

В.И.Ангеленко, В.К.Дмитриев, А.Н.Перцев

# **ЖЕЛЕЗНО- ДОРОЖНЫЙ ПУТЬ**

## **и станции промышленных предприятий**

Допущено Министерством черной металлургии УССР  
в качестве учебника для учащихся техникумов  
промышленного железнодорожного транспорта

Киев  
Головное издательство  
издательского объединения «Вища школа»  
1980

Ангелейко В. И., Дмитриев В. К., Перцев А. Н. Железнодорожный путь и станции промышленных предприятий. Учебник для техникумов промышленного железнодорожного транспорта. — Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1980. — 312 с. 31802. 3602020000.

Рассматривается краткая история развития железных дорог в России, строительство и реконструкция железных дорог в СССР. Излагаются сведения о железнодорожном пути и путевом хозяйстве, железнодорожных станциях промышленного железнодорожного транспорта, раздельных пунктах общего пользования, станциях промышленных предприятий, станциях горнорудной и нерудной промышленности. Даны основы проектирования станций.

Для учащихся техникумов промышленного железнодорожного транспорта и работников промышленного транспорта.

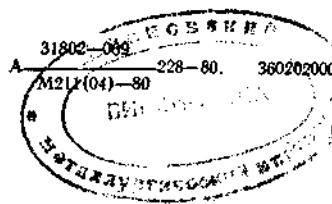
Табл. 48. Ил. 284. Список лит.: 19 назв.

Главы 1—6 написаны д-ром техн. наук, проф. В. И. Ангелейко, главы 8—18, 21, 27 — канд. тех. наук, доц. В. К. Дмитриевым, главы 7, 19, 20, 22—26 — канд. техн. наук. А. Н. Перцевым.

Рецензенты: канд. техн. наук, проф. В. Н. Дегтяренко, преподаватель М. Б. Хуторянская.

Редакция литературы по машиностроению и приборостроению

Зав. редакцией О. А. Добровольский



Издательское объединение  
«Вища школа», 1980

465094

## ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный путь появился значительно раньше, чем железные дороги. С развитием колесного транспорта возникла необходимость создать направляющие для движения ручных или конных тележек, чтобы избежать вдавливания колес в грунт и уменьшить сопротивление перемещению. Так появились деревянные лежневые дороги (дороги-полосы). Они использовались сначала на промышленных предприятиях, т. е. там, где прежде всего приходилось иметь дело с массовыми перевозками грузов.

В России деревянные лежневые дороги на предприятиях горнорудной промышленности появились в XVII в. В начале XVIII в. по указу Петра I деревянная лежневая дорога общего пользования была сооружена между Москвой и Петербургом.

В 1763 г. горный инженер К. Д. Фролов на Колывано-Воскресенских заводах построил лежневой путь с желобчатыми чугунными полосами для перевозки вагонеток с рудой. В 1767 г. в Англии появились первые рельсы в виде плоских пластин прямоугольного сечения, похожего на поперечное сечение деревянной доски. В 1788 г. А. С. Ярцев построил дорогу с чугунными рельсами на Александровском пушечном заводе в Петрозаводске.

В 1809 г. П. К. Фроловым на Змеиногорском руднике была построена железная дорога с чугунными рельсами выпуклого профиля. Чугунные рельсы вследствие их хрупкости были впоследствии заменены железными — в 1820 г. в Англии, а в 1839 г. на Людиновском заводе в России.

Рельсы современного профиля появились в США в 1831 г. по предложению Р. Стивенса.

Таким образом, к началу строительства железных дорог основные принципы конструкции железнодорожного пути были отработаны.

Толчком к строительству железных дорог общего пользования послужило создание передвижного парового двигателя — паровоза — Дж. Стефенсоном в 1829 г. в Англии и Е. Черепановым в 1833 г. в России для заводских перевозок Нижнетагильского завода на Урале.

В России первая железная дорога общего пользования с паровой тягой была построена в 1837 г. Она соединила Петербург

и Царское Село. В 1851 г. было закончено строительство крупнейшей по тому времени двухпутной магистрали Петербург — Москва. В России началось интенсивное строительство железных дорог. Их строили в промышленных районах юга России.

С развитием промышленности, строительством новых промышленных предприятий довольно быстро развивалась и сеть промышленных железных дорог.

Как только появились железные дороги, возникла необходимость в строительстве станций, без которых ни одна железная дорога не может существовать. Железные дороги общего пользования должны обслуживать перевозки грузов и людей. Для выполнения этих функций необходимы устройства для посадки и высадки пассажиров, обеспечения их проездными документами и документами на провоз и хранение багажа. Необходимы также устройства для погрузки и выгрузки грузов, их хранения. Погруженные и выгруженные вагоны должны быть сформированы в поезда, вагоны в поездах или целые поезда должны быть подобраны по направлениям, требуется сортировка вагонов. Для выполнения всех этих операций нужны станции. Кроме того, станции необходимы для обеспечения своевременного и безопасного движения поездов, обгона одних поездов другими, скрещения встречных поездов, отстоя поездов во время выполнения технических операций по обслуживанию их, осмотра, снабжения и т. д. Таким образом, станции являются неотъемлемой частью железной дороги.

В России до 1917 г. сеть общего пользования составляла 70,3 тыс. км.

Недостаточность сети железных дорог в России отрицательно влияла на хозяйственную жизнь страны. Отсутствие железных дорог в ряде ее районов затрудняло развитие промышленности.

По технической оснащенности железных дорог (маломощные рельсы, паровозы с недостаточной силой тяги, оснащение вагонного парка только двухосными вагонами, преобладание однопутных дорог) царская Россия уступала другим странам Европы.

В период гражданской войны железные дороги России были сильно разрушены, подвижной состав находился в изношенном состоянии.

После окончания гражданской войны перед молодой Советской страной стояла трудная задача восстановления и развития железных дорог. Большое внимание этому уделял В. И. Ленин. На конференции московских железнодорожников в 1920 г. В. И. Ленин говорил: «Сейчас железнодорожный транспорт висит на волоске. Если поезда станут — это явится гибелью пролетарских центров. Необходимы героические усилия рабочих масс, чтобы поддержать транспорт и облегчить борьбу с голодом и холodom» [1, с. 111—112].

В письме членам Совета Обороны от 1 февраля 1920 г. В. И. Ленин писал: «Положение с железнодорожным транспор-

том совсем катастрофично. Хлеб перестал подвозиться. Чтобы спастись, нужны меры действительно экстренные» [2, с. 81].

В те грозные годы разрухи по инициативе В. И. Ленина был создан грандиозный план преобразования России — план ГОЭЛРО, в соответствии с которым в 1924 г. был построен первый в мире тепловоз мощностью 1000 л. с., а с 1926 г. началась электрификация железных дорог. Выполняя указания В. И. Ленина, железнодорожники страны уже в период 1921—1926 гг. сдали в эксплуатацию новые линии, которые имели важное народнохозяйственное значение. В годы довоенных и послевоенных пятилеток Коммунистическая партия уделяла большое внимание развитию транспорта. С 30-х годов проводится интенсивное техническое перевооружение железных дорог СССР.

Сеть железных дорог за годы Советской власти почти удвоилась. Много новых линий построено главным образом в восточных районах страны, где до революции было всего лишь несколько технически слабо оснащенных однопутных линий.

Коренным образом реконструирована тяга поездов. Более 99 % грузооборота железных дорог составляют перевозки тепловозами и электровозами. По протяженности электрифицированных железных дорог СССР занимает первое место в мире. Ныне двухосные грузовые вагоны не применяются на железных дорогах, грузы перевозятся в 4-осных, 6-осных и 8-осных вагонах. Комфортабельными стали пассажирские вагоны, значительно увеличилась мощность верхнего строения пути в результате внедрения тяжелых рельсов, железобетонных шпал и бесстыкового пути. Введение автоблокировки и диспетчерской централизации в значительной степени способствовало увеличению безопасности движения поездов и увеличению скорости их продвижения.

XXV съезд КПСС уделил большое внимание развитию транспорта. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» сказано: «Основной задачей транспорта является более полное и своевременное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках, ускорение доставки грузов и передвижения пассажиров на основе существенного повышения мощности и качества работы всей транспортной системы, а также улучшения транспортных связей между экономическими районами страны» [3, с. 206]. Предусмотрено также построить на наиболее загруженных направлениях железнодорожной сети новые вторые пути. Ввести в эксплуатацию новые железнодорожные линии. Продолжить строительство Байкало-Амурской магистрали и подходов к ней.

Партия и государство всегда уделяли и уделяют большое внимание развитию промышленного транспорта. За годы послевоенных пятилеток промышленному транспорту поставлено большое количество тепловозов, электровозов, вагонов, тяжелых рельсов. На промышленных предприятиях появились железнобетонные шпалы на путях и бесстыковой путь. Сейчас путевое

хозяйство промышленных предприятий по технической оснащенности во многих случаях уже мало чем отличается от магистрального транспорта.

Сеть промышленного транспорта выросла до 130 тыс. км. При этом предприятия черной металлургии и угольной промышленности располагают более чем 30% общей протяженности железных дорог.

В 1971 г. ЦК КПСС, Совет Министров СССР, ВЦСПС приняли постановления о развитии железнодорожного транспорта в 1971—1975 годах, об улучшении работы промышленного железнодорожного транспорта, о повышении минимального размера заработной платы и увеличении ставок и окладов среднеоплачиваемых рабочих и служащих железнодорожного транспорта и метрополитенов и о мерах по закреплению кадров на железнодорожном транспорте. Этими постановлениями были определены основные направления дальнейшей технической реконструкции железнодорожного транспорта и намечены пути создания его материально-технической базы.

В 1977 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О мерах по развитию железнодорожного транспорта в 1976—1980 годах». В целях более полного удовлетворения растущих потребностей народного хозяйства и населения в перевозках и увеличения пропускной способности железных дорог постановлением установлены повышенные задания Министерству путей сообщения СССР и Министерству транспортного строительства СССР на 1976—1980 гг. Эти задания включают ввод в эксплуатацию новых железнодорожных линий, строительство вторых путей и двухпутных вставок, электрификацию железнодорожных линий, сооружение устройств автоблокировки и диспетчерской централизации на железнодорожных линиях, а также строительство и реконструкцию других объектов железнодорожного транспорта.

На ноябрьском (1979 г.) Пленуме ЦК КПСС указано на необходимость разработать долговременную комплексную программу развития транспорта, которая впитала бы в себя лучшие достижения научно-технической мысли. Эту программу следует нацелить на модернизацию железных дорог, опережающие темпы роста трубопроводного, речного, автомобильного транспорта, на механизацию погрузочно-разгрузочных работ. Особое внимание должно быть уделено коренному улучшению организации перевозок, их более рациональному планированию.

## Раздел первый ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ

### Глава 1. ПЛАН И ПРОФИЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

#### § 1. План железнодорожного пути

Железная дорога не может быть проведена по прямой между двумя заданными пунктами ее строительства. На пути, намеченном для устройства железной дороги, могут встретиться различные препятствия, которые вызваны особенностями рельефа местности (глубокие ущелья, горные хребты, водотоки, болота, обвалные места, карстовые пустоты). Кроме того, в районе прохождения железной дороги могут располагаться населенные или промышленные пункты, через которые необходимо проложить новую железную дорогу.

Наметку направления железной дороги до изысканий на местности и окончательный выбор их направления ведут по карте в горизонталах. Горизонтали — это линии на плане, которые соединяют точки земной поверхности, расположенные на одинаковой высоте от уровня Черного или Балтийского морей или любого условного уровня. Высоты эти носят название отметок. На рис. 1 горизонтали проведены через 5 м по высоте, на них цифрами показаны высоты от условного уровня. План может быть более подробным с горизонталами через 1 м и даже 0,5 м по высоте.

На плане наносят трассу новой дороги, примыкающей к существующей. Трассой называют линию, изображающую продольную ось железнодорожного пути. Проекция трассы на горизонтальную плоскость называется планом линии. Продольный разрез по трассе называется продольным профилем.

Чтобы железнодорожная линия соединяла заданные пункты по трассе, близкой к прямой, и чтобы достичь проектирования и строительства дороги с наименьшими затратами, при строительстве будущей линии стремятся избежать крутых подъемов и спусков, обойти препятствия. Поэтому план железной дороги — это разнообразное сочетание многочисленных прямых и кривых участков.

Радиусы кривых должны иметь возможно большее значение. Вписывание подвижного состава в кривые малых радиусов затруднительно, требует снижения скорости, а в отдельных случаях может быть и небезопасным.

При движении в кривых подвижной состав должен преодолевать дополнительное сопротивление. При этом дополнительно расходуется топливо локомотива. Наименьшие допускаемые

значения радиусов нормируются в зависимости от категории железной дороги.

Железнодорожные магистрали МПС в зависимости от назначения и размеров перевозки подразделяют по нормам проектирования на пять категорий (табл. 1).

Пути промтранспорта разделяют на три категории:

I категория — пути со скоростью движения поездов 40...65 км/ч;

II категория — пути со скоростью движения поездов 25...40 км/ч;

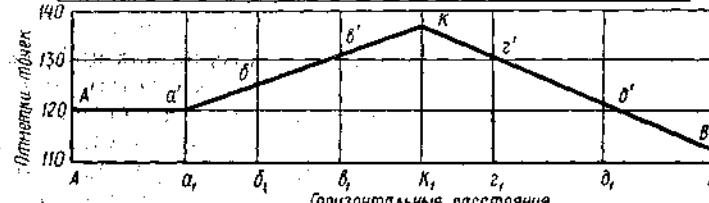
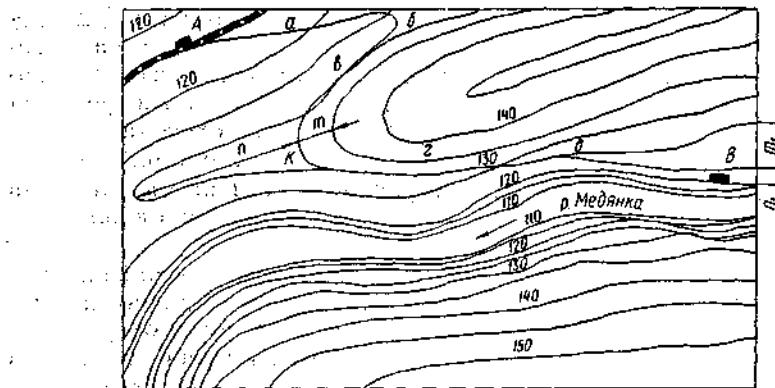


Рис. 1. План местности в горизонталях

III категория — пути с маневровым характером движения поездов со скоростью менее 25 км/ч.

В табл. 2 приведены значения радиусов кривых для путей МПС, в табл. 3 — для путей промтранспорта.

При проектировании железнодорожного пути основными характеристиками кривой являются радиус  $R$ , по которому определяют безопасность движения и сопротивление движению, угол  $\alpha$  поворота, тангенс  $T$  кривой и ее длина  $K$  (рис. 2).

Угол  $\alpha$  поворота кривой определяют трассированием линии при изысканиях. Он зависит от местных условий, рельефа, препятствий, которые необходимо обойти, и т. д. Точки сопряжения кривой с прямыми участками называются началом и концом круговой кривой, считая по ходу километров. Расстояние от начала или от конца кривой до вершины угла поворота называется

Таблица 1. Категории железнодорожных путей МПС

Категория	Народнохозяйственное значение железных дорог	Расчетная годовая грузонапряженность нетто в грузовом направлении, млн. т·км/км, на год эксплуатации		Размеры движения пассажирских поездов на 5-й год эксплуатации, пар./сут	Максимальная скорость движения поездов, км/ч
		5-й	10-й		
I	Железнодорожные магистрали (линии) или их составные участки, обеспечивающие основные общегосударственные связи внутри страны или с другими странами	Св. 12	Св. 20	Св. 12, кроме пригородных поездов, или 50 пригородных поездов	Св. 120 (для пассажирских поездов)
II	Железнодорожные магистрали (линии) или их составные участки, обеспечивающие преимущественно межрайонные грузовые и пассажирские перевозки внутри страны или в другие страны	Св. 7 до 12	Св. 10 до 20	5...12, кроме пригородных поездов	—
III	Железнодорожные линии, обеспечивающие преимущественно грузовые и пассажирские перевозки местного значения	3...7	5...10	Не св. 4, кроме пригородных поездов	—
IV	Железнодорожные линии местного значения, не имеющие перспективы роста грузонапряженности до 10-го года эксплуатации Подъездные пути, не имеющие перспективы до 10-го года эксплуатации включения их в состав железнодорожных линий общей сети Подъездные и соединительные пути на станциях	Менее 3	Менее 5	—	—
V	Независимо от грузонапряженности	—	—	—	Св. 4 для грузовых поездов с поездным порядком движения 40 и менее грузовых поездов с маневровым или поездным порядком движения
	То же	—	—	—	—

Примечания: 1. В экономически обоснованных случаях, при грузонапряженности нетто более 7 млн. т·км/км на 10-й год эксплуатации и последующем значительном темпе ее роста допускается проектировать железнодорожные линии по нормам II категории.

2. К соединительным относят пути, ведущие к контейнерным пунктам, топливным складам, базам, сортировочным платформам, пунктам очистки, промывки, дезинфекции вагонов, ремонта подвижного состава и производства других технологических операций.

тангенсом кривой. По этому расстоянию при устройстве кривой на местности определяют положение точек начала и конца кривой.

Углом поворота называется угол между двумя сопрягаемыми прямыми. Он равен центральному углу кривой. При определении длины железнодорожного пути в кривых участках это расстояние измеряют по кривой.

Таблица 2. Радиусы кривых для путей МПС, м

Категория линии и подъездного пути	Рекомендуемые	Допускаемые	
		в трудных условиях	в особо трудных условиях по технико-экономическим обоснованиям
Линии I категории при движении поездов со скоростью, км/ч:			
более 120	4000...2500	2000	800
120 и менее	4000...1500	1200	600
Линии:			
II категории	4000...1200	1000	600
III »	2000...1200	800	400
IV »	2000...1000	500	250
Подъездные пути IV категории	2000...600	500	180
Подъездные и соединительные пути V категории	1000...400	300	150

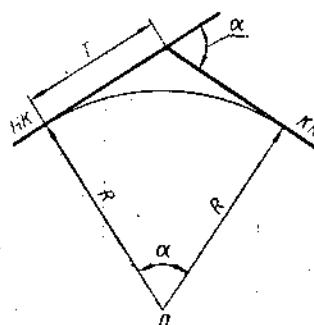


Рис. 2. План железнодорожной кривой:  
HK — начало кривой; KK — конец кривой

Тангенс кривой и ее длину рассчитывают по следующим формулам:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}; \quad (1.1)$$

$$K = \frac{2\pi R}{360} \varphi. \quad (1.2)$$

Во время строительства железных дорог на месте фиксируют точки вершины кривой или точки поворота. При строительстве линии от этих точек отмеряют значения тангенса кривых, намечают на месте начало и конец кривой, а затем от этих точек ведут детальную разбивку кривой по ординатам. При этом линию тангенса принимают за ось абсцисс. На ней отмеряют равные промежутки и в конце каждого из них восставляют ординату:

$$y = x^2/2R, \quad (1.3)$$

где  $x$  — расстояние от начала (конца) кривой до конкретной точки.

Между двумя соседними кривыми, чтобы обеспечить плавность и безопасность движения, должен быть обязательно прямой участок пути. Длина его нормируется для путей МПС в соответствии с данными табл. 4. Для путей промтранспорта длина прямого участка пути принимается равной для путей I категории 50 м, II категории — 30 м, в трудных условиях проектирования для путей I и II категорий — 20 м, для III категории прямые вставки можно не предусматривать.

Таблица 4. Допускаемые длины прямых вставок

Категория линии и подъездного пути	Значение длины прямых вставок, м, между кривыми, направляемыми	
	в разные стороны	в одну сторону
Линии I категории при движении поездов со скоростью:		
более 120 км/ч	150	150
120 км/ч и менее	75	100
Линии II и III категории	75	100
Линии и подъездные пути IV категории	50	50
Подъездные пути V категории	30	30

Примечание. На подъездных путях, обслуживаемых маневровым порядком, а в трудных условиях при поездном движении со скоростями не более 25 км/ч прямые вставки между кривыми (между начальными точками переходных кривых, а при их отсутствии — круговых) можно не устраивать.

Для плавности входа в кривые между прямой и круговой на перегонах в большинстве случаев устраивают переходные кривые переменного радиуса (гл. 5). Если имеются переходные кривые, то приведенные выше нормы относятся к прямым участкам между этими кривыми.

## § 2. Профиль железнодорожного пути

При сооружении железной дороги необходимо добиваться минимума затрат. Наибольшую часть стоимости строительства железной дороги составляют расходы на земляные работы. Если железные дороги проводить по естественной земной поверхности, то объем необходимых земляных работ будет минимальным. Однако такое проектирование железнодорожной линии почти всегда невозможно, так как естественный рельеф местности может иметь любые уклоны и подъемы, а локомотив с поездом способен преодолевать подъемы лишь определенной крутизны.

**Уклоном** называется отношение превышения одной точки над другой к расстоянию между ними по горизонтали. Уклон в железнодорожной практике измеряется в тысячных долях (промилле), обозначающих значение тангенса угла наклона линии к горизонту. При проектировании линии различают **уклоны ограничивающие и проектируемые**. К ограничивающим уклонам относятся руководящий, уравновешенный, кратной тяги и инерционный; к уклонам проектирования — вредный, безвредный, средний, эквивалентный и приведенный, или фиктивный.

**Руководящим** называется наибольший уклон на прямом участке пути, по которому рассчитывают вес грузового поезда при одиночной тяге и заданной скорости движения. Значение уклона обосновывается технико-экономическими расчетами, исходя из объема предстоящих перевозок, рода тяги и топографических условий местности.

**Вес поезда**

$$Q = \frac{F_k}{W_0 + i_p + W_k} - P, \quad (1.4)$$

где  $Q$  — вес поезда, тс;

$F_k$  — расчетная сила тяги локомотива при минимальной расчетной скорости движения по кривой;

$W_0$  — постоянное сопротивление движению поезда, кгс/тс;

$i_p$  — руководящий уклон, ‰ (одна тысячная доля подъема эквивалента сопротивлению движению поезда, кгс/тс);

$W_k$  — дополнительное сопротивление движению поезда при движении по кривой, кгс/тс;

$P$  — вес локомотива, тс.

Если длина кривой равна длине поезда или больше его, то сопротивление от кривой можно вычислить по следующим формулам:

для пути нормальной колеи

$$W_k = 700/R, \quad (1.5)$$

для узкой колеи

$$W_k' = 425/R, \quad (1.6)$$

где  $R$  — радиус кривой, м.

Если длина кривой меньше длины поезда, то соответственно

$$W_k = 12\alpha/l_n; \quad W_k' = 7,5\alpha/l_n, \quad (1.7)$$

где  $\alpha$  — угол поворота, град;  
 $l_n$  — расчетная длина поезда.

Если поезд может одновременно находиться в нескольких кривых, то

$$W_k = \frac{12\sum\alpha}{l_n}; \quad W_k' = \frac{7,5\sum\alpha}{l_n}, \quad (1.8)$$

где  $\sum\alpha$  — сумма углов поворота всех кривых, в которых располагается поезд.

**Уравновешенным** называется руководящий уклон для негрузового направления. Он применяется при резком различии в грузопотоках груженого и порожнего направлений. В этом случае уклон может быть значительно круче, чем в груженом направлении, поэтому стоимость строительства дороги в результате уменьшения земляных работ значительно уменьшается.

**Уклоном кратной тяги** называется уклон, который круче руководящего и который может быть преодолен при кратной тяге, т. е. при нескольких локомотивах в поезде (чаще всего двух).

**Инерционным уклоном** называют подъем, который круче руководящего и который локомотив преодолевает за счет силы инерции, накопленной на предыдущем спуске.

Проектируемые уклоны рассматривают при изучении тяговых расчетов.

Руководящий уклон не должен превышать 15‰ на железнодорожных линиях I и II категорий, 20‰ на линиях III категории и 30‰ на линиях IV и V категорий, а для дорог промтранспорта не должен превышать 30‰.

**Продольный профиль** железнодорожной линии представляет собой сочетание спусков, подъемов, площадок различных величин. Общим правилом проектирования профиля является компоновка его из элементов возможно большей длины и не менее чем половины длины поезда, принятого на перспективу. Нормативные данные для проектирования профиля приведены для линий МПС в табл. 5 и 6, а для линий промтранспорта в табл. 7 и 8.

Элементы продольного профиля должны сопрягаться вертикальными круговыми кривыми. Радиус вертикальной кривой на линиях I категории должен быть равен 15 000 м, в трудных условиях 10 000 м. При алгебраической разности уклонов более 3‰ разрешается применять радиус 5000 м, а на линиях III категории — 2000 м. Если вертикальную кривую устроить трудно, то ее можно заменить прямолинейными элементами длиной по 25 м с разницей уклонов между ними не более 2‰.

Таблица 5. Нормативные данные для проектирования профиля путей МПС

Категория линии, подъездного пути	Наибольшая алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, %, при полезной длине приемо-отправочных путей, м		
	1250	1050	850
Рекомендуемые нормы			
I, II	5	6	8
III	6	8	10
IV	8	10	12
V	—	—	20
Максимально допустимые нормы			
I, II	8	12	13
III	10	15	20
IV	12	16	20
V	—	—	30

Примечание. Для подъездных путей IV категории при полезной длине приемо-отправочных путей менее 850 м разрешается увеличивать максимально допустимую разность сопрягаемых уклонов до 30%, для путей V категории — до 40%.

Таблица 6. Наименьшие размеры разделительных площадок для путей МПС

Категория линии, подъездного пути	Длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны, м, при полезной длине приемо-отправочных путей, м			Категория линии, подъездного пути	Длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны, м, при полезной длине приемо-отправочных путей, м		
	1250	1050	850		1250	1050	850
Рекомендуемые нормы							
I, II	350	300	250	I	250	250	200
III	300	250	200	II, III, IV	200	200	200
IV	250	250	200	V	—	—	100
V	—	—	100				
Минимально допустимые нормы							
I, II	350	300	250	I	250	250	200
III	300	250	200	II, III, IV	200	200	200
IV	250	250	200	V	—	—	100
V	—	—	100				

Примечания: 1. Длину разделительных площадок и элементов переходной крутизны при алгебраической разности сопрягаемых уклонов менее указанной в табл. 3 допускается уменьшать пропорционально уменьшению алгебраической разности, но не менее чем до 200 м, при полезной длине приемо-отправочных путей менее 850 м — не менее чем до 100 м.

2. Длину разделительных площадок и элементов переходной крутизны на возвышениях продольного профиля, ограниченных затяжными подъемами, для железных дорог IV категории при полезной длине приемо-отправочных путей 850 м и менее в трудных условиях допускается уменьшать до 100 м.

3. Горизонтальные разделительные площадки, расположенные в выемках длиной более 400 м и в выемках независимо от их длины, устраиваемых в вечномерзлых грунтах, следует заменять двумя уклонами крутизной не менее соответственно 2 и 4% со спусками в сторону концов выемки.

Таблица 7. Нормативные данные при проектировании профиля для путей промтранспорта

Вес поезда брутто, тс	Наибольшая алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, %, при категории путей		
	I	II	III
4000...5000	10	11	13
3000...4000	12	14	16
2000...3000	17	20	21
1500...2000	25	30	30
1500 и менее	30	40	40

Таблица 8. Наименьшие размеры разделительных площадок для путей промтранспорта

Вес поезда брутто, тс	Длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны, м, при категории путей		
	I	II, III	IV
4000...5000	250	200	200
3000...4000	200	200	100
2000...3000	200	150	100
1500...2000	150	100	100
1500 и менее	100	100	100

Точки переломов профиля должны быть удалены от точек начала и конца кривых, от пролетных строений мостов, стрелочных переводов. Расстояние удаления от этих точек для линий I категории определяют из расчета 7,5 м на каждую тысячную долю разности сопрягаемых уклонов.

### § 3. Изображение профиля и плана линии

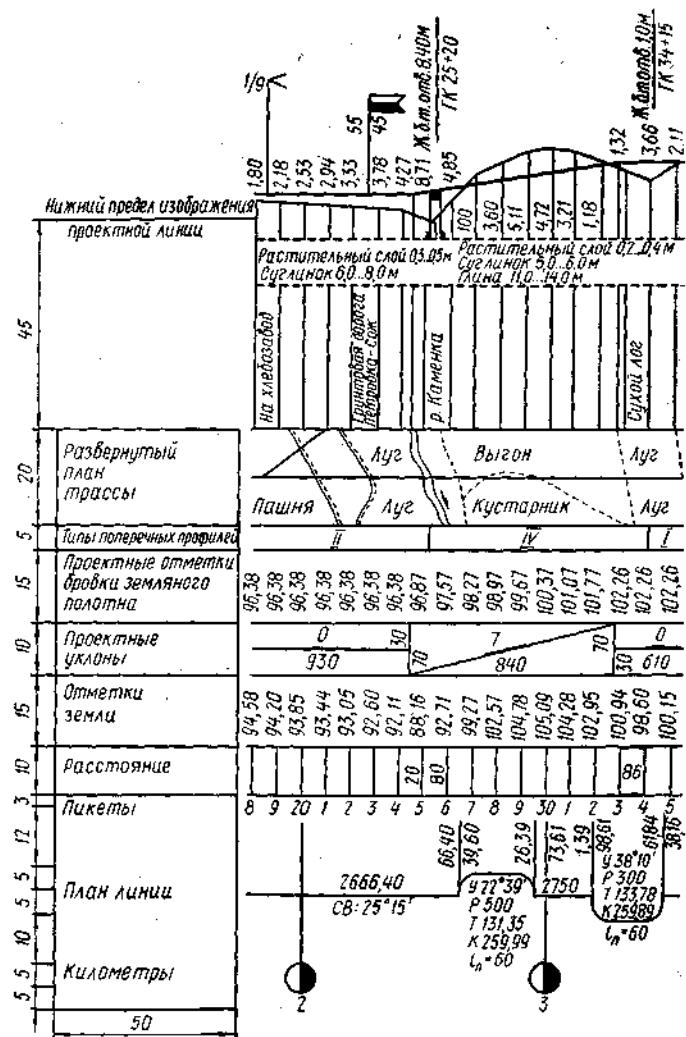
Основным проектным, строительным и эксплуатационным чертежом, который служит официальным документом, представляющим техническую характеристику пути, является продольный профиль. На рис. 3 изображен профиль в том виде, в каком его применяют на производстве, и слева в учебных целях дано пояснение к составлению продольного профиля с указанием размеров изображения.

На рисунке представлен так называемый **нормальный продольный профиль**, который вычерчивают в масштабах для вертикальных расстояний 1 : 1000, а для горизонтальных 1 : 10 000. Продольные профили подъездных и внутриводорожных путей небольшой протяженности можно вычерчивать с большой степенью подробности. Горизонтальный масштаб его 1 : 5000 и даже 1 : 2000, вертикальный — в 10 раз крупнее.

Продольный профиль начинают изображать (верх чертежа) с разреза местности. На чертеж наносят линию рельефа и проектную линию железнодорожного пути. Первая называется **черной линией**, вторая — **красной**. При вычерчивании профиля их соответственно изображают разными цветами. Цифры, написанные вдоль красной линии, обозначают разницу в отметках черной и красной линий. Эти цифры называются **рабочими отметками**, так как по ним определяют, на какую высоту должна быть отсыпана насыпь или отрыта выемка. Если рабочая отметка находится над красной линией, то она обозначает высоту насыпи, если под красной линией, то глубину выемки. На красной линии различными условными обозначениями показывают все сооружения на

пути. На участке профиля показаны (считая слева направо) примыкание ветки к хлебозаводу (уголком на вертикальной линии), одиночный охраняемый переезд (флажком), железобетонные мост и труба. Разными знаками показывают также станции, разъезды и другие остановочные пункты, светофоры, путевые здания, искусственные сооружения.

Под чертежом профиля в специальной графе записывают грунты, по которым проходит трасса железнодорожного пути. Их можно записывать там, где показано на рис. 3, либо ниже



ординат продольного профиля перед графикой развернутого плана линии. На ординатах продольного профиля даются пояснения к ситуации местности и сооружениям, изображенным на профиле.

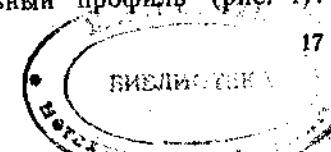
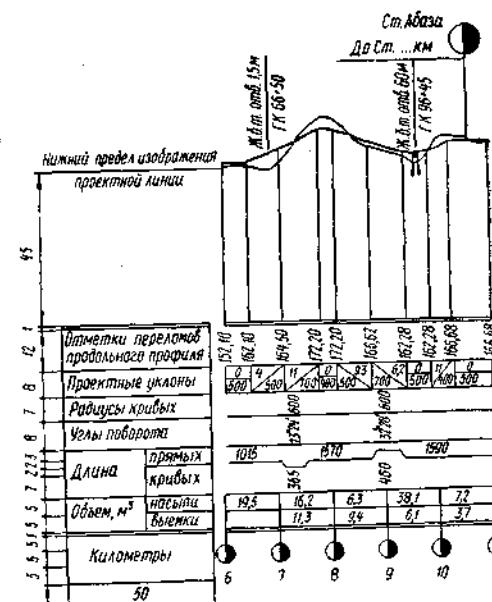
Далее последовательно предусматриваются графы для записи типов поперечного профиля земляного полотна, проектные отмечки бровки земляного полотна, проектные уклоны, отметки естественного рельефа (земли), расстояния до примечательных точек, нумерация пикетов, план линии и нумерации километров.

Вся линия по протяженности делится на пикеты — отрезки длиной 100 м и больше. Поскольку длина всех пикетов одинаковая для каждого пикета, ее не записывают. В графике расстояний записываются расстояния до точек, которые надо отметить, или же если пикет по какой-либо причине не имеет полной длины. На рис. 3 на 6-м пикете 3-го км потребовалось отметить, где находится ось железобетонного моста.

В графике расстояний отмечается, что она находится в 20 м от 5-го пикета и в 80 м от 6-го, а 4-й пикет 4-го км не полный, что и обозначено на чертеже. В плане линии на отрезках, изображающих прямые участки, должны быть записаны длины прямых и их направления в румбах. Для кривых необходимо записать их основные элементы и отметить расстояния от начала и конца кривых до ближайших пикетов. По положению кривых (вверх или вниз от проектной длины) определяют, куда поворачивает линия — вправо или влево.

В графике уклона показывают его значение целыми числами в тысячных и длину. Начало и конец уклона также привязываются к пикетажу. Условным изображением показывают направление уклона. По изображению на рис. 3 видно, что подъем начинается на 5-м пикете 2-го км для поезда, идущего слева направо, а спуском этот участок будет для поезда, идущего справа налево.

Чтобы решить некоторые вопросы по проектированию железнодорожной дороги (например, сделать тяговые расчеты), вычерчивают так называемый сокращенный продольный профиль (рис. 4).



Горизонтальный масштаб его 1 : 50 000. Сокращенные упрощенные продольные профили используют также машинисты локомотивов для правильного и безопасного вождения поездов.

#### § 4. Габариты

Для того чтобы обеспечить безопасность движения подвижного состава и железнодорожников при выполнении работ, все части подвижного состава и грузы на нем, а также железнодорожные строения и сооружения не должны выходить за безопасное очертание. Эти очертания, обусловленные безопасными размерами, называются *габаритами*.

Государственными стандартами СССР установлены габариты подвижного состава и габариты приближения строений.

Для подвижного состава установлены габариты 1-Т, Т, 0-Т, 01-Т, 02-Т и 03-Т, для приближения строений — габариты С и Сп.

Габарит 1-Т относится к подвижному составу, допускаемому к обращению по всей сети железных дорог СССР и по подъездным путям от станций примыкания до территории промышленных предприятий.

Подвижной состав, построенный по габариту Т, может быть введен в обращение там, где размещение строений и сооружений удовлетворяет требованиям габарита С. Габариты 0-Т, 01-Т, 02-Т и 03-Т предусматриваются для подвижного состава, допускаемого к обращению по железным дорогам СССР и по дорогам зарубежных стран с шириной колеи 1435 мм.

Габарит С распространяется на пути и сооружения всех железных дорог СССР и на подъездные пути до территории промышленных предприятий.

Габарит Сп распространяется на пути и сооружения на территории и между территориями промышленных предприятий.

На рис. 5 показано габаритное очертание 1-Т, на рис. 6 очертания С, Т и Сп совмещены. При ширине колеи 1524 мм  $a_1 = 672$  мм,  $a_2 = 762$  мм, а при ширине колеи 1520 мм  $a_1 = 670$  мм,  $a_2 = 760$  мм. Все размеры даны в миллиметрах.

