейнерная площадка, оборудованная козловым краном:

а — козловой кран; *б* — схема размещения контейнеров на площадке; $L_{пр}$ — пролет крана; a — расстояние от оси подкранового пути до места установки контейнеров; $b_{пл}$ — ширина площадки; λ — зазор между контейнерами; $b_к$, $l_к$ — ширина и длина контейнера; $b_{пр}$ — ширина прохода между контейнерами

Постоянные склады на станциях для погрузки и выгрузки химических неядовитых и пылящих грузов располагают не ближе 300 м от служебных и жилых зданий.

19.6. РАСЧЕТ ГРУЗОВЫХ УСТРОЙСТВ

К основным устройствам грузовых районов, подлежащим расчету, относятся крытые склады, крытые и открытые платформы для переработки тарных и штучных грузов, площадки для контейнеров, лесоматериалов, тяжеловесных и навалочных грузов, повышенные пути (эстакады) для разгрузки платформ и полувагонов с сыпучими грузами, платформы для разгрузки колесной техники и др.

Потребные площади складов, платформ и площадок, м^2, рассчитывают отдельно для прибывающих и отправляемых грузов по формуле

$$F = \frac{Q\alpha tk}{365p},$$

где Q — расчетные размеры прибытия или отправления грузов данной категории за год, т; α — коэффициент неравномерности прибытия или отправления грузов; t — нормативная продолжительность хранения грузов на складах, сут; k — коэффициент, учитывающий размеры дополнительной площади на проходы для людей, проезды, размещение погрузочно-разгрузочных механизмов; p — норма нагрузки грузов на пол склада или основание площади, тс/м^2.

Потребная длина склада для данного рода грузов, м:

$$L_{ск} = F/b,$$

где b — ширина склада, используемая для размещения груза (полезная ширина), м.

Если склад проектируется общим для прибывающих и отправляемых грузов, то потребную площадь принимают суммарную по прибытии и отправлению.

Длина погрузочно-разгрузочного фронта вдоль железнодорожного пути, м:

$$L_{ф} = \sum N_{ф} l/n,$$

где $\sum N_{ф}$ — суточное число вагонов, подаваемых к фронту; l — длина вагона, м; n — число подач вагонов в сутки.

Таблица 19.3

Грузы	Срок хранения грузов, сут		Коэффициент на проходы и проезды k	Средняя нагрузка p, т/м^2	Полезная ширина склада b, м
	до отправления	по прибытии			
Тарные и штучные:					
при повагонных отправках	1,5	2,0	1,7	0,85	18,8 / 30,8
при мелких отправках	2,0	2,5	2,0	0,40	26
в контейнерах	1,0	2,0	1,9	0,50	13,1
Тяжеловесные	1,0	2,5	1,6	0,90	13,1
Перевозимые навалом	2,5	3,0	1,5	1,10	12,0

Примечание. Полезная ширина складов при повагонных отправках указана в числителе для склада шириной 24 м, в знаменателе — 36 м, при мелких отправках — для склада шириной 36 м; для контейнерных, тяжеловесных грузов — склады, оборудованные козловыми кранами пролетом 16 м; для навалочных — склады с разгрузочной эстакадой, оборудованной козловым краном с длиной пролета 16 м.

По расчетной площади и наибольшей длине погрузочно-разгрузочного фронта подбирают стандартную ширину и длину складских устройств, а затем определяют их число и размеры.

Нормативные данные для расчета складов и площадок приведены в табл. 19.3.

19.7. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ

Специализированные грузовые станции проектируют для переработки отдельных грузов: угля, руды, леса, зерна, нефти, сыпучих строительных материалов (песка, щебня, гравия) и др. К специализированным относятся также станции по переработке контейнеров (терминалы) и станции по обслуживанию морских и речных портов и паромных переправ.

Далее приводятся схемы отдельных специализированных станций.

Схема пункта погрузки угля (руды) из шахты (рис. 19.8) зависит от объема работы и способа погрузки. Применяют два способа погрузки: бункерный и безбункерный.

При бункерном способе груз предварительно накапливается в бункерах и, кроме того, устраивается запасный склад. Погрузка

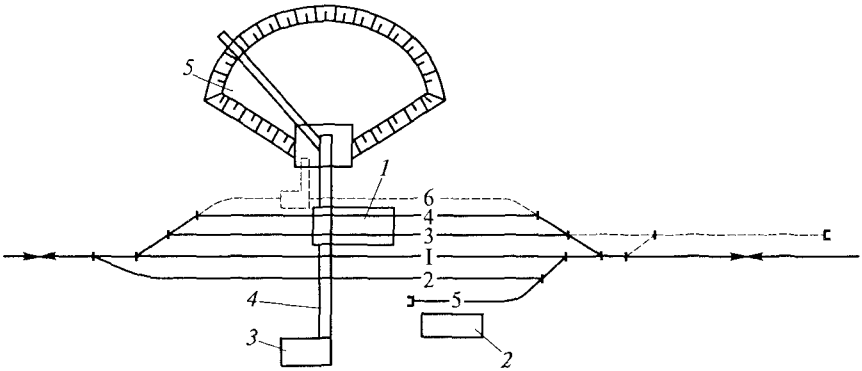


Рис. 19.8. Пункт погрузки угля (руды) из шахты:

1 — бункер; *2* — склад крепежного леса; *3* — здание блока главного ствола шахты; *4* — галерея; *5* — запасный склад угля (руды); I — главный путь; 2 — приемоотправочный путь; 3, 4 и 6 — погрузочные пути; 5 — выгрузочный путь

полувагонов осуществляется на путях 3, 4 при продвижении их под бункерами.

При безбункерном способе уголь (руда) грузятся непосредственно в вагоны непрерывным потоком с помощью погрузочного конвейера. В этом случае отпадает потребность в запасном складе, но должна быть обеспечена бесперебойная подача порожних вагонов под погрузку.

На многих шахтах используют оба рассмотренных способа погрузки.

Базы выгрузки инертных минерально-строительных материалов (песка, щебня, гравия, камня) устраивают в пунктах, где ведется крупное строительство (рис. 19.9). Выгрузка вагонов осуществляется на эстакадах, куда они подаются целыми маршрутами или группами из нескольких вагонов. Погрузка на автомашины из отвалов может производиться через бункеры или тракторными погрузчиками, экскаваторами и другими механизмами.

По этой же схеме устраивают также угольные базы.

В районах добычи или переработки нефти сооружают специальные пункты налива, а также промывочно-пропарочные станции для подготовки цистерн под налив нефтепродуктов (рис. 19.10).

Прибывающие на станцию порожние составы цистерн принимаются на пути приемоотправочного парка. После технического осмотра составы расформировывают на сортировочные пути по роду налива нефтепродуктов, виду ремонта и подготовки цистерн под налив. С сортировочных путей цистерны по соединительному пути 8 переставляют на пути соответствующих устройств промывочно-пропарочной станции. Подготовленные к наливу цистерны подают на пути пункта налива. Груженые цистерны с пункта на-

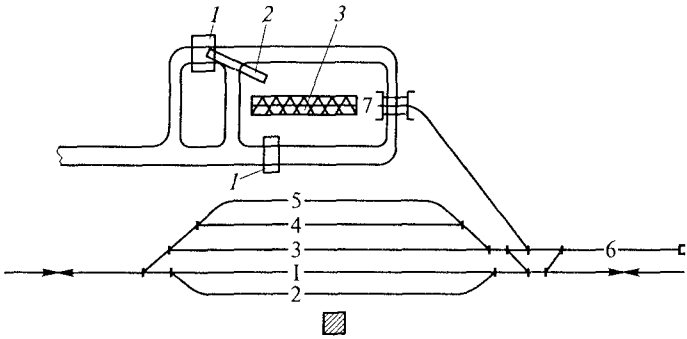


Рис. 19.9. Пункт (база) выгрузки инертных минерально-строительных материалов:

1 — бункеры для погрузки строительных материалов на автомашины; *2* — галерея; *3* — эстакада; I — главный путь; 2—5 — приемоотправочные пути; 6 — вытяжной путь; 7 — выгрузочный путь

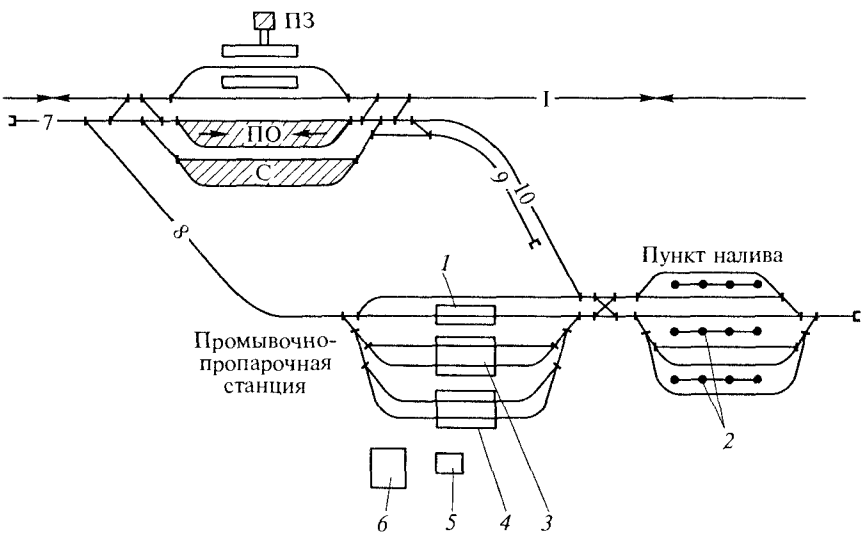


Рис. 19.10. Схема расположения станции, пункта налива и промывочно-пропарочной станции:

1 — ангар наружной обмывки цистерн; *2* — наливные эстакады; *3* — открытая эстакада обработки цистерн; *4* — депо пропарки цистерн; *5* — нефтеловушка; *6* — служебно-бытовой корпус; I — главный путь; 7 и 9 — вытяжные пути; 8 и 10 — соединительные пути; ПЗ — пассажирское здание; ПО — приемоотправочный парк; С — сортировочный парк

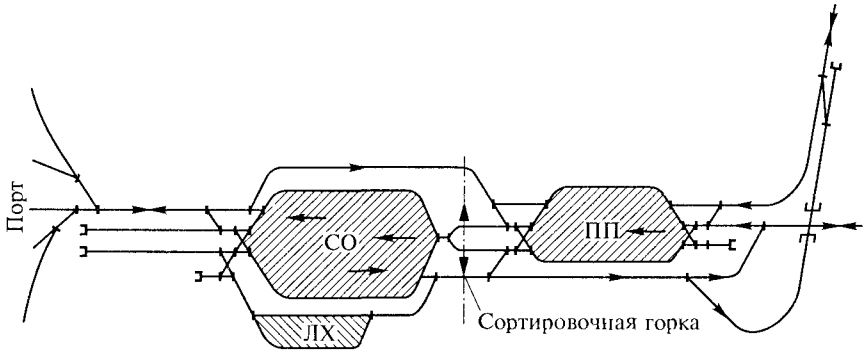


Рис. 19.11. Схема портовой станции для обслуживания порта с большим грузооборотом:

ПП — парк приема; СО — сортировочно-отправочный парк; ЛХ — локомотивное хозяйство

лива по соединительному пути 10 убирают на пути станции. Там формируют и отправляют маршруты.

К числу грузовых относятся портовые станции (рис. 19.11), обслуживающие морские и речные порты при перевалке грузов с железной дороги на водный транспорт и обратно. Эти станции выполняют работу по приему поездов с ближайшей к порту сортировочной станции, сортировке вагонов по отдельным погрузочно-выгрузочным фронтам (причалам, складам) и отправлению поездов на сортировочную станцию.

В смешанных железнодорожно-водных перевозках через большие водные преграды применяются железнодорожные паромные переправы, которые обслуживают специальные грузовые станции.

При организации паромных переправ используют одно-, двух- и трехпалубные паромы вместимостью соответственно 26, 104 и 108 четырехосных нагонов. На рис. 19.12 в качестве примера приведена схема портовой станции, обслуживающей морскую паромную переправу, на которой используются двухпалубные паромы с уложенными на палубах железнодорожными путями колеи 1 520 мм.

Комплекс устройств станции состоит из парков приема поездов в разборку, сортировочно-отправочного с горкой и выставочного (предпаромного).

Число путей в сортировочном парке принимается равным числу путей на пароме для формирования групп вагонов (плетей) плюс необходимое число сортировочных путей для накопления составов на внешнюю сеть и местных вагонов. Выставочные парки $В_1$ и $В_2$ предназначены для выставки подобранных групп вагонов на каждый путь парома и выкатки оттуда прибывших вагонов.