На рис. 7, 8, 9 приведены данные о габаритах для предприятий Минчермета, доменных и сталеплавильных цехов.

Габаритными требованиями определяются также расстояния между осями двух смежных путей. В соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог СССР расстояния между осями пути на перегонах двухпутных линий на двухпут-

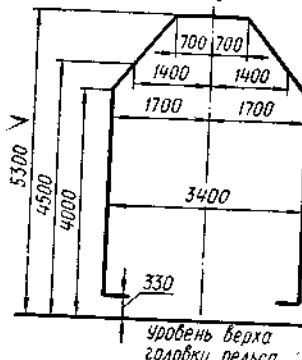


Рис. 5. Габарит 1-Т

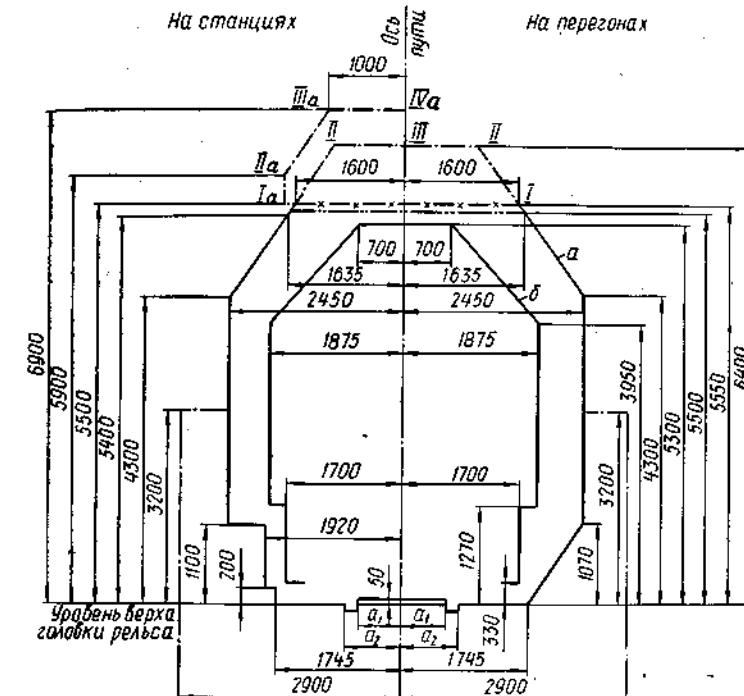
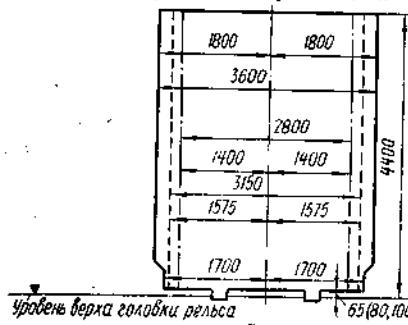
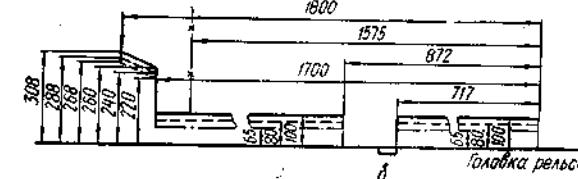


Рис. 6. Габариты:

*a* — габарит приближения строений С; *б* — габарит подвижного состава; I-II—III — для перегонов и путей станций, на которых не предусмотрена стоянка подвижного состава; Ia—IIa—IIIa—IVa — для остальных путей станций; х—х—х — для путей, электрификация которых не предусмотрена; --- — верхний контур габарита Сп (ниже этой линии очертания габаритов С и Сп совпадают)



а



б

Рис. 7. Габарит специального подвижного состава предприятия Минчермета:

*а*) — габарит чугуновозов и шлаковозов; — тележки для изложниц; — тележки для мульд; *б*) — ковши; — тележки для изложниц; для обressоренных частей; — для частей, укрепленных на обressоренной раме; — для необressоренных частей

## Глава 2. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО

## § 1. Поперечные профили земляного полотна

**Земляное полотно** представляет собой комплекс грунтовых сооружений, являющихся основанием для верхнего строения пути и обеспечивающих железнодорожный путь допускаемыми уклонами. Земляное полотно используется в сложных условиях воздействия динамических факторов от подвижного состава с одновременным и постоянным воздействием природных факторов — воды, ветра, температуры воздуха.

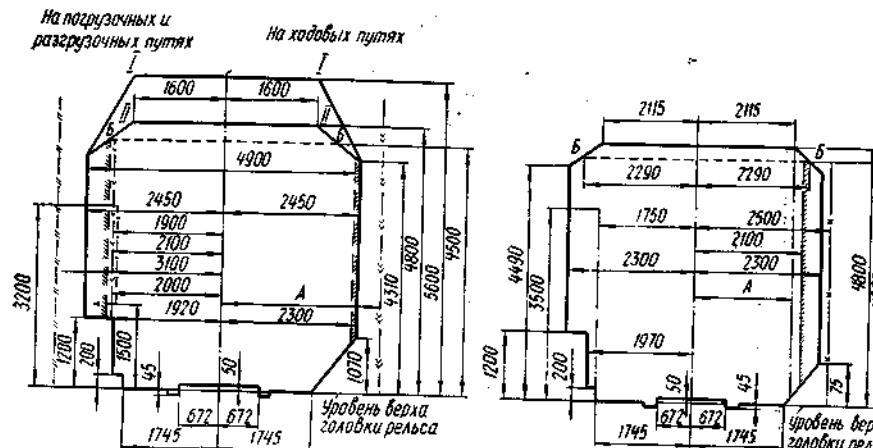


Рис. 8. Габарит доменных цехов:  
 I—I — для электрифицированных путей; II—II — для неэлектрифицированных путей; б—б — для путей листяного двора; 111—111 — для отдельно стоящих колонн; >—> — для разгрузочных устройств в нерабочем состоянии; —II — для сливных желобов; —||— для транспортерной галереи; —> — для пульта подачи конусов

Рис. 9. Габарит сталеплавильных цехов:

Таблица 9. Расстояния между осями смежных путей промтранспорта на прямых участках

Назначение путей	Наименьшее расстояние, мм
Пути на перегонах	4100
Пути для перевозки жидкого чугуна и шлака:	
на площадке завода	4800
вне площадки завода	4300
Пути стоянки изложниц со слитками	5000
Пути стоянки порожних изложниц	5300
То же в стесненных условиях	5000
Пути движения составов изложниц со слитками и думпкаров грузоподъемностью до 130 т	4600
Пути движения мульдовых составов	4500
Пути движения думпкаров с трехосными тележками грузоподъемностью 180 т	4600
То же с четырехосными тележками грузоподъемностью 180 т	5000

ных участках должны быть не менее 4,1 м, на станциях между осями смежных путей — не менее 5,0 м, на второстепенных путях на станции и на путях грузовых дворов — не менее 4,5 м. Расстояние между осями путей, предназначенных для перегрузки груза из вагона в вагон, должно быть не менее 3,6 м. Расстояния между осями путей промтранспорта определяют по табл. 9.

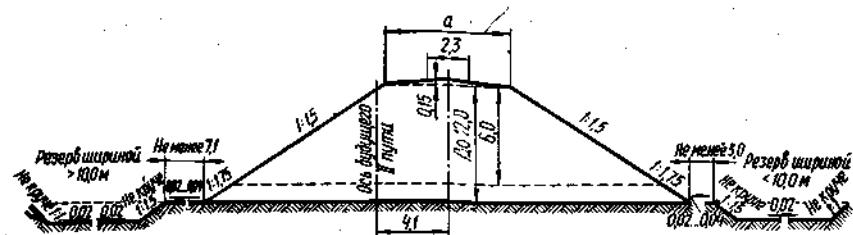


Рис. 10. Поперечное сечение насыпи

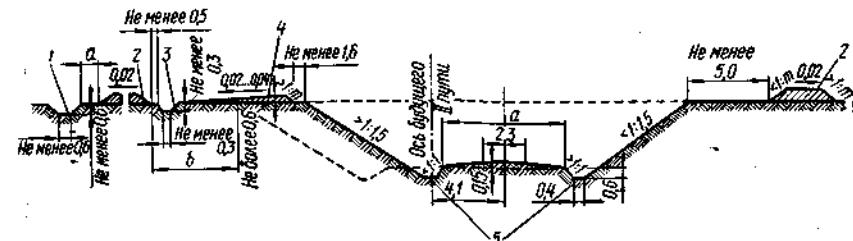


Рис. 11. Поперечное сечение выемки:  
1 — нагорная канава; 2 — кавальер; 3 — забанкетная канава; 4 — банкет; 5 — кювет

Земляное полотно в зависимости от положения проектной линии железной дороги можно выполнять в виде насыпи (рис. 10) или выемки (рис. 11). При значительном поперечном уклоне местности могут быть полунасыпи (рис. 12, а), полувыемки (рис. 12, б), полунасыпи-полувыемки (рис. 12, в).

Расстояние  $a$  на рис. 10 и 11 называется *ширина* земляного полотна по верху или *ширина основной площадки* земляного полотна. Боковые наклонные поверхности земляного полотна называются *откосами*.

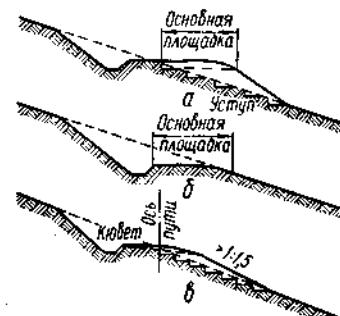


Рис. 12. Поперечные профили земляного полотна на косогорах

Линия пересечения верхней площадки земляного полотна насыпи и ее откоса называется *бровкой земляного полотна*.

В соответствии с типовыми размерами балластный слой занимает не всю поверхность земляного полотна. Свободные от балласта боковые части поверхности земляного полотна называются *обочинами*. Они служат для удержания балласта, осыпающегося с откосов балластного слоя, установки путевых и сигнальных знаков, прохода линейных работников, размещения материалов и инструмента во время путевых работ.

Линия пересечения откоса насыпи с поверхностью земли носит название *подошвы откоса*. У подошвы откоса оставляется площадка, которая называется *бермой*. За ней располагается *резерв*, из которого берут грунт при сооружении насыпи. Резерв одновременно служит и водоотводным сооружением для отвода воды вдоль насыпи.

При сооружении выемки непосредственно у основной площадки земляного полотна устраивают *кюветы*, отводящие воду от основной площадки. На уровне земной поверхности по обе стороны от бровок оставляют бермы. С нагорной стороны выемки после бермы устраивают водоотводный *банкет*, после него *забанкетную канаву* и *кавальер*, который, являясь водоотводным сооружением, образуется из грунта, вынутого при сооружении выемки. После кавальера устраивают *нагорную канаву*. С противоположной стороны выемки устраивают только *кавальер*, образованный из грунта, вынутого при сооружении выемки.

Все основные размеры насыпи, выемки и их частей приведены на рисунках. Ширина земляного полотна по верху в соответствии с требованиями ПТЭ должна быть на прямых участках пути не менее: на однопутных линиях — 5,5 м; на двухпутных — 9,6 м, а при сооружении насыпей из скальных и дренирующих грунтов соответственно 5,0 и 9,1 м. Верх земляного полотна устраивают в виде трапеции, носящей название *сливной призмы*, с шириной верхнего основания 2,3 м и высотой 0,15 м. Сливную призму насыпей двухпутных линий соируют в виде треугольника с высотой 0,20 м. Нижнее основание трапеции, ширину основной площадки земляного полотна в зависимости от рода грунта и категории линии можно принимать для вновь строящихся линий и путей в соответствии с данными табл. 10.

Для промтранспорта ширина однопутного земляного полотна по верху принимается

Таблица 10. Ширина земляного полотна по верху для путей МПС, м

категория линии	число главных путей	для грунтов		для прочих грунтов
		скользких, крупнообломочных и песчаных, кроме пылеватых	для грунтов скальных, крупнообломочных и дренирующих, песчаных	
I	2	10,1	11,1	
II	1	6,0	7,0	
III	1	5,8	6,0	
IV	1	5,2	6,0	
V	1	5,0	5,5	5,5

Таблица 11. Ширина земляного полотна по верху для путей промтранспорта, м

толщина балластного слоя, м	для грунтов скальных, крупнообломочных и дренирующих, песчаных	для прочих грунтов при скорости движения поездов	
		более 40 км/ч	до 40 км/ч
20,25	5,0	5,5	5,3
30,35	5,5	5,8	5,5
40,45	—	6,0	5,8
50,55	—	6,5	6,5

в соответствии с данными табл. 11.

В кривых земляное полотно уширяется в соответствии с нормами, принятыми для путей МПС (табл. 12) и для путей промтранспорта (табл. 13).

Крутизну откоса измеряют отношением высоты откоса к его заложению. На рис. 10 и 11 изображены полуторные откосы, у которых заложение в 1,5 раза больше, чем высота. Такие откосы обычно устраивают при грунтах нормальной устойчивости. Однако одинаковая крутизна откоса допускается лишь при насыпях небольшой высоты, не более 6 м. При большей высоте требуется, чтобы откосы выполнялись, рекомендуется через каждые 6 м по высоте откосы выполаживать на четверть заложения. Так, при 18-метровой насыпи верхние 6 м могут быть отсыпаны с крутизной откоса 1 : 1,5, следующие 6 м — с крутизной откоса 1 : 1,75, следующие 6 м — с крутизной 1 : 2. Наиболее крутой откос, который допускается в конкретных условиях, определяется качеством грунта.

Поперечные профили земляного полотна, приведенные на рис. 10 и 11, называются *типовыми нормальными поперечными профилями*. Они рекомендуются для повсеместного применения при сооружении земляного полотна из обычных грунтов в обычных условиях.

В отличие от типовых нормальных поперечных профилей земляного полотна различают *типовые специальные поперечные профили*, которые применяются в особых условиях, например при сооружении земляного полотна на болотах, в условиях вечной мерзлоты, в горных районах и т. п.

Существуют еще *индивидуальные поперечные профили*, проектируемые для конкретных участков в сложных условиях

Таблица 12. Нормы уширения земляного полотна в кривых для путей МПС

радиус кривой, м	для линий I, II категорий		для линий IV, V категорий	
	уширение, м	радиус кривой, м	уширение, м	радиус кривой, м
3000 и более	0,1	2000 и более	—	
2500...1800	0,2	1800...1200	0,1	
1500...700	0,4	1000...700	0,2	
600 и менее	0,5	600 и менее	0,3	

Таблица 13. Нормы уширения земляного полотна в кривых для путей промтранспорта

радиус кривой, м	уширение земляного полотна, м	
	за предела ми предприятий	на территории предприятий
1500...1200	1000...350	0,10
1000...700	300...180	0,20
600 и менее	Менее 180	0,30

сооружения. К ним относятся насыпи и выемки глубиной и высотой более 12 м, земляное полотно на крутых и неустойчивых косогорах, на переувлажненных грунтах и др.

## § 2. Грунты для сооружения земляного полотна

Основным материалом для сооружения земляного полотна является грунт. *Грунты* — это горные породы, из которых состоят поверхностные слои земной коры. Насыпь земляного полотна отсыпается из грунтов и лежит на грунтовом основании. Выемки прорываются в грунтах. Грунты, применяемые для возведения земляного полотна, должны быть прочными и устойчивыми.

Грунты, которые встречаются в практике сооружения земляного полотна, делят на обычные и со специфическими свойствами.

К обычным грунтам относят глинистые, песчаные, крупнообломочные и скальные. Наиболее часто встречаются глинистые и песчаные грунты.

*Глинистые* грунты в зависимости от содержания глинистых частиц делят на супеси, суглинки и глины. Все они обладают значительной влагоемкостью и способностью всушиваться при замерзании. В сухом виде эти грунты имеют значительное сцепление. При увлажнении сцепление уменьшается и грунты могут переходить из твердого в пластичное и даже текучее состояние. Коэффициент фильтрации таких грунтов мал, поэтому их относят к недренирующим.

*Песчаные* грунты обладают в сухом состоянии очень низким коэффициентом сцепления. Увлажнение песчаных грунтов не вызывает их просадки. Коэффициент фильтрации песчаных грунтов высок, они являются хорошим дренирующим материалом.

Коэффициент фильтрации глины меньше чем 0,001 м в 1 сут, в супесей и суглинков — 0,1...0,001 м в 1 сут, песков — 0,10...10 м в 1 сут.

К *крупнообломочным* грунтам относятся грунты, сложенные из обломков твердых пород с размерами зерен 2...10 мм.

К *скольким* относятся изверженные (граниты, диориты, базальты), метаморфические (гнейсы, сланцы, кварциты) и осадочные (песчаники, известняки) породы.

К грунтам со специфическими свойствами относятся *лессовидные грунты, солончаки, солонцы, торф, ил*.

Вполне пригодны для сооружения земляного полотна грунты скальные, крупнообломочные и песчаные, супеси, содержащие не менее 50% частиц размером более 0,25 мм, твердые суглинки, кислые и нейтральные металлургические шлаки. Основные шлаки можно применять, если они пролежали в отвале не менее года.

Для сооружения земляного полотна ограниченно пригодны глинистые грунты в мягкопластичном состоянии, если они подвергаются уплотнению, обеспечивая при этом устойчивость откосов земляного полотна и верхней площадки. Земляное полотно не рекомендуют сооружать из переувлажненных глинистых грунтов, засоленных (с содержанием солей более 5%), торфа, илистых грунтов. Качеством грунта определяется предельная допускаемая крутизна откоса насыпи или крутизна верхней части откоса при высоких насыпях (табл. 14).

Таблица 14. Крутизна откосов земляного полотна

Вид грунта	Крутизна откоса
<b>Насыпи:</b>	
слабовыветривающиеся скальные породы при высоте насыпи	
до 6 м	1 : 1,30
» 20 м	1 : 1,50
крупные и средней крупности пески, гравий, галька, крупнообломочные породы при высоте насыпи до 12 м	1 : 1,50
прочие грунты при высоте насыпи	
до 6 м	1 : 1,50
» 12 м, в верхней части до 6 м	1 : 1,50
» 12 м, в нижней части от 6 до 12 м	1 : 1,75
<b>Выемки:</b>	
глина, суглинки, супеси, пески	1 : 1,50
лесс в районах засушливого климата	1 : 0,10...1 : 0,50
лесс в остальных случаях	1 : 0,50...1 : 1,50
крупнообломочные породы	1 : 1,10...1 : 1,50
слабовыветривающаяся скала при отсутствии наклона пластов в сторону полотна	1 : 0,20
прочие скальные выемки	1 : 0,20...1 : 1,50

В сейсмических районах рекомендуется откосы выполаживать против приведенных ниже величин.

Район	Крутизна откоса
Несейсмический	1:1,25
Сейсмический	1:1,50

## § 3. Устройство земляного полотна в особых случаях

На практике встречаются случаи, когда в зависимости от особенностей рельефа или характера грунта земляное полотно нельзя сооружать по типовым поперечным профилям. По условиям устойчивости и прочности оно должно быть снабжено какими-то дополнительными устройствами или сооружениями. Рассмотрим устройство земляного полотна в таких случаях: в поймах рек, на косогорах, в горных, сейсмических, селевых

районах, в лёссовых, солончаковых, меловых, гипсовых, карстовых районах, в районах, подверженных оврагообразованию, на болотах и в районах вечной мерзлоты.

В поймах рек насыпи могут быть сложены из слабых грунтов, часто встречающихся в поймах рек, например иловатых. Чтобы такая насыпь была устойчивой, рекомендуется наряду с выполаживанием откоса отсыпать насыпь уступами с устройством берм, как показано на рис. 13. Ширина берм по верху устраивают не менее 2 м, а верх ее должен быть наклонен в сторону от насыпи с уклоном 2...4%. Бермы способствуют уширению основания насыпи, делают ее устойчивее, при широком основании меньше вероятность выпирания грунта основания, который в пойме может быть слабым. Бермы насыпей должны быть

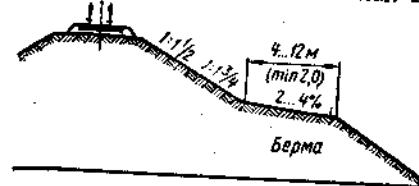


Рис. 13. Насыпь с бермами

грунтах поймы, может влиять на обжатие подстилающих насыпь слоев, вследствие этого возможно переувлажнение основания насыпи и нарушение ее устойчивости. Поэтому такие насыпи желательно ограждать продольными дренажами. Устройство дренажей описано ниже. Иногда в поймах рек с большим расходом воды при пересечении затонов, заливов устраиваются фильтрующие насыпи с отсыпкой нижней ее части из крупного камня.

Земляное полотно на косогорах обладает склонностью к сползанию по косогору. Кроме того, устройство насыпи на косогоре может резко изменить его установившийся водный режим. Основание земляного полотна на косогоре следует соору-

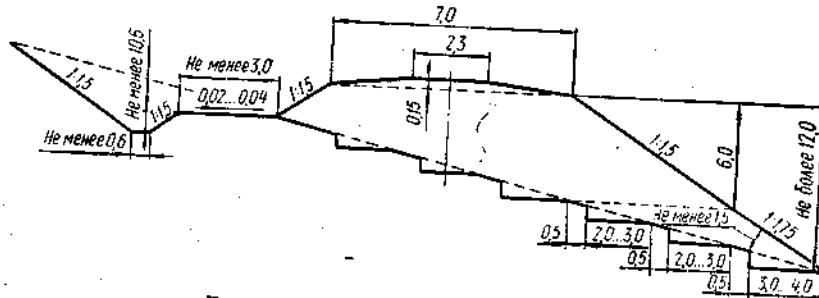
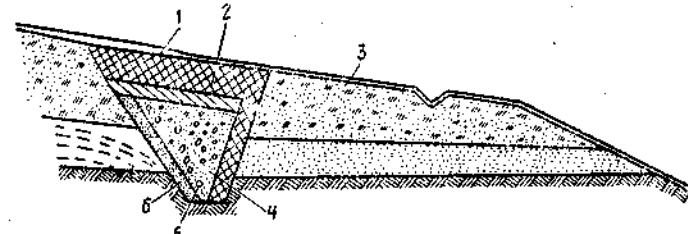


Рис. 14. Устройство насыпи на косогоре

жать уступами. Типовой поперечный профиль насыпи на косогоре представлен на рис. 14. При устройстве выемки на косогоре

горе вся поверхностная вода, притекающая к земляному полотну, должна быть перехвачена нагорной канавой. Водоносный слой, перерезаемый выемкой во избежание сплызов откосов и смещения выемки целиком, необходимо отводить продольными дренажами, заложенными в откосах выемки. Еще лучше, если водоносный слой будет перехвачен с нагорной стороны, до откоса выемки, как показано на рис. 15.



**Рис. 15. Дренаж под откосом:**  
 1 — водонепроницаемая забивка; 2 — моховой волокнистый торф; 3 — одерновка; 4 — дренажный заполнитель; 5 — дренажная трубка; 6 — фильтр

Земляное полотно в горных районах большей частью проходит в скальных, устойчивых грунтах. Поэтому откосы в таких выемках устраивают более крутыми, чем выемка в других грунтах. На рис. 16 показана выемка в скальном, легко выветривающемся грунте, а на рис. 17 — в слабовыетривающемся. В первом случае между кюветом и откосом выемки предусмотрены площадки для сортирования на них продуктов выветривания, чтобы избежать заграждения кюветов.

Выемки в горных районах необходимо предохранять от возможных оползней, обвалов, снежных лавин. В районах, подверженных

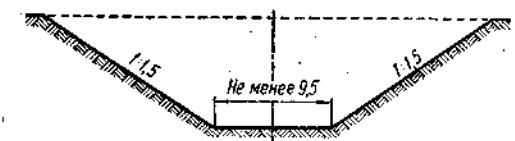


Рис. 16. Выемки в выветривающемся скальном грунте

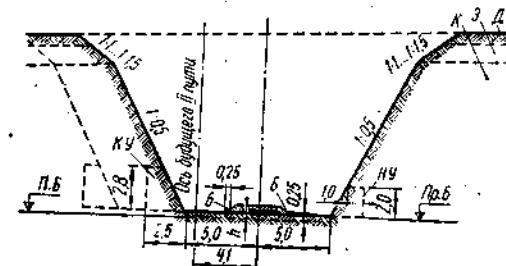


Рис. 17. Выемки в невыветривающемся скальном грунте:

*Д* — делювий; *Э* — злювий; *К* — коренная порода;  
*Н. У* — ниша для укрытия; *К. У* — камера для укрытия;  
*Б* — бордюр из местного камня или бетонных блоков; *Пр. Б* — проектная бровка; *П. Б* — профиль на бровке

таким явлениям, выемки лучше сооружать в виде полутоннелей. При устройстве выемок обычного сечения рекомендуется (с на- горной от железной дороги стороны для улавливания продуктов обвала) устраивать заградительные стенки из материалов осыпи или улавливающие сетки.

В сейсмических районах откосы земляного полотна делают более пологими. Отсыпка насыпи должна быть из грунтов, хорошо сопротивляющихся сейсмическим усилиям. К ним относятся крепкие скальные породы, щебень и гравий. Наиболее подверженными сейсмическому воздействию следует считать болотистые и любые сильно увлажненные грунты.

В горных районах, в местах залегания рыхлых продуктов выветривания, при их переувлажнении могут образоваться грязевые потоки, или сели. Они обычно возникают внезапно, после сильных ливней, передвигаются быстро и наносят большой ущерб народному хозяйству из-за разрушений, вызываемых ими при перемещении.

Чтобы избежать разрушений земляного полотна, на значительном расстоянии от железных дорог устраивают ряды запруд из камня, в которых селевой поток постепенно теряет часть своего материала, силу и скорость передвижения. Радикальным средством для защиты железных дорог от селевого потока является замена земляного полотна эстакадами или тоннелями.

Лёссовые грунты в сухом состоянии хорошо держат почти вертикальные откосы, но они легко размываются под действием воды. При устройстве выемок в лёссовых грунтах в засушливых районах Средней Азии и Казахстана крутизна откоса может быть значительной — до 1 : 0,1...1 : 0,5.

При слоистости лёссового грунта, а также его увлажнении слой между собой могут скользить. Чтобы контактные поверхности не смачивались, необходимо устраивать дренажи и защищать от инфильтрации воды в грунт.

При устройстве земляного полотна *на солончаках и солонцах* необходимо обеспечивать планировку местности для надежного отвода воды. С обеих сторон насыпи независимо от ее высоты устраивают продольные канавы. Нижние части насыпи на высоту 0,5...1,0 м следует отсыпать из крупнозернистого, хорошо дренирующего материала, откосы этой части насыпи надо делать более пологими, чем откосы вышестоящих слоев. Должно быть подготовлено основание насыпи. Для этого нужно срезать верхний, наиболее засоленный слой почвы на глубину не менее 0,25 м. Бермы между подошвой насыпи и продольной водоотводной канавой должны быть не менее 4 м.

Меловые и гипсовые грунты быстро насыщаются водой и медленно ее отдают, а при насыщении водой значительно увеличиваются в объеме. Поэтому земляное полотно из этих грунтов устраивать нежелательно. Допускается отсыпка насыпей из гипсовых грунтов, если гипса в них содержится не более 5 %. Меловые

грунты допускаются для отсыпки насыпей не более 6 м высотой при сухом основании и в незатопляемых местах. При этом насыпь сверху должна быть покрыта недренирующим грунтом толщиной 2 м, а откосы должны иметь крутизну не более 1 : 1,5.

Скрытые или вышедшие на поверхность в виде воронок под поверхностью земли пустоты, образовавшиеся вследствие растворения солей, которые входят в состав грунтов, называются карстовыми. В районах вечной мерзлоты карст может образоваться вследствие вытаяивания глубинного, или погребенного, льда. Такой карст называют термокарстом. Карсты чаще всего образуются в районах с легко размываемыми породами или в грунтах с включениями этих пород.

Сооружение железнодорожной линии в районе, подверженном карстообразованию, связано с риском возможных последующих обвалов и провалов земляного полотна. Оно, как правило, должно трассироваться в обход участков карстообразования. При необходимости проведения линии в таких районах необходимо карстовые воронки в основании насыпей тщательно заделать грунтом. В пределах земляного полотна грунт следует осушить на всю глубину карстообразования. Грунт осушают дренажем, отводя или перехватывая грунтовые воды.

В районах, склонных к *оврагообразованию*, принимают меры против повреждения земляного полотна растущими оврагами, а также против появления новых оврагов. Для этого необходимо предотвращать появление всякого рода неровностей на земной поверхности (рытвин, промоин, канавок), следить, чтобы не нарушался естественный травяной покров.

Для предотвращения дальнейшего роста оврагов необходимо регулировать поверхность стока воды, выпуская ее в овраги в строго определенных местах, а также правильно крепить склоны на пути прохождения воды, засаживая их кустарниками и деревьями и ограждая овраги канавами и валиками.

*Насыпи на болотах* бывают трех типов:

первый — болота, сплошь заполненные торфом устойчивой консистенции;

второй — болота, сплошь заполненные торфом неустойчивой консистенции;

третий — болота, заполненные водой или жидким торфом и илом, покрытые сверху коркой из торфа или без нее.

На болотах первого типа насыпи высотой 3 м и выше устраиваются с оправлением на торф (рис. 18). Возвведение насыпи вызывает уплотнение подстилающих слоев торфа и их осадку, в результате чего объем земли в насыпи будет несколько выше проектного, как показано на рис. 18. При меньших высотах насыпей на болотах первого типа в торфяном основании предварительно устраивают канаву, ширина которой по дну равна ширине верхней площадки земляного полотна. Глубину канавы в зависимости от высоты насыпи делают 1...2 м.

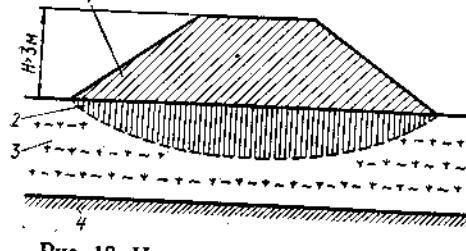


Рис. 18. Насыпь на болоте с опиранием на торф:  
1 — наземная часть насыпи; 2 — осадка подземной части; 3 — торф; 4 — дно болота

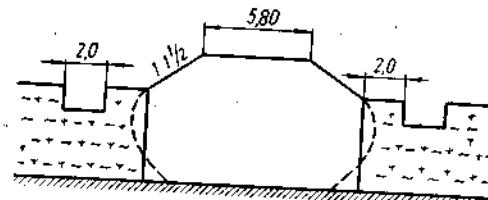


Рис. 19. Насыпь с опиранием на дно болота

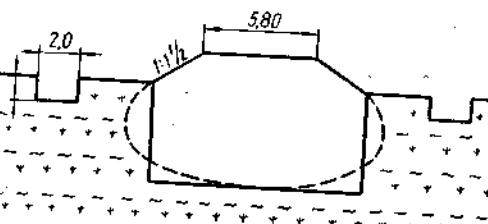


Рис. 20. Насыпь частично заглублена в торф

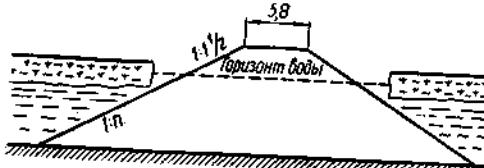


Рис. 21. Насыпь на болоте третьего типа

Часть слоя мерзлоты весной может оттаиваться на небольшую глубину. Эта часть называется *действительным* слоем.

Подземные воды могут находиться в незамерзшем состоянии в слоях над вечной мерзлотой, под ней и в таликах между мерзлыми слоями, в виде льда в самом слое мерзлоты и в виде наледей на поверхности земли. Нарушение температурного режима

на болотах второго типа при их глубине до 3 м насыпи должны опираться на минеральный слой дна болота (рис. 19). При глубоких болотах насыпь можно сооружать по профилю, изображеному на рис. 20, но с заглублением ее в торф не менее чем на 3 м.

На болотах третьего типа насыпь должна обязательно находиться на минеральном слое дна с удалением торфяной корки (рис. 21) или без ее удаления (рис. 22).

В районах, богатых лесом, насыпи на болотах первого и второго типа рекомендуется устраивать на сланях (рис. 23), которые обеспечивают равномерное давление на торф по всей площади основания насыпи.

*Вечной мерзлотой* называется такое состояние грунтов, при котором они неопределенно долго имеют отрицательную температуру. Вечномерзлый грунт может быть сплошным и слоистым, т. е. с перемежающимися слоями талого и мерзлого грунтов.

Подземные воды могут находиться в незамерзшем состоянии в слоях над вечной мерзлотой, под ней и в таликах между мерзлыми слоями, в виде льда в самом слое мерзлоты и в виде наледей на поверхности земли. Нарушение температурного режима

слоя мерзлоты приводит к изменению состояния воды в грунте, ее оттаиванию, а также к оттаиванию мерзлых слоев грунта, что ведет к деформациям — вспучиваниям и просадкам грунта. Поэтому при строительстве в районах вечной мерзлоты стремятся, чтобы температурный режим грунта не нарушался.

В настоящее время наиболее распространенным принципом строительства в районах вечной мерзлоты является принцип ее консервации.

Существует и другой принцип строительства в районах вечной мерзлоты — деградация вечной мерзлоты.

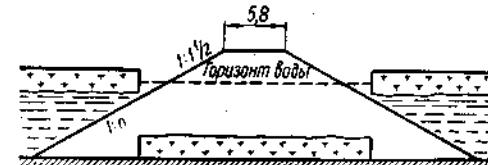


Рис. 22. Насыпь на болоте третьего типа с удалением торфяной корки

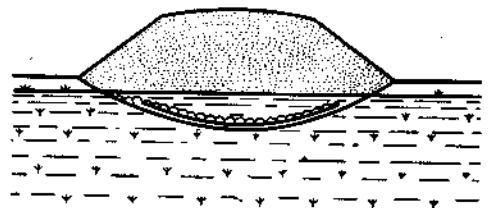


Рис. 23. Насыпь на болоте третьего типа с торфяной коркой

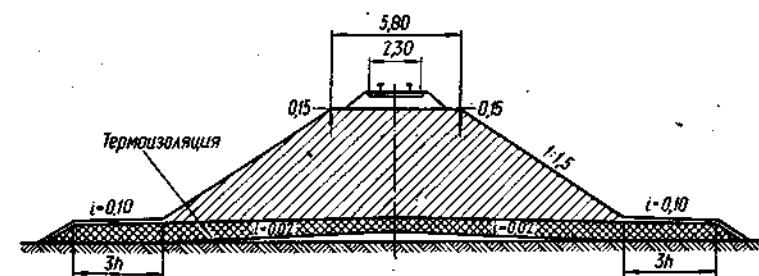


Рис. 24. Насыпь с термоизолирующим слоем:  
h — глубина летнего промерзания

При глубине залегания верхней поверхности вечной мерзлоты, превышающей двойную мощность промерзания, насыпи сооружают, как и в других районах. Если же основание насыпи после оттаивания может быть неустойчивым, в основание насыпи закладывается термоизолирующий слой, предотвращающий оттаивание (рис. 24). В качестве материала для изолирующего слоя применяют мох, торф, тундровый дерн, шлак. Толщина слоя зависит от материала изоляции и для горизонтальных прослойек в теле насыпи ее делают равной 25...75 см.

#### § 4. Отвод воды от земляного полотна

Поверхностная или грунтовая вода, попадая в тело земляного полотна или в его основание, способствует деформациям и в дальнейшем разрушению земляного полотна. Сооружаемое земляное полотно должно быть надежно предохранено от поверхностной и грунтовой воды.

Поверхностную воду отводят элементами земляного полотна. У насыпи сооружаются резервы, у выемок — кюветы, забанкетные и нагорные канавы. Это устройства представляют собой канавы, рассчитанные на сбор воды с определенной части земляного полотна или прилегающей местности, их устраивают по стандартным размерам или по расчету.

Резервы образуются при постройке насыпи, когда ее сооружают из грунта, получаемого от разработки выемки. В этом случае насыпь сооружают, перемещая грунт поперек трассы железной дороги, и способ возведения земляного полотна называется способом продольной возки.

Резервов может и не быть. Тогда насыпь сооружают, перемещая грунт вдоль фронта строительства, и способ возведения земляного полотна называется способом поперечной возки.

Резерв, как и другие водоотводные устройства (канавы, кюветы), имеет трапециoidalное поперечное сечение. Размеры резерва определяются количеством потребного грунта для сооружения насыпи и поэтому не могут быть регламентированы. Обязательным является требование устройства уклона по дну резерва в сторону от насыпи не менее 2%.

В выемках для сбора воды с их откосов и с основной площадки земляного полотна устраивают кюветы — трапециoidalные канавы глубиной не менее 0,6 м и шириной по дну не менее 0,4 м. Кюветы с такими размерами обычно хорошо отводят воду, достаточны для сбора воды со сравнительно ограниченной площади, питающей кюветы. Уклон по дну кювета должен соответствовать продольному уклону выемки, но должен быть не менее 2%. Вода в кюветы попадает только с откосов, поэтому достаточно, чтобы поперечное сечение их имело небольшие размеры.

Другие водоотводные сооружения устраивают для недопущения воды с внешних площадей в выемку. Для этого сразу за бровкой выемки отсыпают банкет — небольшую отсыпку треугольного поперечного сечения с уклоном в сторону от выемки, позволяющую отводить поверхностную воду в забанкетную канаву сечением  $0,3 \times 0,3$  м. Кавальер отсыпают из грунта, полученного при разработке выемки. Если последнюю сооружают по способу продольной возки, то кавальер не обязателен. За кавальером располагают нагорную канаву, отводящую воду, которая поступает к выемке со всего питающего бассейна. В зависимости от количества ожидаемой воды нагорная канава может иметь

значительные размеры, которые определяют соответствующими расчетами.

Вода, собираемая у насыпей и выемок, стекает вдоль земляного полотна к ближайшим пониженным местам — оврагам, логам, водотокам. При этом желательно, чтобы выходы воды к этим пониженным местам были возможно дальше от пересечения водотока или оврага с железной дорогой.

Описанные устройства соединены между собой и представляют собой водоотводную систему подобно той, что изображена на рис. 25, на котором в плане представлены участки насыпи, выемки и водоотводные устройства при них.

Вода, стекая по откосам насыпи или выемки, в зависимости от грунта, скорости стекания и от ее количества может размывать с большей или меньшей интенсивностью поверхность откосов. Поэтому при сооружении земляного полотна, насыпей и выемок необходимо защищать поверхности откосов от размывающего действия воды. Очертание откосов может нарушиться и от воздействия других факторов, например от выдувания ветром. Откосы защищают разными способами: засевом травой, одерновкой, мощением камнем, каменными отсыпками, железобетонными и асфальтовыми покрытиями, в отдельных случаях применяется древесно-кустарниковое насаждение.

Засев травой — основной вид укрепления откосов выемок и незатопляемых насыпей. Для засева применяются местные многолетние травы. Одерновка откосов является достаточно надежным средством от размыва откосов. Одерновка может осуществляться разными способами — в клетку (рис. 26), плашмя (рис. 27), «в стенку» (рис. 28). Тот или другой способ выбирается в зависимости от ожидаемого эффекта размыва. В мокрых выемках рекомендуется одерновка плашмя.

Мощение откосов камнем, одиночное или двойное, применяется при скорости воды 2...6 м/с. Каменную мостовую укладывают на слой мха, торфа, песка, щебня, гравия. Каменные насыпи, или каменные наброски, применяют главным образом для защиты подводных частей откосов при постоянном протекании воды (рис. 29). Для отсыпки можно применять вместо отдельных камней также габионы — проволочные ящики, заполненные камнем (рис. 30 и 31).

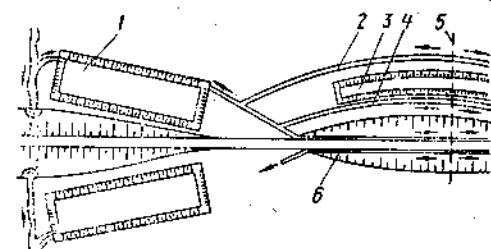


Рис. 25. Система отвода воды от земляного полотна:

1 — резерв; 2 — нагорная канава; 3 — кавальер; 4 — забанкетная канава; 5 — водораздел; 6 — кювет

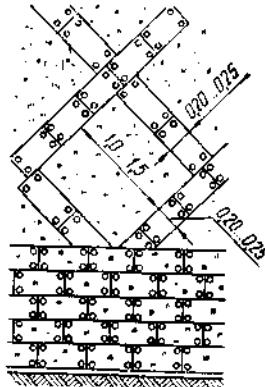


Рис. 26. Одерновка в клетку

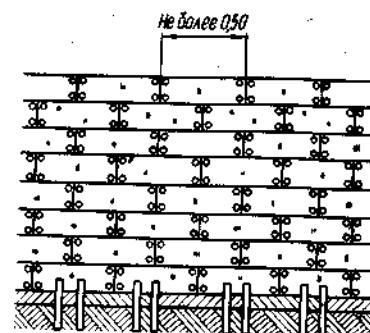


Рис. 27. Одерновка плашмия

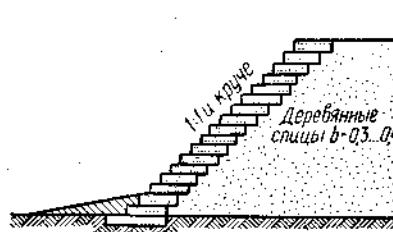


Рис. 28. Одерновка «в стенку»

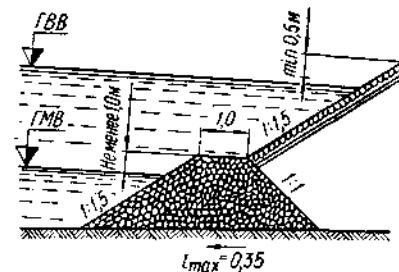


Рис. 29. Каменная наброска:  
ГВВ — горизонт высоких вод; ГМВ — горизонт меженных вод

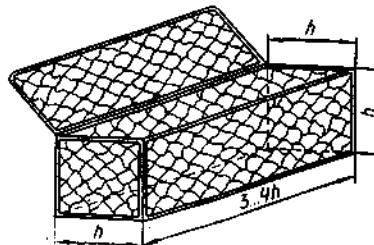


Рис. 30. Проволочный габарит

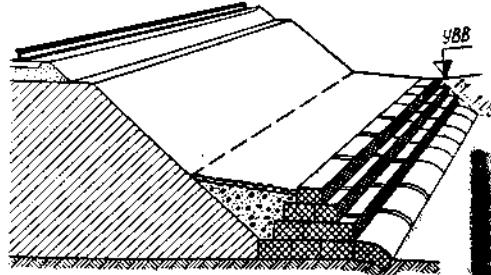


Рис. 31. Укрепление габионами  
УВВ — уровень высоких вод

При скорости воды выше 3...3,5 м/с, а также при волновом воздействии на откос рекомендуется устраивать **железобетонные покрытия**, применяя монолитное бетонирование откосов или монолитные бетонными либо железобетонными плитами.

**Древесно-кустарниковые посадки** — хорошее средство для защиты откосов в поймах рек при скорости воды до 1,5 м/с. В этом случае **наилучшими являются породы с густой корневой системой стелящегося характера**. Наилучшими с этой точки зрения являются ивовые породы.

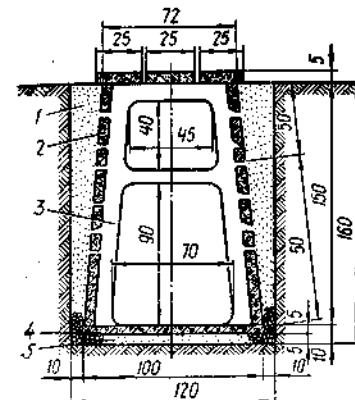


Рис. 32. Железобетонный лоток:

1 — песчано-гравийный фильтр; 2 — железобетонные плиты; 3 — железобетонные рамы; 4 — забивка щитом бетоном; 5 — песчано-гравийная подготовка

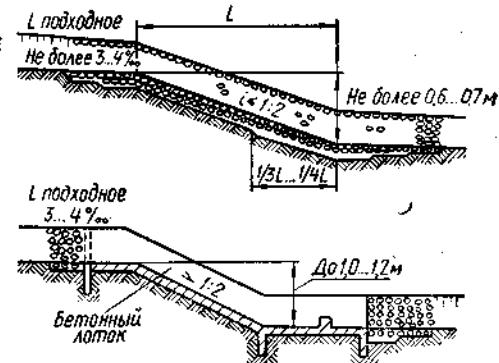


Рис. 33. Быстроток

При устройстве **водоотводных канав** в стесненных условиях (на заводской территории, в неустойчивых грунтах, при большой глубине канав) иногда канавы заменяют **лотками** — водоотводными сооружениями с вертикальными стенками из камня, бетона, железобетона, а иногда и дерева. Замена канав лотком позволяет достичь экономии территории, сэкономить и на земляных работах. Лоток из железобетона представлен на рис. 32. Его устраивают из периодически расположенных рам размером 10×10 см, расстояние между осями рам равно 105 см. Стенки сооружения крепятся железобетонными плитами с промежутками между ними для поступления воды извне.

Чтобы избежать дорогостоящих укреплений стенок канав, при крутых уклонах местности устраивают **быстротоки** и **перепады**. При устройстве быстротоков часть канавы имеет очень большой по сравнению с другими участками продольный уклон дна (рис. 33). При устройстве перепадов часть дна канавы делают уступами с небольшими уклонами по дну (рис. 34). Тогда вода, опускаясь с верхних участков канавы к нижним, падает с одного уступа на другой. При устройстве быстротоков и перепадов

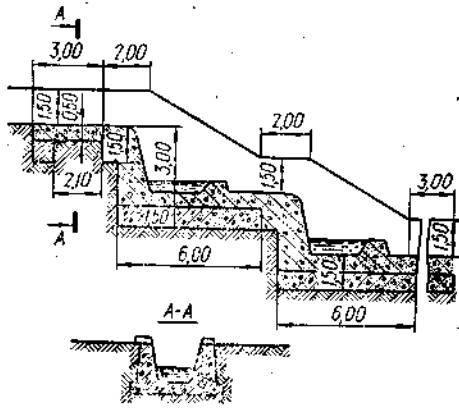


Рис. 34. Перепад

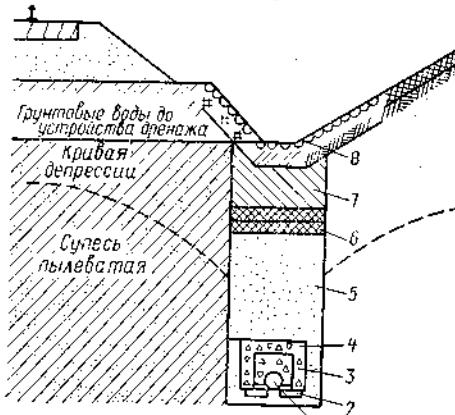


Рис. 35. Устройство дренажа

нем 3, размеры зерен которого равны 50...70 мм, и галькой 4. Остальное пространство канавы заполняют песком 5. Песчаную засыпку сверху ограничивают фильтрующим слоем 6 и изоляцией 7 из глины или глиnobетона. Дно 8 кювета замащивают.

Если дренаж предназначен для перехвата водоносного слоя, то одна из его стенок, противоположная стороне поступления воды, изолируется глинистой перемычкой (рис. 36). Устройство этого дренажа аналогично предыдущему. Водоупорный экран показан на рисунке слева. Принцип устройства дренажей независимо от их назначения всегда один: создать дренаж с меньшим сопротивлением движению воды, чем в окружающих слоях грунта, и отвести вдоль него воду.

В зависимости от назначения дренажа для осушения того или иного участка земляного полотна его располагают по отношению к полотну различно и классифицируют так (рис. 37):

остальные участки канавы делают с небольшими продольными уклонами.

Для отвода грунтовых вод основным средством является дренаж. Он представляет собой канаву, перерезающую водоносный слой и заполненную каким-либо хорошо пропускающим воду материалом (дренирующим), для отвода или недопущения воды к сооружению.

Наиболее часто встречается подковетный дренаж, служащий для отвода воды из тела земляного полотна в выемке (рис. 35). Он представляет собой устроенную под дном кювета канаву. На дно ее уложены гончарные трубы 1. Трубы могут быть из бетона или из дерева. В стенах труб обязательно должны быть отверстия для поступления воды. Трубы укладываются на основания 2 из плит, камня, досок, а пространство вокруг труб заполняют крупным щебнем 3, размеры зерен которого равны 50...70 мм, и галькой 4.

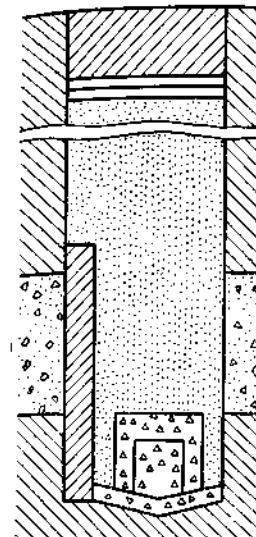


Рис. 36. Дренаж-преградитель

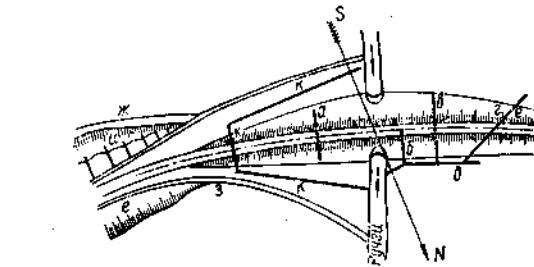


Рис. 37. Система дренажей

а) по расположению относительно земляного полотна — на поперечные прямые (а, б, в), поперечные косые (г), продольные (д, ж);

б) по расположению на местности — расположенные под путями (а, б, в, г), откосные, расположенные на откосах (е, и), подковетные (з);

в) по расположению в системе осушения — одиночные (а), объединенные (б, в, г), кольцевые (к);

г) по расположению в теле полотна — сквозные, прорезающие земляное полотно в пределах откосов и имеющие два выхода для воды (а, в, г), глухие, прорезающие часть земляного полотна и имеющие один выход для воды (б);

д) по глубине заложения — на поверхностные, устраиваемые на глубине промерзания земляного полотна; мелкие (не глубже 1 м), глубокие.

Кроме того, дренажи разделяют по роду дренирующего материала на каменные, гравелистые, песчаные и смешанные.

### § 5. Болезни и деформации земляного полотна

С течением времени в теле земляного полотна возникают повреждения, которые называются **болезнями**. Под их влиянием может произойти полная или частичная **деформация** земляного полотна.

Под деформациями понимают остаточные явления разрушений земляного полотна, под болезнями — процессы в теле земляного полотна, вызывающие деформации.

Причины деформаций и болезней земляного полотна следующие: воздействие тяжелых нагрузок от подвижного состава, переувлажнение, выветривание, периодическое промерзание и оттаивание.

Различают такие основные виды деформаций земляного полотна: 1) оседание и выпирание; 2) деформация основной

площадки земляного полотна; 3) пучина; 4) расплазание; 5) провал; 6) обвал, осыпь и лавина; 7) оползень и сдвиг; 8) размыв и подмы.

**Осаданием земляного полотна называется опускание основной площадки. Это опускание может произойти по ряду причин. Если при постройке насыпи не была достигнута необходимая плотность тела земляного полотна за счет уплотнения, в последующем насыпь может осесть и основная площадка опуститься против необходимого проектного положения. Насыпь может осесть вместе с основанием, если оно сложено из слабых грунтов и дополнительная нагрузка на них от сооруженной насыпи вызовет осадку основания вместе с насыпью. В промышленных рай-**



Рис. 38. Осадание насыпи



Рис. 39. Присыпка берм

онах оседания насыпей возможны в местах, где земляное полотно проходит в районах шахтных разработок. Внезапные оседания оснований насыпей чаще всего бывают в лесовых грунтах.

Осадания насыпи вследствие недостаточной плотности основания сопровождаются выпираниями последнего (рис. 38). При этом следует учесть, что любая насыпь в начале ее эксплуатации в результате уплотнения свежеотсыпанного грунта дает осадку, несмотря на то, что при отсыпке насыпи ее послойно утрамбовывают. Эту осадку можно рассчитать, поэтому при постройке насыпи отсыпают несколько больше грунта, чем по проекту. Если же запас на осадку исчерпан, а насыпь продолжает оседать, это свидетельствует о болезни земляного полотна.

Последствия осадок ликвидируются подъемкой пути на балласт. Если при продолжающихся осадках ширина земляного полотна по верху будет недостаточной, то его присыпают. Чтобы избежать выпирания основания земляного полотна, делают присыпку берм, служащих пригрузом против выпирания (рис. 39).

В районах шахтных разработок лучше избегать отсыпки насыпей. В особых случаях проекты таких насыпей следует составлять очень тщательно, разрабатывая мероприятия по ликвидации вредного влияния подработок на земляное полотно, закладке их и т. п. При сооружении земляного полотна в лесовых грунтах необходимо предусмотреть мероприятия по недопущению воды к земляному полотну.

**Деформации основной площадки земляного полотна — это углубления в верхней его поверхности. Они происходят в результате вдавливания балластного слоя в земляное полотно и нарушения проектного положения его верха. Балластный слой вдавливается при его недостаточной толщине и недостаточном коли-**

честве шпал. Неровности по верху земляного полотна происходят потому, что при строительстве железной дороги шпалы укладываются непосредственно на земляное полотно без балластного слоя. Поэтому в грунте земляного полотна, которое слабее, чем балластный слой, образуются углубления. Отдельные неровности под каждой шпалой называются балластными корытами (рис. 40). По мере развития балластных корыт границы между отдельными из них сглаживаются, образуя углубление, объединенное



Рис. 40. Балластное корыто



Рис. 41. Балластные ложи

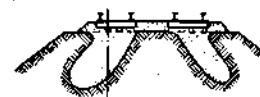


Рис. 42. Балластные мешки

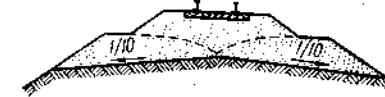


Рис. 43. Прорезъ

няющее несколько шпал. Такие повреждения земляного полотна называются балластными ложами (рис. 41). При неоднородной плотности верха земляного полотна под одной и той же шпалой балласт может проникать в земляное полотно на неодинаковую глубину, образуя отдельные, иногда значительные углубления, называемые балластными гнездами. Если балластные ложи неодинаковы по глубине под разными шпалами и в одном месте резко понижены, то такое углубление называется балластным мешком (рис. 42).

Балластные корыта, ложи, мешки устраняют чаще всего, устраивая прорези для отвода воды с пониженных мест дна корыт или лож и заполняя прорези дренирующим грунтом (рис. 43).

**Пучины различают верховые и грунтовые. Верховые пучины возникают при сильном загрязнении балласта и его переувлажнении. Грунтовые пучины образуются в земляном полотне, если оно сложено из пучинистых грунтов, которые подвергаются смачиванию и в смоченном состоянии замерзают. В результате этого образуются пучины, грунт вспучивается и его объем увеличивается, что приводит к последующим деформациям верхнего строения пути.**

Грунт по поверхности земляного полотна и балластного слоя вспучивается неравномерно, в результате чего образуются горбы и впадины.

Для борьбы с пучинами необходимо устраниить одну из причин, их порождающую. С помощью подковытных дренажей понижают уровень в теле земляного полотна ниже уровня промер-

зания. Наиболее радикальной, но и наиболее дорогостоящей мерой борьбы с пучинами является замена пучинистого грунта крупнозернистым песком, гравием, шлаком (рис. 44). Чтобы утеплить земляное полотно, верхний слой грунта заменяют шлаком, т. е. устраняют одну из причин образования пучины. Хорошим утепляющим средством является также асбестовый балласт.

В отдельных случаях на пучинистых местах рекомендуется поднимать путь на большую толщину балластного слоя.

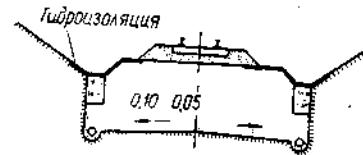


Рис. 44. Замененный грунт в основании выемки

дин к горбам. От каждого горба или группы рядом расположенных горбов делают плавные отводы. Крутизна отвода их на участках магистральных дорог равна 1,5...2% и лишь при скорости движения свыше 70 км/ч она не круче 1%. На путях промышленного транспорта допускается крутизна отвода до 2%.

Приведенные нормативные данные необходимо особенно тщательно соблюдать на протяжении первых 5 м от вершины горба. На остальном протяжении отвода можно допускать крутизу до 3%. Очертание спланированного горба пучины должно быть таким, чтобы от верха горба до начала отвода было не менее 5 м, длина отвода составляла не менее 10 м. Расстояние между двумя смежными отводами также должно быть не менее 10 м, в противном случае смежные горбы пучины необходимо объединять.

Пучинные подкладки бывают нескольких типов; различаются они названиями и размерами. Небольшие подкладки с размерами, не превышающими типовых металлических, называются карточками, более длинные подкладки 250...400 мм — башмаками, подкладки длиной 350...500 мм называются короткими нашпальниками, длиной 800 мм — полусквозными нашпальниками, длиной 2400 мм — сквозными нашпальниками. Каждый из этих типов изготавливают наборами разной толщины: карточки — 1...25 мм, башмаки — 25...50 мм, короткие нашпальники — 50...90 мм, полусквозные и сквозные нашпальники — 50...110 мм.

Разнообразный по размерам набор позволяет устраивать отводы плавно, с заданным уклоном (рис. 45).

При *расползании* насыпи теряет свою правильную трапециoidalную форму поперечного сечения и расползается в стороны. Эти деформации происходят под влиянием собственного веса и воздействия проходящих поездов. Причина расположения — от-

сыпка насыпи из переувлажненных грунтов, отсыпка зимой из мерзлых грунтов, нарушение правил возведения земляного полотна. Деформация расположения характерна главным образом для свежеотсыпанных насыпей. Этот вид деформации встречается редко.

*Провалы* насыпи образуются при слабом, но выдерживающем нагрузки от насыпи (чаще всего высокой) грунте основания. Кроме того, провалы могут образоваться при наличии подземных карстовых пустот, шахтных подработок, при сооружении насыпи на болотах, при прорыве за счет веса насыпи верхней корки болота.

*Обвалы, осьпи, лавины* вызывают внешние механические повреждения и разрушения земляного полотна. При этом могут обваливаться и осипаться части местного грунта как выше по откосу над земляным полотном, так и само земляное полотно. Под обвалами обычно понимают отделение крупных глыб грунта, под осьпями — отделение от откосов мелких обломков.

Лавины образуются при снежных обвалах в районах, подверженных лавинообразованию. При действии лавин толстый мощный слой снега полностью засыпает железнодорожное полотно.

Вследствие развивающихся при этом больших сил разрушаются земляное полотно и железнодорожный путь.

*Оползни и сдвиги* представляют собой смещение больших масс грунта, на которых расположено земляное полотно. Этот вид деформации чаще всего бывает на железнодорожных участках, расположенных на косогорах. Причина оползней и сдвигов — наличие скользких поверхностей раздела масс грунта, по которым начинается скольжение одних масс по другим. В отличие от обвалов и осьпей, происходящих внезапно и мгновенно, процесс сползания может протекать годами и даже десятилетиями (рис. 46). И нет гарантии, что в любой момент в результате сдвигов не произойдет обвал. Средствами предотвращения сдвигов и оползней является преграждение доступа воды к образо-

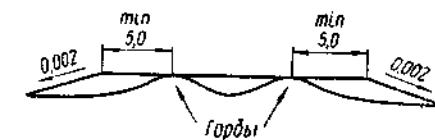


Рис. 45. Перекрытие горбов пучин

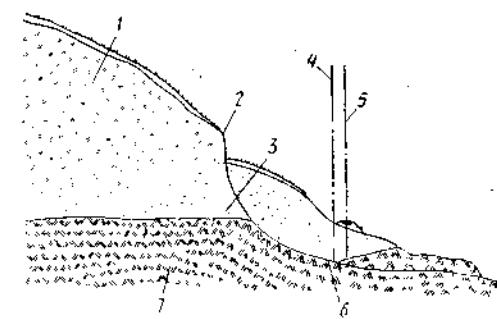


Рис. 46. Сползание массива:

1 — суглиники; 2 — срыв; 3 — песок глинистый водоносный; 4 — ось пути до оползня; 5 — ось пути после оползня; 6 — поверхность скольжения; 7 — жирная глина

вавшейся скользкой поверхности и надежное закреплениекосогоря от начавшегося перемещения.

**Размывы и подмывы** происходят от действия протекающей у подножья насыпи воды. Размыв — это разрушение поверхности откосов, подмыв — разрушение подошвы откоса (рис. 47). Подмывы образуются под действием волн на прибрежных у рек или моря участках земляного полотна. Подмывы с течением времени могут вызвать значительные разрушения земляного полотна.

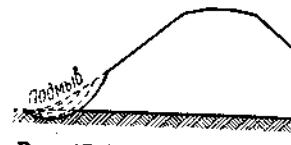


Рис. 47. Подмыв насыпи

Средством борьбы с подмывами и размывами является надежное укрепление откосов земляного полотна.

Для устранения деформаций земляного полотна могут быть использованы новые современные средства укрепления его грунтов: 1) цементация грунтов — нагнетание в грунт (в тело земляного полотна, откоса, выемки) под давлением жидкого цементного раствора, который, затвердевая в порах, трещинах и пустотах земляного полотна, укрепляет его; 2) силикатизация — нагнетание в грунт жидкого стекла и раствора хлористого кальция, которые способствуют окаменению грунта; 3) клинкеризация — термическая обработка, обжиг глин для повышения их прочности; 4) электрохимический способ; 5) пропуск через грунт электрического тока (при этом влага, перемещаясь во время пропуска тока от анода к катоду, освобождает участки, расположенные у анодов). Перед укреплением грунтов этим средством в теле земляного полотна размещают электроды. Их необходимо расположить так, чтобы аноды размещались в зоне, нуждающейся в осушении.

### Глава 3. ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

#### § 1. Виды искусственных сооружений

При пересечении железной дороги с водотоками (реки, ручьи), резкими изменениями рельефа местности (горные хребты, глубокие ущелья), дорогами для других видов транспорта (автогужевые дороги, трамвайные пути, пешеходные дороги) устраивают искусственные сооружения.

К искусственным сооружениям относятся трубы, мосты, тоннели, виадуки, акведуки, эстакады, пешеходные мости, путепроводы, подпорные стенки, регуляционные сооружения, дюкеры.

Из всех видов искусственных сооружений наиболее распространены трубы. Их устраивают на пересечении железной дороги со всеми пониженными местами рельефа местности, где может протекать или протекает вода.

Устройство труб проще, чем моста; стоимость их и эксплуатация ниже. Поэтому, если устройство трубы осуществимо, то ее всегда предпочитают мосту.

При выборе учитывают такие технические параметры: относительно небольшой расход воды, предполагаемый к пропуску через искусственное сооружение; невозможность появления ледоходов или селевых потоков при пересечении водотока с железной дорогой; достаточная высота насыпи в месте устройства трубы, позволяющая установить конструкцию необходимых размеров и над сводом трубы обеспечить толщину насыпи не менее 1 м, считая до головки рельса железнодорожного пути.

Трубы изготавливают из камня, бетона и железобетона (рис. 48). По форме попечерного сечения они могут быть круглыми, прямоугольными и полуэллипсоидального сводчатого сечения (рис. 49).

В последнее время распространение получают круглые железобетонные трубы стандартных размеров (рис. 50). В зависимости от расхода воды в определенном сечении, где требуется сооружение трубы, может быть уложено две или три стандартных трубы.

Основные составные части труб носят название тела трубы. Наружные части трубы, выходящие за пределы насыпи, называются оголовками. Их назначение — не допускать загрязнения отверстия трубы частицами грунта, которые могут падать с откоса земляного полотна, и направлять протекающую воду в трубу.

Тоннели сооружают тогда, когда в горной местности выемки по техническим и экономическим соображениям устраивать невозможно. В этом случае сквозь толщу преграждающего горного массива пробивают тоннель, в котором укладывают железнодорожный путь. Тоннели могут быть однопутными и двухпутными.

Часто для каждого пути двухпутных линий можно устраивать самостоятельные тоннели.

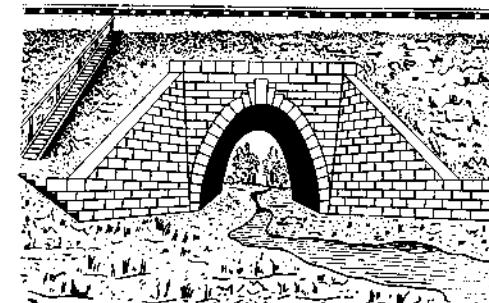


Рис. 48. Общий вид трубы

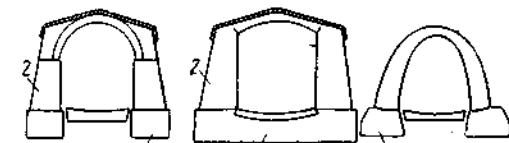


Рис. 49. Различные типы каменных и бетонных труб:  
1 — фундамент; 2 — устой

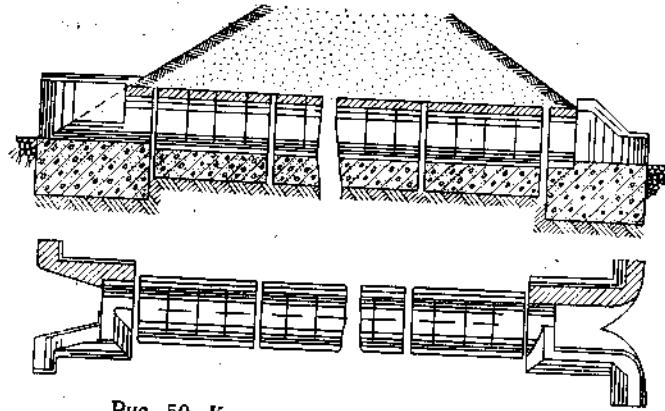


Рис. 50. Круглая железобетонная труба

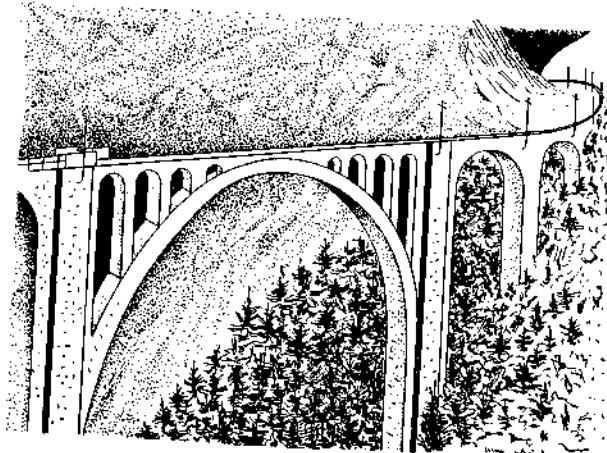


Рис. 51. Виадук

**Виадуки** (рис. 51) — это мостовые сооружения, которые строят через глубокие ущелья.

**Акведуки** — искусственные сооружения, служащие для транспортировки воды в местах пересечений водопровода с глубокими оврагами или естественными водными потоками. Акведук состоит из опор, на которых укладывают водопроводные трубы либо открытый или закрытый желоб для воды. Такими были акведуки в Древнем Риме. Сейчас акведуки для водоснабжения не применяются. Их применяют в основном в гидротехническом строительстве. В 1935 г. акведуки были построены на канале имени Москвы на пересечении трассы канала с местными реками в разных уровнях. На этом канале по акведуку ходят речные суда.

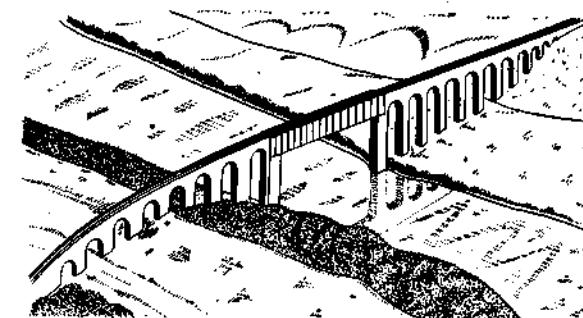


Рис. 52. Эстакада

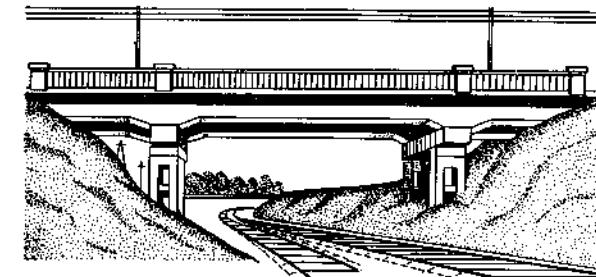


Рис. 53. Путепровод

**Эстакады** (рис. 52) представляют собой мосты большой протяженности с равномерной нечастой расстановкой опор, чтобы не занимать территории, на которой их сооружают. Эстакады применяют на промышленных предприятиях, когда необходимо устроить параллельные пути в разных уровнях (например, для разгрузки), при устройстве подходов к мосту, в городах для развязки автомобильных потоков в разных уровнях и т. д.

**Пешеходные мосты** сооружают главным образом на территории станций для безопасного прохода пешеходов через железнодорожные пути.

**Путепроводы** — мосты, сооружаемые на пересечении двух или более транспортных магистралей для обеспечения беспрепятственного движения в разных уровнях (рис. 53).

**Подпорные стени** (рис. 54) служат для укрепления откосов, когда между двумя параллельными путями, находящимися в разных уровнях, вследствие недостаточного междупутного расстояния нельзя устроить откос для укрепления берегов, по которым проложена железная дорога, и в других подобных случаях.

**Регуляционные сооружения** устраивают вблизи искусственных сооружений крупных мостов на пересечении с водотоками для регулирования воды, поступающей к искусственному сооружению (рис. 55). Они состоят из водонаправляющих дамб,

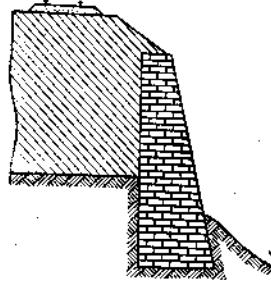


Рис. 54. Подпорная стена

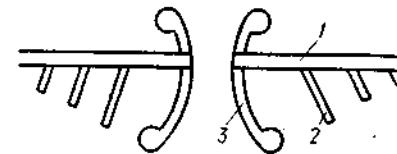


Рис. 55. Регуляционные сооружения:  
1 — насыпь; 2 — траверс; 3 — дамба

направляющих воду к отверстию моста и предохраняющих от размыва берега и мостовые сооружения, и траверс, расположенных под углом к подходу к мосту для снижения скорости потока воды и предохранения его от размыва.

**Дюкер** — это устройство, позволяющее пропустить воду с одной стороны полотна на другую. Оно состоит из двух колодцев и трубы.

## § 2. Устройство мостов

Мосты бывают деревянные, каменные, железобетонные и металлические. В настоящее время наиболее распространеными материалами для мостов являются металл и железобетон, а для железнодорожных мостов — металл. Более 70% железнодорожных мостов сооружено из металла.

Металлические мосты разделяют на малые и большие. В зависимости от числа опор мосты делятся на однопролетные и многопролетные. По конструкции их разделяют на балочные, состоящие из отдельных ферм, и арочные. В зависимости от того, где расположена проезжая часть, различают мосты с ездой с верху и мосты с ездой по низу.

Каждый мост состоит из **пролетного строения** и **опор**. Опоры различают промежуточные и береговые. Береговые опоры называются **устоями**, промежуточные — **быками**.

У каждого моста различают отверстия, длину и расчетный пролет. **Отверстием** моста называется расстояние в свету между опорами, измеренное на уровне горизонта высоких вод данного района. Отверстие определяют по сумме отверстий всех пролетов. **Длина моста** — это полная его длина между шкафными стенками береговых устоев. **Расчетным пролетом** называют расстояние между осями опор каждого пролета.

На рис. 56 представлен в нескольких проекциях береговой устой, где  $h$  — высота шкафа;  $h_1$  — высота устоя;  $l_1$  — длина устоя;  $b$  — ширина устоя;  $l$  — длина шкафа;  $a$  — глубина шка-

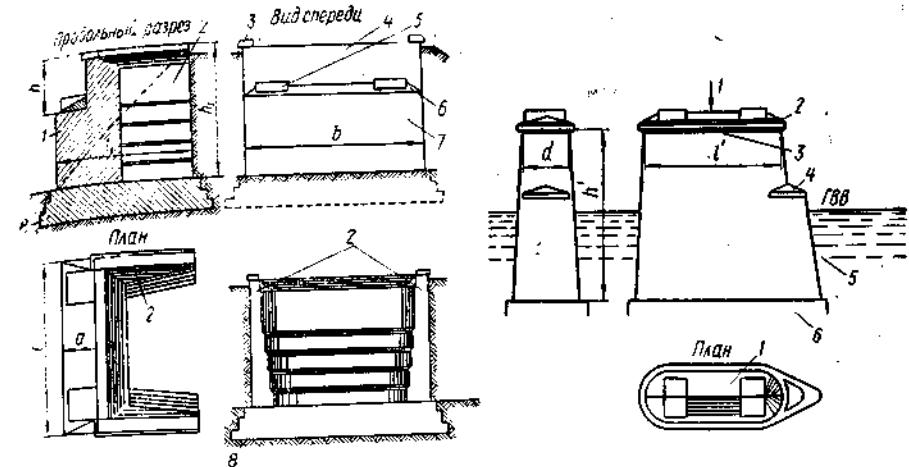


Рис. 56. Береговой устой:  
1 — слив; 2 — обратная стена; 3 — кардонный камень; 4 — шкафная стена; 5 — подферменный камень; 6 — подферменная площадка; 7 — передняя стена; 8 — фундамент

Рис. 57. Промежуточная опора:  
1 — слив; 2 — подферменная площадка; 3 — карниз; 4 — шапка; 5 — уклон 1 : 10; 6 — фундамент

фа, а на рис. 57 — промежуточный устой, где  $d$  — толщина быка;  $h'$  — высота быка;  $l'$  — длина быка.