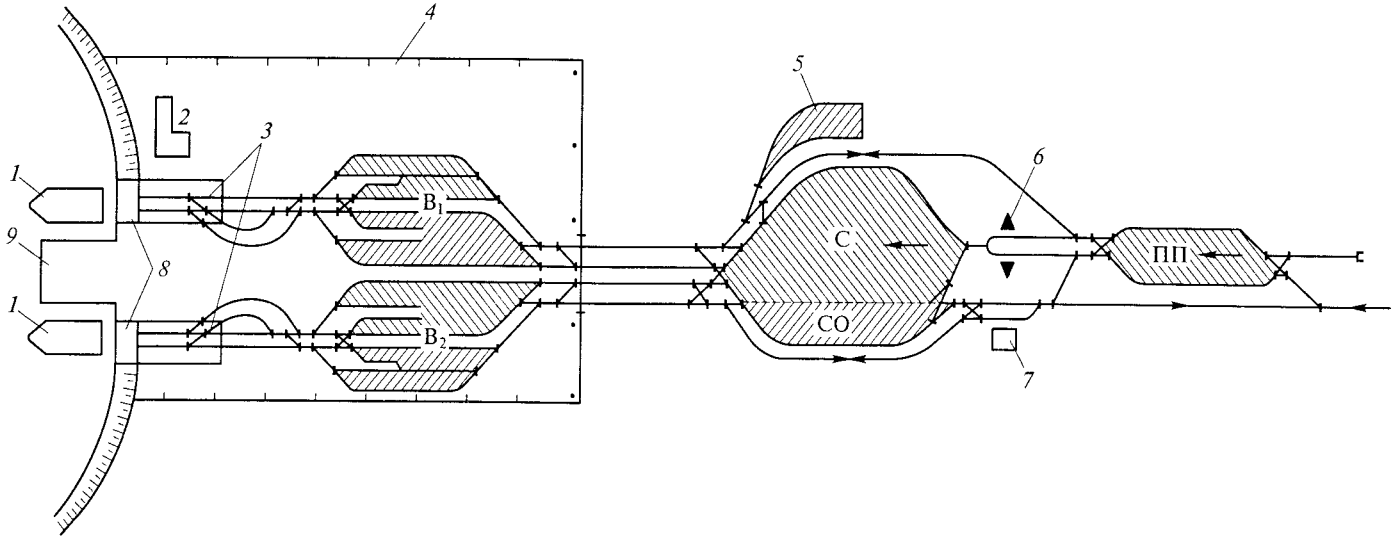


Рис. 19.12. Схема комплекса железнодорожных устройств по обслуживанию морской паромной переправы, использующей двухпалубные паромы с железнодорожными путями колеи 1 520 мм:

1 — паромы; *2* — административные корпуса; *3* — эстакада; *4* — ограждение режимной территории; *5* — локомотивное депо, сблокированное с грузовым складом; *6* — сортировочная горка; *7* — экипировочные устройства локомотивов; *8* — подъемно-переходные мосты; *9* — пирс; B_1, B_2 — выставочные парки; С — сортировочный парк; СО — сортировочно-отправочный парк; ПП — парк приема

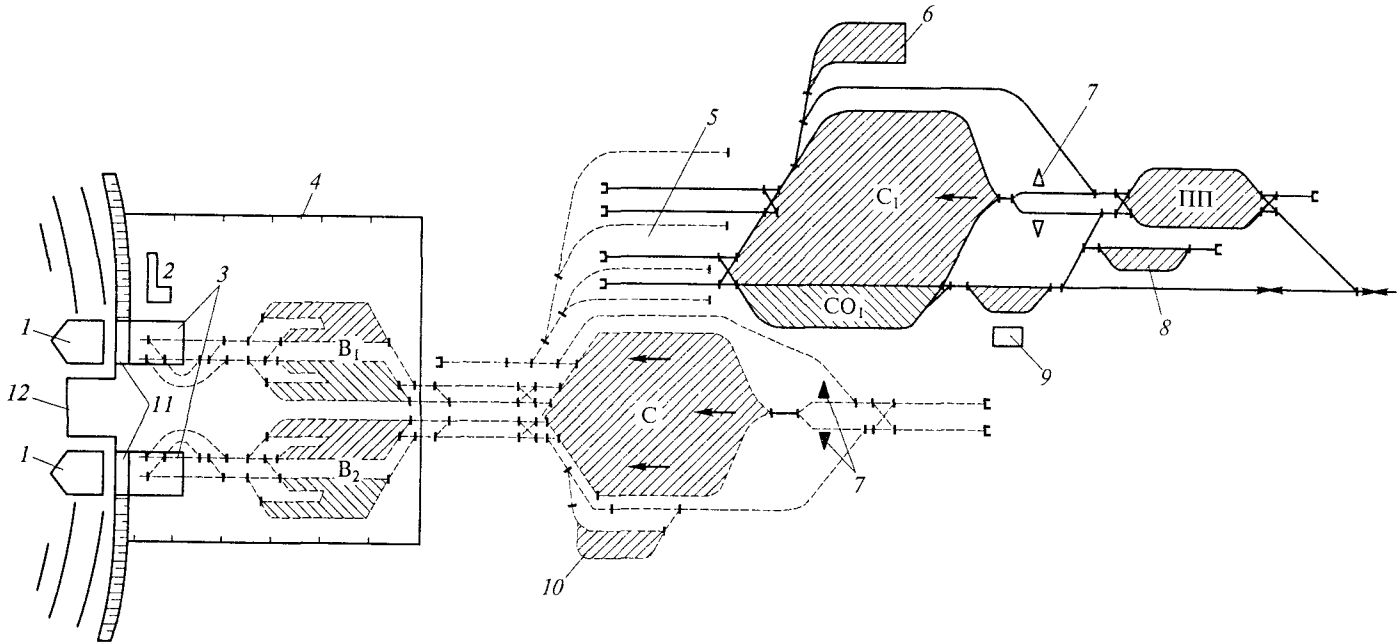


Рис. 19.13. Схема комплекса железнодорожных устройств на сети колеи 1 520 мм (сплошные линии) по обслуживанию морской паромной переправы, использующей двухпалубные паромы с железнодорожными путями колеи 1 435 мм (штриховые линии):

1 — паромы; *2* — административный корпус; *3* — эстакады; *4* — ограждение режимной территории; *5* — перегрузочные устройства; *6* — грузовой двор; *7* — сортировочные горки; *8* — локомотивное депо колеи 1 520 мм; *9* — экипировочные устройства локомотивов; *10* — локомотивное депо колеи 1 435 мм; *11* — подъемно-переходные мосты; *12* — пирс; ПП — парк приема; С, C_1 — сортировочные парки; CO_1 — сортировочно-отправочный парк: B_1, B_2 — выставочные парки

В этих же парках осуществляются таможенный и пограничный осмотры вагонов.

В варианте, когда предусмотрены железнодорожные пути колеи 1 435 мм, комплекс железнодорожных устройств состоит из двух сортировочных систем с железнодорожными путями колеи 1 520 и 1 435 мм, перегрузочных устройств, выставочного парка и предпричальных путей колеи 1 435 мм (рис. 19.13).

19.8. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПРИГРАНИЧНЫЕ ПЕРЕДАТОЧНЫЕ СТАНЦИИ

С распадом СССР на границах со странами СНГ и Балтии возникла необходимость строительства новых межгосударственных приграничных станций, предназначенных для обработки и отправления грузовых и пассажирских поездов, обращающихся между российскими и зарубежными пунктами.

Межгосударственные приграничные передаточные станции располагают непосредственно у границы или с некоторым незначительным удалением от нее в глубь страны (не более 15 км).

На приграничных передаточных станциях с грузовыми поездами, отправляющимися за границу и прибывающими из-за границы, выполняют следующие основные работы: прием и отправление поездов, технический осмотр и безотцепочный ремонт подвижного состава, коммерческий осмотр и устранение коммерческого брака, обработку документов в технической и коммерческой конторах, пограничный и таможенный досмотры, проверку документов и грузов санинспекцией и ветнадзором, проведение маневров по прицепке и отцепке вагонов.

С проходящими через пограничный пункт пассажирскими поездами ведутся работы по приему и отправлению поезда, техническому обслуживанию состава объединенными бригадами осмотрщиков российской и сопредельной стороны, проверке документов у пассажиров пограничным нарядом, проведению совместно с проводниками вагонов пограничо-таможенного контроля, досмотру купе и других помещений вагонов, наружному осмотру поезда пограничным нарядом, внутреннему осмотру почтово-багажных вагонов и локомотивов. Одновременно осуществляется таможенный контроль.

Для проведения указанных работ на приграничных передаточных станциях предусматриваются следующие устройства и сооружения (рис. 19.14): парк 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 погра-

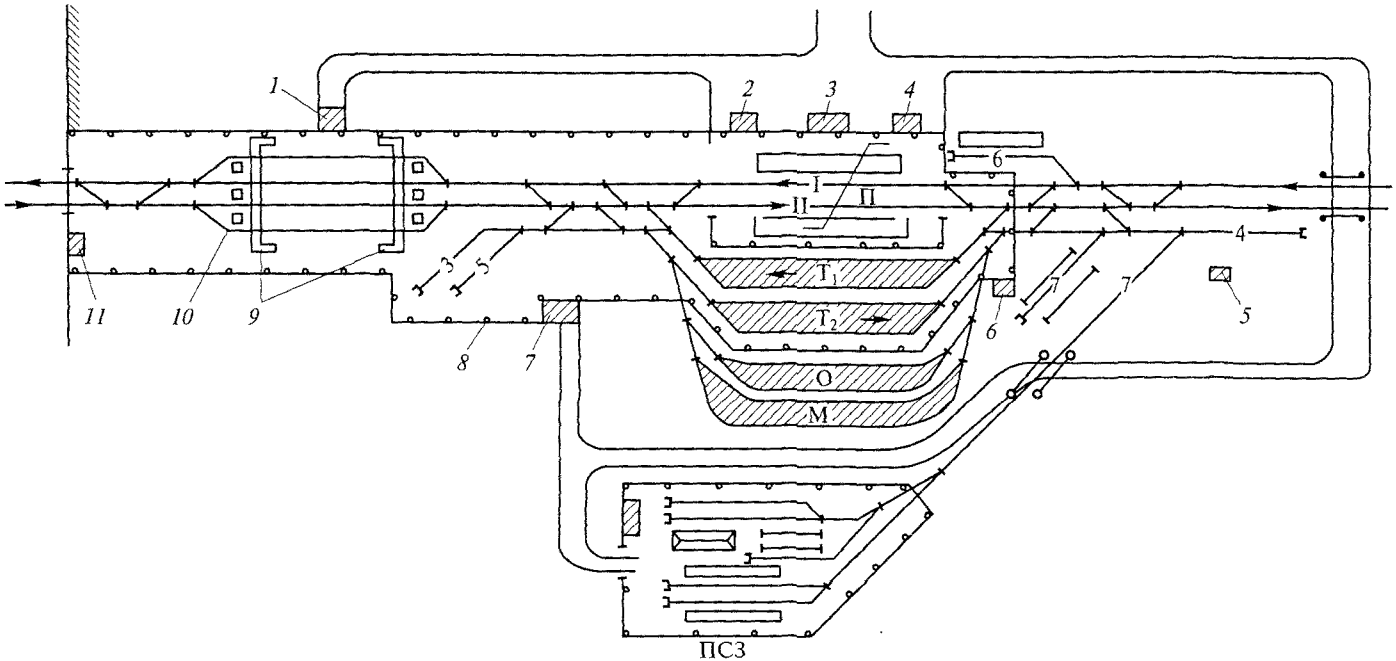


Рис. 19.14. Схема межгосударственного приграничного передаточного пункта:

1 — здание пограничного контрольного пункта; *2* — административно-бытовой корпус пограничников; *3* — вокзал; *4* — административно-бытовой корпус таможни; *5* — пост военизированной охраны; *6* — служебно-производственный корпус; *7* — здание дежурного по парку; *8* — забор; *9* — досмотровый мостик; *10* — досмотровый колодец; *11* — пост пограничной охраны; I, II — главные пути; 3, 4 — выгяжные пути; 5 — путь отстоя локомотивов; 6 — путь приема-отправления местных пассажирских поездов; 7 — путь отцепочного ремонта вагонов; П — пассажирский парк; T_1, T_2 — транзитные парки для грузовых поездов нечетного и четного направлений; О — парк отстоя задержанных вагонов; М — парк местной работы; ПСЗ — производственно-складская зона

ничниками и таможенниками с размещением в нем досмотровых мостиков, колодцев и служебных помещений; парки путей для местной работы, отстоя задержанных вагонов и отцепочного ремонта вагонов, а также производственно-складская зона для выполнения грузовых операций.

Контрольные вопросы

1. Назовите назначение и приведите классификацию грузовых станций.

2. Какие операции выполняются на грузовых станциях и какие устройства имеются для этого?

3. Как определяются число и полезная длина путей на грузовых станциях?

4. Приведите формулы для расчета площади и длины грузовых складов.

5. Назовите основные виды специализированных грузовых станций.

6. Для чего предназначены межгосударственные приграничные передаточные станции?

ГЛАВА 20

ПРОПУСКНАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СТАНЦИЙ

20.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Наличная пропускная способность станции ($n_н$) — это наибольшее число грузовых поездов (при заданном числе пассажирских), которое может быть пропущено станцией за сутки при полном использовании имеющихся технических средств и соблюдении прогрессивных норм времени на выполнение всех технологических операций.

Наличная пропускная способность не должна быть меньше *потребной пропускной способности*, соответствующей заданным или намечаемым размерам движения с учетом неравномерности движения по месяцам года и внутримесячной неравномерности, а также с учетом резерва, необходимого для обеспечения устойчивости работы при равномерном прибытии поездов. Размеры резерва для станций принимают такими же, как и для линий: 20 % для однопутных и 15 % для двухпутных участков.

Для участковых, сортировочных и грузовых станций рассчитывают также *наличную перерабатывающую способность* $N_н$, определяемую числом грузовых поездов (или вагонов), которое может переработать станция за сутки при передовой технологии и наилучшем использовании сортировочных устройств.

При предварительном расчете пропускной способности станции используют аналитический метод, согласно которому

$$n_н = \frac{1\,440m - \sum T_{пост}}{t_{зан}}, \qquad (20.1)$$

где m — число параллельно работающих однородных элементов рассчитываемого устройства; $\sum T_{пост}$ — время занятия устройства в течение суток для выполнения постоянных операций, не связанных с пропуском грузовых поездов, мин. В это время входят перерывы в использовании путей для пропуска пассажирских поездов, время, необходимое для текущего содержания путей и контактной сети и др.; $t_{зан}$ — средневзвешенное время занятия устройства одним поездом, мин.

Основной недостаток аналитического метода — ограниченные возможности при оценке взаимовлияния элементов станции на пропускную способность.

Помимо аналитического метода расчета пропускной и перерабатывающей способности в зависимости от требуемой точности вычислений и сложности схемы станции могут применяться методы графического и системотехнического моделирования. В графическом методе модель работы станции реализуется вручную путем разработки суточного плана-графика. Системотехническое моделирование предполагает использование ЭВМ.

20.2. РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРЛОВИН

Пропускная способность горловины зависит от структуры поездопотоков, числа маршрутов в горловине и их взаимного влияния, времени занятия ее элементов одним передвижением, типа станционных и перегонных устройств автоматики и телемеханики и др.

Если на расчетный период заданы доли поездов различных направлений и категорий, не зависящие от изменения размеров движения, наличную пропускную способность горловины определяют непосредственным расчетом:

$$n_{\text{г}} = \frac{1\,440 - T^{\text{г}}_{\text{пост}}}{t^{\text{г}}_{\text{зан}} + \varphi_{\text{г}} t^{\text{г}}_{\text{вр}}}, \qquad (20.2)$$

где $T^{\text{г}}_{\text{пост}}$ — время выполнения постоянных операций на наиболее загруженном (расчетном) элементе горловины в течение суток, мин; $t^{\text{г}}_{\text{зан}}$ — средневзвешенное время поездных и маневровых передвижений на расчетном элементе, приходящееся на один поезд, мин; $\varphi_{\text{г}}$ — коэффициент, учитывающий совмещение неврадебных операций в горловине (при двух параллельных маршрутах $\varphi_{\text{г}} = 1$; при трех — 0,7; при четырех и более — 0,5); $t^{\text{г}}_{\text{вр}}$ — средняя продолжительность возможных перерывов в использовании наиболее загруженного (расчетного) элемента горловины из-за враждебности маршрутов, приходящаяся на один поезд, мин.

В случае если соотношение чисел поездов различных категорий определяется графиком движения поездов и пропускная способность $n_{\text{н}}$ зависит от этого соотношения, то ее расчет можно выполнить с помощью коэффициента K использования пропускной способности горловины. При этом пропускная способность для i-й категории передвижений

$$n_{\text{н}_i} = n'_i / K, \qquad (20.3)$$

где n_i' — фактическое число операций по соответствующему маршруту (прием и отправление поездов, подача и уборка поездных локомотивов, различного рода маневровые передвижения), увеличивающееся пропорционально размерам движения.

Коэффициент

$$K = \frac{T}{1\,440\alpha_г - \sum T^г_{пост}}, \tag{20.4}$$

где T — общее время занятия расчетного элемента всеми предусмотренными операциями, зависящими от размеров движения, мин; $\alpha_г$ — коэффициент, учитывающий влияние перерывов в работе наиболее загруженного (расчетного) элемента горловины из-за наличия враждебных передвижений по остальным элементам горловины; $\sum T^г_{пост}$ — время занятия расчетного элемента горловины постоянными операциями (текущим обслуживанием, плановыми видами ремонта, снегоуборкой и др.), мин.

Коэффициент

$$\alpha_г = \left(\sum t^г_{зан} + \frac{\sum t^г_{зан.п} + \varphi_г t^г_{вр}}{1\,440} \right) \Big/ \left(\sum t^г_{зан.п} + \varphi_г t^г_{вр} \right), \tag{20.5}$$

где $\sum t^г_{зан}$ — время занятия наиболее загруженного (расчетного) элемента горловины поездными и маневровыми передвижениями, приходящееся на один поезд, мин; $\sum t^г_{зан.п}$ — то же, выполнением постоянных операций в течение суток, мин.

Для определения значений T и $\sum T^г_{пост}$ рекомендуется использовать следующие формулы:

$$T = \sum \tau_i n_i' (1 + \rho_г); \tag{20.6}$$

$$\sum T^г_{пост} = \sum (\tau_i n_i')_{пост}, \tag{20.7}$$

где τ_i — продолжительность занятия маршрута одной операцией, мин; $\rho_г$ — коэффициент, учитывающий отказы устройств электрической централизации (ЭЦ), равный 0,01.

20.3. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СТАНЦИОННЫХ ПУТЕЙ

Наличная пропускная способность приемоотправочных путей парка при непосредственном расчете определяется по формуле

$$n_{по} = \frac{1\,440\alpha_п\beta_п m_п - \sum T_{пост}}{t_{по}(1 + \rho_п)}, \tag{20.8}$$

где $\alpha_п$ — коэффициент, учитывающий влияние движения пассажирских и сборных поездов на степень использования путей; в зависимости от числа этих поездов принимается равным 0,7...0,95 для неузловых и 0,4...0,8 для узловых станций; $\beta_п$ — коэффициент, зависящий от характеристики подходов к станции: числа главных путей и используемых на них устройств автоматики [приемоотправочные парки для транзитных поездов без переработки — $\beta_п = 1$; парки приема (отправления) сортировочной станции: при примыкании одной линии $\beta_п = 1{,}02$; при примыкании двух и более $\beta_п = 1{,}09$]; $m_п$ — число путей в парке; $\sum T_{пост}$ — продолжительность занятия пути постоянными не зависящими от размеров движения операциями в течение суток, мин; $t_{по}$ — средневзвешенное время занятия пути поездом согласно технологическому процессу работы станции, мин; $\rho_п$ — коэффициент, учитывающий влияние колебания потоков, отказов технических устройств, взаимовлияние смежных устройств и других объективных факторов (для приемоотправочных путей неузловых станций двухпутных линий $\rho_п = 0{,}2$; неузловых станций однопутных линий — 0,3; узловых станций — 0,4; путей приема сортировочных станций — 0,3; отправочных парков сортировочных станций — 0,4).

На сортировочных станциях значение $\rho_п$ также зависит от перерабатывающей способности горки, расчет которой представлен в гл. 17.

Время занятия путей парков:

транзитным поездом

$$\tau_{тр} = t_{пр} + t_{ст} + t_{от}; \qquad (20.9)$$

поездом, поступающим в расформирование,

$$\tau_{р} = t_{пр} + t_{ст} + t_{уб}; \qquad (20.10)$$

отправляемым поездом своего формирования

$$\tau_{сф} = t_{под} + t_{ст} + t_{от}, \qquad (20.11)$$

где $t_{пр}$ — время занятия пути приемом поезда, мин; $t_{ст}$ — продолжительность занятия пути выполнением соответствующих операций, предусмотренных технологическим процессом, мин; $t_{от}$ — время занятия пути отправлением поезда, мин; $t_{уб}$ — продолжительность занятия пути уборкой состава, прибывшего в расформирование, мин; $t_{под}$ — время занятия пути отправления подачей состава своего формирования из сортировочного парка на путь отправления, мин.

Пропускную способность станционных путей можно установить и по коэффициенту использования пропускной способности путей $K_п$ из формулы

$$n_{\text{по}} = \sum n_i' / K_{\text{п}}, \qquad (20.12)$$

где n_i' — фактическое число поездов i-й категории, прибывающих в парк.

Коэффициент использования пропускной способности путей

$$K_{\text{п}} = \frac{T}{1\,440\alpha_{\text{п}}\beta_{\text{п}}m_{\text{п}} - \sum T_{\text{пост}}}, \qquad (20.13)$$

где T — общее суммарное время занятия путей рассчитываемого парка предусмотренными технологическим процессом станции операциями с грузовыми поездами, зависящими от размеров движения и специализации путей, мин.

Пример. Определить наличную пропускную способность приемоотправочных парков неузловой участковой станции поперечного типа, расположенной на двухпутной неэлектрифицированной линии (см. рис. 14.2). В четном приемоотправочном парке, состоящем из трех путей, обрабатывают 40 транзитных $\left(n_{\text{тр}}^{\text{Б}}\right)$ и восемь поездов своего формирования $\left(n_{\text{сф}}^{\text{Б}}\right)$. В парке ПО1 (число путей три) обрабатывают 36 транзитных $\left(n_{\text{тр}}^{\text{А}}\right)$ и 8 поездов своего формирования $\left(n_{\text{сф}}^{\text{А}}\right)$. В парк ПР (два пути) принимают в переработку по шесть поездов с обоих направлений $\left(n_{\text{р}}^{\text{А}}\right.$ и $\left.n_{\text{р}}^{\text{Б}}\right)$, в том числе две пары сборных, два маршрута под выгрузку на подъездной путь и отправляют на $Б$ два маршрута из порожних вагонов $\left(n_{\text{м}}^{\text{Б}}\right)$. Продолжительность занятия приемоотправочного пути обработкой одного поезда: транзитного $t_{\text{зан}}^{\text{тр}} = 49{,}2$ мин (см. пример в подразд. 14.5); прибывающего в расформирование и маршрута под выгрузку $t_{\text{зан}}^{\text{р}} = t_{\text{зан}}^{\text{м}} = 50$ мин; своего формирования $t_{\text{зан}}^{\text{сф}} = 44{,}6$ мин. Эти затраты времени могут быть определены по формулам (14.6)—(14.9). Потребность в проведении снегоуборочных работ на станции имеется в течение четырех месяцев, остальные восемь месяцев считаются летним периодом.

Решение. Прежде чем приступить к расчету следует дать пояснения по его последовательности и содержанию.

Согласно [5] находим пропускную способность каждого приемоотправочного парка отдельно ($n_{\text{по}}$). Значение $n_{\text{по}}$ определяем по формуле (20.12). Коэффициенты, учитывающие колебания вагонопотоков (ρ) и влияние на использование путей парка движения пассажирских и сборных поездов ($\alpha_{\text{п}}$), устанавливаются по данным Инструкции по расчету наличной пропускной способности железных дорог*. Для приемоотправочных парков неузловых участковых станций принимаем $\rho = 0{,}2$, а $\alpha_{\text{п}} = 0{,}75$. Коэффициент $\beta_{\text{п}}$ при расчете приемоотправочных парков для транзитных поездов без переработки равен 1.

---

* Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог / МПС СССР. — М.: Транспорт, 1991. — 303 с.

Продолжительность занятия путей станции в течение суток выполнением постоянных операций (ремонт и содержание пути, уборка снега и т. п.) $\sum T_{\text{пост}}$ устанавливается по данным Инструкции. На текущее содержание путей приема и отправления на неэлектрифицированных линиях принимаем 25 мин, на плановые виды ремонта (только в летний период) — 5 мин, на уборку снега — 10 мин. В рассматриваемых условиях $\sum T_{\text{пост}} = 25 + \frac{5 \cdot 8}{12} + \frac{10 \cdot 4}{12} = 25 + 3,3 + 3,3 = 31,6$ мин (на один путь). Для двух путей — 63,2 мин, для трех — 94,8 мин.

1. Общее время занятия путей соответствующего парка находим по формуле (20.6)

$$T_{\text{ПО1}} = (t^{\text{тр}}_{\text{зан}} n^{\text{Б}}_{\text{тр}} + t^{\text{сф}}_{\text{зан}} n^{\text{Б}}_{\text{сф}})(1 + \rho) = (49,2 \cdot 36 + 44,6 \cdot 8)(1 + 0,2) = 2\,553,6 \text{ мин};$$

$$T_{\text{ПО2}} = (t^{\text{тр}}_{\text{зан}} n^{\text{А}}_{\text{тр}} + t^{\text{сф}}_{\text{зан}} n^{\text{А}}_{\text{сф}})(1 + \rho) = (49,2 \cdot 38 + 44,6 \cdot 8)(1 + 0,2) = 2\,671,7 \text{ мин};$$

$$T_{\text{ПР}} = (t^{\text{р}}_{\text{зан}}(n^{\text{А}}_{\text{р}} + n^{\text{Б}}_{\text{р}} + n^{\text{Б}}_{\text{м}}) + t^{\text{сф}}_{\text{зан}} n^{\text{Б}}_{\text{м}})(1 + \rho) = (50(6 + 6 + 2) + 45 \cdot 2)(1 + 0,2) = 948 \text{ мин}.$$

2. Коэффициент использования пропускной способности путей определяем по формуле (20.13)

$$K_{\text{ПО1}} = \frac{2\,553,6}{0,75 \cdot 1 \cdot 1\,440 \cdot 3 - 94,8} = 0,812;$$

$$K_{\text{ПО2}} = \frac{2\,671,7}{0,75 \cdot 1 \cdot 1\,440 \cdot 3 - 94,8} = 0,85;$$

$$K_{\text{ПР}} = \frac{948}{0,75 \cdot 1 \cdot 1\,440 \cdot 2 - 63,2} = 0,452.$$

3. Пропускная способность парков

$$n_{\text{ПО1}} = \frac{n^{\text{Б}}_{\text{гр}} + n^{\text{Б}}_{\text{сф}}}{K_{\text{ПО1}}} = \frac{36 + 8}{0,812} = 54 \text{ поезда};$$

$$n_{\text{ПО2}} = \frac{n^{\text{А}}_{\text{тр}} + n^{\text{А}}_{\text{сф}}}{K_{\text{ПО2}}} = \frac{36 + 8}{0,85} = 54 \text{ поезда};$$

$$n_{\text{ПР}} = \frac{n^{\text{А}}_{\text{р}} + n^{\text{Б}}_{\text{р}} + n^{\text{Б}}_{\text{м}}}{K_{\text{ПР}}} = \frac{6 + 6 + 2}{0,452} = 30 \text{ поездов}.$$

Сопоставив полученные данные с потребной пропускной способностью (размерами движения в составе исходных данных с учетом 15 %), можно утверждать, что наличная пропускная способность каждого рассматриваемого парка выше потребной. Таким образом, имеет место резерв пропускной способности.

20.4. ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ГРУЗОВЫХ ФРОНТОВ

Перерабатывающая способность грузовых фронтов (ГФ) зависит от условий организации и продолжительности подачи на них и уборки вагонов, числа маневровых локомотивов, вместимости и технического оснащения ГФ, а также емкости складских помещений.

Условия организации подачи и уборки вагонов устанавливаются в зависимости от взаимного размещения грузовых фронтов и их вместимости. Кроме этого, необходимо учитывать различие в организации обслуживания тупиковых и сквозных погрузочно-выгрузочных путей.

Перерабатывающую способность грузовых фронтов рассчитывают по длине грузового фронта и по средствам механизации погрузки-выгрузки с учетом работы обслуживающих маневровых локомотивов.