Пролетное строение укладывается на устои. На береговом устое для укладки пролетного строения устраивают шкафную часть. Между телом устого или быка и пролетным строением устанавливают подферменные камни, на которые непосредственно и устанавливают пролетное строение.

На подферменники устанавливают опоры пролетного строения. Опоры устраивают подвижные с катками и неподвижные с шарнирами, чтобы компенсировать возможные перемещения пролетного строения под воздействием температурных и динамических факторов.

На рис. 58 представлена схема металлического трехпролетного балочного моста. Пролетное строение таких мостов обычно делают клепанным из металлических вертикального и горизонтального стальных листов. Такую конструкцию применяют и при сооружении малых однопролетных мостов.

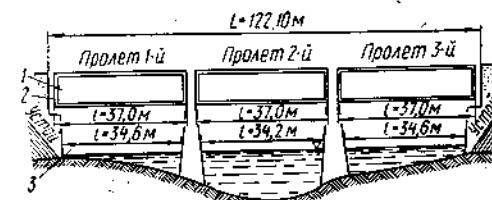


Рис. 58. Схема металлического балочного моста:  
1 — пролетное строение; 2 — расчетный пролет;  
3 — отверстие

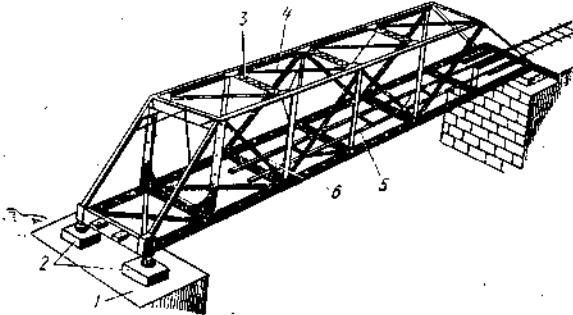


Рис. 59. Ферма моста:  
1 — подферменный камень; 2 — опорные части; 3 — распорка;  
4 — диагональ; 5 — стойка; 6 — раскос



Рис. 60. Мост с ездой по верху

На рис. 59 показана металлическая ферма однопролетного большого моста с ездой по низу. Ферма состоит из раскосов и стоек. Две фермы, образующие пролетное строение моста, соединяются между собой связями жесткости. На рис. 60 показан однопролетный большой мост с ездой по верху. При многопролетных мостах фермы разных пролетов могут быть одинаковыми по общему очертанию и расположению стоек и раскосов. Из архитектурных соображений их делают и неодинакового очертания: два крайних береговых — одного очертания, средние — другого. По тем же соображениям устраивают береговые пролеты с ездой по верху, средние — с ездой по низу.



Рис. 61. Железобетонный арочный мост



Рис. 62. Железобетонный рамный мост

На рис. 61 приведена схема железобетонного арочного моста, на рис. 62 — схема железобетонного рамного моста. Пролетным

строениям железобетонных мостов вследствие свойств материала можно придавать любую форму, поэтому с архитектурной точки зрения в населенных пунктах или вблизи их предпочтительнее устраивать железобетонные мосты.

### § 3. Верхнее строение пути на мостах

Верхнее строение пути на мостах укладывают на балласте и без балласта.

На металлических мостах чаще всего путь укладывают без балласта на деревянных мостовых брусьях (рис. 63), но можно укладывать и на железобетонных плитах (рис. 64).

На железобетонных мостах, как правило, путь укладывают на балласте (рис. 65).

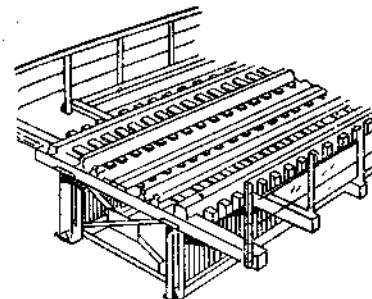


Рис. 63. Устройство пути на металлическом мосту на деревянных брусьях

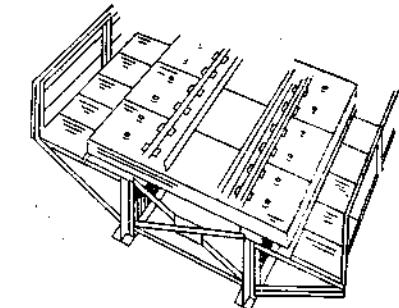


Рис. 64. Устройство пути на металлическом мосту на плитах

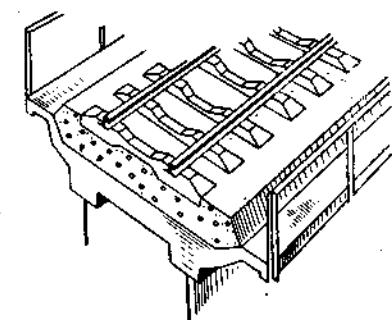


Рис. 65. Устройство пути на железобетонном мосту

Согласно правилам проектирования железных дорог путь на всех малых мостах длиной до 25 м, на путепроводах, на мостах в пределах станций, на территории промышленных предприятий, на кривых, на уклонах выше 4%, на всех каменных и железобетонных мостах следует укладывать на щебеночном балласте. При этом ширина балластного слоя по верху на однопутных мостах должна быть не менее 3,6 м.

Брусья для устройства верхнего строения пути изготавливают из сплавной древесины прямоугольного сечения 20×24, 22×26, 22×28 и 24×30 см. Длина брусьев равна 3,2 м. Если на концах брусьев устраивают тротуар, то длина их равна 4,2 м. Между брусьями расстояние делают меньше, чем между спалами, не

более 15 см и не менее 10 см. Частое расположение брусьев устраивают на случай схода колес с рельсов на мосту. При этом имеется в виду, что колеса некоторое время еще перемещаются по брусьям, не нанося им сильных повреждений.

Для предотвращения схода колес с рельсов внутри колеи укладываются контррельсы. Чтобы избежать сдвига брусьев, вдоль моста по концам их укладывают охранные брусья сечением  $20 \times 15$  см, к которым болтами прикрепляют мостовые брусья. Внутри колеи укладывают доски для безопасного прохода обслуживающего персонала. В начале моста контррельсы укладываются, как показано на рис. 66.

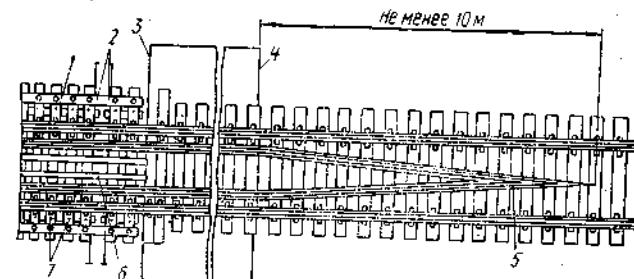


Рис. 66. Контррельсы и охранные брусья:  
1 — охранный брус; 2 — противоугонные уголки; 3 — стекла;  
4 — задняя грань устоя; 5 — контррельс; 6 — доска ( $20 \times 3$  см); 7 — болты

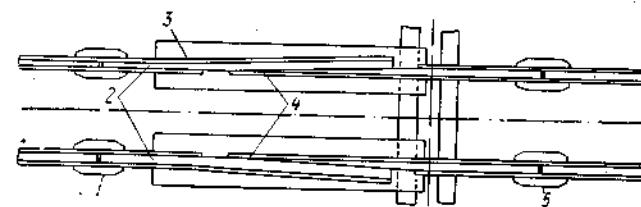


Рис. 67. Уравнительный прибор:  
1 — передний стык; 2 — рамные рельсы; 3 — начало огиба и строжки рамного рельса; 4 — остряки; 5 — задний стык

При большой длине пролетных строений (более 100 м) для того, чтобы компенсировать температурные изменения длины рельсов, укладываются уравнительные рельсы. Они представляют собой подвижное устройство (рис. 67), состоящее из остряка и рамного рельса. Такое устройство обычно устанавливают над подвижной опорой моста.

## Глава 4. ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ. УСТРОЙСТВО ВНУТРИЗАВОДСКИХ ПУТЕЙ

### 2

#### § 1. Типы верхнего строения пути

На земляном полотне располагается верхнее строение пути. От его прочности и устойчивости зависит безопасное передвижение подвижного состава.

Движение железнодорожных локомотивов и вагонов совершается только по рельсам. Они воспринимают большие нагрузки от подвижного состава, движущегося иногда с большими скоростями. Поэтому нельзя укладывать рельсы непосредственно на земляное полотно.

Верхнее строение пути помимо рельсов состоит из элементов, обеспечивающих постепенную передачу нагрузок от рельса на нижнее строение и способствующих сохранению постоянства размеров колеи и взаимного расположения элементов верхнего строения пути.

Верхнее строение пути в соответствии с этим состоит из рельсов, шпал или других подрельсовых оснований, балластного слоя и скреплений.

Назначение рельсов — непосредственно воспринимать значительные нагрузки от подвижного состава и направлять движение колес вагонов и локомотивов. От рельсов через скрепления нагрузка от подвижного состава передается на шпалы, а от шпал на балластный слой, который располагается на нижнем строении пути.

Металлические рельсы способны выдерживать большие напряжения, до  $2400$  кгс/см<sup>2</sup>, основные шпалы — до  $22$  кгс/см<sup>2</sup>, щебеночный балластный слой — до  $5$  кгс/см<sup>2</sup>, а земляное полотно — до  $0,8$  кгс/см<sup>2</sup>. Таким образом, верхнее строение пути состоит из разнородных материалов (металла, дерева, грунта), разных по составу, качеству и показателям прочности. Поэтому все элементы верхнего строения пути должны быть прочно связаны между собой и находиться на расстояниях, предусмотренных соответствующими проектами или стандартами. Любое нарушение этих размеров или условий прочности отдельных элементов верхнего строения пути может привести к расстройствам пути и к нарушению условий безопасности движения подвижного состава.

Все разнородные элементы верхнего строения пути должны представлять собой единую конструкцию и работать совместно.

Верхнее строение пути должно соответствовать нагрузкам на ось, установленным скоростям, частоте движения поездов, грузо-напряженности участка. Отдельные элементы верхнего строения пути должны соответствовать друг другу. Мощным рельсам должны соответствовать мощные скрепления, на второстепенных путях можно укладывать менее мощные рельсы и соответственно более слабые скрепления, слабые виды балласта.

На основании этого официально установлены типы верхнего строения пути в зависимости от эксплуатационных условий (табл. 15, 16), определены составляющие элементы верхнего строения пути.

Таблица 15. Типы верхнего строения пути магистрального транспорта

Условия применения элементов верхнего строения пути	Особо тяжелый	Тяжелый	Нормальный
Грузонапряженность, мин. т·км/км брутто в год	Свыше 50	25...50 (при скорости движения 140 км/ч и выше, 100 и более пассажирских поездов в 1 сут на один путь)	До 25
Тип рельсов	P75	P65	P50
Шпалы	Железобетонные и деревянные, пропитанные		
Количество шпал:			
в прямых	1840	1840	1840
в кривых радиусом 1200 м и менее, а при скорости 120 км/ч радиусом 2000 м и менее	2000	2000	2000
Балласт	Щебень или сортированный гравий на песчаной подушке		Асбест, карьерный гравий и ракушка

## § 2. Рельсы

Рельсы различают по материалу рельсовой стали, форме, размерам поперечного сечения, длине и весу.

Рельсы изготавливают из углеродистой стали, в состав которой входит железо, углерод, марганец, сера, фосфор, мышьяк. Железо является основной массой, составляющей рельсовую сталь, углерод обеспечивает ее большую прочность и износостойчивость. С увеличением углерода в рельсовой стали от 0,4 до 0,6% износостойчивость ее увеличивается в 7 раз. Однако чрезмерное увеличение содержания углерода (до 0,9%) приводит к повышению хрупкости рельсов. Марганец и кремний повышают твердость и износостойчивость рельсов. Фосфор и мышьяк являются вредными примесями. Фосфор способствует хладноломкости рельсов, вредной при работе их при низких наружных температурах. Содержание мышьяка в стали способствует повышению твердости и износостойчивости, но одновременно и хрупкости рельсов. Увеличению их хрупкости способствует также сера.

Применение различных компонентов рельсовой стали строго нормируется соответствующими стандартами. Ими предусмат-

Таблица 16. Типы верхнего строения пути промышленного транспорта

Категория пути	Рельсы	Шпалы	Балласт
<b>Внекатегорийные</b>			
а) Пути движения специального подвижного состава с осевыми нагрузками 25...35 тс			
	P65, P50 новые	Железобетонные	Щебень каменных пород, гравий
	P75, P65 новые	»	То же
б) Постоянные пути перевозки горной массы на горнодобывающих предприятиях с осевыми нагрузками 25 тс и более при годовом грузообороте в обе стороны			
	до 10 млн. т включительно 10...15 млн. т	P50 новые P65, P50 новые P75, P65 новые	» » »
	более 15 млн. т	»	»
в) Пути перегонов и соединительные пути при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками до 25 тс при годовом грузообороте в обе стороны			
	10...15 млн. т	P65, P50 новые P65 новые	» »
	более 15 млн. т	»	»
г) Пути со специальным верхним строением (бункера, эстакады)			
	P65, P50 новые	—	—
<b>I категория</b>			
а) Пути перегонов и соединительные пути при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками до 25 тс при годовом грузообороте брутто в обе стороны до 10 млн. т			
	P50 новые	Железобетонные	Щебень каменных пород, шлаковый щебень, гравий
б) Внутризаводские пути (кроме перегонов и соединительных) с осевыми нагрузками до 25 тс при годовом грузообороте в обе стороны			

Продолжение таблицы 16

Категория пути	Рельсы	Шпалы	Балласт
5...10 млн. т	P65, P50 старогодние P65, P50 новые	Железобетонные, деревянные Железобетонные	То же
более 10 млн. т			»
в) Пути движения думпкаров (кроме постоянных путей для перевозки горной массы) и платформ для перевозки горячего чушкового чугуна с осевыми нагрузками 25 тс и более	P65, P50 новые	»	»
г) Пути погрузки и выгрузки массовых грузов при годовой погрузке и выгрузке 2 млн. т и более	P65, P50 новые	Железобетонные, деревянные	Щебень каменных пород, шлаковый щебень, гравий и песок
д) Пути движения, приема и отправления пассажирских поездов и грузов	P50 новые	То же	То же
<b>II категория</b>			
а) Внутризаводские пути при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками до 25 тс при годовом грузообороте в обе стороны до 5 млн. т	P50 старогодние	Деревянные	Щебень шлаковый, гравий, песок
б) Тractionные пути и прочие заводские, не отнесенные к другим категориям	P50, P43 старогодние	»	То же
<b>III категория</b>			
Передвижные пути, забойные, отвальные	P65, P50 старогодние	Металлические, деревянные	Любой

риваются содержание вредных примесей в минимальных дозах. Чтобы повысить износостойчивость рельсов, их подвергают поверхности и объемной закалке.

По форме поперечного сечения рельс (рис. 68) напоминает двутавр. Поперечное сечение в виде двутавра наилучшим образом сопротивляется изгибу, что и требуется в такой конструкции,

как железнодорожный путь. Поскольку в силу специфики работы верхняя полка этого двутавра постоянно и непосредственно соприкасается с подвижной нагрузкой (в отличие от двутавра в статической конструкции), и истирается колесами, она видоизменена и утолщена. Верхняя полка носит название *головки рельса*, нижняя — *подошвы*, вертикальная стенка — *шейки рельса*.

Чем больше колесные нагрузки и скорости подвижного состава, движущегося по рельсам, тем больше должны быть показатели сопротивляемости, зависящие от геометрических размеров поперечного сечения (моменты инерции и сопротивления). Следовательно, должны быть больше и размеры поперечного сечения. С увеличением размеров повышается общий вес рельса. Основным признаком классификации рельсов является вес погонного метра рельса.

Основные типы рельсов в СССР на дорогах общего пользования — Р75, Р65 и Р50. Цифра, стоящая рядом с буквой Р, точно не соответствует весу погонного метра рельса.

В табл. 17 приведены размеры поперечного сечения и вес погонного метра основных типов рельсов, применявшихся на на-

Таблица 17. Основные размеры, мм, и вес погонного метра, кгс, рельсов

Рельсы	Высота <i>H</i>	Ширина <i>b</i> головки рельса	Толщина <i>e</i> шейки	Ширина <i>B</i> подошвы	Вес погонного метра
<b>Тяжелые</b>					
Р75	192,0	75,0	20,0	150	74,44
Р65	186,0	75,0	18,0	150	64,64
Р50	152,0	71,9	16,0	132	51,62
<b>Легкие и старые</b>					
Р43	140,0	70,0	14,5	114	44,65
IV	140,0	70,0	13,5	114	43,61
IA	140,0	70,0	14,0	125	43,56
IIA	135,0	68,0	13,0	114	38,41
IIIA	128,0	60,0	12,0	110	33,48
IVA	120,5	53,5	12,0	100	30,89
Типы, наиболее распространенные на узкой и широкой колее промтранспорта					
24	107,0	51	10,5	92	24,04
18	90,0	40	10,0	80	18,06
15	91,0	37	7,0	76	14,72
11	80,5	32	7,0	66	11,20
8	65,0	25	7,0	54	8,40
7	65,0	25	5,5	50	6,93

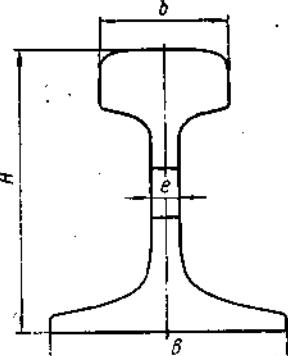


Рис. 68. Поперечное сечение рельса

Таблица 18. Химический состав стали тяжелых рельсов, %

Тип рельса	Сталь	Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	Мышьяк	
							не более	
P65, P75 P65 хромистые (хрома 0,5... 0,9%)	M76	0,69 ... 0,72	0,75 ... 1,05	0,13 ... 0,28	0,045	0,035	0,015	
P65 объемно-закаленные	M71	0,65 ... 0,77	0,75 ... 1,05	0,13 ... 0,28	0,045	0,035	0,015	
P50	M72	0,68 ... 0,78	0,75 ... 1,05	0,13 ... 0,28	0,045	0,035	0,015	
P50 объемно-закаленные	M75	0,67 ... 0,80	0,75 ... 1,05	0,13 ... 0,28	0,045	0,035	0,015	
P50 поверхностно-закаленные	M72	0,67 ... 0,77	0,75 ... 1,05	0,13 ... 0,28	0,045	0,035	0,015	
P43, P38	NБ65	0,56 ... 0,75	0,60 ... 0,90	0,15 ... 0,30	0,060	0,070	—	
	M71	0,64 ... 0,77	0,60 ... 0,90	0,15 ... 0,30	0,050	0,040	—	

Приложение. В марке стали буква М обозначает марганцовскую сталь, Б — бессемеровскую. Цифра обозначает среднее содержание углерода в сотых долях процента.

шах дорогах. В табл. 18 приведены данные о химическом составе стали рельсов.

Стандартная длина рельсов для широкой колеи в СССР составляет 25 м. Часть рельсов выпускают длиной 12,5 м по стандарту. Для узкой колеи выпускают рельсы длиной 7 и 8 м. Часть рельсов для укладки в кривых выпускается укороченными (гл. 5).

Рельсы могут выходить из строя по износу и по дефектам. С пути их снимают после износа на определенную допустимую величину. Эта величина устанавливается таким образом, чтобы после износа поперечное сечение рельса обеспечивало прочность его на заданную подвижную нагрузку. Величина эта может находиться в пределах 6 ... 9 мм.

Несмотря на меры, принимаемые в последнее время для улучшения качества рельсов, они часто до установленного по износу срока выходят из строя по порокам и дефектам, а также из-за повышенной износостойчивости рельсов. Поэтому за срок службы рельсов можно принимать суммарный одиночный выход рельсов (6 шт. на 1 км для рельсов Р50 и 5 шт. для Р65 в год) или наибольший годовой выход (для рельсов Р50 и Р65 2 шт. на 1 км в год).

Госстроем СССР и Министерством путей сообщения СССР для магистральных дорог установлены нормы периодичности производства работ по капитальному ремонту пути, во время которого заменяются все его элементы, в том числе и рельсы.

Для внутриводских путей нормы периодичности ремонтов установлены Министерством черной металлургии СССР. На основании этих норм можно определить сроки службы рельсов.

Нормы периодичности ремонтов пути, а следовательно, и сроков службы рельсов устанавливают в зависимости от пропущенного тоннажа. Зная грузонапряженность участка по установленной норме межремонтного тоннажа, можно найти срок службы рельса. Пропущенным тоннажом не исчерпывается до капитального ремонта полный возможный срок службы рельса. Рельсы, снятые после первого капитального ремонта, можно уложить на малодеятельные участки, на станционные пути или же использовать для этих целей после некоторого ремонта, который заключается в наплавке изношенных концов рельсов, обрезке их, сварке и т. п. Отдельные рельсы в зависимости от их состояния можно укладывать на участки пути той же грузонапряженности, что и на тех участках пути, где они лежали до первого капитального ремонта.

В соответствии с установленными нормами рельсы до первого капитального ремонта должны пропустить не менее следующего количества, млн. т брутто: 600 ... 650 для рельсов Р75, 500 для Р65, 350 для Р50.

В кривых участках пути рельсы следует менять после пропуска не менее чем 350 ... 400 для рельсов Р75, 250 для Р65, 175 для Р50.

В данном случае рельсы можно сменить до наступления срока капитального ремонта.

Сроки службы рельсов на заводских путях устанавливаются в зависимости от категории пути.

В соответствии с категорией путей промтранспорта установлены следующие межремонтные сроки и сроки службы рельсов (табл. 19).

Дефекты, из-за которых рельсы выходят из строя, могут быть различные:

1. Выкрашивание металла из-за волосовин, закатов, недостаточной контактной прочности рельса, выкрашивание закаленного слоя, наплавленного слоя.

2. Трешины в рельсе из-за внутренних надрывов (флокины, пузьри), волосовин, недостаточной контактной прочности, ударов по рельсам (в частности, из-за ползунов на колесах). Трешины в сварном стыке, в закаленном слое, в местах приварки рельсовых соединителей, по болтовым отверстиям, трещины вследствие боксования колес.

3. Расслоение головки или шейки рельса.

4. Смятие головки рельса и боковой износ, смятие в сварном стыке и за закаленным концом.

5. Волнообразный износ рельсов.

6. Изломы рельса из-за дефектов металла, ударного действия колес. Изгиб рельса. Коррозия рельсов.

Таблица 19. Межремонтные сроки для путей промтранспорта

Продолжение табл. 19

Категория пути	Элемент верхнего строения пути			Срок службы первого капитального ремонта, лет	Категория пути	Элемент верхнего строения пути			Срок службы до первого капитального ремонта, лет
	Рельсы	Шпалы	Балласт			- Рельсы	Шпалы	Балласт	
<b>Внекатегорийные</b>									
а) Пути движения специального подвижного состава (чугуновозы, шлаковозы, транспортёры, сушильные вагоны, тележки для перевозки слитков, изложниц и мульд) с осевыми нагрузками: 25 ... 35 тс	P65, P50 новые	Железобетонные	Щебень каменных пород, гравий	9	б) Внутризаводские пути (кроме перегонов и соединительных путей) при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками до 25 тс и грузооборотом в обе стороны: более 5 до 10 млн. т	P65, P50 старогодние	Железобетонные, деревянные	То же	20
более 35 тс	P75, P65 новые	»	То же	7	более 10 млн. т	P65, P50 новые	Железобетонные	*	18
б) Постоянные пути перевозки горной массы на горнодобывающих предприятиях с осевыми нагрузками 25 тс и более с годовым грузооборотом в обе стороны: до 10 млн. т включительно	P50 новые	»	»	12	в) Пути движения думпкаров (кроме постоянных путей перевозки горной массы) и платформ для перевозки горячего чушкового чугуна с осевыми нагрузками 25 тс и более	P65, P50 новые	»	*	12
более 10 до 15 млн. т	P65, P50 новые	»	»	10	г) Пути погрузки и выгрузки массовых грузов при годовой погрузке и выгрузке 2 млн. т и более	P65, P50 новые	Железобетонные, деревянные	Щебень каменных пород, шлаковый щебень, гравий и песок	15
более 15 млн. т	P75, P65 новые	»	»	7	д) Пути движения, приема и отправления пассажирских поездов и грузов ВВ	P50 новые	То же	То же	15
в) Пути перегонов и соединительные пути при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками до 25 тс с годовым грузооборотом в обе стороны: более 10 до 15 млн. т	P65, P50 новые	»	»	15	<b>II категория</b>				
более 15 млн. т	P65 новые	»	»	12	а) Внутризаводские пути при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками до 25 тс с годовым грузооборотом в обе стороны: до 5 млн. т включительно	P50 старогодние	Деревянные	Шлаковый щебень, гравий, песок	24
г) Пути со специальным верхним строением (бункерные, эстакадные, на рабочих площадках сталеплавильных цехов)	P65, P50 новые	»	»	8	б) Тractionные пути и прочие заводские, не отнесенные к другим категориям	P50, P43 старогодние	»	То же	30
<b>I категория</b>									
а) Пути перегонов и соединительные пути при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками до 25 тс с годовым грузооборотом в обе стороны: более 5 до 10 млн. т	P50 новые	Железобетонные	Щебень каменных пород, шлаковый щебень, гравий	18					

Продолжение табл. 19

Категория пути	Элемент верхнего строения пути			Срок службы до первого капитального ремонта, лет
	Рельсы	Шпалы	Балласт	
<b>III категория</b> Передвижные пути, забойные, отвальные	P65, P50 старогодние	Металлические, деревянные	Любой	—

Основными мерами по продлению сроков службы рельсов и предотвращению дефектов являются улучшение качества металла, наплавка изношенных концов рельса, систематическое улучшение текущего содержания пути.

### § 3. Рельсовыестыки истыковые скрепления

Для того чтобы создать непрерывность рельсовых нитей железнодорожного пути и обеспечить безопасное, с установленной скоростью движение подвижного состава, рельсы соединяют между собой.

Соединение обеспечивается либо устройством стыков между двумя соседними рельсами, либо их сваркой. Первая конструкция носит название *стыкового, или звеневого, пути*, так как в стыке соединены оба рельса (правый и левый), а они вместе со шпалами и скреплениями образуют отдельное рельсовое звено. Путь, у которого рельсы сварены между собой вдоль на значительном, по сравнению с длиной рельса, протяжении, называется *бессстыковым*.

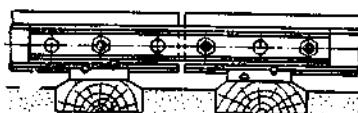


Рис. 69. Стык на весу

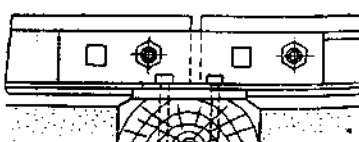


Рис. 70. Стык на шпale

Основными видами стыков являются стык на весу (рис. 69) и стык на шпале (рис. 70).

Помимо этих двух, существовали и другие виды конструкций железнодорожного пути —стык на сдвоенных шпалах, трехшпальный стык и многие другие, однако они вследствие своей сложности распространения не получили.

Существенным недостатком стыка на шпале является повышенная, по сравнению со стыком на весу, жесткость соединения. При проходе колес по стыку шпала нагружается неравномерно, сначала со стороны отдающего конца рельса, а затем со стороны принимающего. Шпала приобретает тенденцию вращаться вокруг продольной оси. Все соединение деформируется. Между отдельными его элементами образуются зазоры, в результате чего при прохождении подвижного состава возникают удары, способствующие дальнейшему расстройству стыка, сильному износу рельсовых концов (рис. 71).

Стык на весу — более упругая конструкция, износ рельсовых концов в этом типе стыка меньше, но вследствие большого прогиба рельсов при прохождении колеса по стыку создаются более трудные условия работы для накладок.

Стык на весу в нашей стране принят в качестве стандартного. Эта конструкция распространена и во многих других странах.

По взаимному расположению стыков на двух параллельных рельсовых нитях различают «стыки по наугольнику», т. е. поставленные один против другого, и «стыки вразбежку», при которых стык одной рельсовой нити находится примерно против середины другой. При «стыках по наугольнику» удар колес, проходящих через стык по обоим рельсам, происходит одновременно, что усугубляет воздействие подвижного состава на путь, и он испытывает более сильные удары.

При «стыках вразбежку» возникает раскачивание подвижного состава. Удары колес менее ощутимы по величине, но они чаще и, что имеет немаловажное значение для всей конструкции пути, *внекцентренны*. Внекцентренное приложение нагрузки помимо изгиба в вертикальной плоскости вызывает дополнительные деформации. В СССР расположение «стыков по наугольнику» является стандартным.

По конструкции стыки различают механические, сварные и kleевые. В *механических стыках* рельсы соединяют с помощью накладок и болтов. *Сварные стыки* применяются при устройстве бессстыкового пути, *kleевые* — главным образом на участках пути, оборудованных автоблокировкой, где через определенные промежутки в зависимости от расстановки светофоров необходимо осуществить изоляцию одного рельса от другого, устроить изолирующий стык.

Основными составными частями механического стыкового соединения являются накладки — металлические полосы определенной формы, накладываемые на соединяемые рельсы с двух

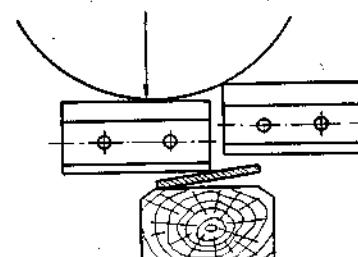


Рис. 71. Дефекты стыка на шпale

Продолжение табл. 19

Категория пути	Элемент верхнего строения пути			Срок службы до первого капитального ремонта, лет
	Рельсы	Шпалы	Балласт	
III категория Передвижные пути, забойные, отвальные	P65, P50 старогодние	Металлические, деревянные	Любой	—

Основными мерами по продлению сроков службы рельсов и предотвращению дефектов являются улучшение качества металла, наплавка изношенных концов рельса, систематическое улучшение текущего содержания пути.

### § 3. Рельсовыестыки и стыковые скрепления

Для того чтобы создать непрерывность рельсовых нитей железнодорожного пути и обеспечить безопасное, с установленной скоростью движение подвижного состава, рельсы соединяют между собой.

Соединение обеспечивается либо устройством стыков между двумя соседними рельсами, либо их сваркой. Первая конструкция носит название *стыкового, или звеневого, пути*, так как в стыке соединены оба рельса (правый и левый), а они вместе со шпалами и скреплениями образуют отдельное рельсовое звено. Путь, у которого рельсы сварены между собой вдоль на значительном, по сравнению с длиной рельса, протяжении, называется *бесстыковым*.

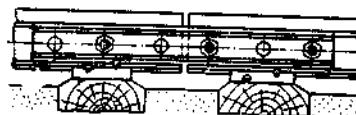


Рис. 69. Стык на весу

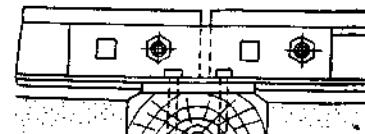


Рис. 70. Стык на шпale

Основными видами стыков являются стык на весу (рис. 69) и стык на шпале (рис. 70).

Помимо этих двух, существовали и другие виды конструкций железнодорожного пути —стык на сдвоенных шпалах, трехшпальный стык и многие другие, однако они вследствие своей сложности распространения не получили.

Существенным недостатком стыка на шпале является повышенная, по сравнению со стыком на весу, жесткость соединения. При проходе колес по стыку шпала нагружается неравномерно, сначала со стороны отдающего конца рельса, а затем со стороны принимающего. Шпала приобретает тенденцию вращаться вокруг продольной оси. Все соединение деформируется. Между отдельными его элементами образуются зазоры, в результате чего при прохождении подвижного состава возникают удары, способствующие дальнейшему расстройству стыка, сильному износу рельсовых концов (рис. 71).

Стык на весу — более упругая конструкция, износ рельсовых концов в этом типе стыка меньше, но вследствие большого прогиба рельсов при прохождении колеса по стыку создаются более трудные условия работы для накладок.

Стык на весу в нашей стране принят в качестве стандартного. Эта конструкция распространена и во многих других странах.

По взаимному расположению стыков на двух параллельных рельсовых нитях различают «стыки по наугольнику», т. е. поставленные один против другого, и «стыки вразбежку», при которых стык одной рельсовой нити находится примерно против середины другой. При «стыках по наугольнику» удар колес, проходящих через стык по обоим рельсам, происходит одновременно, что усугубляет воздействие подвижного состава на путь, и он испытывает более сильные удары.

При «стыках вразбежку» возникает раскачивание подвижного состава. Удары колес менее ощущимы по величине, но они чаще и, что имеет немаловажное значение для всей конструкции пути, внецентрены. Внецентрное приложение нагрузки помимо изгиба в вертикальной плоскости вызывает дополнительные деформации. В СССР расположение «стыков по наугольнику» является стандартным.

По конструкции стыки различают механические, сварные и клеевые. В механических стыках рельсы соединяют с помощью накладок и болтов. Сварные стыки применяются при устройстве бесстыкового пути, клеевые — главным образом на участках пути, оборудованных автоблокировкой, где через определенные промежутки в зависимости от расстановки светофоров необходимо осуществить изоляцию одного рельса от другого, устроить изолирующий стык.

Основными составными частями механического стыкового соединения являются накладки — металлические полосы определенной формы, накладываемые на соединяемые рельсы с двух

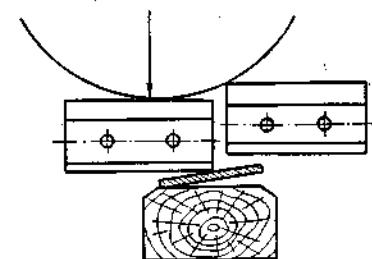


Рис. 71. Дефекты стыка на шпale

сторон и скрепляемые болтами. Накладки вместе с болтами и другими деталями стыка носят название стыковых скреплений.

Поскольку непрерывность рельсовой нити в стыке разрывается, прочность его всегда меньше, чем целого рельса. Поэтому всегда стремились создать такую конструкцию стыка, которая бы по прочности как можно ближе соответствовала прочности целого рельса.

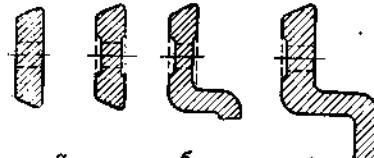


Рис. 72. Поперечное сечение накладок

поперечного сечения, снабдили накладку вертикальным свесом — фартуком (рис. 72, в). Такая накладка получила название фартучной. Стык стал более прочным, но форма накладки усложнилась и в профиле, и по длине, так как фартук из-за наличия шпал нельзя было изготовить по всей длине накладки одинаковым. Это затрудняло изготовление накладок, а в местах изменения профиля при работе накладки под колесом подвижного состава создавались вредные перенапряжения.

Из рис. 72 видно, что все описанные накладки имеют верхнюю и нижнюю склоненные поверхности. Угол, под которым они склонены, соответствует углу наклона нижней поверхности головки рельса и вертикальной подошве рельса. Благодаря этому при монтаже стыка накладка плотно входит в «пазуху» между подошвой и головкой рельса и при надлежащем затягивании болтов обеспечивается плотное ее заклинивание.

Из применяющихся в нашей стране конструкций накладки наиболее удачной следует считать двухголовую накладку (рис. 73). Конструкция стыка с двухголовой накладкой применяется повсеместно на железных дорогах общего пользования и на промышленном транспорте. На путях промышленного транспорта, где еще применяются рельсы типов Р38 и Р43, можно встретить фартучные накладки. Размеры двухголовых накладок приведены в табл. 20.

Накладки в стыке через шейку рельса скрепляются болтами. Чтобы болты не проворачивались, в каждой двухголовой накладке отверстия делают поочередно то круглыми, то овальными, а болты вставляют то с одной, то с другой стороны стыка, как это показано на рис. 73.