Суточная перерабатывающая способность в вагонах ГФ с учетом его длины определяется по формуле

$$N_{\text{фр}} = \frac{l_{\text{фр}}}{l_{\text{в}}} X_{\text{п-у}}, \tag{20.14}$$

где $l_{\text{фр}}$ — длина грузового фронта, м; $l_{\text{в}}$ — длина вагона, м; $X_{\text{п-у}}$ — число подач-уборок групп вагонов на грузовой фронт за сутки.

В зависимости от эксплуатационной производительности механизмов и числа подач перерабатывающую способность грузовых фронтов, обслуживаемых одним локомотивом, рассчитывают по формуле

$$N_{\text{гр}} = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{\text{р}i} - T^{\text{ф}}_{\text{пост}i}}{T^{\text{ф}}_{\text{ц}i}(1 + \rho_{\text{ф}i})} X^{\text{ц}}_{\text{п-у}i} b_{\text{п}i}, \tag{20.15}$$

где r — число грузовых фронтов, обслуживаемых данным локомотивом; $T_{\text{р}i}$ — расчетный период работы i-го грузового фронта (при круглосуточной работе 24 ч), ч; $T^{\text{ф}}_{\text{пост}i}$ — нормативная продолжительность выполнения постоянных операций на i-м фронте (текущий осмотр, ремонт погрузочно-разгрузочных механизмов и т.д.), ч; $T^{\text{ф}}_{\text{ц}i}$ — цикл работы грузовых фронтов, ч; $\rho_{\text{ф}i}$ — коэффициент, учитывающий возникновение отказов в работе погрузочно-разгрузочных механизмов (машин) на i-м грузовом фронте; $X^{\text{ц}}_{\text{п-у}i}$ — число подач (уборок) вагонов на i-й грузовой фронт за время $T_{\text{р}i} - T^{\text{ф}}_{\text{пост}i}$; $b_{\text{п}i}$ — среднее число вагонов в одной подаче на i-й грузовой фронт.

При наличии на станции нескольких маневровых локомотивов, обслуживающих ГФ, общая перерабатывающая способность станции определяется суммой перерабатывающих способностей всех грузовых районов, обслуживаемых отдельными локомотивами.

В большинстве случаев один локомотив осуществляет подачи-уборки вагонов с нескольких грузовых фронтов, имеющих различную продолжительность грузовых операций. В этих условиях использовать для расчетов перерабатывающей способности аналитический метод сложно, поскольку появляется необходимость оптимизировать схему маневрового обслуживания ГФ с целью минимизации простоя перегрузочного оборудования и вагонов. Эта проблема решается путем моделирования работы рассматриваемых грузовых фронтов и маневровых локомотивов на ЭВМ с выводом результата расчетов в графическом виде.

20.5. ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВЫТЯЖНЫХ ПУТЕЙ

На вытяжных путях участковых, сортировочных и грузовых станций выполняется много различных операций, в связи с чем трудно рассчитать средневзвешенное время занятия ими вытяжного пути, приходящееся на один состав, которое необходимо для определения его перерабатывающей способности ($n_{выт}$) непосредственным расчетом. Поэтому $n_{выт}$ удобнее находить при помощи коэффициента использования перерабатывающей способности K:

$$n_{выт} = n_{р.ф}/K, \tag{20.16}$$

где $n_{р.ф}$ — число расформировываемых и формируемых за сутки составов.

Коэффициент использования перерабатывающей способности вытяжного пути

$$K = \frac{T_в \mu^в_{повт}}{1\,440\alpha_в - T_{пост}}, \tag{20.17}$$

где $T_в$ — суммарное время занятия вытяжного пути всеми операциями с составами за сутки, мин; $\mu^в_{повт}$ — коэффициент повторной сортировки; $\alpha_в$ — коэффициент, учитывающий возможные перерывы в использовании вытяжного пути из-за враждебных передвижений и равный 0,93...0,95; $T_{пост}$ — время занятия вытяжного пути в течение суток техническим обслуживанием пути, сменой локомотивных бригад с экипировкой маневрового локомотива и выполнением постоянных операций, мин.

Суммарное время занятия вытяжного пути

$$T_{в} = \left[\sum n_{р} t_{р} + \sum n_{ф} t_{ф} + \sum n_{ф} \left(t^{о}_{пер} + t_{возвр}\right) + \sum n_{ман} t_{ман}\right](1 + \rho_{в}), \qquad (20.18)$$

где $n_{р}$ — число расформировываемых на вытяжном пути составов за сутки; $t_{р}$ — продолжительность расформирования состава, мин; $n_{ф}$ — число формируемых на вытяжном пути составов за сутки; $t_{ф}$ — продолжительность формирования состава, мин; $t^{о}_{пер}$ — время, затрачиваемое на подтягивание вагонов и перестановку сформированного состава на отправочный путь, мин; $t_{возвр}$ — затраты времени на возвращение маневрового локомотива на вытяжной путь, мин; $n_{ман}$ — число маневровых и других передвижений по вытяжному пути; $t_{ман}$ — время занятия вытяжного пути маневровым (поездным) передвижением, мин; $\rho_{в}$ — коэффициент, учитывающий отказы технических устройств.

20.6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТАНЦИИ

Для увеличения пропускной и перерабатывающей способности станций необходимо осуществление комплекса организационно-технических и реконструктивных мероприятий.

К основным *организационно-техническим мероприятиям* относятся равномерный подвод поездов к станциям, заблаговременное информирование о техническом и коммерческом состоянии прибывающих поездов, сокращение технологических норм времени на обработку составов, объединение перед роспуском коротких составов, внедрение переменной скорости роспуска, двустороннее расформирование-формирование составов поездов на безгорочных станциях и ряд других.

В качестве *реконструктивных мероприятий* наиболее часто используются:

строительство дополнительных приемоотправочных путей и увеличение их полезной длины;

включение всех стрелочных переводов в ЭЦ станции;

сооружение сортировочно-отправочных путей для отправления составов своего формирования непосредственно из сортировочного парка;

строительство дополнительных путей надвига и роспуска на сортировочных станциях;

сооружение шлюзовых путей или путепроводных развязок для снижения влияния враждебности маршрутов на выполнение технологических операций на станциях;

строительство, механизация и автоматизация сортировочных горок.

Выбор мероприятий по повышению пропускной и перерабатывающей способности станций осуществляется на основе технико-экономических расчетов.

Контрольные вопросы

1. Что такое наличная и потребная пропускная способность станции?

2. Что такое перерабатывающая способность станции?

3. Приведите обобщенную формулу определения наличной пропускной способности станционных устройств аналитическим методом.

4. Приведите формулу для определения аналитическим методом пропускной способности горловин станций.

5. Какими способами может определяться пропускная способность приемоотправочных путей?

6. Как определяется перерабатывающая способность грузовых фронтов в зависимости от их длины?

7. Назовите основные мероприятия по повышению пропускной и перерабатывающей способности станций.

ГЛАВА 21

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ УЗЛЫ

21.1. ПОНЯТИЕ О ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

Понятие о железнодорожных и транспортных узлах. *Железнодорожным узлом* называется пункт слияния или пересечения нескольких железнодорожных линий, в котором осуществляются пропуск пассажирских и грузовых поездов с одной линии на другую, сортировка вагонов по примыкающим направлениям, а также пересадка пассажиров.

В состав железнодорожного узла входят специализированные станции (пассажирские, сортировочные, грузовые), главные и соединительные пути, разгружающие обходы, путепроводные развязки железнодорожных линий между собой и с городскими автомагистралями, подъездные пути, а также производственные предприятия железнодорожного транспорта.

Границами узла служат входные сигналы предузловых раздельных пунктов.

Железнодорожный узел является частью *транспортного узла* — комплекса транспортных устройств в районе стыка различных видов транспорта, совместно выполняющих операции по обслуживанию транзитных, местных и городских перевозок грузов и пассажиров.

В транспортный узел, помимо железных дорог, могут входить морской и речной порты, автомобильные дороги, сеть промышленного транспорта, аэропорты, трубопроводный транспорт и сети наземного и подземного городского транспорта.

В транспортном узле осуществляются массовая пересадка пассажиров и передача грузов с одного вида транспорта на другой. Стыковыми пунктами железнодорожного и других видов транспорта являются пассажирские и грузовые станции.

Структура железнодорожного узла зависит от числа линий, сходящихся в нем, характера, направления и мощности пассажирских и грузовых потоков, его роли в работе сети дорог, а также от значения населенного пункта и размещения его жилых и промышленных районов, расположения других видов транспорта, топографии и геологии местности, наличия крупных водных преград и других особенностей.

Классификация железнодорожных узлов. С учетом указанных факторов железнодорожные узлы классифицируются по характеру эксплуатационной работы, географическому расположению, численности населения и по схеме размещения устройств (геометрическому очертанию).

По характеру эксплуатационной работы, численности населения обслуживаемых городов и географическому расположению узлы бывают:

транзитные, расположенные в районе небольших (с населением до 50 тыс. жителей) и средних городов (с населением 50—100 тыс. жителей), обслуживающие главным образом транзитное пассажирское и грузовое движение;

со значительной местной работой, расположенные в районе больших городов с населением 100—500 тыс. жителей;

крупные со значительной местной работой, расположенные в больших городах и столичных центрах с населением 0,5—1 млн жителей;

крупнейшие с большой местной работой и большими размерами дальнего, местного и особенно пригородного движения, расположенные в городах с населением более 1 млн жителей.

По графическому положению железнодорожные узлы разделяются на три группы: сухопутные, расположенные на берегах морей и на берегах судоходных рек.

По схеме размещения основных устройств различают узлы с одной станцией, крестообразного и треугольного типов, с параллельным и последовательным расположением основных станций, радиальные, кольцевые, полукольцевые и комбинированные.

21.2. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УЗЛОВ ОТДЕЛЬНЫХ ТИПОВ И УСЛОВИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

При развитии существующих, а также при образовании новых узлов в пунктах примыкания или пересечения железной дороги с новой линией схему узла и число входящих в его состав станций устанавливают в зависимости от размеров, характера и направления грузовых потоков, рельефа и плана местности, размещения промышленной зоны и жилых районов и требований норм проектирования инженерно-технических мероприятий применительно к схемам, приведенным далее.

Узел с одной станцией (рис. 21.1) образуется в местах пересечения двух магистралей или примыкания новой магистрали к существующей в районе небольших и средних городов. В узлах этого типа все подходы примыкают к одной объединенной станции, обслуживающей грузовое и пассажирское движение. В большин-

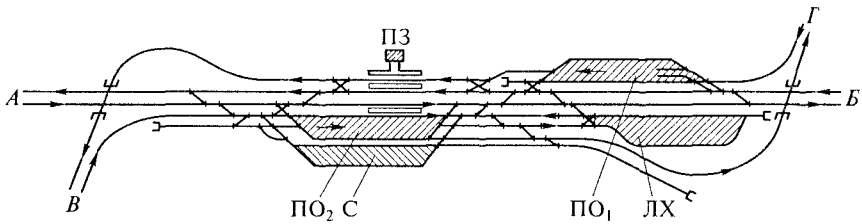


Рис. 21.1. Схема узла с одной станцией:

А—Г — подходы к узлу; ПЗ — пассажирское здание; $ПО_1$ и $ПО_2$ — приемоотправочные парки для грузовых поездов соответственно нечетного и четного направлений; С — сортировочный парк; ЛХ — локомотивное хозяйство

стве случаев такая станция по характеру работы является участковой.

Узел крестообразного типа (рис. 21.2) возникает в местах пересечения двух железнодорожных линий со значительными прямыми транзитными потоками и незначительной корреспонденцией вагонопотоков между линиями. 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 ос-

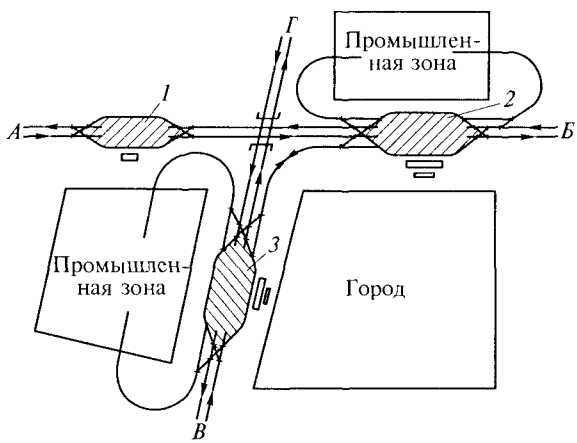


Рис. 21.2. Схема узла крестообразного типа:

1, *2* и *3* — железнодорожные станции; *А—Г* — подходы к узлу

новной станции главного направления. Устройства для грузовых операций и примыкания подъездных путей могут размещаться на одной или на обеих станциях. Недостатками узлов крестообразного типа являются перепробеги и двойная переработка угловых вагонопотоков.

Узлы треугольного типа (рис. 21.3) образуются в пунктах с подходами трех железнодорожных линий, имеющих значительную взаимную корреспонденцию грузовых и пассажирских потоков. Назначение отдельных станций узла зависит от расположения города и его промышленной зоны. В узлах треугольного типа проектируют специальные соединительные пути и путепроводные развязки.

Узлы кольцевого типа (рис. 21.4) возникают постепенно в результате строительства сходящихся к городу или промышленному центру новых железнодорожных линий, связываемых между собой кольцевой дорогой, идущей в обход города. Сходящиеся железнодорожные линии в таких узлах имеют взаимную корреспонденцию значительных транзитных пассажирских и грузовых потоков. Кольцевые узлы благодаря окружной дороге дают возможность пропускать поезда с одной линии на другую без угловых заездов. Эти узлы имеют обычно несколько специализированных станций: пассажирских, сортировочных и грузовых. Число и расположение железнодорожных станций зависит от размещения и планировки города и его промышленных районов, рельефа местности, размеров и характера работы и направления потоков пассажиров и грузов. Пассажирские станции размещаются обычно на

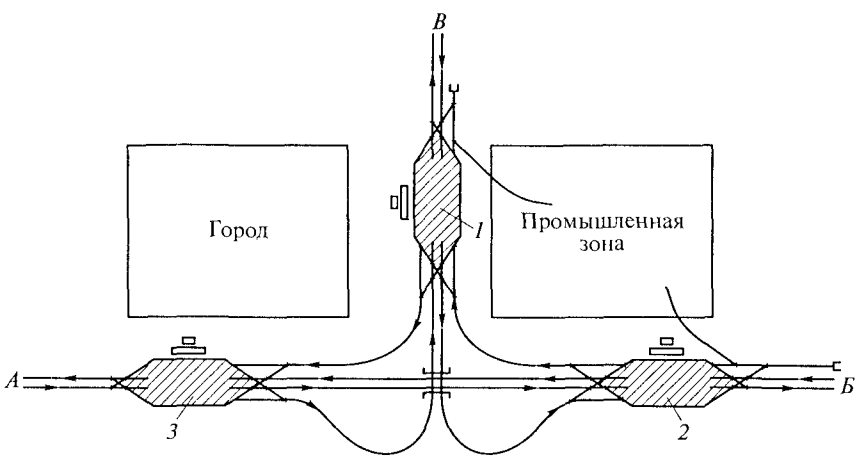


Рис. 21.3. Схема узла треугольного типа:

1, *2* и *3* — железнодорожные станции (*1* — пассажирская; *2* — участковая; *3* — грузовая); *А*, *Б* и *В* — подходы к узлу

кольце, грузовые — на кольце и на ответвлениях от него, сортировочные — на кольце или на подходе с мощным вагонопотоком за пределами города. Место расположения новых станций определяется на основе технико-экономических обоснований.

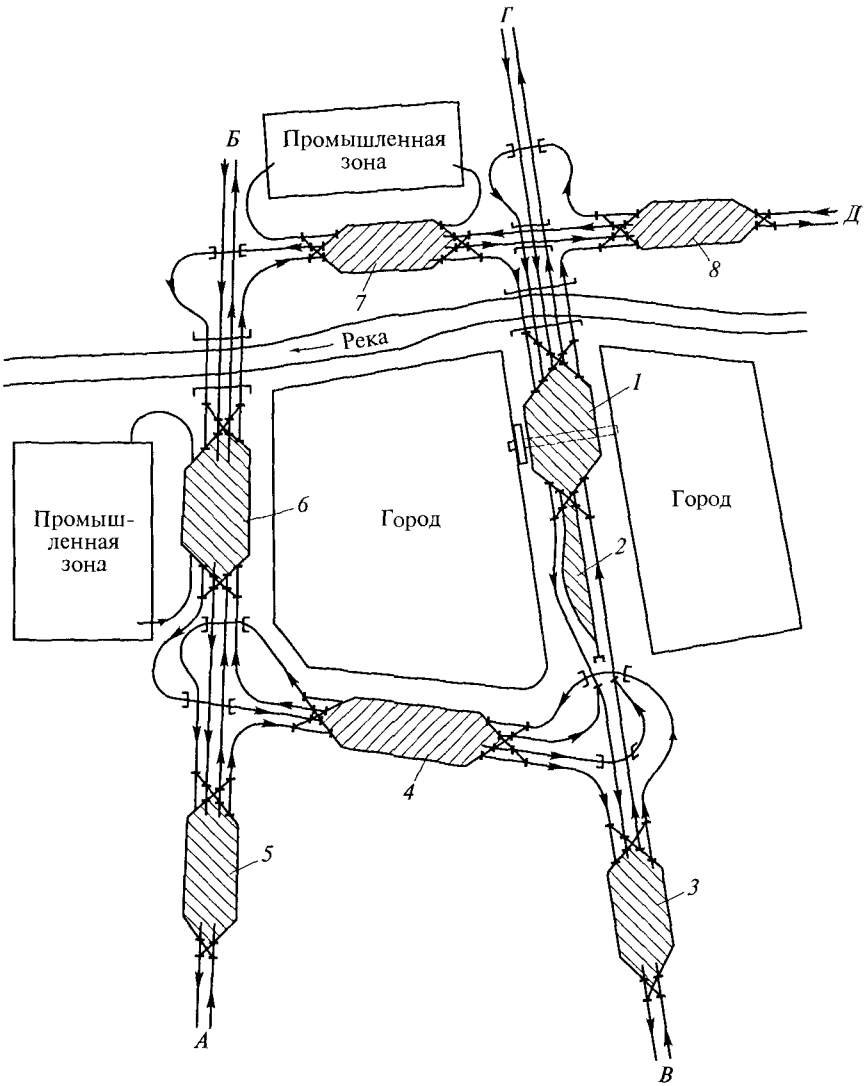


Рис. 21.4. Схема узла кольцевого типа:

железнодорожные станции: *1* — пассажирская; *2* — техническая; *3*, *5*, *8* — предузловые; *4* — сортировочная; *6*, *7* — грузовые; *А—Д* — подходы к узлу

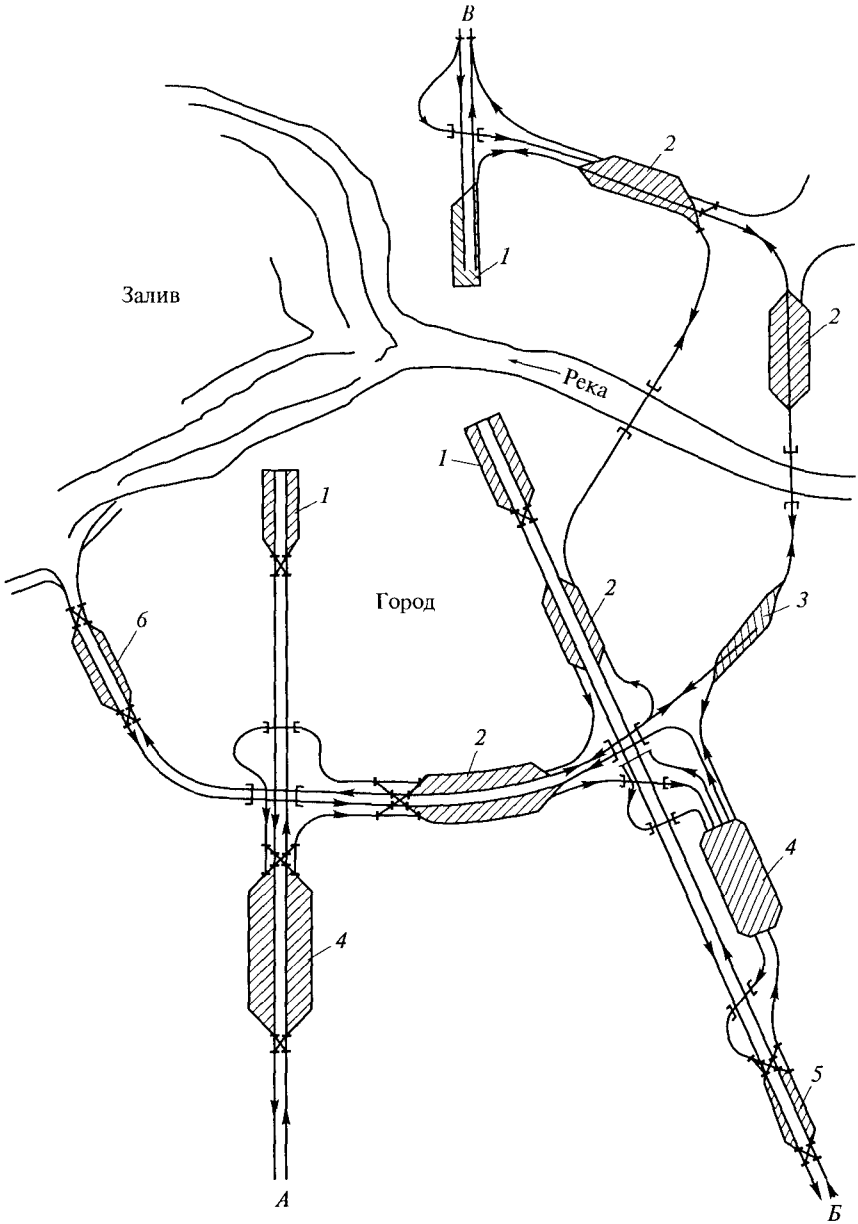


Рис. 21.5. Схема узла радиально-полукольцевого типа:

железнодорожные станции: *1* — пассажирские; *2* — грузовые; *3* — промежуточная; *4* — сортировочные; *5* — предузловая промежуточная; *6* — портовая; *А*—*В* — подходы к узлу

Узлы радиально-полукольцевого типа (рис. 21.5) образуются в результате строительства радиально сходящихся к городу или промышленному центру новых железнодорожных линий, связываемых между собой полукольцевой дорогой, проходящей по окраине города.

Такие узлы создаются, как правило, в крупных городах или промышленных центрах, расположенных на берегу моря, озера, широкой реки или у других естественных препятствий, не позволяющих построить полное железнодорожное кольцо.

В узлах этого типа обычно имеются тупиковые вводы в город, заканчивающиеся пассажирскими и грузовыми станциями.

Развитие таких узлов обычно начинается с постройки самостоятельных радиальных вводов, затем магистральные линии соединяются между собой для обеспечения пропуска поездов с одной линии на другую, а также для развоза местного груза.

Сортировочные станции размещают чаще всего на подходах к полукольцу, а иногда и на полукольце, грузовые — в промышленной зоне.

21.3. РАЗВЯЗКИ ПОДХОДОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ В УЗЛАХ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА И ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПУТЕПРОВОДНОЙ РАЗВЯЗКИ

На подходах к станциям узла и в их горловинах пути имеют пересечения друг с другом или с соединительными путями. Различают три вида развязок подходов: в одном уровне в горловинах станций, в одном уровне с устройством постов-шлюзов и в разных уровнях с сооружением путепроводов. Недостатками пересечения подходов без путевого развития являются их высокая загрузка и небольшая пропускная способность. Уменьшение загрузки точек пересечения и задержек подвижного состава достигается устройством постов-шлюзов. Простые шлюзы (рис. 21.6, *а*, *б*) позволяют поездам поочередно пересечь главные пути, разделяя их дополнительным шлюзовым путем 3. Поезд, идущий из *Г* на *А* (см. рис. 21.6, *а*) или из *Г* на *В* (см. рис. 21.6, *б*), вначале пересекает главный путь II, а по прибытии на путь 3 и при проходе другого поезда по главному пути I может следовать в направлении *А* или пересечь этот путь и следовать в направлении *В*.

Шлюзовой путь 3 должен иметь полезную длину, принятую для приемоотправочных путей пересекающихся линий. На концах пути 3, а также на примыканиях к посту-шлюзу однопутных подходов со сторон *В* и *Г* устраивают предохранительные тупики.

В полных шлюзах (рис. 21.6, *в*, *г*, *д*) устраивают дублирующие главные пути для основного направления (см. путь Iа на рис. 21.6, *в*, IIа — на рис. 21.6, *г* и пути Iа, IIа — на рис. 21.6, *д*), что устраняет

влияние пересечения на пропускную способность главных путей основного направления.

В схеме (см. рис. 21.6, *в*) движение нормально происходит по пути I. Когда поезд из *Г* прибудет на путь 3, движение поездов

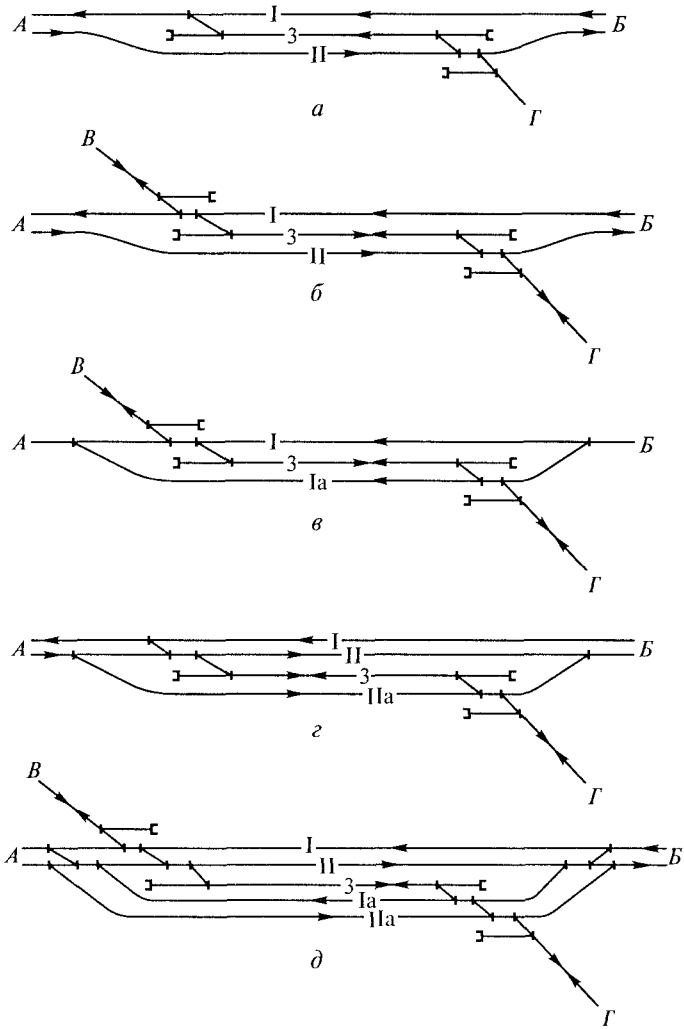


Рис. 21.6. Схемы шлюзов:

а — примыкание однопутной линии к двухпутной; *б* — пересечение двухпутной линии однопутной; *в* — пересечение однопутных линий с устройством дублирующего главного пути на основной линии *А—Б*; *г* — примыкание однопутной линии к двухпутной с укладкой дублирующего второго главного пути на линии *А—Б*; *д* — пересечение двухпутной линии однопутной с укладкой дублирующих главных путей на двухпутной линии; 3 — шлюзовой путь; I, Ia, II, IIa — главные пути; *А—Г* — подходы к узлу

основной линии переводится на путь Iа, после чего поезд с пути 3 следует на В, беспрепятственно пересекая путь I.