Болты бывают с круглой головкой и овальным подголовком. Изготавливают их из прочной стали диаметром 27 мм — для рельсов Р75 и Р65; диаметром 24 мм — для рельсов Р50; диаметром 22 мм — для рельсов Р43.

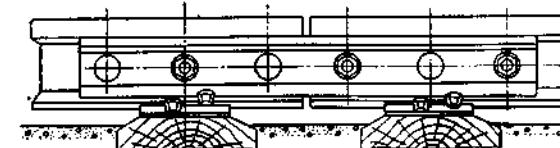


Рис. 73. Стык с двухголовой накладкой:  
1 — пришивочный костьль; 2 — подкладка; 3 — стыковой болт; 4 — накладка; 5 — пружинная шайба; 6 — гайка

Таблица 20. Размеры двухголовых накладок

Тип рельса	Вес одной накладки, кгс	Наибольшая высота, мм	Наибольшая толщина, мм	Толщина по оси, мм	Длина, мм	Количество отверстий	Диаметр отверстий	
							круглых	овальных
P75, P65	23,48	126,9	45,9	21	800	4	29	29×39
P50	18,77	104,2	46,0	19	820	6	26	26×34
P43, P38	15,61	94,0	40,0	20	790	6	24	24×32

Постоянство натяжения стыка обеспечивается одно- или двухвитковыми пружинными шайбами.

Важным элементом стыка является зазор между торцами стыкуемых рельсов. Он должен быть таким, чтобы при максимальной температуре летом рельсы нормальной длины только сходились, не оказывая давления один на другой; зимой же при наименьшей возможной температуре должно обеспечиваться полное раскрытие зазора без создания опасности проваливания колес подвижного состава. Максимальный зазор может быть 21...23 мм.

Рельсовые нити служат токопроводящими цепями на участках с автоблокировкой и на электрифицированных участках для тягового тока.

На участках с автоблокировкой на границах блок-участков необходимо устраивать изолирующий стык, чтобы электрический ток не мог пройти от одного из соединяемых рельсов к другому (рис. 74). Изоляция здесь обеспечивается прокладками и втулками из фибры и гетинакса (заштриховано на чертеже). В зазор между рельсами вставляется прокладка из такого же материала, вырезанная по форме поперечного сечения рельса.

На некоторых малодеятельных участках магистральных железных дорог и на промышленном транспорте встречаются изолирующие стыки с лигнофолиевыми накладками (рис. 75).

В последнее время для изолирующих стыков стали применять kleевые и kleebolтовые соединения, в которых накладки приклеиваются к рельсам. Kleевой стык создает глухое соединение рельсов и неизменность стыкового зазора. В качестве kleев при-

достигается нанесением слоя графитовой смазки на поверхность соприкосновения рельса с накладками. Графитовая смазка состоит из синтетических технических жирных кислот, известня, графита и минерального масла.

Кроме того, для надежности токопроводимости в стыках устанавливают рельсовые соединения. Они бывают штепсельные (рис. 77) и приварные (рис. 78).

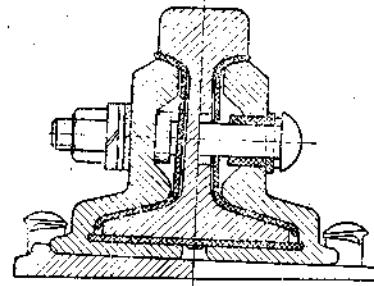


Рис. 74. Изолирующий стык с объемлющей накладкой

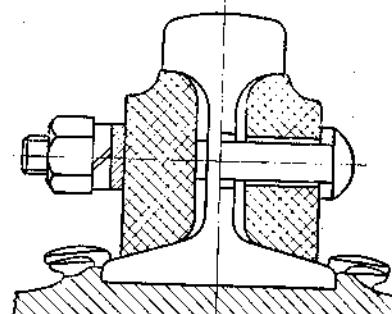


Рис. 75. Изолирующий стык с лигнофолиевой накладкой

меняют различные составы на базе эпоксидных смол с наполнителями из кварцевой или сланцевой муки, асбестовых волокон.

Kleевой шов хорошо работает на усилие, направленное вдоль, и хуже сопротивляется усилиям, направленным перпендикулярно

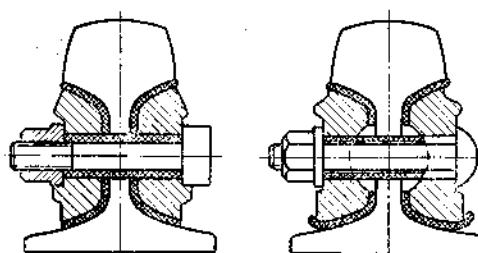


Рис. 76. Клееболтовые стыки

к шву. Поэтому, а также для того, чтобы предупредить стирание и повреждение kleевого шва, обычно сохраняют и болты. Разные типы kleebolтовых стыков представлены на рис. 76, где kleевой шов заштрихован.

Для надежного про-  
пуска сигнального тока  
на участках с автоблокировкой и на линиях с электротягой для обратного тягового тока повышается проводимость стыков. Это

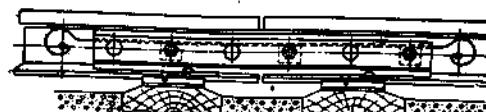


Рис. 77. Штепсельный соединитель

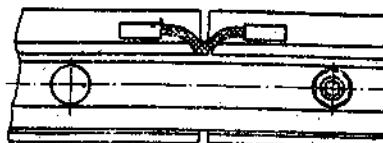


Рис. 78. Приварной соединитель

#### § 4. Бесстыковой путь

Стык — слабое место пути. При перекатывании колеса с отдающим рельса на принимающий независимо от конструкции стыка обязательно возникают удары. Эти удары ускоряют износ железнодорожного пути и ходовых частей подвижного состава, увеличивают сопротивление движению поезда. Почти половина случаев выхода рельсов из строя происходит из-за наличия стыков в пути. Значительная доля затрат на содержание и ремонт пути связана с наличием стыков. Максимальное сокращение количества стыков в пути может дать значительный технический и экономический эффект.

Поэтому уже давно старались увеличить стандартную длину рельса. На наших дорогах от стандарта рельса длиной 12,5 м перешли на стандарт 25 м, уменьшив количество стыков вдвое и снизив расходы на ремонт, содержание пути и ходовых частей подвижного состава, а также сократив вдвое расход металла на конструкцию стыка.

Ведутся работы по дальнейшему сокращению количества стыков. Кардинальным решением этой проблемы является переход на бесстыковой путь, обладающий минимально возможным количеством стыков, а следовательно, и минимально возможными затратами на их содержание.

При устройстве стыка, помимо соблюдения требований прочности и надежности соединения, следят за тем, чтобы в стыке между двумя рельсами оставался зазор, обеспечивающий продольные перемещения рельсов, которые возникают вследствие изменения температуры (зазор в стыке очень важная конструктивная деталь).

При повышении температуры и возникновении тенденции рельса к удлинению конструкция пути в начале сопротивляется этому. По плоскостям опирания рельса на опоры (подкладки, шпалы) возникает сопротивление подкладок, или погонное сопротивление, конструкция стыка также оказывает сопротивление удлинению рельса. Эти сопротивления зависят от конструкции верхнего строения пути и ограничены определенной величиной. При преодолении сопротивления и продолжающемся повышении температуры происходит свободное (не сдерживаемое сопротивлениями) удлинение рельса. На величину этого свободного удлинения и следует рассчитывать стыковой зазор. Если при

максимальном удлинении зазор становится равным нулю, а при максимальном укорочении раскрывается полностью до нормативной величины, такой рельс считают рельсом нормальной длины. Если для компенсации температурного удлинения недостаточно нормального стыкового зазора, то при полном удлинении рельса возникает давление одного рельса на другой и в них возникают температурные напряжения. Соответственно, если при понижении температуры зазор полностью раскроется раньше, чем температура достигнет минимума, то в соседних рельсах в результате их взаимодействия возникнут растягивающие усилия. В обоих случаях такие рельсы называют длинными.

Поскольку допустимы температурные напряжения, возможно и применение бесстыкового пути.

Стандартная длина рельса вне зависимости от района страны везде одна и та же — 25 м. Длина отдельных плетей бесстыкового пути теоретически не ограничивается. Например, от Москвы до Владивостока можно уложить одну рельсовую плесть.

В самом деле, при повышении температуры рельса, имеющего первоначальную длину  $l$ , на  $t$  градусов общее удлинение можно определить на основании известной из физики элементарной зависимости

$$\lambda = \alpha t, \quad (4.1)$$

где  $\lambda$  — искомое удлинение рельса;

$\alpha$  — коэффициент удлинения рельсовой стали;

$l$  — первоначальная длина рельса;

$t$  — разность температур до удлинения и после него.

Относительное удлинение

$$\lambda_1 = \alpha t. \quad (4.2)$$

Если рельсы расположены вплотную друг к другу без зазора, то удлинение не состоится. Несостоявшееся удлинение вызовет температурное напряжение, которое согласно законам строительной механики можно найти по формуле

$$\sigma = \alpha t E, \quad (4.3)$$

где  $\sigma$  — напряжение в рельсах, кгс/см<sup>2</sup>;

$E$  — модуль упругости рельсовой стали, равный  $2,1 \times 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>.

На весь рельс будет действовать температурная сила (в кгс)

$$F_t = \alpha t E \omega, \quad (4.4)$$

где  $\omega$  — площадь поперечного сечения рельса, см<sup>2</sup>.

Из формулы (4.4) видно, что температурная сила не зависит от длины рельса. Выбор длины сварной плесть определяется усло-

виями производства работ по ремонту, укладке и содержанию плетей, условиями их перевозки, временем, необходимым для производства путевых работ и, соответственно, для перерывов в движении поездов.

В настоящее время в сложившихся условиях максимальные длины плетей, укладываемых на наших дорогах, равны 700...800 м. Чтобы избежать излишней резки целых рельсов, разрешено доводить длину плесть до 812,5 м. Минимальная длина плесть бесстыкового пути равна 250 м, в отдельных случаях при соответствующем обосновании разрешают укладывать плесть длиной не менее 150 м.

На путях узкой колеи длина плесть значительно меньше и в зависимости от годовой амплитуды колебаний температуры она определяется в пределах 64...24 м.

Таким образом, основным отличием бесстыкового пути от звеневого является возникновение в рельсовых плестьях значительных усилий, вызванных изменениями температуры. При повышении температуры по сравнению с температурой в момент укладки рельсовых плестьев в них возникают силы сжатия, при понижении температуры — силы растяжения. Расчеты показывают, что эти силы вызывают напряжения растяжения или сжатия в 25 кгс/см<sup>2</sup> на каждый градус разности температур.

При большой разности температур сила может достичь большей величины. Тогда возможна нарушение целостности пути, выброс его в сторону, вверх или вдоль по земляному полотну в жаркую погоду или разрыв стыковых болтов в холодную. Укладывая бесстыковой путь, расчетом определяют, на какое количество градусов температура рельсовой стали может отличаться от ее температуры при укладке пути, с тем, чтобы температурная сила была не выше допускаемой и не нарушила бы целостность конструкции пути.

В зависимости от ожидаемой разности температур бесстыковой путь может быть двух видов:

1) температурно-напряженный без сезонной разрядки напряжений;

2) температурно-напряженный с периодической разрядкой температуры напряжений.

Разница между этими двумя видами заключается в том, что в первом случае путь работает при фактической годовой амплитуде колебаний температуры в данной местности, а во втором случае — при амплитуде колебаний температуры, наблюдаемой по сезонам, т. е. как бы искусственно уменьшенной годовой амплитуде колебаний.

При укладке бесстыкового пути рельсовую плесть закрепляют на шпалах скреплениями так, чтобы не допустить продольных перемещений рельса. Если годовая амплитуда колебаний температуры очень велика, то проводится разрядка напряжений по сезонам (весной, осенью). Для этого рельсовую плесть

освобождают от закрепления и легкими ударами или подведением под подошву рельса роликов как бы «встряхивают» рельсы. Плети при этом избавляются от напряжений и изменяют длину. После снятия напряжений плеть вновь закрепляют.

Существенным недостатком пути с периодической разрядкой температуры является трудоемкость работ по разрядке. Устройство бесстыкового пути без сезонных разрядок всегда предпочтительнее.

Удлинение рельсов при разрядке компенсируется укладкой так называемых уравнительных рельсов. Техническими условиями устройства бесстыкового пути предусматривается после каждой плети длиной свыше 600 м укладывать по каждой рельсовой нити по 3 рельса нормальной длины, при меньшей длине плети можно укладывать по 2 рельса. При производстве разрядок, при повреждениях рельсовых плетей бесстыкового пути, требующих нарушения колен и, следовательно, снятия напряжений, удлинение или укорочение плети компенсируется заменой уравнительных рельсов.

### § 5. Подрельсовые основания

Рельсы располагаются на подрельсовых основаниях. Назначение подрельсовых оснований — равномерно передавать нагрузку от рельса на нижележащие элементы верхнего строения пути (балластный слой) и обеспечивать постоянство ширины колеи, создавая надежную связь двух рельсов одной колеи. В качестве подрельсовых оснований применяются шпалы, плиты и блоки.

Самым давним и наиболее распространенным типом подрельсового основания являются *шпалы*, укладываляемые перпендикулярно к оси железнодорожного пути. Таким расположением лучше всего обеспечивается сохранность размеров ширины колеи. В первое время существования железнодорожной колеи, еще до появления паровой тяги, рельсовые опоры располагались вдоль под рельсом. Затем, по мере роста скоростей передвижения экипажей, возникло расклинивающее действие осей подвижного состава на колею и шпалы стали укладывать поперек ее.

На железных дорогах наиболее распространены *деревянные* шпалы. Дерево обладает достаточной упругостью, необходимой для нормальной работы всей конструкции пути, и достаточной прочностью. Древесина легко обрабатывается, из нее нетрудно изготовить шпалу. При путевых работах деревянную шпалу легче переносить, чем шпалу из любого другого материала. Деревянная шпала достаточно дешева.

Основными породами древесины для изготовления шпал являются сосна, лиственница, бук, применяются также кедр, ель, пихта и береза.

В нашей стране наиболее распространены сосновые шпалы. Сосновая древесина относится к разряду мягких пород, она наиболее упруга и прямостоячна. В то же время по сравнению с

другими породами она быстрее загнивает, но в отличие от твердых пород не так подвержена растрескиванию. Твердые породы — бук, лиственница — сильно ему подвержены, но по показателям прочности превосходят сосну. Более слабые породы по сравнению с сосной — ель, пихта, кедр. В СССР на железных дорогах насчитывается около 30% еловых шпал. Перспективным является применение березовых шпал, по показателям прочности они значительно выше сосновых.

По форме поперечного сечения деревянные шпалы делятся на два вида (рис. 79): А (обрязные) и Б (необрязные).

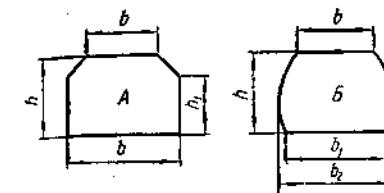


Рис. 79. Виды деревянных шпал



Рис. 80. Шпала с деревянным дубелем

В зависимости от размеров поперечного сечения различают несколько типов деревянных шпал (табл. 21).

Таблица 21. Размеры шпал (ГОСТ 78—65), мм

Тип шпал	Ширина по измерениям				Высота пропиленных боковых, сторон $h_1$
	$b$	$b$	$b_1$	$b_2$	
IA	180	165	250	—	150
IIA	160	160	230	—	130
IIIА	150	150	230	—	105
IB	180	165	250	280	—
IIБ	160	160	230	260	—
IIIБ	150	150	230	250	—

Тип I рекомендуется для главных путей, тип II — для станционных и подъездных путей, тип III — для малодеятельных подъездных путей промышленных предприятий.

Длина деревянных шпал для нормальной колеи должна быть 2750 мм. Количество шпал на 1 км пути определяется мощностью верхнего строения. На путях магистрального транспорта стандартным количеством шпал на 1 км пути является 1840 шт., в кривых — 2000 шт. На некоторых участках может укладываться 1600 шпал на 1 км. На путях промышленного транспорта наряду с указанным количеством шпал на 1 км в зависимости от категории пути можно укладывать 1440 шпал и даже 1330.

Основной недостаток деревянных шпал — относительно небольшой срок их службы. Среднесетевая цифра среднего срока

службы деревянных шпал не превышает 16 лет. На путях промышленного транспорта этот срок и того меньше. Основными причинами раннего выхода шпал из строя является гниение и механический износ. Чтобы предотвратить шпалы от гниения, их пропитывают различными антисептиками на специальных шпалопропиточных заводах. Весьма эффективны для пропитки шпал креозотовое, антраценовое и сланцевое масла. В последнее время для пропитки шпал применяют составы, которые не только предохраняют шпалы от гниения, но и увеличивают их прочность. Так, пропитка формальдегидовой смолой способствует образованию древопластика — материала, отличающегося хорошими прочностными показателями.

Чтобы предотвратить механический износ шпал — образование трещин — древесину предварительно перед укладкой уплотняют. Наиболее эффективным средством уплотнения древесины является завинчивание в теле шпал деревянных дюбелей (рис. 80). Широко применяются и другие способы уплотнения древесины — постановка в теле шпал металлических болтов, стягивание шпал полосовым железом или проволокой, забивка в торец шпал S-образных или П-образных скоб.

Чтобы предотвратить другой вид механического износа — истирание древесины в местах соприкосновения ее с металлическими частями верхнего строения пути — добиваются строгого соблюдения проектных размеров взаимного расположения элементов верхнего строения пути, соответствия типа верхнего строения пути предусмотренному для укладки в конкретном месте (применительно к условиям нагрузок обращающегося подвижного состава).

Относительно короткий срок службы деревянной шпалы приводит к довольно большому расходу древесины.

Шпалы — это такой элемент верхнего строения пути, в котором древесину можно заменить другим материалом. С 1959 г. на дорогах СССР получили значительное распространение железобетонные шпалы, протяженность пути на которых в настоящее время достигла 25% общей протяженности сети.

Основными типами железобетонных шпал у нас и за рубежом являются брусковые шпалы из предварительно напряженного струнобетона.

Струнобетонная шпала состоит из двух более крупных по размерам подрельсовых частей и более тонкой средней части. Такая форма вызвана необходимостью избежать опирания средней части шпалы о балласт. Распределение усилий при работе шпалы под подвижной нагрузкой таково, что опирание средней части может вызвать поперечный излом шпалы. Чтобы избежать этого, сужают среднюю часть шпалы и придают ей клиновидную форму.

Верхней поверхности железобетонной шпалы придают уклон (гл. 5), соответствующий подуклонке рельсов.

В качестве арматуры шпал применяют высокопрочную проволоку (струны) диаметром 3...5 мм периодического профиля. Количество проволок в зависимости от диаметра их может быть 10...44. Для изготовления шпалы применяют бетон марки 500. Рельсы к шпалам крепят дюбелями, помещаемыми в теле шпалы для постановки закрепителей в них при ее изготовлении, или металлическими закладными болтами. Описание применяемых типов скреплений приведено ниже.

В соответствии в ГОСТ 10629—71 различают четыре типа шпал (рис. 81): С-56—2, С-56—2М, С-56—3 и С-56—3М. Различаются они видом скреплений, конфигурацией средней части и подрельсовых площадок.

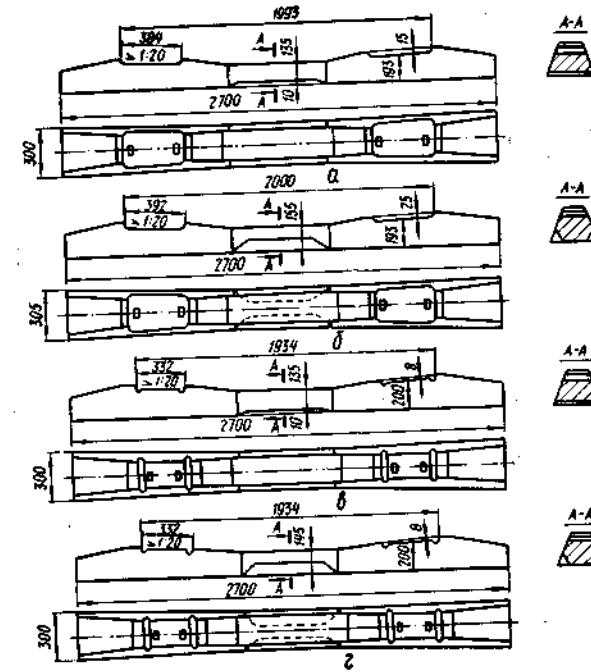


Рис. 81. Типы железобетонных шпал:  
а — С-56—2; б — С-56—2М; в — С-56—3; г — С-56—3М

Преимущества железобетонных шпал заключаются в следующем: возможность экономии древесины, большой срок службы по сравнению со сроком службы деревянных, способность выдерживать большие напряжения на смятие.

К недостаткам их следует отнести большую жесткость по сравнению с путем на деревянных шпалах. Повышенная жесткость требует укладки между шпалой и рельсом упругих прокладок и более тщательного содержания основания под шпалами.

Железобетонные шпалы имеют большую электропроводимость и поэтому требуют на участках с автоблокировкой применения изолирующих элементов. Они обладают также большой хрупкостью, и поэтому с ними необходимо осторожно обращаться при транспортировке, погрузке и выгрузке. Железобетонные шпалы значительно тяжелее деревянных, что создает неудобства при производстве работ с ними в пути. Наконец железобетонные шпалы отличаются большей стоимостью.

Таблица 22. Сроки службы железобетонных шпал и рельсов Р65

Грузонапряженность, т-ки/км в год	Срок службы, лет	
	железобетонных шпал	рельсов Р65
20	50	25
40	39	13
60	32	8
80	30	6
100	25	5
120	24	4
140	24	3

Опыт эксплуатации железобетонных шпал (на протяжении 15...16 лет) позволяет установить, что выходят шпалы из строя сравнительно не скоро.

В зависимости от грузонапряженности участка предполагаемый срок службы железобетонных шпал равен величинам, приведенным в табл. 22. В этой же таблице для сравнения приведены предполагаемые сроки службы железобетонных шпал и рельсов Р65.

Данные о сроках службы рельсов типа Р65 приведены в соответствии с нормами Госстроя СССР (§ 1, гл. 4). Сравнение данных о сроках службы рельсов и шпал свидетельствует о возможности многократного использования шпал на участке такой же грузонапряженности пути после смены рельсов.

Дефекты, по которым железобетонные шпалы могут выходить из строя, разнообразны. Их можно разделить на 6 групп и классифицировать по характеру деформаций: I группа — трещины; II группа — сколы; III группа — обнажение арматуры шпал, рыхлость или разрушение бетона и некоторые виды продольных трещин; IV группа — размыты арматуры; V группа — дефекты деревянных дюбелей; VI группа — прочие дефекты.

Эксплуатационные факторы, которые вызывают дефекты железобетонных шпал, — это воздействие подвижного состава на путь и действие атмосферных факторов и окружающей среды.

От силового воздействия подвижного состава на путь могут возникнуть поперечные трещины и изломы шпал в подрельсовой и средней частях, продольные трещины и сколы бетона через отверстия для скреплений, сколы бетона в различных частях шпал. Интенсивность появления дефектов этого рода зависит от пропущенного по пути тоннажа и находится в прямой зависимости от грузонапряженности участка.

Действие атмосферных факторов и окружающей среды — температуры, влажности, загрязненности балласта — зависит от времени, в течение которого шпала эксплуатируется. Чем боль-

ше перепадов температуры (переходов через нуль) действует на шпалу, тем больше дефектов может у нее появиться. Чем больше загрязнен балласт, тем скорее шпала может выйти из строя. На последнее обстоятельство необходимо обращать особое внимание при содержании промышленных путей, где в силу специфики работы промышленных предприятий железнодорожный путь особенно подвержен засорению сыпучими грузами. Чем хуже состояние пути, тем скорее шпала выйдет из строя.

Действие температуры может вызвать трещины по торцам шпал, сколы бетона и обнажение арматуры при недостаточном защитном слое бетона.

Помимо дефектов, вызываемых эксплуатационными факторами, дефекты железобетонных шпал могут быть конструктивного характера, заводского и укладочного. Примером дефекта конструктивного характера могут служить все дефекты, вызванные конструкцией шпалы С-56-1, в которой для крепления рельса к шпале применяются деревянные втулки. К дефектам заводского характера можно отнести те дефекты, которые происходят от недостаточной толщины защитного слоя бетона, а также от рыхлости бетона. Во время укладки шпал в путь в результате небрежного отношения к ним могут образоваться сколы в любой части шпалы и даже поперечные изломы шпал.

Чтобы избежать дефектов и добиться продления срока службы шпал, необходимо тщательно изготавливать шпалы в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями, содержать пути в пределах установленных норм.

На железных дорогах некоторых стран применяются металлические шпалы. Они встречаются и на промышленных предприятиях в цехах перевозки горячих и расплавленных грузов. Правилами содержания железнодорожных путей промышленных предприятий и предприятий Министерства черной металлургии СССР металлические шпалы рекомендуются для применения на передвижных путях III категории.

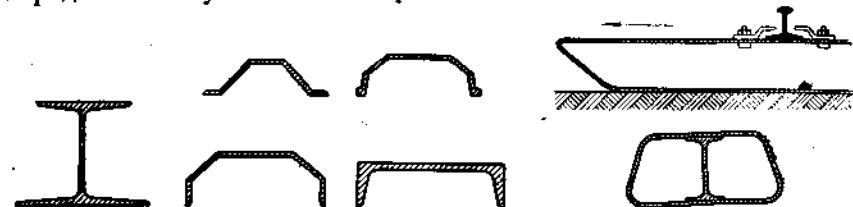


Рис. 82. Поперечное сечение металлических шпал

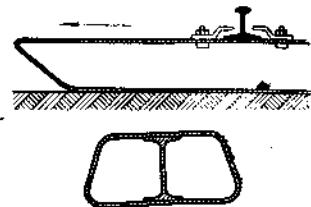


Рис. 83. Металлические шпалы для передвижных путей

Металлические шпалы в основном изготавливают коробчатого сечения по одному из профилей, представленных на рис. 82. На передвижных путях можно использовать шпалу, представленную на рис. 83.

Достоинствами металлических шпал является их меньший вес по сравнению с железобетонными, возможность укладки в горячих цехах промышленных предприятий. Кроме того, в жарких странах с большой влажностью, где древесина гниет быстро, металлические шпалы более долговечны. Целесообразно также применение металлических шпал в некоторых районах, где деревянные шпалы быстро приводятся в негодность термитами.

Недостатки металлических шпал следующие: значительная жесткость пути, сравнительно небольшой срок службы, трудность подбивки шпал корытообразного сечения, высокая электропроводимость, большой расход металла на изготовление, подверженность коррозии. Поэтому металлические шпалы не получили большого распространения, а появление железобетонных шпал еще более сократило их применение.

В результате проведенных в последнее время исследований разработаны две принципиально новые конструкции подрельсовых оснований — железобетонные блоки и плиты.

Основным принципом их устройства является создание сплошной опоры вдоль всего рельса, что позволяет добиться равнотуристи и наибольшей стабильности пути (возможности вследствие этого применять рельсы меньшего веса, чем в современной конструкции), хорошей сопротивляемости конструкции пути перемещениям, а также отказаться от щебеночного балласта, получить наименьшие затраты на содержание и ремонт пути, предотвратить засорение балластного слоя.

Конструкции пути на блоках и плитах

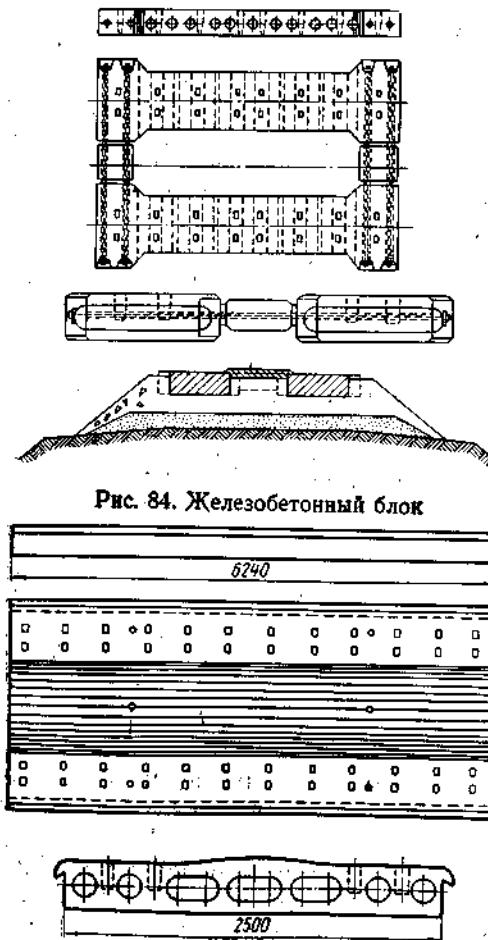


Рис. 84. Железобетонный блок

Рис. 85. Железобетонная плита

проще в изготовлении. Новые конструкции дают экономию в металле по сравнению с железобетонными шпалами. Расход металла на 1 пог. м пути равен 15,6 кг при шпалах, 17,2 кг при блоках и 12 кг при плитах. Конструкция пути на блоках представлена на рис. 84, плитное основание — на рис. 85.

На путях магистрального транспорта заложено несколько опытных участков плитных и блочных оснований. Предполагают, что плитное основание более приемлемо и будет принято для распространения по сети.

На путях промышленного транспорта плитное основание начало распространяться раньше, чем на линиях магистрального транспорта. В течение почти двух десятилетий эксплуатируется плитное основание на путях Череповецкого металлургического комбината. Плитные основания применены на путях обращения слитковозов металлургического завода им. Ф. Дзержинского и некоторых других крупных предприятий.

## § 6. Прикрепление рельсов к шпалам

Прикрепление рельсов к шпалам должно быть прочным, обеспечивающим стабильность рельсовых нитей и смягчающим динамическое воздействие подвижного состава от рельса на шпалы.

Рельсы прикрепляют к шпалам или другому подрельсовому основанию скреплениями, которые в отличие от стыковых называются промежуточными. По конструкции скрепления могут быть нераздельными, раздельными и смешанными.

В СССР на путях магистрального и промышленного транспорта применяются различные типы скреплений.

Одной из основных деталей промежуточного скрепления является подкладка — металлическая деталь, служащая для опирания на нее рельса. Рельс устанавливают непосредственно не на шпалу, а на подкладку для более равномерной передачи давления от рельса на шпалу. Площадь опирания подкладки о шпалу больше, чем была бы площадь опирания рельса на шпалу при непосредственном их контакте.

При нераздельном скреплении рельс и подкладку крепят к шпале одним прикрепителем — костылем или шурупом. Если рельс необходимо снять (например, при смене его), то разбирают все скрепление, изымают прикрепители, снимают подкладку.

На рис. 86 изображен наиболее простой вид нераздельного крепления рельса к деревянной шпале. Оно состоит из металлической подкладки и костылей-прикрепителей. Подкладки клиновидные с уклоном верхней поверхности в  $1/20$  для создания необходимой подуклонки (гл. 5). Подкладка может быть с одной и двумя ребордами. Реборды предотвращают износ костылей краем подошвы рельса и делают все скрепление более устойчивым.

В раздельном скреплении (рис. 87) подкладку прикрепляют к деревянной шпале шурупами. При раздельном скреплении

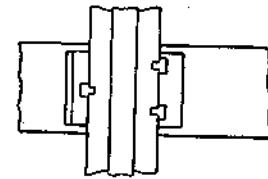
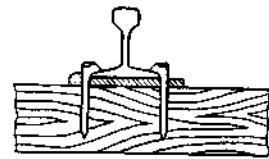


Рис. 86. Нераздельное скрепление

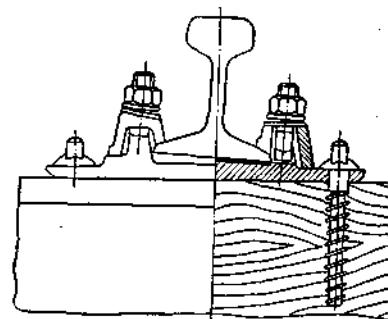


Рис. 87. Раздельное скрепление

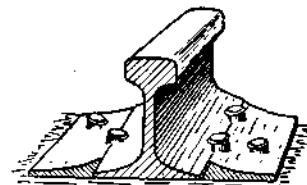


Рис. 88. Смешанное скрепление

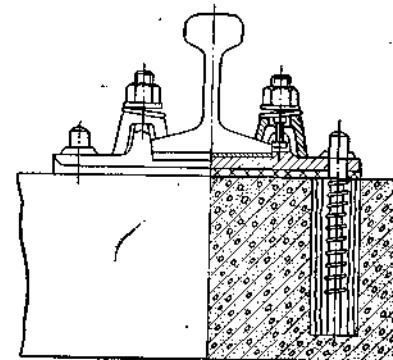


Рис. 89. Скрепление К-2

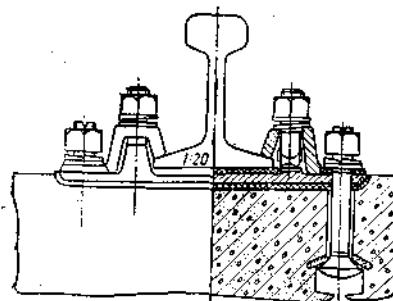


Рис. 90. Скрепление КБ

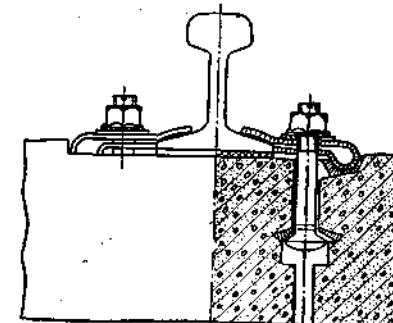


Рис. 91. Скрепление ЖБ

рельс крепят к подкладке, а подкладку к шпале самостоятельными прикрепителями. При необходимости рельс можно снять, не нарушая весь узел скрепления. Это особенно важно при пути на деревянных шпалах, где каждое снятие прикрепителей связано с усилением износа древесины шпалы, разработкой древесины в местах прикрепителей.

В конструкции *смешанного* скрепления имеются элементы раздельного и нераздельного скреплений. Смешанное скрепление наиболее распространено при деревянных шпалах (рис. 88). Прикрепителями здесь являются костыли.

Скрепления, применяемые для железобетонных шпал, раздельные. Для шпал С-56—1 применяют скрепление К-2 (рис. 89), где подкладку крепят к шпале шурупами, завинчиваемыми в деревянные дюбели. Для шпал С-56—2 применяют скрепление КБ (рис. 90), для шпал С-56—3 — скрепление ЖБ (рис. 91). Подкладку крепят к шпале при помощи заложенных в тело шпалы металлических болтов. Рельс крепят к подкладке болтами и клеммами. В скреплениях К-2 и КБ клеммы жесткие, в скреплениях ЖБ — пружинные.

## § 7. Балластный слой

Балластный слой — это основание для рельсовых опор. Он играет очень важную роль в конструкции пути, ибо служит для равномерного распределения нагрузок от шпал на поверхность земляного полотна, амортизирует удары подвижного состава, являясь упругой прослойкой между шпалами и земляным полотном, противостоит перемещениям шпал вдоль или поперек пути. Балласт служит дренирующим слоем для влаги, попадающей на путь. Он отводит влагу от земляного полотна и предохраняет его от промерзания. Балласт состоит из материалов всегда более крупнозернистых, чем земляное полотно, он предохраняет подвижной состав (трущиеся части) от пыли. Балластный слой между земляным полотном и шпалами позволяет содержать шпалы и рельсы на нужном проектном уровне, поскольку в случае необходимости его толщину можно регулировать. В качестве материала для балластного слоя применяют песок, ракушку, щебень, гравий, отходы асбестового производства.

Пески для балластного слоя применяют крупно- и среднезернистые с размерами зерен-песчинок 1...3 мм и 0,5—1 мм. Песчаный балласт должен состоять из чистых кварцевых песков, примеси пылевидных и илистых частиц допускаются в пределах не более 10%, глинистых — не более 2%. Песчаный балласт наиболее слабый из всех применяемых в конструкции пути. Он малоустойчив, размывается дождями и снегом, быстро засоряется промышленными грузами, пылит в сухом состоянии. На магистральных путях МПС его применяют лишь с разрешения министерства на малодеятельных путях, а используют главным

образом на станционных и складских путях промышленного транспорта.

**Ракушечный балласт** получают в результате разработки ракушечных морских отложений. Отдельные ракушки встречаются в отложениях в целом и ломаном виде. Вначале ракушечный балласт работает лучше песчаного, а потом вследствие измельчения отдельных ракушек превращается в пылевидный. В свое время он довольно широко применялся на дорогах юга СССР вблизи ракушечных отложений. На путях магистрального транспорта ракушечный балласт сейчас почти не применяется.