Аналогично происходит переключение движения поездов основной линии на дублирующие главные пути и обратно (см. рис. 21.6, *г*, *д*) при пропуске поездов линии *В—Г*. Такие шлюзы могут устраиваться при высокой частоте движения по обеим пересекающимся линиям. Однако при пересечениях в одном уровне возникают дополнительные задержки подвижного состава (остановки) на маршрутах непреимущественного направления в ожидании пропуска поездов по преимущественному направлению. Кроме того, снижается скорость движения поездов преимущественного направления при проходе по дублирующим главным путям на постах-шлюзах. Для исключения этих недостатков, а также обеспечения полной безопасности движения и высокой пропускной способности применяют пересечения путей в разных уровнях с устройством путепроводов.

Различают три основных вида развязок путей в разных уровнях: по линиям (рис. 21.7, *а*), по направлениям движения (рис. 21.7, *б*) и по роду движения (рис. 21.7, *в*).

Развязки по линиям проектируют при пересечении двух однопутных линий (или однопутной с двухпутной), имеющих незначительную или полностью отсутствующую взаимную корреспонденцию поездопотоков.

Развязки по направлениям движения предусматривают при пересечениях железнодорожных линий, имеющих значительную взаимную корреспонденцию при больших размерах движения по линиям преимущественно в узлах с одной станцией или узлах треугольного, крестообразного, радиального и других типов.

Развязки по роду движения сооружают при наличии в узле специализированных станций (пассажирских, сортировочных, грузовых), когда с примыкающих к узлу линий требуется принять пассажирские поезда на пассажирскую станцию, а грузовые — на сортировочную или грузовую, а также с этих станций отправить поезда на соответствующую линию.

Число путепроводных развязок и их расположение зависит от схемы узла, числа подходов к узлу и числа главных путей. Минимальное число пересечений однопутных линий $A_1 = m(m - 1)/2$, двухпутных $A_2 = m(m - 1)/2 - n_2$. В общем случае, когда в узле пересекаются линии с разным числом путей, минимальное число пересечений

$$A = m(m - 1)/2 - n_2 - 3n_3 - 6n_4,$$

где m — общее число главных путей; n_2, n_3, n_4 — число двух-, трех- и четырехпутных линий.

План и профиль главных путей в путепроводной развязке проектируют с соблюдением норм проектирования главных путей на

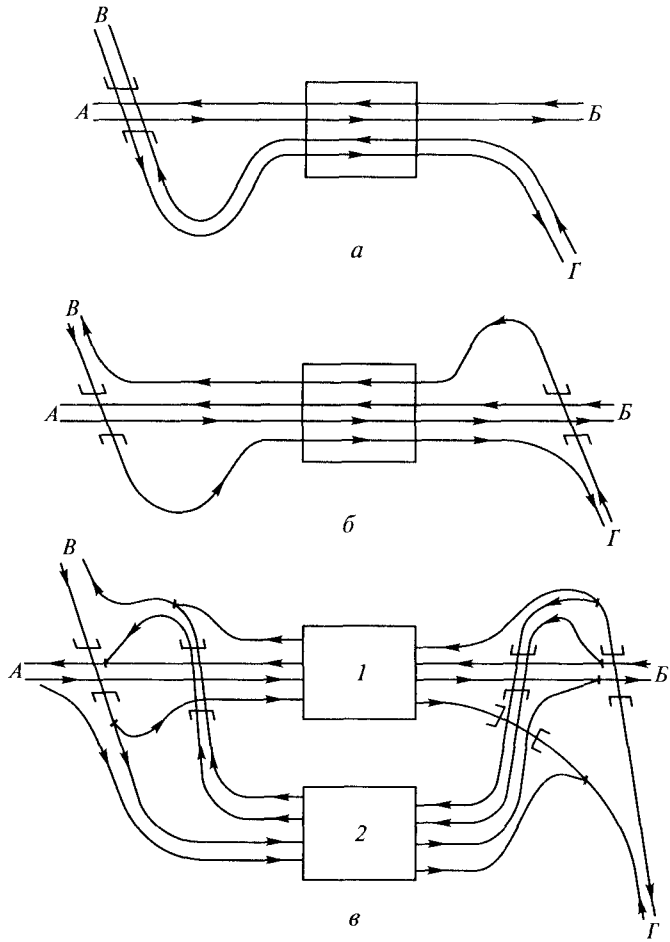


Рис. 21.7. Схемы развязок (*а*—*в*) железнодорожных путей:

1 — пассажирская станция; *2* — сортировочная станция; *А*—*Г* — подходы к узлу

перегонах. При проектировании развязок в железнодорожных узлах в трудных условиях допускается применять кривые радиусом 250 м.

Если путь развязки примыкает к горловине станции, то для возможности удлинения в будущем путей рекомендуется на протяжении не менее 200 м укладывать его на прямом участке параллельно главным путям в одном с ними уровне. Угол пересечения обычно принимают стандартным: 20; 25; 30; 45; 60 или 90°. По конструкции путепроводы бывают мостового и тоннельного типов.

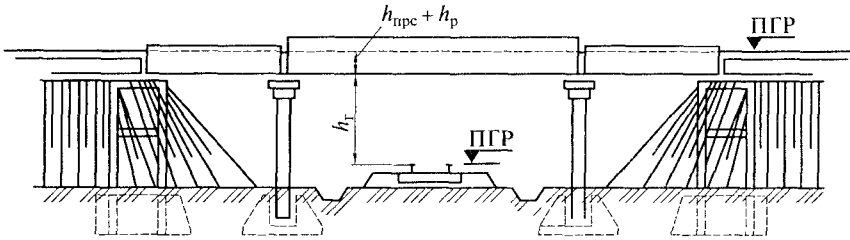


Рис. 21.8. Схема путепровода:

ПГР — проектная отметка головки рельса; $h_г$ — габаритное расстояние от головки рельса до низа конструкции пролетного строения путепровода; $h_{прс}$ — конструктивная высота пролетного строения от низа до подошвы рельса верхнего пути; $h_р$ — высота рельса верхнего пути

Необходимая разность отметок головок рельсов верхнего и нижнего путей (рис. 21.8) определяется по формуле

$$h = h_г + h_{прс} + h_р,$$

где $h_г$ — габаритное расстояние от головки рельса до низа конструкции пролетного строения путепровода (на перегоне $h_г = 6{,}25$ м); $h_{прс}$ — конструктивная высота пролетного строения от низа до подошвы рельсов верхнего пути; $h_р$ — высота рельса верхнего пути.

21.4. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ УЗЛЫ

Промышленные железнодорожные узлы образуются в районах добывающей промышленности (угольной, железорудной, нефтяной, лесной и др.) или обрабатывающей (металлургической, машиностроительной, химической, лесоперерабатывающей и др.) и являются составными элементами транспортного узла.

В состав промышленного железнодорожного узла входят устройства магистрального железнодорожного транспорта общего пользования (железнодорожные станции и главные пути), подъездные пути, станции промышленных предприятий, соединительные пути между станциями предприятий и внутризаводские пути. Кроме устройств железнодорожного транспорта, в состав промышленного узла могут входить устройства автомобильного, конвейерного, подвесного, трубопроводного, водного транспорта, а также некоторых видов городского транспорта.

Взаимное размещение железнодорожных станций и промышленных предприятий осуществляется обычно последовательно или параллельно по отношению друг к другу. В ряде случаев при соответствующей технологии применяется кольцевое расположение предприятий промышленности с примыканием их к одной стан-

ции в разных горловинах. Бывают также промышленные узлы сквозного типа (рис. 21.9), которые имеют две станции примыкания (основную и вспомогательную) и заводские сортировочные станции, обслуживающие производственные объекты (заводы и другие предприятия). Основная работа по сортировке вагонов в адрес станций такого промышленного узла выполняется общесетевой сортировочной станцией. Дальнейшая сортировка вагонов по фронтам погрузки и выгрузки осуществляется заводскими станциями. Станция примыкания выполняет роль дополнительной сортировочной станции.

Схемы промышленных железнодорожных узлов выбирают в зависимости от размещения промышленных предприятий по отношению к магистральной железной дороге, размеров и характера грузопотоков, особенностей работы предприятий и условий местности. При развитии промышленных узлов обращают внимание на сокращение времени нахождения подвижного состава на предприятиях, уменьшение пробегов подвижного состава на пу-

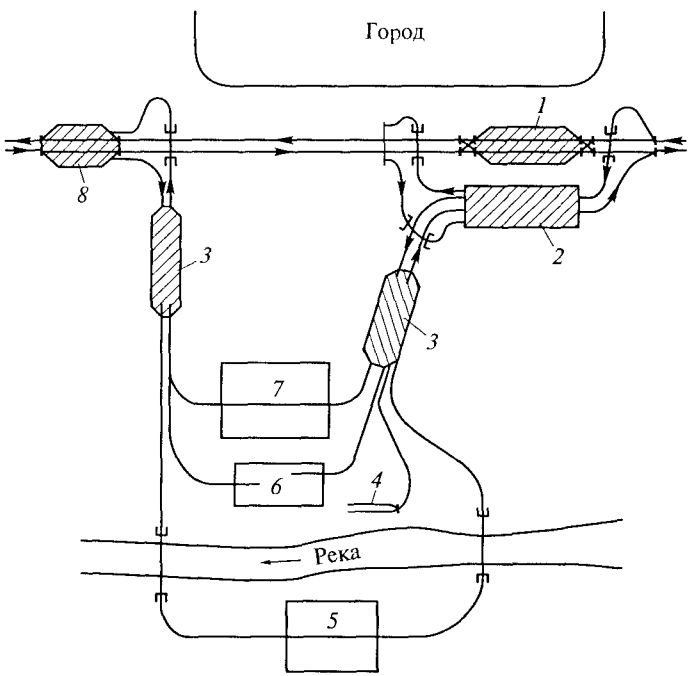


Рис. 21.9. Схема промышленного железнодорожного узла сквозного типа:

1 — пассажирская станция; *2* — сортировочная станция; *3* — заводские станции; *4* — пристань; *5* — алюминиевый завод; *6* — ГРЭС; *7* — металлургический завод; *8* — станция примыкания

тях общего пользования и внутрипромышленных путях и концентрацию сортировочной работы.

При проектировании промышленных узлов необходимо обеспечивать увязку схемы узла с генеральными планами предприятий и технологией их работы.

21.5. ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

Необходимость развития узлов может вызываться многими причинами: увеличением численности населения и ростом городов; строительством крупных промышленных предприятий; увеличением размеров движения; примыканием новых железнодорожных линий; развитием других видов транспорта (строительством новых или развитием существующих морских и речных портов, трубопроводов, аэропортов).

При увеличении численности населения и развитии городов иногда требуются строительство новой пассажирской станции или дополнительных остановочных пассажирских пунктов, вынос отдельных участков железнодорожных линий на новую трассу, снос грузовых станций или локомотивных депо и строительство их в другом месте.

В связи с увеличением размеров движения возникает необходимость укладки дополнительных главных путей, развития пассажирских, технических, грузовых и сортировочных станций, сооружения дополнительных путепроводных развязок.

При увеличении размеров движения и повышении весовых норм поездов тепловозная тяга часто заменяется электрической, а это влечет за собой реконструкцию локомотивного хозяйства, строительство тяговых подстанций и переустройство путей на станциях.

Примыкание новых линий вызывает реконструкцию существующих станций, укладку новых развязок и соединительных путей.

Развитие промышленности вызывает строительство новых и переустройство существующих грузовых станций, а сооружение новых или реконструкция существующих портов требует развития существующих сортировочных станций или строительства новых портовых станций.

При необходимости в узлах строят железнодорожные обходы, которые могут быть ближними (местными) и глубокими. Глубокие обходы проектируют на расстояние 30...50 км от города, связывая между собой примыкающие к узлу линии. Местные обходы устраивают для пропуска транзитных грузовых поездов в обход пассажирской или сортировочной станции, разгрузки отдельных участков узла, пропуска поездов в обход крупного мостового пе-

рехода, а также при сооружении в узле новой сортировочной станции, нового промышленного района или морского порта.

Обходы, предназначенные для пропуска транзитных поездов, при необходимости могут иметь на предузловых станциях устройства для экипировки локомотивов, осмотра вагонов, а также дома отдыха бригад.

Соединительные пути, проектируемые между отдельными примыкающими к узлу линиями для пропуска угловых потоков, как правило, должны иметь длину, обеспечивающую возможность остановки поезда наибольшей длины без задержки движения по соединяемым направлениям. В пунктах отклонения обходов от основных направлений предусматривают развязки пересечений в разных уровнях или в одном уровне (с устройством шлюзов или без них).

21.6. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ТРЕБОВАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ СХЕМ РАЗВИТИЯ УЗЛОВ

Развитие или реконструкция железнодорожных узлов осуществляются в соответствии с генеральными схемами, разрабатываемыми, как правило, в составе генеральных планов городов на перспективу 20—25 лет.

Генеральные схемы и ТЭО развития железнодорожных узлов разрабатываются комплексно, в увязке с проектами планировки городов, промышленных узлов (районов) и развития всех видов транспорта как составных частей единой транспортной системы. При этом учитывают взаимное расположение станций, подходов главных и соединительных путей и обходов.

Необходимым условием является соблюдение экономических, технических, архитектурно-планировочных, экологических, санитарно-гигиенических и противопожарных требований и удобств населения обслуживаемого района.

В генеральной схеме развития узла дается план размещения устройств и решаются вопросы организации:

пассажирского движения (размещение, развитие пассажирских станций и распределение работы между ними);

сортировочной работы (строительство новых, развитие существующих сортировочных станций и распределение работы между ними);

местной грузовой работы (развитие существующих и строительство новых грузовых станций, грузовых дворов, баз и распределение работы между ними).

Там же решаются вопросы:

усиления пропускной способности головных участков, главных путей в границах узла и внутриузловых соединительных линий;

развития локомотивного и вагонного хозяйств;

реконструкции устройств автоматики, телемеханики и связи; усиления устройств энергоснабжения;

увязки перспектив развития железнодорожного узла с генеральным планом города.

Новые и реконструируемые железнодорожные узлы, основные их элементы проектируют в соответствии с потребной пропускной и перерабатывающей способностью на расчетные сроки.

Места размещения станций и их путевое развитие определяют на основе технико-экономических расчетов. При этом учитываются требования охраны окружающей среды, минимальной площади занимаемых земель и угодий, ценных для других отраслей хозяйства, и не ущемляются интересы населения.

Число, мощность и места размещения входящих в состав узла станций устанавливают при конкретном проектировании в зависимости от размеров, характера и направления потоков пассажиров и грузов, рельефа и плана местности, размещения предприятий промышленности и жилых районов в соответствии с нормами проектирования применительно к рекомендациям, изложенным ниже.

В малых и средних узлах проектируют, как правило, одну объединенную пассажирскую станцию для всех направлений с обеспечением следования через нее транзитных пассажирских поездов без перемены головы поезда. В крупных узлах при соответствующем обосновании допускается проектировать две или несколько станций.

Вновь сооружаемые пассажирские технические станции размещают с учетом требований планировки города, наименьших пробегов пассажирских составов и локомотивов и поточности следований основной части составов, подаваемых на пассажирскую техническую станцию и обратно. Техническая обработка пассажирских составов в узле обычно сосредоточивается на одной станции. В узлах, где конечные поезда прибывают на несколько пассажирских станций, следует рассматривать варианты концентрации обработки составов на одной пассажирской технической станции или на небольшом числе станций. В крупнейших узлах проектируют также базы отстоя резерва пассажирских вагонов.

Новые пассажирские технические станции, парки резервного подвижного состава, сооружения и устройства, не имеющие прямой связи с обслуживанием населения города, рекомендуется располагать за пределами селитебной территории.

Пассажирские остановочные пункты на железнодорожных линиях, проходящих по территории города, размещают вблизи жилых и промышленных районов, мест массового отдыха и массового посещения населением, на расстоянии друг от друга не менее 2 км; меньшие расстояния допускаются лишь в отдельных случаях при соответствующем обосновании.

Устройства для обслуживания грузовых транзитных поездов, следующих через узел без изменения составов (приемоотправочные пути или парки, экипировочные устройства, пункты технического осмотра и т. п.), размещают на сортировочных или других станциях узла. Выбор станции для обслуживания транзитных поездов осуществляют на основе технико-экономических обоснований.

Устройства для обслуживания грузовых транзитных поездов, изменяющих свой состав в узле (перелом веса, обмен групп), предусматриваются, как правило, на основной сортировочной станции узла.

Сортировочная работа в железнодорожных узлах, за исключением крупных и крупнейших узлов, сосредоточивается на одной сортировочной станции. Проектирование для узла двух и более сортировочных станций допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании.

В узлах, обслуживающих крупнейшие города или промышленные райоиы, число и размещение сортировочных станций должно быть обосновано технико-экономическими расчетами. При этом следует обеспечивать концентрацию сортировочной работы на меньшем числе хорошо оснащенных станций. Как правило, проектируют не более двух сортировочных станций в узле. В особо крупных узлах, имеющих значительное число грузовых станций и подъездных путей, допускается проектировать более двух сортировочных станций.

При наличии в узле одной сортировочной станции и проектировании развития ее в двустороннюю необходимо рассматривать вариант строительства в узле или на подходе к нему второй односторонней сортировочной станции взамен второй системы на существующей станции.

При размещении в железнодорожном узле двух и более сортировочных станций объем и характер работы каждой сортировочной станции устанавливаются технико-экономическими расчетами.

Новые сортировочные станции рекомендуется размещать за пределами города.

В генеральных схемах развития узлов следует рассматривать мероприятия по повышению транзитности вагонопотоков, направляемых через узел, и пропуску транзитных поездов в обход сортировочной станции, развитие которой не может быть осуществлено в необходимых размерах.

Число грузовых станций и грузовых дворов в железнодорожных узлах и в городах, места их размещения и специализация устанавливаются проектом на основе технико-экономических обоснований с учетом планировки городской территории, схемы узла, пробега вагонов и автомобильного транспорта.

Новые грузовые станции, грузовые дворы и контейнерные площадки следует размещать за пределами селитебной территории.

Погрузку и выгрузку жидкого топлива, огнеопасных и особо пылящих грузов, а также грузов с едкими запахами необходимо осуществлять на специальных пунктах, изолированных от города, в соответствии с требованиями пожарной безопасности и санитарными правилами, а также с учетом направления господствующих ветров. При этом в проектах предусматривают меры по сокращению вредных выбросов в атмосферу.

Устройства локомотивного хозяйства размещают в узле исходя из технологического процесса его работы, с учетом обеспечения наименьших простоев и пробегов поездов и локомотивов. Экипировочные устройства для поездных локомотивов обычно проектируют на сортировочных станциях узла, на станциях, обслуживающих транзитные поезда, а при необходимости на крупных грузовых станциях, систематически формирующих и расформировывающих маршрутные поезда. При наличии пассажирских технических станций или технических парков на них предусматривают экипировочные устройства для пассажирских локомотивов.

Устройства вагонного хозяйства размещают в узле в соответствии с технологическим процессом его работы с учетом их концентрации.

Вагонное и локомотивное депо рекомендуется располагать на одной и той же станции узла с учетом их наибольшего кооперирования.

Размещение мотор-вагонного депо для обслуживания пригородных электро- и дизель-поездов осуществляется в соответствии с проектом на основании технико-экономического сравнения вариантов. При этом, как правило, рассматриваются варианты размещения депо рядом с пассажирской или пассажирской технической станцией и на одной из зонных станций прилегающих участков, на которой заканчивает следование наиболее значительное число пригородных электро- и дизель-поездов.

21.7. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

Современные железнодорожные узлы имеют существенные недостатки: низкий уровень обслуживания пассажиров, ограниченную пропускную способность головных железнодорожных участков на подходах к узлам, распыленность сортировочной работы, рассредоточенность местной работы по многочисленным подъездным путям, большие простои подвижного состава и др.

В целях устранения недостатков и создания благоприятных условий по освоению предстоящих объемов перевозок при разработке

генеральных схем узлов приходится решать проблемы усиления и развития различных транспортных устройств и сооружений.

Для обеспечения пассажирских перевозок предусматриваются развитие существующих и строительство новых пассажирских и технических станций и усиление пропускной способности железнодорожных подходов к ним путем сооружения вторых, третьих и четвертых главных путей и внутриузловых соединительных линий.

В целях улучшения обслуживания пригородных и городских пассажиров проектируют пересадочные станции метрополитена и железных дорог, организуют внутригородское пассажирское движение на головных участках и внутриузловых соединительных линиях, предусматривают сооружение подземных железнодорожных диаметров, монорельсовых дорог, а также создание в крупных узлах пассажирского транспорта на магнитном подвесе.

При строительстве высокоскоростных магистралей проводят обоснование выбора места размещения в узлах и схем специализированных пассажирских и технических станций.

Для качественной и своевременной сортировки вагонопотоков и переработки грузопотоков решают вопросы концентрации сортировочной и грузовой работы на хорошо оснащенных сортировочных и грузовых станциях.

В приморских узлах строят портовые станции обслуживания новых морских портов или паромных переправ.

Реконструкция узлов увязывается с развитием городов и городского транспорта, в связи с чем возникает потребность в строительстве путепроводных развязок, мостов, пешеходных тоннелей, обходов для пропуска транзитных грузовых поездов.

Наряду с перечисленными проблемами важнейшими задачами при развитии и реконструкции узлов являются обновление путевого хозяйства (замена изношенных старогодных рельсов и стрелочных переводов) и усиление ремонтной базы подвижного состава (локомотивных, мотор-вагонных и вагоноремонтных депо).

Контрольные вопросы

1. Что называется железнодорожным узлом? Назовите его основные элементы.

2. Дайте определение транспортного узла.

3. Что является границами железнодорожного узла?

4. Какие вы знаете типы железнодорожных узлов?

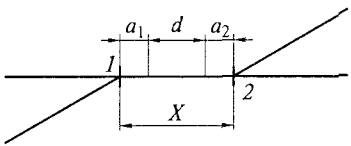
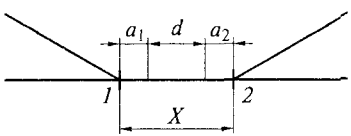
5. Назовите основные виды развязок подходов в узлах.

6. Приведите схемы неполного и полного шлюзов.

7. Какой должна быть разница отметок головок рельсов на путепроводе?

8. Назовите основные причины развития и реконструкции железнодорожных узлов.

Расстояние между центрами смежных стрелочных переводов, м

Схема укладки	Тип рельсов	Марки крестовин первого и второго переводов	На главных путях		На приемоотправочных путях		На прочих путях
			нормальные, $d = 25{,}0$ м (12,5 м)	допускаемые в стесненных условиях, $d = 12.5$ м (6,25 м)	нормальные	допускаемые в стесненных условиях	
					$d = 12{,}5$	$d = 6{,}25$	$d = 0$
Схема 1 	Р65	1/11 — 1/11	40,63	34,38	—	—	—
		1/11 — 1/11	53,13	40,63	—	—	—
		1/11 — 1/11	53,13	40,63	—	—	—
		1/11 — 1/9	—	41,80	—	—	—
		1/9 — 1/9	—	42,97	—	—	—
	Р50	1/11 — 1/11	41,47	35,22	41,47	35,22	28,97
		1/11 — 1/9	—	36,20	42,45	36,20	29,95
		1/9 — 1/9	—	37,18	43,43	37,18	30,93
					$d = 6{,}25$	$d = 6{,}25$	$d = 0$
Схема 2 	Р65	1/11 — 1/11	40,63	34,38	—	—	—
		1/11 — 1/11	53,13	40,63	—	—	—
		1/11 — 1/11	53,13	40,63	—	—	—
		1/11 — 1/9	—	41,80	—	—	—
		1/9 — 1/9	—	42,97	—	—	—

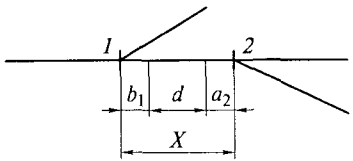
	P50	1/11 — 1/11	41,47	35,22	35,22	35,22	28,97
		1/11 — 1/9	—	36,20	36,20	36,20	29,95
		1/9 — 1/9	—	37,18	37,18	37,18	30,93
					$d = 6{,}25$	$d = 4.5$	$d = 4{,}5$
Схема 3 	P65	1/11 — 1/11	45,87	39,62	—	—	—
		1/11 — 1/11	59,49	46,99	—	—	—
		1/11 — 1/11	62,65	50,15	—	—	—
		1/11 — 1/9	—	47,04	—	—	—
		1/9 — 1/11	—	42,38	—	—	—
		1/9 — 1/9	—	43,55	—	—	—
	P50	1/11 — 1/11	46,04	39,79	39,79	38,04	38,04
		1/11 — 1/9	—	40,77	40,77	39,02	39,02
		1/9 — 1/11	—	36,34	36,34	34,59	34,59
		1/9 — 1/9	—	37,32	37,32	35,57	35,57

Схема 4

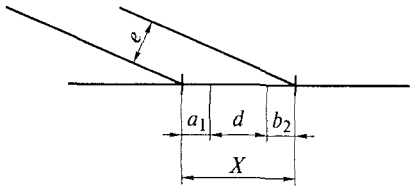
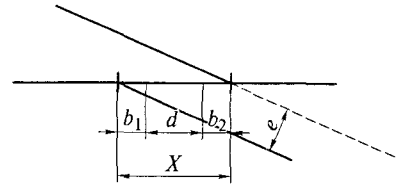


Схема 5



Марка крестовины	Значение $X = \frac{e}{\sin\alpha}$, м, при ширине междупутья, м				
	4,1	4,8	5,3	6,5	7,5
1/9	37,13	43,47	47,99	58,86	67,91
1/11	45,29	53,02	58,54	71,79	82,84

Примечания: 1. a — расстояние от центра перевода до начала рамных рельсов; b — расстояние от центра стрелочного перевода до торца крестовин; d — вставка между торцом крестовины и началом рамных рельсов смежных стрелочных переводов; индекс соответствует номеру перевода.

2. Значение X в таблице кроме суммы составляющих элементов включает дополнительно 1 см на зазоры в стыках.

3. В каждой из схем укладки первые значения расстояний для рельсов Р65 и главных путей соответствуют стрелочным переводам, рассчитанным на движение поездов со скоростью до 120 км/ч, второе — до 160 км/ч, третье — до 200 км/ч.