На путях промышленных предприятий можно использовать балласт из шлаков, которые здесь обычно образуются в процессе производства в достаточном количестве. Лучшее сырье для шлакового балласта — доменные шлаки из маркеновских печей, из печей для плавки цветных металлов. Паровозные шлаки отличаются наименьшей прочностью из всех перечисленных, а вредные серные примеси, которые они содержат, отрицательно воздействуют на металл рельсов.

**Щебень** в наибольшей мере удовлетворяет требованиям, предъявляемым к материалу для балластного слоя. Его получают дроблением на щебеночных заводах горной массы таких пород: гранита, сиенита, диорита, песчаника, известняка, кварцита.

Наряду со щебнем для балласта применяются **гравий** и **галька** из морских отложений. Гравий помимо разработки отложений и получения в естественном виде можно получить дроблением крупного камня и валунов.

Для укладки в путь идет щебень с размерами отдельных щебенок 25...70 мм, 25...60 мм. Более крупные и более мелкие щебенки разрешается укладывать не более 5% по объему. Балластный слой из щебня достаточно прочен и упруг, но, как и остальные виды балласта, подвергается загрязнению промышленными и сыпучими грузами. Однако в отличие от других видов балласта его можно очистить на специальных щебнеочистительных машинах.

В качестве материала для балласта применяют **асбестовый балласт** из отходов асбестовой промышленности. Этот балласт сильно уплотняется и в таком виде почти не пропускает воду. На смоченной поверхности балластного слоя образуется корка, которая не пропускает в толщу балластного слоя загрязнителей. Это очень ценное свойство асбестового балласта: ремонты и содержание пути требуют меньше трудовых и денежных затрат. По прочностным показателям асбест не уступает щебню, поэтому его можно считать наилучшим материалом для балластного слоя.

При укладке щебня в путь его располагают на песчаной подушке, и балластный слой получается двухслойным. От этого общая толщина балластного слоя повышается и под шпалами образуется мощная упругая подушка. Балластный слой из одного лишь щебня стоит слишком дорого, так как 1 м<sup>3</sup> щебня об-

ходится примерно в 5 раз дороже, чем 1 м<sup>3</sup> песка. Кроме того, наличие подстилающего слоя под щебнем препятствует взаимному проникновению щебня в земляное полотно, и наоборот.

Балластный слой отсыпается в путь по строго утвержденным размерам, образуя стандартные поперечные профили поперечного сечения. На рис. 92, а, б, изображено поперечное сечение балластного слоя магистральных и большинства промышленных железных дорог. В табл. 23 приведены основные размеры элементов поперечного сечения балластной призмы для двухпутных участков железных дорог.

Для путей промышленных предприятий,

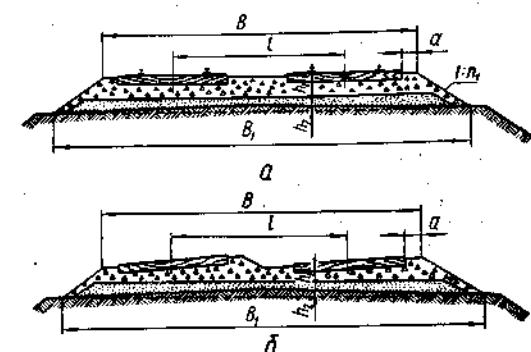


Рис. 92. Поперечное сечение балластного слоя двухпутного участка железной дороги на прямой (а) и в кривой (б)

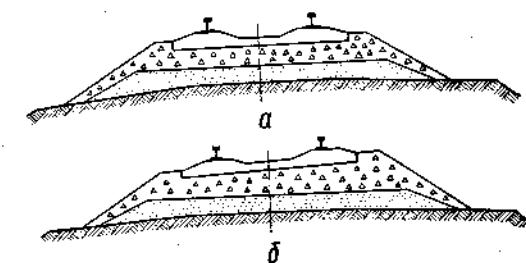


Рис. 93. Поперечное сечение балластного слоя на однопутном участке железной дороги на прямой (а) и в кривой (б)

Таблица 23. Размеры балластного слоя на двухпутном участке пути, см

Тип верхнего строения пути	$B$	$a$	$l$	$h_1$	$h_2$	$B_1$	$1:n$	$1:n_1$
<b>Особо тяжелый:</b>								
деревянные шпалы в прямых	770	45	410	35	20	1026	1:1,5	1:2
в кривых	782	45	422	35	20	1056	1:1,5	1:2
железобетонные шпалы								
в прямых	770	45	410	40	20	1034	1:1,5	1:2
в кривых	782	45	422	40	20	1062	1:1,5	1:2
<b>Тяжелый:</b>								
деревянные шпалы в прямых	750	35	410	30	20	990	1:1,5	1:2
в кривых	762	35	422	30	20	1017	1:1,5	1:2
железобетонные шпалы								
в прямых	750	35	410	35	20	996	1:1,5	1:2
в кривых	762	35	422	35	20	1015	1:1,5	1:2

Продолжение табл. 23

Тип верхнего строения пути	<i>B</i>	<i>a</i>	<i>t</i>	<i>h<sub>1</sub></i>	<i>h<sub>2</sub></i>	<i>B<sub>1</sub></i>	1: <i>n</i>	1: <i>n<sub>1</sub></i>
Нормальный: деревянные шпалы в прямых	730	25	410	25	20	952	1:1,5	1:2
в кривых	742	25	422	25	20	991	1:1,5	1:2
железобетонные шпалы								
в прямых	730	25	410	30	20	950	1:1,5	1:2
в кривых	752	25	422	30	20	997	1:1,5	1:2

Таблица 24. Размеры балластного слоя на однопутном участке пути, см

Тип рельса	Наименьшая толщина под шпалой		Ширина плача балластного слоя
	шебня	песка	
P75	35/40	20	45
P65	30/35	20	35
P50	25/30	20	25
P43	25/35	30	20

Причесание. Числитель — для деревянных шпал, знаменатель — для железобетонных

асфальтирование балластного слоя на загрязненных участках.

главным образом подъездных, преимущественно выбирается нормальный тип верхнего строения пути. Поперечное сечение балластного слоя для однопутного участка представлено на рис. 93. Размеры балластного слоя здесь зависят от типа рельса и приведены в табл. 24.

На участках пути интенсивного загрязнения рекомендуется сверху щебеночного балласта устраивать покрытия из ракушки или асбеста толщиной 10 см. В опытном порядке проводится

### § 8. Противоугонные устройства

Подвижной состав действует на конструкцию пути в разных направлениях. В вертикальной плоскости на путь передаются основные нагрузки, на которые рассчитывается прочность строения пути. В горизонтальной плоскости поперек пути на рельс и на всю конструкцию пути действуют боковые удары колес, оказывающие расклинивающее действие на рельсовую колею и вызывающие боковые перемещения пути в целом и его отдельных элементов.

Кроме того, в пути возникают и значительные продольные силы, которые возникают от ударов колес в стыках во встречные концы рельсов, от тормозных сил и др. Продольные силы вызывают перемещение рельсов по шпалам вдоль пути или рельсов вместе со шпалами. Такое явление носит название *угона пути*. Явление это нежелательное, так как при угоне возникает расстройство всей путевой конструкции. Нарушается размер стыковых зазоров, шпалы с уплотненными постелем сдвигаются на

менее уплотненный балласт, возможны их просадки, теряется параллельность между шпалами, скрепления начинают работать ненормально, нарушается целостность шпал.

Конструкция пути должна противостоять угону. Поэтому в конструкцию верхнего строения пути включают специальные детали — противоугоны. Система противоугонов довольно много. Если одна и та же угояющая сила будет действовать на большую массу, то перемещение этой массы будет меньше. В этом и заключается принцип борьбы с угоном. Если вся путевая конструкция будет монолитной, единой конструкцией, которая под влиянием какой-то силы может перемещаться только одновременно всеми элементами, то эффект от действия силы будет меньше.

Утяжеление конструкции пути при переходе от песчаного балласта к щебеночному способствует уменьшению угона. Тщательное содержание пути, исправное и надежное положение скреплений, добитые костыли, довинченные болты обеспечивают надежное скрепление рельсов и противостоят угону.

В современных раздельных скреплениях, особенно с пружинными деталями, рельсы к шпалам прижимаются очень плотно, поэтому на пути с такими скреплениями требуется установка противоугонов. На пути со скреплением старой конструкции — костыльным — применяются специальные противоугоны, назначение которых передать угояющие усилия, воспринимаемые рельсом, на всю путевую решетку. Их изготавливают в виде скоб и устанавливают с таким расчетом, чтобы они опирались на боковую поверхность шпал. Противоугоном современной конструкции является так называемый *пружинный противоугон* (рис. 94). Он состоит из одной детали и изготавливается из горячекатаной углеродистой стали с закалкой в масле. На рис. 94 левая часть

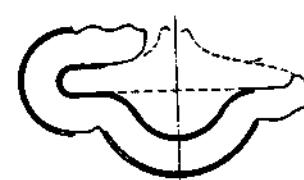


Рис. 94. Пружинный противоугон

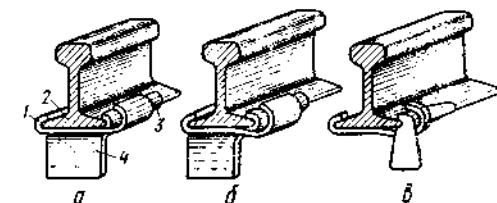


Рис. 95. Противоугоны:  
а — Шестопалова; б — Истомина; в — самозаклинивающийся

соответствует внутренней стороне колеи. Нижняя выгнутая часть служит упором о шпалу. Помимо пружинных противоугонов на железнодорожных путях, особенно на путях промышленного транспорта, применяются различные конструкции противоугонов, в большинстве случаев не требующих заводского изготовления. Они могут быть изготовлены в любом путевском подразделении, имеющем мастерские.

Различные виды противоугонов показаны на рис. 95. Они состоят из скобы 1, надеваемой на подошву 2 рельса, клина 3, удерживающего скобу на рельсе, и фартука 4 для опирания о поверхность шпалы. В первых двух видах (рис. 95, а, б) фартук является частью скобы, в третьем виде (рис. 95, в) — частью клина. Этот противоугон называется *самозаклинивающимся*, он надежнее в работе, реже ослабевает в процессе работы.

Пара противоугонов передает угнояющее усилие на одну шпalu. Чтобы включить в работу всю решетку, между шпалами вдоль под рельсом устанавливают деревянные распорки из обрезков шпал, которые передают угнояющую силу на одну пару противоугонов от 4..5 шпальных ящиков. При применении пружинных и самозаклинивающихся противоугонов ставить распорки нет необходимости.

В зависимости от конструкции верхнего строения пути, его способности сопротивляться угну, обращающегося подвижного состава на рельсовое звено устанавливается различное количество противоугонов.

На пути с большой грузонапряженностью брутто (более 25 млн. т·км/км в год) количество пружинных и самозаклинивающихся противоугонов на тормозных участках может достигать 36..42 пар на 25-метровое звено, а при обращении 6-осных и 8-осных полувагонов — 44 пары.

В табл. 25 даны рекомендации Министерства черной металлургии СССР для заводского транспорта относительно количества противоугонов пружинных и самозаклинивающихся на звене 12,5 м.

Таблица 25. Количество противоугонов пружинных и самозаклинивающихся на звене 12,5 м

Группа путей	Характеристика участка	Число пар противоугонов			
		на нетормозных участках		на тормозных участках	
		песок	щебень	песок	щебень
Главные	Двухпутные и однопутные с резко выраженным односторонним грузовым движением	9	10	14	17
Приемо-отправочные	Однопутные с примерно равным грузовым движением в обе стороны	6/6	7/7	14/0	17/0
	Пути одностороннего приема поездов	—	—	14/0	17/0
	Пути двухстороннего приема поездов	—	—	9/9	9/9
Прочие		—	—	—	—
Передвижные		—	—	4/4	4/4

Примечание. Числитель — число пар в одном направлении движения, знаменатель — в другом.

## § 9. Особенности устройства внутриводских путей

Конструкция внутриводских путей имеет некоторые особенности, вызванные спецификой их работы и расположения:

1) расположение путей на заводской территории в стесненных условиях и необходимость вследствие этого укладки кривых малых радиусов;

2) расположение путей на заводской территории, где одновременно должны быть устроены разного рода проезды и проходы технологического и противопожарного назначения, рельсы заводских путей не должны мешать безопасному проходу и проезду по заводской территории (это относится и к путям, укладываемым внутри цехов), отсюда необходимость устройства верхнего строения пути заглубленного типа;

3) необходимость перевозки горячих и тяжеловесных грузов, действующих на путь, требующих устройства внекатегорийных путей, подвергающихся действию высокой температуры и больших нагрузок;

4) возможность во многих случаях применения на внутриводских путях облегченных элементов верхнего строения пути вследствие более легких условий работы внутриводских путей либо необходимости их применения из-за специфики работы (стрелочные переводы крутых марок).

Устройство пути в кривых подробно рассмотрено в § 7 гл. 5.

На внутриводских путях, межцеховых, заводских, станционных в стесненных условиях заводской территории железнодорожные пути удобнее заглублять для того, чтобы верх головки рельса (или шпалы в зависимости от местных условий) находился на уровне заводской площадки (рис. 96). Отвод воды от путей в этом случае должен быть организован особенно тщательно.

На рис. 97—100 показаны примеры устройства заглубленного пути, применяемого на открытой территории завода при необходимости заглубления пути до уровня верха головки рельса. Такую конструкцию можно применить и в помещениях цеха. Вместо мостовой можно устроить асфальтовое покрытие.

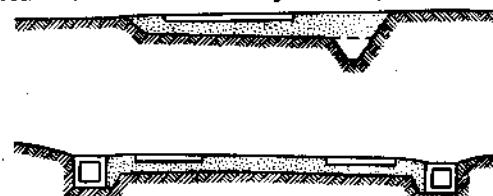


Рис. 96. Примеры заглубления пути

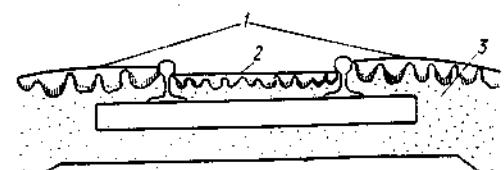


Рис. 97. Устройство пути на территории предприятия с малоинтенсивным движением автотранспорта:  
1 — нормальная мостовая; 2 — мощение мелким камнем; 3 — среднезернистый песок

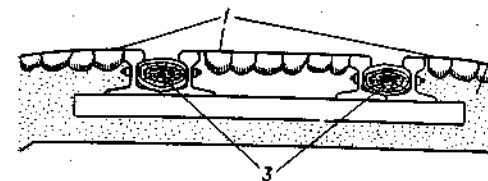


Рис. 98. Нормальное устройство пути с утопленными рельсами:  
1 — нормальная мостовая; 2 — среднезернистый песок; 3 — обрезки старых шпал

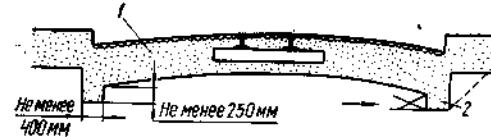


Рис. 99. Схема водоотвода от заглубленного пути на обычных грунтах:  
1 — песок; 2 — выпуск воды в удобных для этого местах

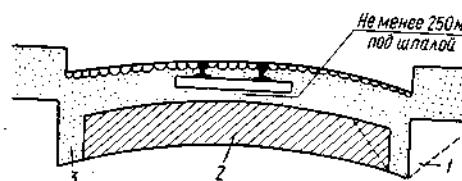


Рис. 100. Водоотвод от пути на пучинистых грунтах:  
1 — крутизна по местным условиям; 2 — шлак; 3 — песок

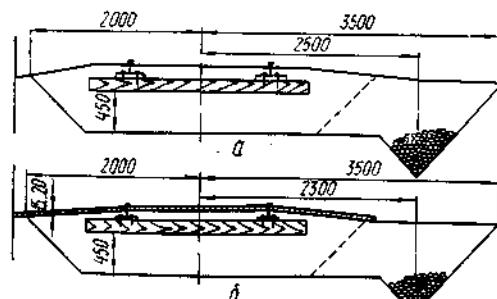


Рис. 101. Путь, укрытый от температурных воздействий

На путях перевозки горячих грузов при применении деревянных шпал необходимо предохранять их поверхность от действия высокой температуры. На рис. 101, а показана конструкция с защитным слоем из песка или шлака, на рис. 101, б— двухслойная. Верхний слой из чугунных плит или кирпича. Принцип устройства заключается в создании защитного слоя над шпалой засыпкой шпалы песком или шлаком либо укладкой поверх этого слоя огнеупорного кирпича или чугунных плит. Двухслойное покрытие устраивается в случаях, когда возможно попадание на путь перевозимого жидкого металла или шлака.

Железобетонные шпалы устойчивы против пожара, однако ремонт пути на железобетонных шпалах после того, как на них застынут перевозимые расплавленные материалы, чрезвычайно трудоемкая операция.

В горячих цехах металлургических заводов рельсы можно укладывать на металлические плиты толщиной 50...70 мм, находящиеся на песчаном балласте. Пути у доменных печей, на рудных дворах, у сталепла-

вильных печей устраивают на эстакадах. Значительная часть эстакадных путей оборудована бункерами для выгрузки сыпучих грузов.

На некоторых предприятиях, например машиностроительной промышленности, для выгрузки устраивают повышенные пути. У путей внутри цеха часто необходимо устраивать между рельсами емкости для слива жидких грузов или для ремонта оборудования. По условиям технологии производства может потребоваться, чтобы уровень железнодорожного пути был ниже уровня

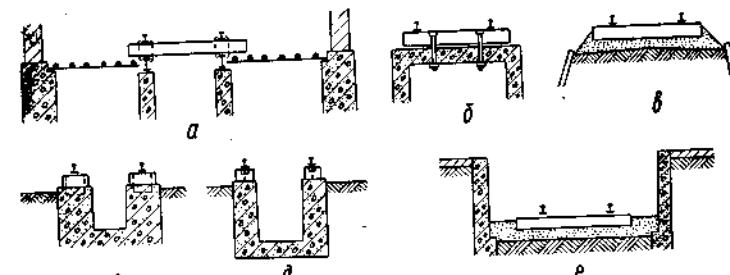


Рис. 102. Устройство специальных путей в разных условиях

пола в цехе, например при подаче тяжелого оборудования. Во всех перечисленных случаях железнодорожные пути укладываются не на земляное полотно, а на конструкцию из железобетона или из комбинации его с земляным полотном. На рис. 102 показаны разные случаи устройства таких путей: путь на бункерной эстакаде (а); повышенный путь на эстакаде (б) для выгрузки; то же на земляном полотне, укрытом плитами (в). Плиты укладываются для защиты откосов от падающих грузов и для создания крутых откосов; пути для сливных грузов или ремонтные (г, д); внутрицеховой пониженный путь (е).

Элементы пути на эстакадах постоянно подвергаются ударам падающих грузов. От этих ударов больше всего изнашиваются шпалы, так как грузы просыпаются в бункерное пространство в промежутке между шпалами. Поэтому деревянные шпалы закрывают сверху металлическими листами, вырезанными по форме верхней поверхности шпал, или швеллерами. Часто вместо шпал укладывают старогодние рельсы, металлические шпалы, швеллеры, другой возможный металлический сортамент. Известны бункерные эстакады, на которых рельсы укладываются по продольным железобетонным балкам.

На отвальных путях жидких шлаков вместо шпал можно применять старогодние рельсы (рис. 103). Отвальные пути по мере роста отвала необходимо передвигать. Для облегчения передвижки пути снизу к поперечным рельсам приваривают металлические листы, показанные на рис. 103.

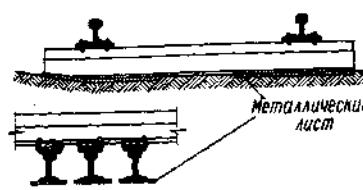


Рис. 103. Конструкция пути в отвалах горячих шлаков

рованном месте всегда безопаснее. На заводской территории оно может быть исключением, пересечение подъездного пути с шоссейной дорогой в определенном месте всегда удается организовать. В этих случаях устраивают переезды-пересечения автомобильной и железной дорог в одном уровне без заглубления верхнего строения пути.

Переезды устраивают в местах, где обеспечивается взаимная видимость для водителей обоих видов транспорта. Видимость считается удовлетворительной, если при приближении к переезду на 50 м водителю автомашины виден приближающийся поезд на расстоянии 400 м, а машинисту поезда виден переезд на расстоянии 1000 м.

Автомобильная и железная дороги пересекаются под прямым углом и лишь в исключительных случаях под углом не менее 60°.

По классификации МПС переезды в зависимости от интенсивности движения разделяют на четыре категории:

I категория — пересечение железных дорог с улицами населенных пунктов или дорогами, по которым регулярно движутся массовые средства пассажирского транспорта при интенсивности движения более 8 поездо-автобусов в 1 ч, а также при пересечении с железной дорогой с числом путей более четырех.

II категория — пересечение с улицами и дорогами, имеющими интенсивность регулярного движения менее 8 поездо-автобусов, и пересечение с любой дорогой при интенсивности движения более 50 тыс. поездо-экипажей в 1 сут, пересечение с числом путей более трех. Переезды I и II категорий постепенно заменяются пересечениями в разных уровнях.

III категория — пересечение с дорогами при интенсивности движения более 10 тыс. поездо-экипажей в 1 сут, а при плохих условиях видимости более 1000 поездо-экипажей.

IV категория — все остальные пересечения.

Переезды I...III категорий должны оборудоваться средствами автоматической сигнализации и охраняться. Переезды, расположенные в пределах станций с большой маневровой работой, также должны охраняться независимо от интенсивности движения.

Конструкция переезда состоит из настила между рельсами, позволяющего колесам автотранспорта проходить железнодорожный путь в уровне головок рельсов с обеспечением безопасности.

перекатывания колес подвижного состава по рельсам в пределах настила.

Подходы к переездам со стороны шоссейной дороги должны иметь горизонтальные площадки длиной не менее 10 м от края рельса, при расположении переезда на насыпи — не менее 15 м. Перед площадками склоны дорог должны быть не круче 5%.

Переездный настил долгое время изготавливали одной конструкции из деревянных шпал (рис. 104). При устройстве переезда из деревянных шпал обязательно нужно укладывать контррельсы; расположение их видно из рисунка. В последнее время почти повсеместное распространение получили переездные настилы из железобетонных плит (рис. 105).

На территории предприятий, на заводских станциях обычно имеется большое количество тупиковых путей у складов, фронтов погрузки, различных цехов. Тупиковые пути заканчиваются тупиковыми упорами (рис. 106), которые при ударе подвижного состава о них должны обеспечить вос-



Рис. 104. Переезд из деревянных шпал

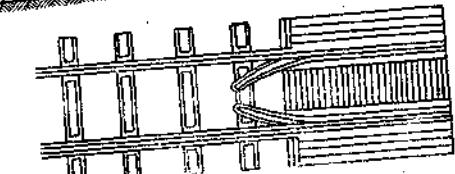
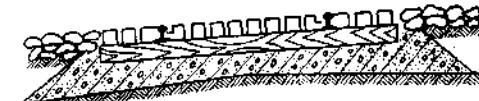


Рис. 105. Переезд из железобетонных плит

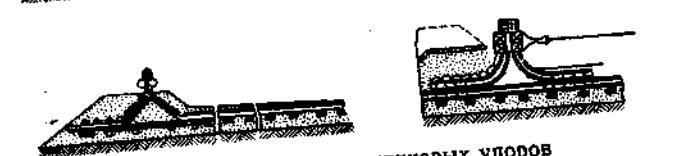


Рис. 106. Виды тупиковых упоров

приятие живой силы и прекратить дальнейшее их движение, если скорость попадания вагонов в тупик достаточна, чтобы допустить соударение. Конструкция тупиковых упоров разнообразна (из деревянных шпал, рельсов). В отдельных случаях, когда удары об упор могут быть значительными, упоры оборудуют пружинными буферами или головками автосцепки.

Верхнее строение внутризаводских путей должно соответствовать категории пути согласно установленной классификации (§ 1 гл. 4). Внекатегорийные пути следует укладывать только тяжелыми типами рельсов. Пути III и IV категорий допускают облегченную конструкцию — старогодние рельсы, шлаковый балласт, нестандартные скрепления.

## Глава 5. УСТРОЙСТВО ПУТИ НА ПРЯМЫХ И КРИВЫХ УЧАСТКАХ

### § 1. Особенности устройства ходовых частей подвижного состава

Рельсовая колея в прямых и кривых должна обеспечивать безопасное с установленной скоростью прохождение колесных пар подвижного состава.

Устройства колесных пар локомотивов и вагонов имеют некоторые особенности:

- 1) колеса изготавливаются с конической поверхностью катания;
- 2) колеса снабжаются ребордами, расположенными внутри колеи;
- 3) колеса насаживаются на ось наглухо и вращаются вместе с осью;
- 4) колеса одной колесной пары должны быть параллельны между собой;
- 5) оси одного экипажа должны быть также параллельны между собой, перпендикулярны к оси пути и вагона (локомотива) и заключены в раму тележки или вагона;
- 6) некоторые оси (главным образом у локомотивов) могут перемещаться поперек колеи.

Эти особенности вызываются соображениями удобного и безопасного прохождения колес по рельсовой колее.

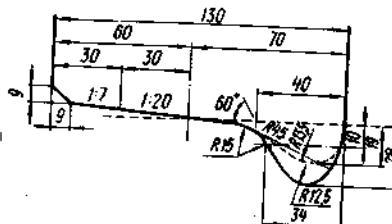


Рис. 107. Поперечное сечение бандажа колеса

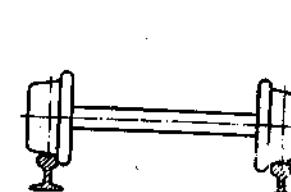


Рис. 108. Положение колесной пары на рельсах

На рис. 107 представлено поперечное сечение бандажа колеса. Основная его часть (ю колесо опирается о рельс) сделана с уклоном в  $1/20$ . При такой коничности бандажа колесная пара

на рельсах стремится занять центральное положение. Двигаясь по рельсам, колесная пара в силу ряда причин перемещается поперек колеи. Как только колесная пара займет одно из крайних положений, т. е. прижмется ребордой к правому или левому рельсу, это колесо вследствие коничности бандажа будет перемещаться по рельсу большим радиусом катания по сравнению с другим колесом, которое в это время будет отжато от своего рельса. Возникает тенденция опережения одного колеса другим, а это из-за глухой насадки колес на ось невозможно, поэтому колесная пара вернется в среднее на колее положение (рис. 108).

Если на колее имеются реборды, движение по колее возможно. Без реборд колеса сходили бы с рельсов при первом же их обороте. Реборды, размещенные на обоих колесах (левом и правом), обеспечивают устойчивое положение подвижного состава на рельсах с любой разрешенной скоростью.

Глухая насадка колес на ось и параллельность их между собой обеспечивают безопасное прохождение колесных пар по колее. На рис. 109 показано возможное положение колесной пары при несоблюдении указанных требований.

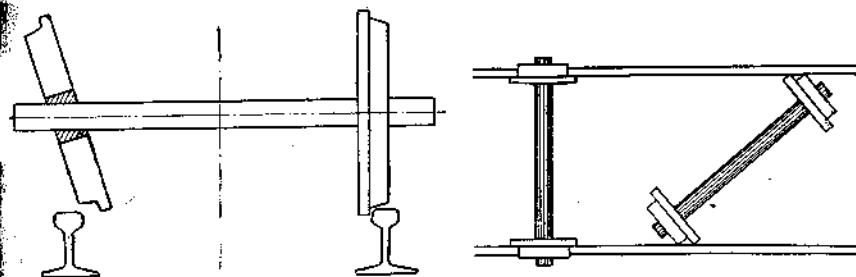


Рис. 109. Положение колесной пары при свободной посадке колеса

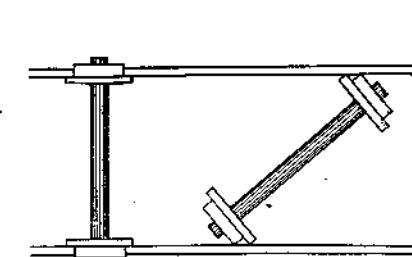


Рис. 110. Непараллельное расположение колесных пар

Тем же требованием обусловливается параллельность осей между собой. На рис. 110 показано непараллельное расположение осей, при котором неизбежен сход колесных пар с рельсов.

Боковое перемещение некоторых осей устраивается для облегчения вписывания подвижных единиц в кривые.

### § 2. Устройство колеи в прямых участках пути

Рельсы в прямых участках пути укладывают параллельно друг другу на таком расстоянии, чтобы размер между внутренними, обращенными друг к другу гранями головок рельсов составлял 1520 мм. Это расстояние называется *шириной колеи* (рис. 111). Ширина колеи 1520 мм установлена на железных дорогах СССР с 1970 г. Раньше она была равна 1524 мм. Порядок перехода конкретного участка пути на новую колею устанавли-

вается МПС. Переход этот осуществляется обычно во время ремонтных работ.

Размеры колеи были уменьшены, чтобы уменьшить величину виляния колесной пары поперек пути. Ширина колесной пары в плоскости головок рельсов меньше, чем ширина колеи (рис. 111). Ширина насадки колесной пары равна 1440 мм, толщина реборды — 33 мм. Насадка вместе с двумя ребордами составляют 1506 мм, ширина колеи — 1524 мм. Свободный зазор между ребордами и рельсами в сумме равен 18 мм.

В этих пределах колесная пара имеет возможность перемещаться поперек колеи при движении по рельсам. Точное соответствие размеров колеи и колесной пары при движении вызывало бы расклинивание рельсов. Свободный зазор 18 мм до определенного периода отвечал условиям прочности пути и безопасности движения. С увеличением скорости движения и динамического воздействия подвижного состава на путь появилась тенденция к сокращению амплитуды поперечных колебаний колесных пар поперек пути. Поэтому ширина колеи и была уменьшена.

Допускаются лишь небольшие нарушения размеров колеи. Правилами технической эксплуатации железных дорог СССР введены допуски по содержанию ширины колеи, равные +6 и -4 мм, т. е. ширина колеи не должна быть шире 1526 мм и уже 1516 мм (при норме 1520 мм). Там, где скорость движения поездов установлена 50 км/ч и менее, допускаются отклонения, равные +10 и -4 мм. Правилами ремонта и содержания железнодорожных путей предприятий Министерства черной металлургии СССР также установлены допуски, равные +10 и -4 мм.

В соответствии с коничностью бандажей рельсы устанавливают с наклоном внутрь колеи с подуклонкой в  $1/20$ . Верх обоих рельсов должен быть в одном уровне. Отклонения разрешаются не более чем на +4 мм на магистральных дорогах. На промышленных путях разрешается допуск до +8 мм, а на передвижных путях — до +20 мм.

### § 3. Устройство колеи в кривых участках пути. Ширина колеи

При движении по прямой подвижной состав может перемещаться свободно поперек колеи, вилять между рельсами. При движении подвижного состава в кривых и постоянной скорости движения экипаж может занимать постоянное относительно рельсов положение. Положения эти могут быть различными,

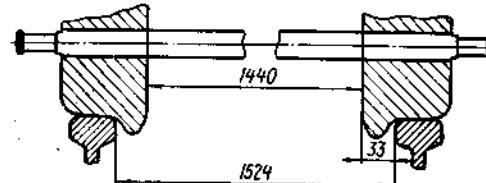
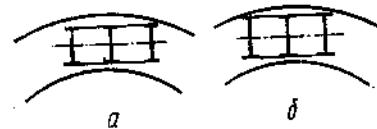
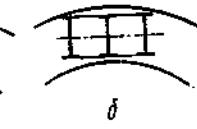


Рис. 111. Ширина колеи

Если ширина колеи достаточна для того, чтобы экипаж, двигаясь с равномерной скоростью, направлялся по кривой только наружным рельсом, то вписывание экипажа в кривую называется *свободным*. При этом переднее наружное колесо тележки подвижного состава прижимается ребордой к наружному рельсу, но ни одно из внутренних колес к внутреннему рельсу ребордами не прижимается. У заднего наружного колеса между рельсом и



*a*



*b*

Рис. 112. Свободное вписывание  
экипажа в кривую



*b*

Рис. 113. Принудительное (а)  
и заклиниенное (б) вписывание  
экипажа в кривую

ребордой может быть зазор (рис. 112, *a*) либо же это колесо может быть прижато к наружному рельсу. Последнее зависит от скорости движения экипажа. Чем больше скорость движения, тем большая центробежная сила будет действовать на экипаж и тем вероятнее его прижатие к наружному рельсу передним и задним наружными колесами (рис. 112, *b*).

Если ширина колеи недостаточна для свободного вписывания экипажа и в направлении экипажа по кривой участвуют оба рельса (наружный и внутренний), как показано на рис. 113, *a*, то вписывание называется *принудительным*. Здесь переднее наружное колесо прижимается к наружному рельсу, а заднее внутреннее колесо — к внутреннему рельсу. Крайний случай принудительного вписывания называется *заклиниенным* (рис. 113, *b*).

Положение экипажа в кривой определяется определенными факторами, размерами колеи, типом ходовых частей подвижного состава.

Современный подвижный состав — электровозы, тепловозы, пассажирские цельнометаллические вагоны, большегрузные металлические вагоны — устраивают на двух- или трехосных тележках (либо сочлененных между собой, либо отдельных). В некоторых случаях оси тележек имеют конструктивную возможность поперечного сечения.

Принудительное вписывание может быть при недостаточной ширине колеи или при низких скоростях движения, когда возникающая центробежная сила не в состоянии оторвать реборду заднего внутреннего колеса от внутреннего рельса. Положения экипажей в кривой, изображенные на рис. 112, *b* и 113, *b*, являются крайними из возможных. Между ними могут быть любые промежуточные положения. При возрастании скорости движения и, следовательно, центробежной силы зазоры между ребордами внутренних колес и рельсом будут увеличиваться, у наружных колес — уменьшаться.

Переднее наружное колесо всегда прижимается к наружному рельсу, так как реакция рельса на набегание реборды является единственной причиной, заставляющей экипаж поворачиваться и вписываться в кривую.

Нормами содержания пути установлены размеры ширины колеи в зависимости от радиуса кривой. Ниже приведена ширина колеи, установленная Правилами технической эксплуатации железных дорог СССР.

В кривых радиусом, м Ширина колеи, мм

350 и более	1520
349...300	1530
299 и менее	1535

На линиях, где еще сохранилась колея 1524 мм, в кривых участках может допускаться следующая ширина колеи:

Радиус, м Ширина колеи, мм

650...450	1530
449...350	1535
349 и менее	1540

Допуски в содержании колеи в кривых аналогичны допускам в прямых участках пути и равны +6 и -4 мм, а на участках со скоростями 50 км/ч и менее — +10 и -4 мм. Правилами ремонта и содержания железнодорожных путей предприятий системы Министерства черной металлургии СССР установлены несколько иные нормы ширины колеи в кривых.

В кривых радиусом, м Ширина колеи, мм

350 и более	1524
349...150	1535
Менее 150	1545

Допуски в кривых остаются теми же, что и для прямых (+10 и -4 мм). Только в кривых радиусом 149 м и менее допуски равны +8 и -4 мм.

#### § 4. Возвышение наружного рельса

При движении экипажа в кривой появляется центробежная сила, которая создает дополнительное давление колес на наружный рельс. Вследствие этого возникает неравномерный износ рельсов, наружный рельс изнашивается быстрее, возможны его отбои. Пассажиры испытывают неприятное ощущение вследствие проявления непогашенного центробежного ускорения.

Вредный эффект проявления центробежной силы можно устранить, если в пути возвысить один рельс (наружный по отношению к центру кривой) над другим. Происшедшие при этом явления можно объяснить таким образом.