Расстояние от центров стрелочных переводов до предельных столбиков и светофоров, установленных между сходящимися путями, м

Расстояние от центра перевода	Расстояние между осями путей *e*, м	Марки крестовин переводов и радиусы кривых, м					
		1/9		1/11		1/18	1/22
		Р-200	Р-300	Р-300	Р-400	Р-1 000	Р-1 500
До предельных столбиков	4,8	40	42	48	49	78	95
	5,3	39	39	47	47	75	92
	6,5	37	38	46	46	74	91
	7,5 и более	37	37	46	46	74	91
До мачтовых светофоров с наклонными лестницами	5,3	60	65	72	74	113	136
	6,5	49	49	59	59	95	116
	7,5 и более	47	48	58	58	94	115
До сдвоенных карликовых светофоров	4,8	48	50	57	59	—	—
	5,3	47	47	52	53	—	—
	6,5	41	42	51	51	—	—
	7,5 и более	41	41	51	51	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Элементы круговых кривых, м, при углах, кратных углам крестовин стрелочных переводов, и радиусе 200 м

Марка крестовины	Число стрелочных углов	Угол поворота	Тангенс $T = R \operatorname{tg} \alpha/2$	Кривая $K = \frac{\pi R \alpha}{180}$
1/22	1	2°35'50"	4,53	9,06
1/18	1	3°10'12,5"	5,53	11,06
1/11	1	5°11'40"	9,07	18,13
	1,5	7°47'30"	13,62	27,20
	2	10°23'20"	18,18	36,26
	3	15°35'	27,37	54,40
1/9	1	6°20'25"	11,08	22,13
	1,5	9°30'37,5"	16,64	33,20
	2	12°40'50"	22,22	44,26
	2,5	15°51'2,5"	27,84	55,33
	3	19°01'15"	33,51	66,39
1/6	0,5	4°43'52,5"	8,26	16,51
	1	9°27'45"	16,55	33,03
	1,5	14°11'37,5"	24,90	49,55
	2	18°55'30"	33,33	66,06

Элементы круговых кривых, м, при углах, кратных углам крестовин

Марка крестовины	Число стрелочных углов	Р-200		Р-300		Р-600	
		T	*K*	*T*	*K*	*T*	*K*
1/11	1	—	—	13,61	27,20	27,22	54,40
	2	—	—	27,27	54,40	54,54	108,79
1/9	1	11,08	22,13	16,62	33,20	33,23	66,40
	2	22,22	44,26	33,38	68,40	66,67	132,79
	3	33,51	66,39	50,26	99,59	100,52	119,18
	4	45,00	88,53	67,50	132,79	135,00	265,58
	5	56,79	110,65	85,18	165,98	170,36	331,96
	6	68,95	132,79	103,42	199,19	206,84	398,78
1/6	0,5	8,26	16,51	12,39	24,77	—	—
	1,0	16,55	33,03	24,83	49,55	—	—
	1,5	24,90	49,55	37,35	74,32	—	—
	2,0	33,33	66,06	50,00	99,09	—	—

Эксплуатационно-технические характеристики замедлителей

Показатель	Значения показателя для замедлителей										
	спускной части горки							парковых			
	КВ-3	КНП-5	ВЗПГ-3	ВЗПГ-5	ВЗП-3	ВЗП-5	КЗ-5	РНЗ-2	РНЗ-2м	ПНЗ-1	ПГЗ
Масса (без рельсов и шпальных брусьев), т	33,9	34,8	13,0	23,0	17,0	22,0	17,0	6.5	7,3	4,4	3,5
Длина по балкам, м	7,6	12,475	7,9	12,475	8,0	12,475	12,475	3,6	3,6	3.6	2,7
Глубина заложения от уровня головки рельса, м	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,4	0,5	0,5	0,36
Расчетная погашаемая энергетическая высота, м	1,0	1,2	1,0	1,3	1,0	1,35	1,5	0,35	0,45	0,3	0,22
Время затормаживания, с	1,0	0,8	0,7	0.7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,2
Время оттормаживания, с	0,7	1,2	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,2
Допустимая скорость входа вагонов, м/с	7	7	8	8	8,5	8,5	8,5	6	6	6	4.5
Тип рельсов	Р65	Р50	Р50	Р50	Р65	Р65	Р65	Р65	Р65	Р65	Р65

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архангельский Е. В., Лукьянов Ю. Е.* Железнодорожные станции: Устройство и организация работы. — М.: Интекс, 1996. — 351 с.

2. *Варфоломеев В. В., Колодий Л. П.* Устройство пути и станций: Учеб. для техникумов. — М.: Транспорт, 1992. — 303 с.

3. Единый формат технико-экономических обоснований (ТЭО) инвестиционных проектов 2004 года. — М.: МПС РФ, 2003. — 25 с.

4. Железнодорожные станции и узлы: Задачи, примеры, расчеты / Н. В. Правдин, Т. С. Банек, В. Я. Негрей и др.; Под ред. Н. В. Правдина. — М.: Транспорт, 1984. — 296 с.

5. Железнодорожные станции и узлы: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В. Г. Шубко, Н. В. Правдин, Е. В. Архангельский и др.; Под ред. В. Г. Шубко и Н. В. Правдина. — М.: УМК МПС России, 2002. — 368 с.

6. Железнодорожные станции и узлы / Ю. И. Ефименко, С. И. Логинов, В. Е. Павлов и др.: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во ПГУПС, 1996. — 202 с.

7. Железные дороги. Общий курс: Учеб. для вузов / М. М. Уздин, Ю. И. Ефименко, В. И. Ковалев и др.; Под ред. М. М. Уздина. — 5-е изд. — СПб.: Информационный центр «Выбор», 2002. — 368 с.

8. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений (СНиП 11-01—2003). — М.: Госстрой России, 2003. — 13 с.

9. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте. — М.: МПС РФ, 1998. — 105 с.

10. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1 520 мм. — М.: Техинформ, 2001. — 256 с.

11. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. — М.: Транспорт, 2000. — 190 с.

12. Проектирование железнодорожных станций и узлов: Справ. и метод. руководство/Под ред. А. М. Козлова и К. Г. Гусевой. — М.: Транспорт, 1981. — 592 с.

13. Строительно-технические нормы Министерства путей сообщения Российской Федерации. Железные дороги колеи 1 520 мм (СТН Ц-01—95). — М.: МПС РФ, 1995. — 86 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1. **Общие сведения о железнодорожном пути** 5

1.1. Основные сведения о категориях железнодорожных линий, трассе, плане и продольном профиле 5
1.2. Понятие об изысканиях и проектировании железных дорог 12
1.3. Значение пути в работе железных дорог, его основные элементы и требования к ним 13

Глава 2. **Земляное полотно и искусственные сооружения** 15

2.1. Поперечные профили земляного полотна. Водоотводные устройства 15
2.2. Деформации земляного полотна 20
2.3. Искусственные сооружения, их виды и назначение 22

Глава 3. **Верхнее строение пути** 31

3.1. Назначение и составные элементы верхнего строения пути 31
3.2. Балластный слой 33
3.3. Шпалы 34
3.4. Рельсы и рельсовые скрепления 37
3.5. Бесстыковой путь 42

Глава 4. **Устройство рельсовой колеи** 45

4.1. Общие сведения 45
4.2. Особенности устройства пути в кривых участках 46

Глава 5. **Стрелочные переводы** 50

5.1. Назначение и виды стрелочных переводов 50
5.2. Основные элементы и размеры стрелочных переводов 50
5.3. Взаимное расположение стрелочных переводов в горловинах станций 56

Глава 6. **Переезды, путевые заграждения и путевые знаки** 58

6.1. Назначение, классификация и оборудование переездов 58
6.2. Путевые заграждения и путевые знаки 60

Глава 7. **Ремонт и текущее содержание пути** 64

7.1. Задачи путевого хозяйства и его структура 64
7.2. Классификация путевых работ и организация их проведения 65
7.3. Защита пути от снега, песчаных заносов и паводков 70

Глава 8. **Общие сведения о железнодорожных станциях и узлах** 74
8.1. Классификация раздельных пунктов. Значение станций в работе железнодорожного транспорта 74
8.2. Краткие исторические сведения о развитии станций и узлов 77

Глава 9. **Габариты и междупутные расстояния** 85
9.1. Габариты на железных дорогах 85
9.2. Расстояния между осями путей на станциях 86

Глава 10. **Станционные пути и их соединения** 89
10.1. Классификация путей на станциях 89
10.2. Соединение двух параллельных путей 90
10.3. Стрелочные улицы, их виды и условия применения 93
10.4. Параллельное смещение, сплетение и совмещение путей. Глухие пересечения 96
10.5. Понятие о полной, полезной и строительной длине станционных путей 99

Глава 11. **Парки путей и горловины станций** 104
11.1. Назначение и виды парков 104
11.2. Горловины станций и основные требования к ним 105
11.3. Нумерация станционных путей и стрелочных переводов 107
11.4. Координирование элементов горловин и парков 108

Глава 12. **Основы проектирования раздельных пунктов** 114
12.1. Общие принципы и стадии проектирования 114
12.2. Понятие станционной площадки. Требования к расположению станционных путей в профиле и плане 117
12.3. Земляное полотно и верхнее строение пути на станциях, разъездах и обгонных пунктах 120
12.4. Общий порядок выбора варианта проектного решения 124
12.5. Состав капитальных вложений и эксплуатационных расходов 125
12.6. Методика технико-экономического сравнения вариантов проектных решений 126
12.7. Этапы развития станций и узлов 128

Глава 13. **Промежуточные раздельные пункты** 130
13.1. Разъезды. Назначение, типовые схемы и условия их применения 130
13.2. Обгонные пункты. Назначение, основные устройства и схемы 132
13.3. Промежуточные станции 134

Глава 14. **Участковые станции** 145
14.1. Назначение и классификация участковых станций 145
14.2. Размещение основных устройств на участковых станциях 146
14.3. Основные типовые схемы участковых станций 150

14.4. Схемы участковых станций на линиях с обращением сдвоенных грузовых поездов 156
14.5. Проектирование приемоотправочных парков 158
14.6. Особенности проектирования сортировочного парка участковых станций 173
14.7. Пассажирские и грузовые устройства на участковых станциях 175

Глава 15. **Локомотивное и вагонное хозяйства и другие устройства на станциях** 177

15.1. Состав локомотивного хозяйства 177
15.2. Расчеты и планировка устройств для ремонта и экипировки локомотивов 178
15.3. Схемы локомотивного хозяйства 181
15.4. Вагонное хозяйство. Другие устройства на станциях 184

Глава 16. **Сортировочные станции** 188

16.1. Назначение, классификация и размещение сортировочных станций на сети железных дорог 188
16.2. Основные схемы и технология работы сортировочных станций 190
16.3. Выбор типа и схемы сортировочной станции и места ее расположения 195
16.4. Определение путевого развития сортировочных станций 196
16.5. Проектирование основных парков сортировочных станций 198
16.6. Особенности схем и технологии промышленных сортировочных станций 203
16.7. Примыкание подъездных путей к сортировочным станциям 205
16.8. Основные направления дальнейшего развития и совершенствования схем и технологии сортировочных станций 206
16.9. Особенности сортировочных станций зарубежных железных дорог 210

Глава 17. **Основы проектирования сортировочных устройств** 213

17.1. Классификация сортировочных устройств 213
17.2. Основные элементы и параметры сортировочной горки 214
17.3. Основы динамики скатывания вагонов с горки. Понятие энергетической высоты 216
17.4. Сопротивление движению вагонов и удельная работа сил сопротивления 218
17.5. Проектирование плана горочной горловины сортировочного парка 222
17.6. Расчет высоты и профиля спускной части горки 226
17.7. Проектирование профиля надвижной и перевальной частей горки 230
17.8. Расчет тормозных средств. Выбор числа замедлителей на тормозных позициях 231
17.9. Расчет перерабатывающей способности горки и мероприятия по ее увеличению 236

Глава 18. **Пассажирские и технические пассажирские станции** 241
18.1. Назначение, классификация и комплекс устройств пассажирских станций 241
18.2. Схемы пассажирских станций и основы технологии их работы 242
18.3. Конструкция горловин пассажирских станций 251
18.4. Основные схемы и технология работы пассажирских технических станций 252
18.5. Расчет путевого развития пассажирских и технических пассажирских станций 257
18.6. Основные нормы и требования при проектировании пассажирских платформ 259
18.7. Остановочные пассажирские пункты, зонные и пересадочные станции 260
18.8. Станции высокоскоростных специализированных магистралей 264

Глава 19. **Грузовые станции** 269
19.1. Назначение и классификация грузовых станций 269
19.2. Основные устройства грузовых станций общего пользования 269
19.3. Схемы грузовых станций общего пользования и технология их работы 271
19.4. Число и полезная длина путей на грузовых станциях 273
19.5. Устройства для грузовых операций 276
19.6. Расчет грузовых устройств 284
19.7. Специализированные грузовые станции 285
19.8. Межгосударственные приграничные передаточные станции 291

Глава 20. **Пропускная и перерабатывающая способность станций** 294
20.1. Основные положения 294
20.2. Расчет пропускной способности горловин 295
20.3. Пропускная способность станционных путей 296
20.4. Перерабатывающая способность грузовых фронтов 300
20.5. Перерабатывающая способность вытяжных путей 301
20.6. Мероприятия по увеличению пропускной и перерабатывающей способности станции 302

Глава 21. **Железнодорожные узлы** 304
21.1. Понятие о железнодорожных и транспортных узлах. Классификация железнодорожных узлов 304
21.2. Принципиальные схемы узлов отдельных типов и условия их применения 305
21.3. Развязки подходов железнодорожных линий в узлах. Проектирование плана и продольного профиля путепроводной развязки 310
21.4. Промышленные железнодорожные узлы 314
21.5. Основные причины развития и реконструкции железнодорожных узлов 316

21.6. Общие принципы и требования по разработке генеральных схем развития узлов 317
21.7. Основные проблемы развития и реконструкции железнодорожных узлов 320

Приложение 1 322
Приложение 2 325
Приложение 3 325
Приложение 4 326
Приложение 5 327

Список литературы 328

Учебное издание

**Ефименко Юрий Иванович, Логинов Сергей Иванович,
Суходоев Виталий Семёнович, Уздин Михаил Маркович,
Рыбин Петр Кириллович, Костенко Владимир Васильевич,
Смирнов Владимир Игоревич**

Железнодорожные станции и узлы

Учебное пособие

Редактор *Н. А. Голованова*
Технический редактор *Н. И. Горбачева*
Компьютерная верстка: *Л. М. Беляева*
Корректоры *С. Ю. Свиридова, Т. Н. Морозова*

Изд. № А-1254-I. Подписано в печать 30.09.2005. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Бумага тип. № 2. Усл. печ. л. 21,0.
Тираж 3000 экз. Заказ № 15573.

Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
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.