На рис. 114, а представлен схематически подвижной состав на пути, где наружный рельс не поднят относительно внутреннего. На подвижной состав действуют силы:  $Q$  — веса и  $\mathcal{U}$  — центробежная. Равнодействующая сил  $R$  проходит очень близко от одного рельса и дальше от другого. Этим и объясняются описанные выше последствия. На рис. 114, б показан экипаж на пути с повышенным наружным рельсом. На экипаж действуют те же

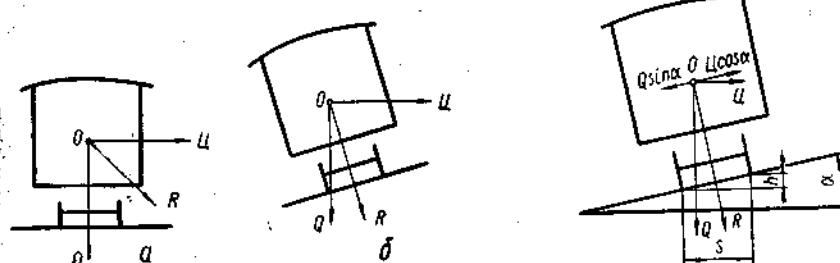


Рис. 114. Действие сил на экипаж

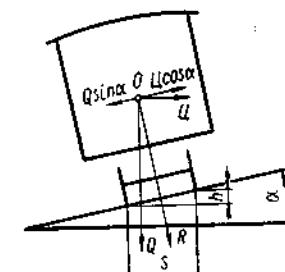


Рис. 115. Определение возвышения наружного рельса

силы, но равнодействующая проходит по оси пути. Следовательно, подбор величины возвышения наружного рельса должен заключаться в определении осевого (относительно пути) положения равнодействующей. На рис. 115 схема сил представлена подробнее. Если каждую действующую силу  $Q$  и  $\mathcal{U}$  разложить на две составляющие — одну по направлению равнодействующей, а другую ей перпендикулярную, то условием, которое определяет осевое положение равнодействующей, должно быть:

$$\mathcal{U} \cos \alpha = Q \sin \alpha.$$

Последовательно преобразовывая это выражение, получим:

$$\frac{Qv^2}{gR} \cos \alpha = Q \sin \alpha;$$

$$\frac{v^2}{gR} = \tan \alpha,$$

где  $v$  — скорость движения экипажа, км/ч;  
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  — ускорение силы тяжести;  
 $R$  — радиус кривой;  
 $\alpha$  — угол наклона пути к горизонту в поперечном направлении;  
 $\tan \alpha = h/S$  — отношение возвышения одного рельса над другим к ширине колеи.

Потребное возвышение определим по формуле

$$h = Sv^2/gR. \quad (5.1)$$

Подставив в эту формулу постоянные величины  $S$  и  $g$ , выражим  $v$  в километрах в час,  $R$  в метрах и получим:

$$h = 8v^2/R. \quad (5.2)$$

В таком виде можно пользоваться формулой, если по пути обращается всегда один и тот же подвижной состав с постоянной скоростью. Для заводских путей в таком виде формула применима для расчетов по путям с обращающимся специальным подвижным составом из чугуновозов, шлаковозов, слитковозов, тележек для перевозки мульд, изложниц и т. п. При этом в формулу подставляют величину  $v$ , равную установленной для этих типов подвижного состава скорости. Для остальных путей, по которым возможно обращение поездов с разными скоростями, разного веса, применяют такую формулу:

$$h = 12,5v_{cp}^2/R. \quad (5.3)$$

При этом  $v_{cp}$  — средневзвешенная скорость обращающихся поездов по рассматриваемой кривой, определяемая по формуле

$$v_{cp} = \sqrt{\frac{n_1Q_1v_1^2 + n_2Q_2v_2^2 + \dots + n_nQ_nv_n^2}{n_1Q_1 + n_2Q_2 + \dots + n_nQ_n}}, \quad (5.4)$$

где  $n_1, n_2, \dots, n_n$  — количество поездов одинакового веса, имеющих одинаковую скорость движения;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  — вес этих поездов, тс;

$v_1, v_2, \dots, v_n$  — скорость движения, км/ч.

Получаемые по формулам значения возвышения наружного рельса округляют до значения, кратного 5 мм. Расчетное значение возвышения в зависимости от местных условий (например, при неравномерном износе рельсов) можно изменить до 25% в ту или иную сторону. Возвышение наружного рельса более чем на 150 мм не разрешается. На транспорте общего пользования оно может быть осуществлено только по особому распоряжению МПС.

На железных дорогах МПС, где пассажирские поезда обращаются со значительными скоростями и возвышение должно быть определено более точно, так как оно связано также с параметрами комфортабельности езды пассажира, формулу применяют в следующем виде:

$$h = 12,5\frac{v^2}{R} + \Delta h. \quad (5.5)$$

где  $\Delta h$  — поправка, учитывающая влияние силы тяги, сопротивления движению поезда, эксцентриситета надрессорного строения относительно колесных пар, работы рессор, силы ветра и других факторов.

Поправка для линий с преимущественно пассажирским движением равна 30 мм; поправка для линий с преимущественно грузовым движением — 20 мм; в остальных случаях, когда линии четко нельзя считать отличающейся определенным признаком, поправка составляет 25 мм.

### § 5. Переходные кривые

Для равномерного нарастания центробежной силы при входе подвижного состава в кривую, постепенного отвода возвышения наружного рельса и уширения колен при переходе от прямолинейных к криволинейным участкам железнодорожного пути устраивают переходные кривые. Изменение перечисленных величин должно обеспечивать появление и нарастание дополнительных силовых факторов, возникающих при входе в кривую.

Перечисленные элементы постепенности обеспечиваются переменностью радиуса переходной кривой. В ее пределах радиус меняется от бесконечности в точке начала переходной кривой до конечного значения  $R$ , равного радиусу круговой кривой. Вид кривой должен обеспечивать равномерность движения согласно указанным требованиям. Этому требованию отвечает кривая, называемая радиоидальной, уравнение которой имеет вид:

$$y = \frac{x^3}{6c} \left( 1 + \frac{2x^4}{36c^2} + \frac{293x^8}{237 \cdot 10^8 c^4} + \dots \right). \quad (5.6)$$

В большинстве случаев можно пользоваться только первым членом ряда, т. е. практически применять для построения переходной кривой закон кубической параболы.

В приведенной формуле  $x$  и  $y$  — текущие ординаты переходной кривой,  $c$  — ее параметр. Он определяется изложенными условиями непрерывности:

$$c = Rl. \quad (5.7)$$

где  $R$  — радиус сопрягаемой круговой кривой;

$l$  — длина переходной кривой.

Длина переходной кривой зависит от уклона  $i$  отвода наружного рельса, который установлен МПС.

Скорость $v$ , км/ч	Уклон, %
100	1
101...120	0,84
121...160	0,67

Скорость $v$ , км/ч	Уклон, %
100	1
101...120	0,84
121...160	0,67

На линиях заводского транспорта уклон отвода наружного рельса также принимают равным 1%. В трудных условиях он может быть до 3%.

Таким образом, в зависимости от скорости движения поездов можно определить основные величины, характеризующие переходную кривую — длину и параметр.

Длина переходной кривой

$$l = h/i. \quad (5.8)$$

По параметру кривой легко найти ординаты ее точек. Задаваясь значениями  $x$ , через равные интервалы (10, 20 м и т. д.) можно получать значения  $y$ .

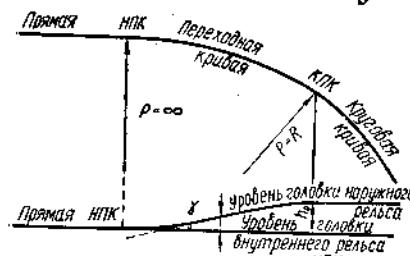


Рис. 116. Положение переходной кривой

(либо 1524 мм). В точке примыкания переходной кривой к круговой возвышение наружного рельса и уширение колен осуществляются полностью.

### § 6. Укладка укороченных рельсов

В главе 4 отмечалось, что в СССР принята система укладки стыков по наугольнику, т. е. стык правого и левого рельсов располагается один против другого. На кривых один рельс (наружный) всегда имеет большую длину, чем внутренний. В соответствии с этим, чтобы и в кривых стыки располагались по наугольнику, необходимо по внутренней нитке кривой укладывать укороченные рельсы.

Для расчета количества и размещения укороченных рельсов сначала определяют общее укорочение внутренней нитки круговой кривой:

$$\epsilon_{k,k} = Sl/R, \quad (5.9)$$

где  $\epsilon_{k,k}$  — искомое укорочение круговой кривой;  
 $S$  — ширина колен;  
 $l$  — длина круговой кривой;  
 $R$  — радиус круговой кривой.

Общее укорочение внутренней нити переходной кривой определяют по формуле

$$\epsilon_{p,k} = Sl_0^2/2c, \quad (5.10)$$

где  $\epsilon_{p,k}$  — искомое укорочение переходной кривой;

$l_0$  — длина переходной кривой;

$c$  — параметр переходной кривой.

Суммарное укорочение, необходимое для осуществления в пределах всей кривой,

$$\epsilon_c = \epsilon_{k,k} + \epsilon_{p,k}. \quad (5.11)$$

Стандартными укороченными рельсами на сети дорог СССР являются следующие: для пути, уложенного рельсами 12,5 м, рельсы 12,46; 12,42 и 12,38 м; для пути, уложенного рельсами 25,0 м, рельсы 24,92 и 24,84 м.

Общее количество укороченных рельсов, требуемое для укладки в конкретной кривой, можно найти, приняв для расчета одно из стандартных укорочений:

$$N_y = \epsilon_c/k, \quad (5.12)$$

где  $N_y$  — искомое количество укороченных рельсов;

$k$  — принятное стандартное укорочение.

Чтобы равномерно распределить укороченные рельсы по кривой, можно воспользоваться выражением

$$x = N_n/N_y, \quad (5.13)$$

где  $x$  — количество рельсов, среди которых имеется один укороченный;

$N_n$  — количество нормальных рельсов, укладываемых по наружной рельсовой нити;

$N_y$  — количество укороченных рельсов, укладываемых по внутренней рельсовой нити.

Значение  $x$  указывает на порядок раскладки укороченных рельсов. Если, например,  $x=3$ , то это значит, что каждый третий рельс должен быть укороченным. Следует, однако, отметить, что при производстве работ необходимо детально запроектировать раскладку укороченных рельсов в зависимости от расположения стыков, способа раскладки рельсов перед укладкой, размеров забегов и разрывов при раскладке плетей, подготавливаемых к смене.

Полученное при расчете значение  $x$  может быть скорректировано для отдельных мест кривой. Детально вопрос решают, составляя специальные таблицы или вычерчивая будущую кривую. Соответствующие проектные приемы, применяемые при этом, рассматриваются в курсах организации путевых работ.

## § 7. Усиление пути в кривых

Если требуемая расчетная ширина колеи будет больше максимально допустимой (1540 мм), то у внутреннего или у обоих рельсов в кривых укладывают контррельсы, чтобы колесная пара не проваливалась внутрь колеи. На рис. 117 показано, как крепится контррельс 1 к основному 4. Требуемое расстояние между рельсом и контррельсом обеспечивается вкладышами 2 между ними. Вкладыши можно изготавливать разъемными из двух половин с постановкой между ними пластинок 3, позволяющих регулировать размер ширины желоба.

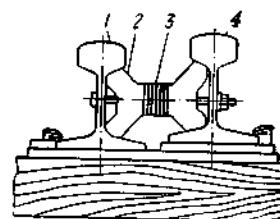


Рис. 117. Крепление контррельса к рельсу

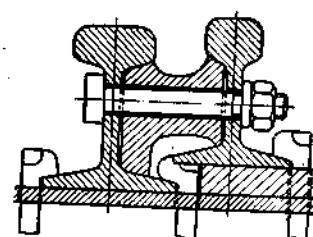


Рис. 118. Крепление контррельса к рельсу

Крепления контррельса к рельсу могут быть разнообразных конструкций, а на многих предприятиях разработаны собственные конструкции. Некоторые примеры таких конструкций приведены на рис. 118 и 119. Оригинальная конструкция крепления рельса с контррельсом была предложена в 1917 г. инженером Богоявленским для очень крутых кривых (рис. 120). Колеса здесь движутся в желобе между

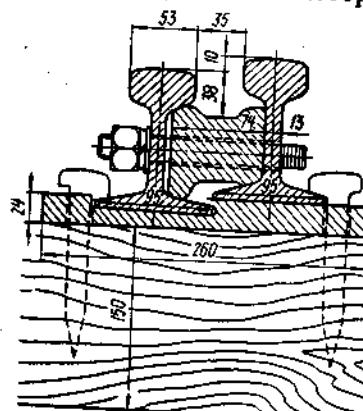


Рис. 119. Крепление контррельса к рельсу

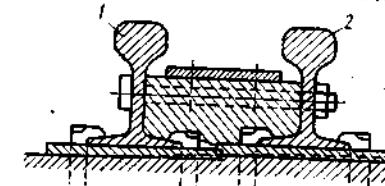


Рис. 120. Конструкция Богоявленского:  
1 — наружный рельс; 2 — контррельс

ду рельсом и контррельсом, опираясь ребордами на металлические полосы, которые установлены на деревянном вкладыше.

При укладке контррельсов следят за тем, чтобы ширина желоба была возможно меньше, а катящееся по наружной рельсо-

вой нити колесо не прижималось к рельсу и лишь в крайнем случае касалось его. Ширина желоба должна обеспечивать прохождение всех колес экипажа, независимо от количества колес в тележке.

Усиление пути в кривых осуществляется не только для обеспечения вписывания подвижного состава, но и с целью противодействия расклинивающему действию подвижного состава на путь. Пути промышленных предприятий имеют много кривых

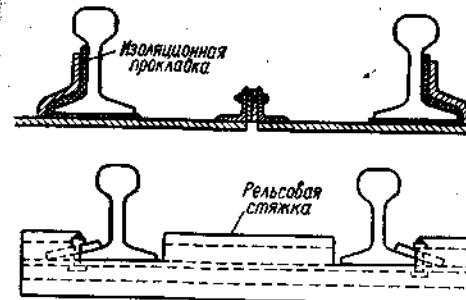


Рис. 121. Путевые стяжки

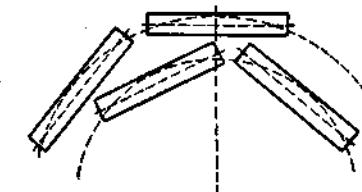


Рис. 122. Положение встречных экипажей в кривой

малых радиусов. Они часто расположены в самых ответственных местах, где обращается тяжелый подвижной состав. Содержать кривые малых радиусов в условиях тяжелых нагрузок в пределах норм ширины колеи трудно. Колея в таких участках имеет тенденцию к постоянному уширению. Чтобы предотвратить это, между рельсами устанавливают металлические стяжки разных конструкций (рис. 121). Таких или им подобных стяжек на рельсовое звено длиной 12,5 м устанавливают в кривых радиусом 300...400 м до 5 шт., в кривых радиусом 300 м и менее — 7 шт.

Размеры междупутий в кривых участках двухпутных линий необходимо увеличивать, так как при прохождении по кривой двух встреч-

Таблица 26. Значения уширения междупутий, мм

Радиус кривой, м	При возвышении наружного рельса наружной кривой	
	больше, чем внутренней	меньше, чем внутренней
4000	70	20
3000	96	25
2000	145	35
1800	155	40
1500	185	50
1200	235	60
1000	265	75
800	280	90
700	295	105
600	310	120
500	335	145
400	370	180
350	395	205
300	430	240
250	480	290
200	550	360

ных поездов концевые части вагонов могут выступать, а установленные безопасные размеры между путями уменьшаться (рис. 122). Встречные экипажи сближаются не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскости, если возвышение наружного рельса наружной кривой больше, чем внутренней. Значения уширения между путями приведены в табл. 26.

## Глава 6. СТРЕЛОЧНЫЕ ПЕРЕВОДЫ

### § 1. Устройство обычного стрелочного перевода

Для соединения железнодорожных путей между собой и обеспечения прохода подвижного состава с одного пути на другой устраивают стрелочные переводы.

Стрелочный перевод — наиболее удобное и распространенное средство соединения путей, с помощью которого можно осуществлять переход с пути на путь сразу целого поезда, в отличие от других средств соединения путей, позволяющих передавать с пути на путь по одной подвижной единице — вагону, локомотиву.

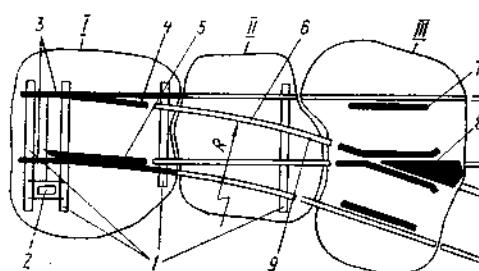


Рис. 123. Обычный стрелочный перевод:

1 — переводные брусья; 2 — переводной механизм; 3 — рамные рельсы; 4, 5 — остряки; 6 — упорная линия переводной кривой; 7 — крестрельс; 8 — крестовина; 9 — конец кривой

подвижной состав с пути на путь. Она состоит из **рамных рельсов, остряков и переводного механизма**. Рамные рельсы — это обычные рельсы, укладываемые в путь в любом месте. Рамный рельс одним концом стыкуется с рельсом пути, подводящего подвижной состав к стрелочному переводу, другим концом — с соединительным рельсом.

У каждого рамного рельса расположен **остряк**, устроенный так, что в своем корне (на чертеже справа) он имеет возможность вращаться и устанавливаться относительно рамного рельса так, что он либо прижимается к нему, либо отжимается. На рисунке левый остряк 4 (по ходу поезда на стрелочный перевод) прижат к своему рамному рельсу, правый остряк 5 отжат. Бла-

годаря этому подвижной состав остряками направляется на боковой путь. Если положение остряков поменяется (остряк 4 будет отжат от рамного рельса, а остряк 5 прижат), то движение будет осуществляться по прямому пути стрелочного перевода.

Для изменения положения остряков служит **переводной механизм**, устанавливаемый в месте начала остряков. Переводные механизмы бывают ручные и моторные. Моторные механизмы применяются при оборудовании стрелочных переводов системой централизации. Для запирания стрелок в фиксированном положении на нецентрализованных стрелках применяются контрольные замки, закладки и шарнирно-коленчатые замыкатели.

На рис. 124 представлена схема перевода механизма централизованной стрелки.

Остряки представляют собой отрезки рельсов короче рамных. Начало остряка подвергают строжке для плотного примыкания к рамному рельсу. Поскольку строжка ослабляет перевое сечение рельса в самом ответственном месте остряка (в месте входа в стрелочный перевод подвижного состава), остряки нельзя изготавливать из рельсов обычного профиля (такие остряки встречаются лишь в стрелках легкого типа). Остряки



Рис. 124. Переводной механизм:  
1 — стрелочная тяга; 2 — регулировочная муфта;  
3 — переводная тяга; 4 — соединительная тяга;  
5 — коленчатый рычаг; 6 — привод

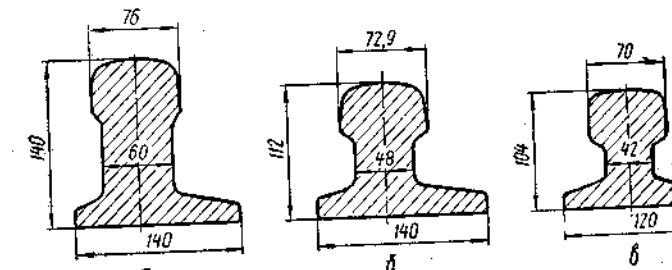


Рис. 125. Остряковые рельсы

изготавливают из рельсов специального профиля. Поперечное сечение рельсов острякового профиля представлено на рис. 125: сечение **а** — для остряков стрелочных переводов из рельсов типа Р65; сечение **б** — для остряков стрелочных переводов из рельсов типа Р50 и **в** — для остряков стрелочных переводов из рельсов типа Р43. Остряковый рельс для обеспечения плотного примыкания к рамному рельсу подвергают строжке по вертикали и горизонтали.

На рис. 126 (а—г) показаны последовательно поперечные сечения остряка и рамного рельса. Рис. 126, **а** представляет собой крайнее поперечное сечение остряка в самом его начале, рис. 126, **г**

— поперечное сечение остряка в том месте, где строжки уже нет и остряк только соприкасается с рамным рельсом. Все представленные схемы даны для прижатого к рамному рельсу остряка.

Чтобы остряк надежно был прикреплен к соединительному рельсу и было обеспечено вращение его относительно корня, при-

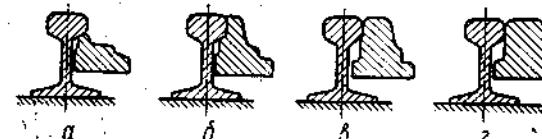


Рис. 126. Строжка остряка

меняют различные типы креплений: шкворневое, вкладышно-накладочное, гибкое.

**Шкворневое крепление** сейчас не изготавливают, но на стрелочных переводах типов Р38, Р43 и Р50 старых конструкций его можно встретить на путях МПС и на заводских.

Эту конструкцию устраивают при корневом стыке на весу, смонтированном на металлическом мостице (рис. 127). Конец остряка 2 опирается о пятник со шкворнем, с которым остряк скреплен неподвижно. Пятник имеет внизу круглый шкворень 4, вставленный в круглое отверстие в корневом мостице 5. При переводе остряка он вместе с пятником и шкворнем вращается вокруг вертикальной оси последнего. Между остряком и рамным рельсом 1 устанавливают упорки 3.



Рис. 127. Шкворневое крепление



Рис. 128. Вкладышно-накладочное крепление



Рис. 129. Положение накладок в креплении вкладышно-накладочного типа:  
1 — рамный рельс; 2 — вкладыш; 3 — накладка; 4 — распорная втулка; 5 — остряк

**Вкладышно-накладочное крепление** применяется в стрелках типов Р75, Р65, Р50. Оно встречается и в стрелках старых типов. Корневой стык также устраивается на весу (рис. 128). В корне остряка между рамным рельсом 1 и остряком 2 вставлен вкладыш 4. Остряк с соединительным рельсом соединен накладкой, которая отогнута в сторону оси пути 3, чтобы остряк мог

перемещаться (рис. 129). Преимуществами скрепления этого типа является простота, малодетальность и достаточная надежность.

**Гибкое крепление** представляет собой обычный стык (рис. 130). Это наиболее удачное решение корневой конструкции. Остряки переводят путем их изгиба. Чтобы облегчить изгиб, подошву остряка перед стыком подвергают строжке.

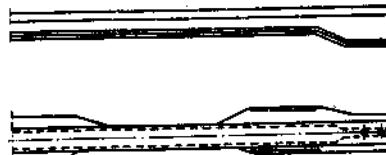


Рис. 130. Гибкое крепление

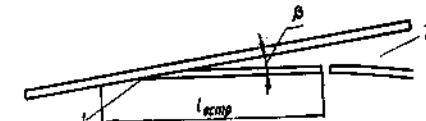


Рис. 131. Схема примыкания прямого остряка:

1 — остряк; 2 — рабочая грань рамного рельса

Когда движение совершается по прямому пути, колесо в корне остряка проходит между рамным рельсом и остряком, расстояние между которыми (желоб) для этого должно быть достаточным. Остряк по отношению к рамному рельсу в плане расположен под углом. Это обусловлено конструкцией стрелочного перевода и приданием подвижному составу начального поворота. Колесо подвижного состава, двигаясь по прямому пути, подходящему к стрелочному переводу, стремится сохранить это прямолинейное движение. Если оно встречает на своем пути препятствие в виде остряка, расположенного под углом к прямолинейному направлению, то в месте набегания колеса на остряк возникает удар. Угол между остряком и рамным рельсом называют углом удара или стрелочным углом. Чтобы в результате удара произошел только поворот подвижного состава, угол этот должен быть возможно меньшей величины. В современных стрелочных переводах он не превышает 40...45°.

В плане могут быть прямолинейные и криволинейные остряки. Криволинейные остряки бывают двух типов — секущего и касательного. На рис. 131 представлена схема прямого остряка. Такие остряки в настоящее время не изготавливаются, но они еще встречаются на стрелочных переводах старых конструкций типов II-A, III-A, IV-A и Р38.

Стрелки с криволинейными остряками позволяют сократить общую длину перевода и обеспечивают более плавное вписывание подвижного состава. На путях промтранспорта наиболее распространены стрелки с прямыми остряками.

**Криволинейный остряк секущего типа** (рис. 132, а) примыкает к рамному рельсу под начальным углом  $\beta_n$ . Стрелочный угол, или угол удара  $\beta$ , образован рабочей гранью рамного рельса и касательной к остряку в его корне.

Криволинейный остряк касательного типа (рис. 132, б) должен начинаться в точке его касания к рамному рельсу. Теоретически в этом месте угол удара должен равняться нулю. Практически это неосуществимо. Требуемая значительная строжка остряка этого типа делает остряк менее прочным, чем в предыдущих типах. Поэтому на наших дорогах эти остряки распространения не получили.

Криволинейные остряки секущего типа могут быть образованы двойным радиусом; от начала остряка большим радиусом, а затем меньшим. Меньший радиус может быть равен радиусу кривой соединительного пути, следующей части стрелочного перевода. Такой подбор радиусов обеспечивает наилучшую плавность входа подвижного состава в стрелочный перевод. Из двух остряков стрелочной рамы только один может быть криволинейным, тот, который способствует движению колес на боковой путь. Второй остряк всегда прямой. Поэтому в случае необходимости их взаимозаменяемость не обеспечивается.

**Крестовина** — ответственная часть стрелочного перевода. Ее назначение — безопасно пропустить подвижной состав, уже направленный стрелочной рамой на определенный путь, причем крестовина должна пропустить подвижной состав по прямому или по боковому пути.

В соответствии с этим в крестовине предусмотрены желобы для пропуска реборд колес подвижного состава, следующих в любом направлении. Пересечение желобов независимо от того, по какому пути движется подвижной состав, связано с отсутствием направляющей для колеса. Поэтому это место называется «вредным пространством». Если ничем не направить движение колес по нужному желобу, то оно может пойти не по своему направлению.

Крестовина состоит из усовиков, сердечника и контррельсов. К усовикам подводятся рельсы соединительных путей, соединяющих раму с крестовиной. К сердечнику подводятся рельсы разветвленных путей, которым дает начало стрелочный перевод. Желобы для пропуска колес находятся между усовиком и сердечником. Контррельсы обеспечивают безопасное прохождение колес в месте пересечения двух рельсов, образующих крестови-

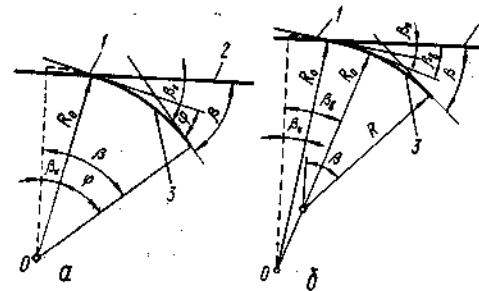


Рис. 132. Схема примыкания криволинейного остряка:

- 1 — начало остряка;
- 2 — рабочая грань рамного рельса;
- 3 — рабочая грань остряка

ства в стрелочный перевод. Из двух остряков стрелочной рамы только один может быть криволинейным, тот, который способствует движению колес на боковой путь. Второй остряк всегда прямой. Поэтому в случае необходимости их взаимозаменяемость не обеспечивается.

**Крестовина** — ответственная часть стрелочного перевода. Ее назначение — безопасно пропустить подвижной состав, уже направленный стрелочной рамой на определенный путь, причем крестовина должна пропустить подвижной состав по прямому или по боковому пути.

В соответствии с этим в крестовине предусмотрены желобы для пропуска реборд колес подвижного состава, следующих в любом направлении. Пересечение желобов независимо от того, по какому пути движется подвижной состав, связано с отсутствием направляющей для колеса. Поэтому это место называется «вредным пространством». Если ничем не направить движение колес по нужному желобу, то оно может пойти не по своему направлению.

Крестовина состоит из усовиков, сердечника и контррельсов. К усовикам подводятся рельсы соединительных путей, соединяющих раму с крестовиной. К сердечнику подводятся рельсы разветвленных путей, которым дает начало стрелочный перевод. Желобы для пропуска колес находятся между усовиком и сердечником. Контррельсы обеспечивают безопасное прохождение колес в месте пересечения двух рельсов, образующих крестови-

ну, компенсируется укладкой вдоль путевого рельса контррельса.

Назначение контррельса — прижать реборду колеса к путевому рельсу и этим предотвратить попадание колеса, идущего по крестовине, не в свой желоб. Желоб между рельсом и контррельсом должен быть рассчитан на это.

Точка пересечения рабочих граней усовиков и сердечника носит название *математического центра крестовины* или *математической точки* (рис. 133). Такое название дано этой точке потому, что практически в конструкции ее обнаружить нельзя. Поскольку острая часть сердечника все равно сбивалась бы наезжающими колесами, уже при изготовлении крестовины сердечник ограничивают тупой гранью. В крестовине различают передний хвост (расстояние от начала усовиков до центра крестовины) и задний хвост (от центра крестовины до конца сердечника).

Крестовины различают по маркам. Это основная (наряду с типом рельса, из которого изготовлен стрелочный перевод) его характеристика. Марка крестовины характеризует крутизну ответвления одного пути от другого на стрелочном переводе. Маркой называется отношение ширины сердечника в любом месте к расстоянию от этого сечения до математической точки крестовины. Это отношение равно тангенсу угла крестовины. На рис. 133  $CE/AE = 1/N = \operatorname{tg} \alpha$ .

На путях МПС применяются стрелочные переводы марок 1/22, 1/18, 1/11, 1/9. На подгорочных путях сортировочных станций применяются и более крутые марки стрелочных переводов 1/6. На путях промышленного транспорта распространены стрелочные переводы 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9. На узкоколейных путях, и особенно на подземных, марки стрелочных переводов еще круче. Там встречаются переводы марок 1/2, 1/3, 1/4 (в соответствии со СНиП II-46-75 на промтранспорте марки стрелочных переводов следует применять не круче, чем указано в табл. 27).

По конструкции различают следующие крестовины: сборные, литые и с литым сердечником (рис. 134). Сборные крестовины — это очень старая конструкция, в настоящее время на наших путях почти не встречается. В этом типе все части крестовины (в том числе сердечник) собираются из рельсов обычного, а иногда специального профиля. В настоящее время наиболее распространены крестовины с литым сердечником. Сердечник отливается общей отливкой вместе с изнашиваемой частью усовиков. Более прочными крестовинами являются цельнолитые. У нас они применяются на стрелочных переводах марки 1/11 типа Р65, предназначенных для скорости движения по прямому пути до 160 км/ч.

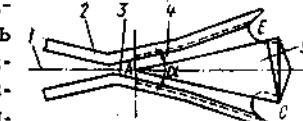


Рис. 133. Расчетная схема крестовины:  
1 — биссектриса;  
2 — усик;  
3 — горло;  
4 — желоб;  
5 — литой сердечник

Таблица 27. Марки крестовин стрелочных переводов, применяемых на промтранспорте

Назначение пути	Марка крестовины перевода	
	односторонних	симметричных
Приемо-отправочные пути и пути следования сцеплов с длиномерными грузами	1/9*	1/6
Прочие стационарные пути и погрузочно-выгрузочные	1/8	1/4,5
Чугуновозные, шлаковозные, слитковозные пути	1/6	1/3,5
То же, на реконструируемых заводах	1/5	1/3,5
Пути движения мульд	1/5	1/3,5
Пути разливочных площадок конверторных цехов	1/5	1/3,5

\* В трудных условиях 1/7.



a



b



c



d

Рис. 134. Типы крестовин:

a — сборная; b — с литым сердечником; c — с литым сердечником общей отливки с усиковами; d — цельнолитая

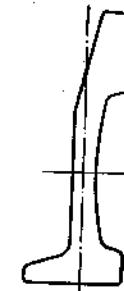


Рис. 135. Рельс специального профиля для контррельса

Контррельсы изготавливают из обычных рельсов и из рельсов специального профиля (рис. 135). Контррельсы устанавливают так, чтобы середина их находилась против математической точки крестовины, а длина приблизительно равнялась двойной длине от математической точки до начала усиков.

В последнее время все чаще применяются крестовины с подвижными элементами. Они более надежно обеспечивают бесперебойное движение колес подвижного состава по крестовине благодаря отсутствию «вредного пространства». Крестовины с подвижными элементами могут быть следующих типов: а) с подвижным сердечником-рельсом без усиков (рис. 136); б) с подвижным сердечником и с усиковыми (рис. 137); в) с одним подвижным усиковом (рис. 138); г) с двумя подвижными усиковыми (рис. 139).

Между рамой и крестовиной укладываются соединительные пути из двух прямолинейных рельсов и двух криволинейных

Рис. 136. Крестовина с подвижным сердечником без усиков



Рис. 138. Крестовина с одним подвижным усиковом



Рис. 137. Крестовина с подвижным сердечником и с усиковыми



Рис. 139. Крестовина с двумя подвижными усиковыми

(рельсы обычного профиля). Радиус криволинейного пути зависит от марки крестовины. Каждой марке соответствует определенный радиус переводной кривой. Криволинейный рельс может подходить к крестовине впритык или же между ним и крестовиной находится прямая вставка.

Устройство колеи на стрелочном переводе обладает некоторыми особенностями:

1. Конструктивно невозможно создать возвышение наружного рельса в кривой обычного стрелочного перевода.

2. Подвижной состав, проходя по стрелочной раме на боковой путь, по положению, которое он занимает, как бы вписывается в кривую. Разница состоит в том, что в кривой рабочий кант упорной нити очерчен по кругу, а на стрелочном переводе имеется угол и направляющий кант, состоящий из двух прямых или из прямой и криволинейного остряка (рис. 140). Поэтому на стрелочном переводе необходимо уширение колен. Его определяют

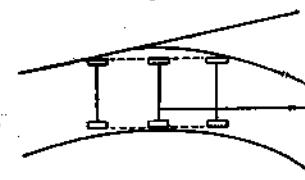


Рис. 140. Вписание тележки подвижного состава в стрелочную раму

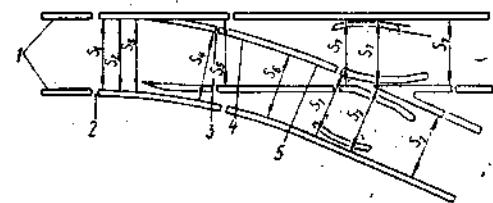


Рис. 141. Места промеров ширины колен на стрелочном переводе:

1 — остряки прямые; 2 — стык рамного рельса; 3 — корень остряка; 4 — начало кривой; 5 — конец кривой

расчетом; для типовых переводов оно нормируется данными, приведенными в табл. 28. Места промеров  $S$  показаны на рис. 141.

3. В современных стрелочных переводах отсутствуют подуклонки рельсов. Это упрощает конструкцию стрелочных переводов, но ухудшает условия опирания колес на рельсы, увеличива-

Таблица 28. Нормы содержания стрелочных переводов по ширине колен

Тип стрелочного перевода	Остряк	Ширина колен, мм					
		В стыке рамного рельса $S_1$	За 1000 мм до начала стрелки $S_2$	В начале остряка $S_3$	В корне остряка для пути бокового $S_4$	В корне остряка для пути прямого $S_5$	В середине крестовины $S_6$
P65, 1/22	Кривой	1524	1524	1526	1524	1524	1524
P65, P50, 1/18		1524	1524	1526	1524	1524	1524
P65, 1/11 для $v = 160 \text{ км/ч}$		1520	—	1524	1530	1520	1530
P65, 1/11		1524	1530	1536	1524	1536	1524
P65, 1/9		1524	1530	1536	1524	1540	1524
P50, P43, P38, I-A, 1/11		1524	1526	1536	1524	1536	1524
P50, P43, 1/9		1524	1530	1536	1524	1540	1524
I-A, P38, III-A, 1/9		1526	—	1541	1528	1540	1524
P65, 1/7		1524	—	1532	1524	1540	1524
P65, 1/6		1524	—	1532	1524	1530	1524
P65, 1/5		1524	—	1532	1524	1536	1524
P50, 1/7		1526	—	1540	1524	1536	1524
P50, 1/5		1528	—	1543	1528	1528	1524
P43, 1/7		1526	—	1543	1529	1535	1524
P43, 1/5		1524	—	1543	1529	1529	1535

ет контактные напряжения, способствует образованию выщербин и других повреждений рельсов. В новом типе стрелочного перевода Р65 марки 1/11, предназначенному для больших скоростей движения, подуклонка предусмотрена.

Поверхности катания головки рельсов всех элементов стрелочного перевода должны быть на одном уровне (допускаемые отклонения от этого уровня составляют  $\pm 4 \text{ мм}$ ). Исключение составляет уровень сердечника, который для предотвращения быстрого износа несколько понижает против уровня головки рельсов, а поверхность катания усиков несколько повышают. На рис. 142 представлен сердечник в плане и показано, в каких сечениях сердечника по ширине понижен его профиль и повышен профиль усика.

## § 2. Способы изображения стрелочных переводов

На рис. 123 рельсы, образующие стрелочный перевод в плане, изображены каждый двумя линиями, линиями граней головок рельсов. С точки зрения правил технического черчения следовало бы показать каждый рельс четырьмя линиями — граней подошвы рельса и его головки. Однако это сделало бы чертеж стрелочного перевода очень громоздким. Сильно усложнило бы чертеж и изображение на нем какой-либо станции, насчитыва-

ющей десятки и даже сотни стрелочных переводов. В этом нет надобности.

Рельсы стрелочного перевода принято изображать одной линией — рабочими гранями рельса, т. е. гранями, контактирующими с ребордами колес при движении подвижного состава. Такое изображение перевода, приведенного на рис. 123, показано на рис. 143. Сравнение обоих рисунков убеждает в том, что от уменьшения количества линий наглядность изображения или его точность не страдает. Однако, поскольку на планах станций следует изобразить большое количество стрелочных переводов и путей, необходимо было найти еще



Рис. 142. Профили усика и сердечника

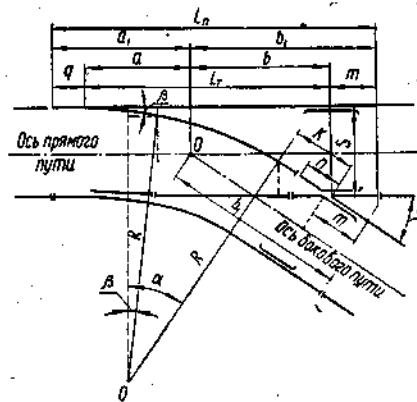


Рис. 143. Схема одностороннего стрелочного перевода

более простой и достаточно наглядный способ изображения стрелочных переводов.

На планах станций железнодорожные пути изображаются в осях, для стрелочных переводов тоже принят способ изображения в осях. Чтобы грамотно прочитать это изображение, вводят некоторые дополнительные понятия.

На рис. 143, где каждый рельс показан одной линией, нанесена ось прямого пути, она проходит посередине между двумя рельсами. Ось бокового пути, чтобы не делать ее ломаной, нанесена так: найдена точка оси пути против математической точки крестовины. Отсюда в сторону ответвления проведена прямая осевая линия посередине между рельсами, которая продолжена в сторону стрелочной рамы. Здесь она не является осью бокового пути, но для изображения перевода принимается за осевую. Точка пересечения осевых линий прямого и бокового путей является основной характеристикой для обозначения стрелочного перевода на плане станции. При проектировании станции, разбивке путей при ее строительстве, эксплуатации станции этой точкой определяется положение стрелочного перевода, задаются ее координаты на плане станции. Точка эта называется центром стрелочного перевода (0). Чтобы определить местоположение

остальных частей стрелочного перевода, различают такие элементы (рис. 143):

- 1) выступ  $q$  рамного рельса;
- 2) расстояние  $a$  от начала остряка до центра перевода;
- 3) расстояние  $b$  от центра перевода до центра (математической точки) крестовины;
- 4) расстояние  $m$  от центра крестовины до конца крестовины (конца заднего хвоста крестовины).

Расстояние от начала остряков до центра крестовины называется *теоретической длиной*  $L_t$  стрелочного перевода, расстояние от начала выступа рельса до конца заднего хвоста крестовины — *практической его длиной*  $L_p$ . Названия эти объясняются тем, что элементы, входящие в теоретическую длину, определяются геометрическим расчетом и их нельзя произвольно изменить. Величины же выступа рамного рельса и хвоста крестовины конструктивные и могут быть большими и меньшими.

Чтобы изготовить рамный рельс, используют отрезок стандартного рельса, кратный его полной длине (например, равный половине стандартного рельса). Выступ рамного рельса можно варьировать в зависимости от длины стандартного рельса. На стрелочных переводах, где ожидается повышенная скорость въезда в них со стороны рамного рельса, желательно разделить место удара в стыке и удара при въезде в остряк. Если такого требования нет, то выступ рамного рельса может быть минимальной длины, которая обусловлена возможностью поместить стыковую накладку до начала остряков. Такой же конструктивной величиной является и хвост крестовины. Его длина зависит от заводской отливки, от положения стыков, разветвляемых за крестовиной путей.

На рис. 143 нанесены все размеры, которые были рассмотрены выше. Кроме того, там же обозначены углы удара  $\beta$  и крестовины  $\alpha$ , передний хвост крестовины  $n$  и передний хвост крестовины вместе с прямой вставкой между началом усовника и криволинейным рельсом  $k$ . Радиусами отмечены границы укладки криволинейных рельсов.

Таким образом, при внесении описанных обозначений изображение стрелочного перевода на плане станции может быть таким, как показано на рис. 144 штрих-пунктирной линией.

### § 3. Виды стрелочных переводов

Стрелочный перевод, изображенный на рис. 123 и 143, называется обычновенным *односторонним стрелочным переводом*. Перевод, изображенный на этих рисунках, называется еще *привосторонним*, так как подвижной состав, идущий со стороны стрелки на стрелочный перевод при переходе на боковой путь, повернет направо. Боковой путь на этом переводе находится справа от оси прямого пути.

В отличие от односторонних стрелочных переводов довольно распространены *симметричные стрелочные переводы*, у которых ось подводящего прямого пути делит стрелочный угол крестовины пополам (рис. 145). Такие стрелочные переводы имеют то преимущество, что при тех же углах крестовины и радиусах закруглений они обладают значительно меньшей длиной и требуют меньше места для укладки. Однако вследствие специфики разветвления отходящих путей их укладка на станции не всегда удобна для соединения параллельных путей между собой.

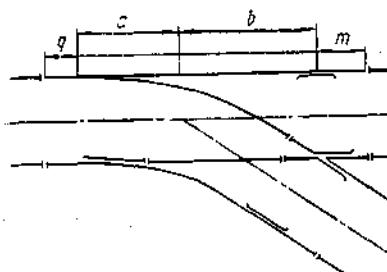


Рис. 144. Стрелочный перевод в осях  
Рис. 145. Симметричный стрелочный перевод

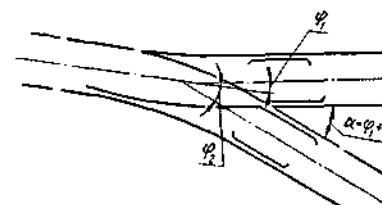
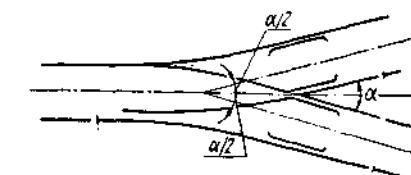
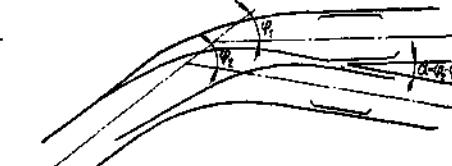


Рис. 146. Несимметричный стрелочный перевод двусторонней кривизны  
Рис. 147. Несимметричный стрелочный перевод односторонней кривизны



Кроме симметричных, существуют *несимметричные переводы* двусторонней (рис. 146) и односторонней кривизны (рис. 147).

В местах, где вследствие стесненности территории трудно уложить два стрелочных перевода, можно уложить один двойной. *Двойные стрелочные переводы* делятся на разносторонний симметричный (рис. 148, а), разносторонний несимметричный (рис. 148, б), односторонний (рис. 148, в). Эти переводы специально не изготавливаются, а по местным условиям собираются из стандартных крестовин. Встречаются и более сложные стрелочные переводы, объединяющие вместе 4 и 5 путей. Их иногда применяют на сортировочных станциях для объединения пучка подгорочных путей. Преимущество таких сложных переводов заключается в экономии территории. Недостатком является сложность

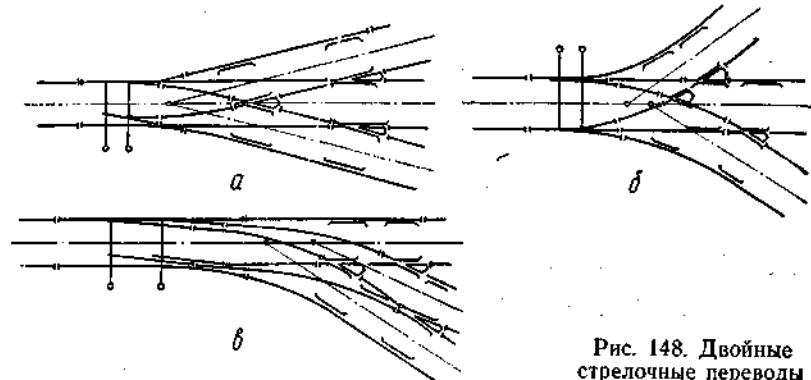


Рис. 148. Двойные стрелочные переводы

конструкции. Кроме того, не всегда можно подобрать необходимые марки крестовин для сборки всего соединения.

Иногда по местным условиям требуется на месте осуществить пересечение двух путей, при этом нет надобности в переходе подвижного состава с одного пути на другой. В этих случаях осуществляется стрелочное устройство, называемое *глухим пересечением*.

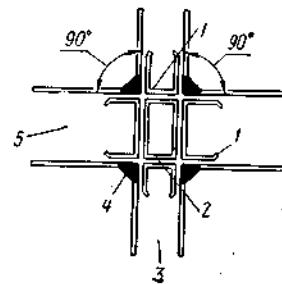


Рис. 149. Прямоугольное глухое пересечение:

1 — контррельс; 2 — контурно-замкнутый внутренний контррельс; 3 — узкая колея; 4 — крестовина; 5 — широкая колея



Рис. 150. Косоугольное глухое пересечение:  
1 — острая крестовина; 2 — тупая крестовина

*Чением*. Оно состоит из четырех крестовин. Остряков в этом соединении нет, глухие пересечения могут быть прямоугольными (рис. 149) и косоугольными (рис. 150) в зависимости от угла, под которым пересекаются пути. Прямоугольные пересечения встречаются чаще на промышленном транспорте, косоугольные — устраивают под углом стандартной крестовины.

В прямоугольном пересечении четыре крестовины одинаковые. Схема их устройства ясна из рисунка. Они, как и всякая крестовина, состоят из сердечника, усовиков и контррельсов, причем усовики составляют одно целое с контррельсами. В ко-

соугольном пересечении две крестовины острые, такого же типа, что и в обыкновенном стрелочном переводе, и две тупые. Острые крестовины устраивают под углом, равным двойному углу обыкновенного стрелочного перевода. Глухие пересечения бывают с углом крестовины, равным углу обыкновенного стрелочного перевода. Встречаются также пересечения под углом 60, 45 и 30°.

Тупые крестовины имеют своеобразную конструкцию. Величина «вредного пространства» здесь, как это видно из рис. 151,

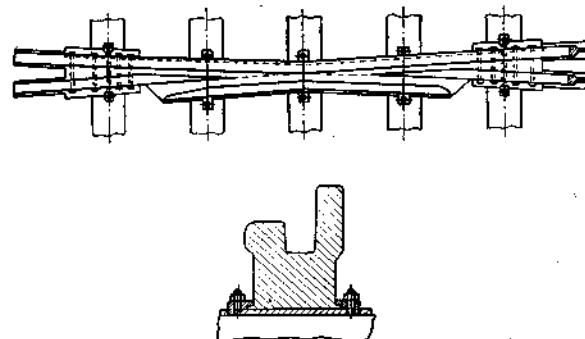


Рис. 151. Тупая крестовина

почти вдвое больше, чем у острой крестовины, и при прохождении колеса по крестовине возникает опасность схода колеса. Поэтому крестовина включает в себя, как неотъемлемую часть, контррельс. Чтобы служить хорошим упором колесу, контррельсовая часть крестовины обычно повышена, как показано на рис. 151.

Если два пути пересекаются под острым углом и необходим переход подвижного состава с одного пути на другой, то укладывают *двойной перекрестный стрелочный перевод* (рис. 152), который позволяет двигаться поездам по четырем направлениям. Этот стрелочный перевод представляет собой систему, заменяющую два обыкновенных перевода, как и двойной перевод. Он состоит из четырех крестовин (две острые и две тупые) и восьми остряков. Устройство перекрестного перевода позволяет сократить место для укладки соединения взамен двух обыкновенных переводов, но оно дороже, так как вместо четырех остряков в состав соединения входит восемь и вместо двух крестовин — четыре. Все это требует увеличения расхода металла.

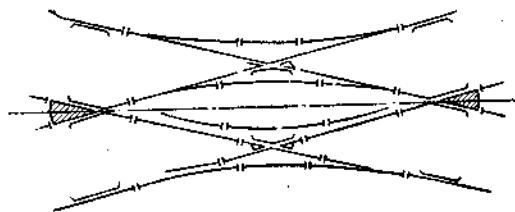


Рис. 152. Перекрестный стрелочный перевод

Таблица 29. Характеристика обыкновенных и симметричных

Тип перевода	Марка крестовины	Стрелка									
		Длина рамного рельса, мм			Начальный угол остряка	Длина остряка, мм		Радиус $R_o$ , мм, до сечения 40 мм	Корневое крепление		
		прямого	криволинейного	переднего вакета		хвостовой	прямого				
<b>Обыкновенные</b>											
P65	1/22	25000	25000	5034	0°21'41"	18500	18500	3308000	Остряки гибкие		
P65, P50	1/18	25000	25000	3836	0°25'	15500	15500	1698000	То же		
P65	1/11	21975	21884	2769	0°39'11"	12500	12448	400000 <sup>1</sup>	>		
P65	1/11	20855	20769	2769	0°39'11"	11000	11000	400000 <sup>1</sup>	>		
P65	1/9	12500	12500	2769	0°39'11"	8300	8300 <sup>2</sup>	400000 <sup>3</sup>	Вкладышно-накладочное		
P50	1/11	21017	20927	4327	0°41'24"	11000	11000	297259	Остряки гибкие		
P50	1/9	12500	12500	4327	0°41'24"	6515	6513 <sup>2</sup>	297259	Вкладышно-накладочное		
<b>Симметричные</b>											
P65	1/11	—	12500	4015	0°25'	7000	—	765000 <sup>5</sup>	Вкладышно-накладочное		
P65	1/9	—	12500	4015	0°25'	7000	—	765000 <sup>5</sup>	То же		
P50	1/11	—	12500	4327	0°25'	6515	—	765000 <sup>5</sup>	>		
P50	1/9	—	12500	4327	0°25'	6515	—	765000 <sup>5</sup>	>		
P50	1/6	—	12500	2179	0°25'	5640	—	276000 <sup>5</sup>	>		
P50	1/6	—	6116 <sup>4</sup>	741	0°40'	4340	—	200770 <sup>5</sup>	Радиусы от начала остряка до корня		

<sup>1</sup> Радиус остряка до сечения 75 мм.

<sup>2</sup> Стрелка, объединенная для переводов марок 1/11 и 1/9.

<sup>3</sup> Радиус до сечения 72,6 мм.

<sup>4</sup> Для подгорочных путей.

<sup>5</sup> Радиусы от начала остряка до корня.

стрелочных переводов

Угол крестовины	Конструкция	Длина, мм		Горизонтальная вставка, мм	Радиус перевода кривой, мм	Осьевые размеры, мм		Теоретическая длина, мм	Полная длина перевода, мм
		передней части	хвостовой части			a	b		
<b>переводы</b>									
23550	Сборная с литым сердечником	5900	5640	1124	1440000	31866	39254	60446	71120
31012.5	Цельнолитая	2150	4425	1139	960000	25557	31962	49258	57519
51140	То же	3100	3670	3147	300990	14063	20424	28048	34437
51140	Сборная с литым сердечником	2950	2550	3240	300000	14018	19349	28048	33367
62025	То же	2500	2090	1731	200000	15191	15848	26180	31039
51110	>	2650	2300	3585	297259	14430	19099	26902	33529
62025	>	2085	1880	2055	200000	15424	15638	24854	31061
<b>переводы</b>									
51140	Сборная с литым сердечником	2950	2550	5139	765000	13779	19349	26580	—
62025	То же	2500	2090	1912	765000	15446	15848	25210	—
51140	>	2650	2300	5139	765000	14091	19099	26580	—
62025	>	2085	2300	1912	765000	15758	15638	25210	—
92745	>	5109	1380	977	276000	9925	10587	16984	—
92745	>	2260	1380	1206	200770	6929	10587	15426	—

Таблица 30. Характеристики стрелочных переводов крутых макр

Тип стрелочного перевода с прямым элементом, выпускавшийся до 1967 г.	Угол отвертывания	Полная длина перевода, мм	Расстояние от стыка рамного рельса до центра перевода до конца крестовины, мм	Радиус переведной привой, мм	Угол удара в остряк	Длина остряка, мм	Длина залегающего конца крестовины, мм	Длина переднего конца крестовины, мм		
1/5 Р43	11°18'36"	15830	7006	8824	56479	804	2°42'47"	2967	1127	1130
1/7 Р50	8°07'18"	22425	10097	12328	117887	914	1°48'30"	4340	1604	1178
1/9 Р50	6°20'25"	27974	12554	15420	190480	879	1°20'14"	5950	1654	1665

В табл. 29 и 30 приведены размеры и характеристики стандартных стрелочных переводов, применявшихся у нас в стране на путях общего пользования и путях промышленного транспорта.

#### § 4. Эпюры стрелочных переводов

Все размеры стрелочного перевода, необходимые для его разбивки на месте укладки, наносят на чертеж, который называется эпюроей.

На эпюре должны быть нанесены: ширина колеи в различных сечениях перевода; размеры остряков, крестовины и контррельсов; стыковые зазоры; радиусы кривых; ординаты для разбивки переведной кривой; осевые размеры стрелочного перевода.

На эпюре должно быть показано размещение переводных брусьев или других подрельсовых оснований, на которых укладывается стрелочный перевод. На рис. 153 показана эпюра стрелочного перевода. На рис. 153, а приведен порядок раскладки переведных брусьев, на рис. 153, б — схема разбивки стрелочного перевода. Эпюра стрелочного перевода изображена одной линией. Рабочие эпюры, эпюры типовых стрелочных переводов можно изображать и по-другому: переведные брусья или шпалы двумя линиями, а рельсы — одной сплошной основной линией (рис. 154).

Стрелочные переводы обычно укладывают на деревянных шпалах и брусьях. Это наиболее распространенный вид подрельсового основания стрелочных переводов. В последнее время брусья стали изготавливать из железобетона. Имеются стрелочные переводы, уложенные на железобетонных плитах.

Деревянные брусья изготавливают из обычной шпальной древесины. В зависимости от размеров и формы поперечного сечения они бывают обрезные и необрезные трех типов.

На рис. 155 представлено поперечное сечение обрезных (А) и необрезных (Б) переведных брусьев. Размеры поперечного сечения представлены в табл. 31. Переводные брусья I и II типов

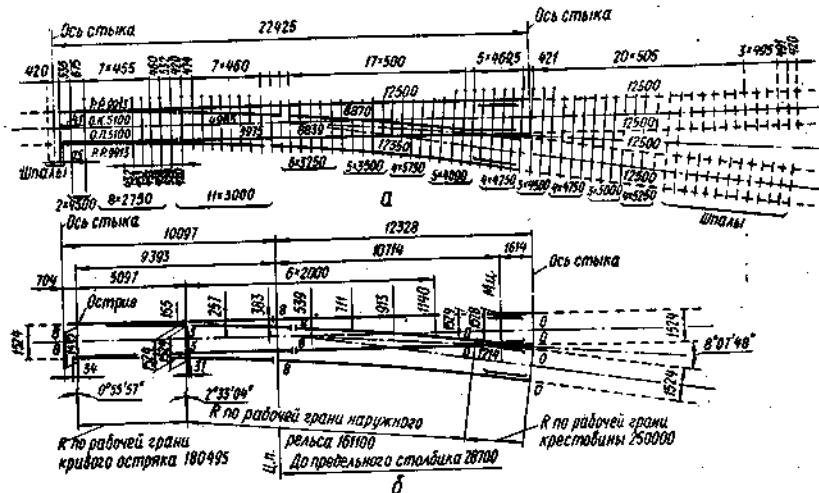


Рис. 153. Эпюра стрелочного перевода

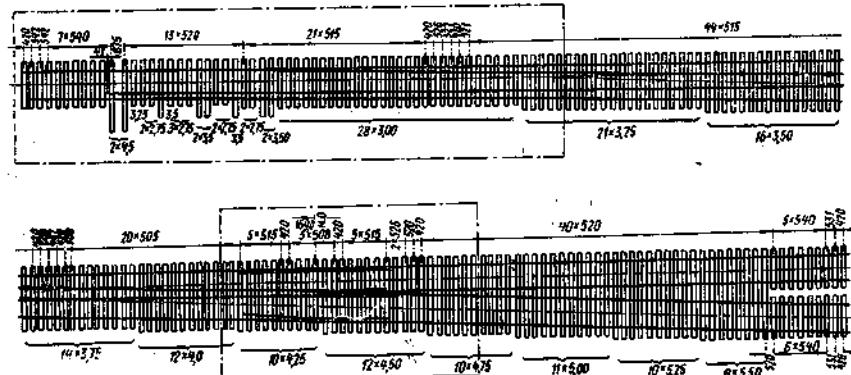


Рис. 154. Эпюра стрелочного перевода

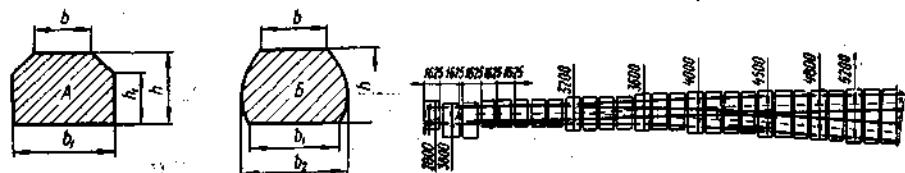


Рис. 155. Поперечное сечение деревянных брусьев

Рис. 156. Стрелочный перевод на железобетонных плитах

Таблица 31. Размеры поперечного сечения переводных брусьев

Тип брусьев	Толщина $h$ брусьев	Ширина наружной пласти брусьев			Ширина $b_1$ внутренней пласти	Ширина $b_2$ бруса по непропиленным сторонам	Высота $h_1$ пропиленной боковой стороны
		широкая (Ш)	нормальная (Н)	широкая (Ш)			
<b>Обрезные (А)</b>							
I	180	220	200	—	260	—	150
II	160	220	—	200	175	250	130
III	160	—	200	175	230	—	130
<b>Необрезные (Б)</b>							
I	180	220	200	—	260	300	—
II	160	220	—	200	175	250	280
III	160	—	200	175	230	260	—

распространены на путях МПС, III типа — на промышленных путях. Длина брусьев принята таких размеров: 3,00; 3,25; 3,50; 3,75; 3,00...5,50 м с увеличением через каждые 0,25 м. По мере разветвления прямого и бокового путей длина брусьев должна постепенно увеличиваться.

Плиты для стрелочных переводов по сравнению с плитами для укладки в путь имеют небольшие и также меняющиеся размеры. Стрелочный перевод на железобетонных плитах представлен на рис. 156.

Наличие эпюры (каждый стандартный стрелочный перевод обязательно имеет эпюру) позволяет по указанным в ней размерам разбить на месте и уложить стрелочный перевод. При проектировании новых переводов, реконструкции станций, необходимости уложить стрелочный перевод в стесненных условиях эпюру разрабатывают заново: работники проектных организаций проектируют стрелочный перевод и его эпюру. В процессе проектирования производится геометрический расчет элементов стрелочного перевода. До проектирования геометрических размеров следует установить основные параметры стрелочного перевода, определяющие условия безопасного движения подвижного состава по стрелочному переводу:

1. Потеря кинетической энергии при въезде подвижного состава в стрелочный перевод со стороны остряка. Ее определяют из выражения

$$W = v^2 \sin^2 \beta, \quad (6.1)$$

где  $W$  — искомая потеря кинетической энергии;

$v$  — скорость движения поезда, км/ч;

$\beta$  — угол удара между остряком и рамным рельсом.

Допускаемое значение потери кинетической энергии равно 0,6...0,8 км<sup>2</sup>/ч<sup>2</sup>.

2. Непогашенное ускорение, проявляющееся при движении по остряку, находят по формуле

$$a_0 = v^2/R_0, \quad (6.2)$$

где  $a_0$  — непогашенное ускорение, м/с<sup>2</sup>;

$R_0$  — радиус остряка или радиус фиктивной кривой, вписанной в рамный рельс и остряк при движении подвижного состава по прямому остряку.

Допускаемое значение непогашенного ускорения равно 1 м/с<sup>2</sup>.

3. Непогашенное ускорение, проявляющееся при движении по переводной кривой, определяют по формуле

$$a_k = v^2/R_k, \quad (6.3)$$

где  $a_k$  и  $R_k$  — соответственно непогашенное ускорение и радиус остряка переводной кривой.

Допускаемое значение непогашенного ускорения в данном случае равно 0,7 м/с<sup>2</sup>.

4. Предельно допустимая перегрузка наружного рельса переводной кривой

$$[v] = \sqrt{\frac{0.15SRg}{h_k}}, \quad (6.4)$$

где  $S$  — ширина колеи, которая измеряется между осями головок рельсов;

$R$  — радиус переводной кривой;

$g$  — ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$h_k$  — высота центра тяжести над головкой рельса.

5. Устойчивость экипажа против опрокидывания

$$[v] = 4.8\sqrt{R}. \quad (6.5)$$

6. Устойчивость экипажа против всползания колеса на рельс

$$[v] = 2.26/\operatorname{tg} \beta. \quad (6.6)$$

В формулах (6.4), (6.5) и (6.6) в левой части имеется в виду допускаемая скорость по определенному параметру.

Правилами технической эксплуатации дорог Союза ССР установлены следующие допускаемые скорости на боковой путь стрелочных переводов:

Стрелочный перевод	Скорость, км/ч
Типа Р65 марки 1/22	120
» Р50 и Р65 марки 1/18	80
» Р65 марки 1/11	50
Все остальные марок 1/9 и 1/11	40
Симметричный марки 1/11	70

Движение по прямому пути стрелочных переводов разрешается с большими скоростями при марках 1/11, 1/18, 1/22 — 120 км/час.

По новым стрелочным переводам, так называемым скоростным, типа Р65 марки 1/11 с подуклонкой рельсов и установкой дополнительных болтов для крепления контррельсов разрешается скорость 140 км/ч, а по переводам этих же типов и марок с крестовиной и подвижными элементами временно разрешена скорость 160 км/ч для пассажирских поездов.

## 4

### § 5. Требования к стрелочным переводам

Стрелочные переводы должны тщательно содержаться по уровню, шаблону и в плане с точным соблюдением допусков износа отдельных их частей.

Стрелочные переводы запрещается держать в пути, если они имеют следующие неисправности:

- а) разъединение стрелочных остряков;
- б) отставание остряка от рамного рельса на 4 мм и более, измеряемое против первой тяги;
- в) выкрашивание остряка, при котором создается опасность набегания гребня, и во всех случаях выкрашивание более 200 мм на главных, 300 мм на приемо-отправочных и более 400 мм на прочих стационарных путях;
- г) понижение остряка против рамного рельса на 2 мм и более, измеряемое в сечении, в котором ширина головки остряка поверху равна 50 мм и более;
- д) вертикальный износ рамных рельсов: типа Р38 более 6 мм на главных, 8 мм на приемо-отправочных и 10 мм на прочих стационарных путях; типа I-A, Р43, Р50 — более 8 мм на главных, 10 мм на приемо-отправочных и 12 мм на прочих стационарных путях; типа Р65 — более 10 мм на главных, 12 мм — на приемо-отправочных, 14 мм — на прочих стационарных путях. На путях перевозки горячих слитков, жидкого чугуна и шлака, а также на путях открытых горных разработок вертикальный износ рамных рельсов типа Р65 не должен превышать 12 мм;
- е) вертикальный износ сердечников крестовин в сечении, где ширина сердечника 40 мм, более 8 мм на главных, 10 мм на приемо-отправочных и 12 мм на прочих стационарных путях;
- ж) когда расстояние между рабочим кантом сердечника крестовины и рабочей гранью головки контррельса менее 1477 мм (в стрелочных переводах с шириной колеи 1520 мм — менее 1474 мм) или расстояние между рабочими гранями головок контррельса и усовика более 1435 мм;
- з) излом остряка или рамного рельса;
- и) излом крестовины (сердечника, усовика);
- к) разрыв одного контррельсового болта.

Нормы содержания по шаблону одиночных и двойных стрелочных переводов, укладываемых в прямых участках пути, установлены Правилами ремонта и содержания железнодорожных путей предприятий системы Министерства черной metallurgии СССР.

Основные размеры стрелочных переводов и эпюры раскладки переводных брусьев указаны в технических паспортах на стрелочные переводы и в альбомах на стрелочные переводы промышленного транспорта и МПС.

В табл. 32 приведены значения отклонений в содержании стрелочных переводов.

Таблица 32. Отклонения в содержании стрелочных переводов

Место отклонения	Отклонение, мм	
	по ширине колеи	по сужению
<b>От ширины колеи</b>		
В переднем стыке рамных рельсов и в середине переводной кривой	+6	-2
У остряка пера и в корне пера (на прямом и боковом путях)	+4	-2
В конце переводной кривой и в крестовине	+2	-2
<b>От ширины желобов</b>		
В корне остряка по прямому пути (для стрелок с прямыми остряками)	+3	0
То же (для стрелок с кривыми остряками)	+4	-2
В корне остряка по боковому пути (для стрелок с прямыми остряками)	+3	-2
То же (для стрелок с кривыми остряками)	+3	-2
В горле крестовины	+4	0
У остряка крестовины и до сечения сердечника шириной 40 мм	+2	-2
В прямой части контррельсов	+2	-2
На отводах усиков и контррельсов	+4	-4
В горле тупой крестовины	+4	-2

Шаг остряка стрелочных переводов, измеряемый против первой тяги между боковой (вертикальной) рабочей гранью рамного рельса и нерабочей гранью остряка, должен иметь значение, приведенное в табл. 33.

Шаг остряка стрелочных переводов, оборудованных старыми системами централизации, до реконструкции может быть меньших размеров, чем указано в табл. 33, но не менее 125 мм.

Во всех случаях следует обеспечить точное совпадение рабочих граней рельсовой нити в корне стрелочного остряка. Отклонение рельсовых нитей по уровню в пределах стрелочных переводов (без перекосов) допускается не более 4 мм при отводе просадок не круче 0,003 мм.

Таблица 33. Значение шага остряка на стрелках

Тип стрелочных переводов	Шаг остряка по оси первой тяги, мм	Допускаемое отклонение, мм	
		по уширению	по сужению
Одиночные стрелочные переводы типов Р65, Р50, Р43 (IV), I-A, Р38(II-A) марок 1/9 и 1/11	152	8	2
типов Р65, Р50 марок 1/7, 1/6, 1/5	152	8	2
типа I-A марок 1/5, 1/7	165	8	2
типа II-A	152	8	2
Двойные перекрестные стрелочные переводы типа Р43 (I...V)	145	8	2

Чтобы уменьшить износ остряков и облегчить движение подвижного состава, на стрелочных переводах допускается повышение рамного рельса с остряком на ответвляющее направление до 25 мм.

Прилегание остряков к стрелочным подушкам должно быть плотным. Зазор допускается не более 1 мм при условии, что в загруженном состоянии понижение остряка вне пределов его вертикальной строжки против рамного рельса меньше 2 мм.

Нормы содержания по шаблону нетиповых стрелочных переводов, уложенных на путях промышленных предприятий, не включенные в правила, устанавливают организации — авторы чертежей.

Стрелочные переводы колеи 1520 мм содержатся по нормам, указанным в технических паспортах на переводы и в других инструктивных материалах МПС.

Износ головок остряков вне пределов вертикальной строжки (в сечении 50 мм и более) не должен превышать износ рамных рельсов, причем понижение головки остряка против рамного рельса (или при износе подушек под остряком) должно быть не более 2 мм. Износ остряка измеряют в сечениях остряка шириной 50 мм.

При неравномерном движении по прямому и боковому пути допускается повышение остряка над рамным рельсом до 2 мм с обеспечением плотности прилегания остряка к рамному рельсу.

Остряки и крестовины при выкрашивании следует зачистить. Исправляя выкрошенную часть, ей придают форму, предупреждающую наезд на остряк подрезанного гребня. Если исправления, обеспечивающие безопасное движение, сделать нельзя, то остряки и крестовины заменяют другими.

Стрелочные переводы выходят из строя неравномерно. Меньше всего служат сердечники крестовин, наибольший срок службы у рельсов соединительных путей. Поэтому установить единый срок службы стрелочного перевода в целом затруднительно.

Срок службы отдельных его элементов определяется износом и зависит от количества пропущенного по стрелочному переводу тоннажа.

Данные об интенсивности износа элементов стрелочных переводов позволяют рекомендовать следующие зависимости износа от пропущенного тоннажа:

$$h_{p.p} = 1,32 + 0,0188(T - 40); \quad (6.7)$$

$$h_{остр} = 2,46 + 0,025(T - 25); \quad (6.8)$$

$$h_{серд} = 2,5377 + 0,0534(T - 30), \quad (6.9)$$

где  $h_{p.p}$ ,  $h_{остр}$ ,  $h_{серд}$  — соответственно износ рамного рельса, остряка, сердечника стрелочного перевода, мм;

$T$  — пропущенный грузооборот, млн. т.

## Глава 7. ОСНОВЫ СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА ПУТИ

### § 1. Управление путевым хозяйством железнодорожного цеха

Главнейшая задача ведения путевого хозяйства на предприятии — это постоянное содержание пути в исправности согласно установленным нормам и допускам. Она решается правильной организацией текущего содержания пути, своевременным и качественным выполнением ремонтов.

Основными производственными единицами путевого хозяйства на предприятиях являются рабочее отделение, околоток, укрупненная механизированная бригада, ремонтно-путевая колонна, путевая машинная станция, участок и служба пути железнодорожного цеха или управления.

Рабочее отделение обслуживает участок пути 6 ... 10 км приведенной длины в зависимости от местных условий.

Околоток обслуживает участок пути 20 ... 30 км приведенной длины.

Приведенная длина пути состоит из развернутой длины всех путей без длины стрелочных переводов плюс условная длина стрелочных переводов. При этом каждые 15 стрелочных переводов, обслуживаемых стрелочниками, или 10 необслуживаемых, считаются за 1 км пути. Глухое пересечение считается за 2 обычных необслуживаемых перевода. На путях МПС 1 км главного пути считается за единицу, 1 км второго пути — за 0,75; 1 км станционного пути — за 0,33; 20 стрелочных переводов — за 1 км пути.

На рис. 157 и 158 приведены примеры организационной структуры службы пути железнодорожного цеха (управления) предприятия.

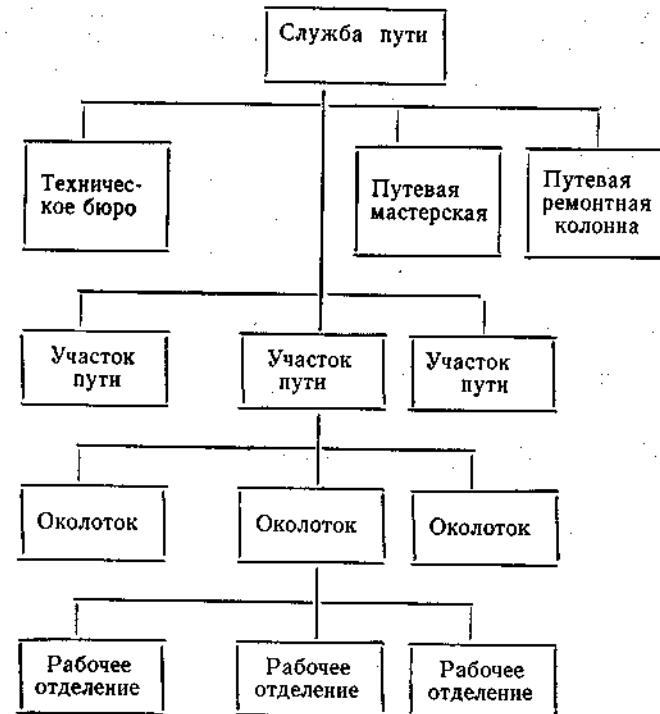


Рис. 157. Организационная структура службы пути железнодорожного цеха предприятия

На предприятиях, имеющих протяженность путей до 30 км, все виды ремонта пути выполняются путевой бригадой отделения или околотка.

Чтобы выполнить капитальный, средний и подъемочный ремонты пути, на предприятиях организуют такие подразделения:

- 1) укрупненную механизированную бригаду при протяженности путей предприятия 31 ... 100 км (приведенной длины);
- 2) путевую ремонтную колонну при протяженности путей предприятия 101 ... 200 км;
- 3) путевую машинную станцию при протяженности путей предприятия более 200 км.

Кроме того, на крупных предприятиях для обеспечения потребностей путевого хозяйства строят звенособорочные базы и путевые мастерские с гаражами для путевой техники.

Для предприятий Министерства черной металлургии СССР в объединении «Черметремонт» созданы специализированные подразделения — тресты. Они выполняют капитальный, средний и подъемочный ремонты путей, а также сплошную смену рельсов. Создание этих подразделений обеспечивает централи-

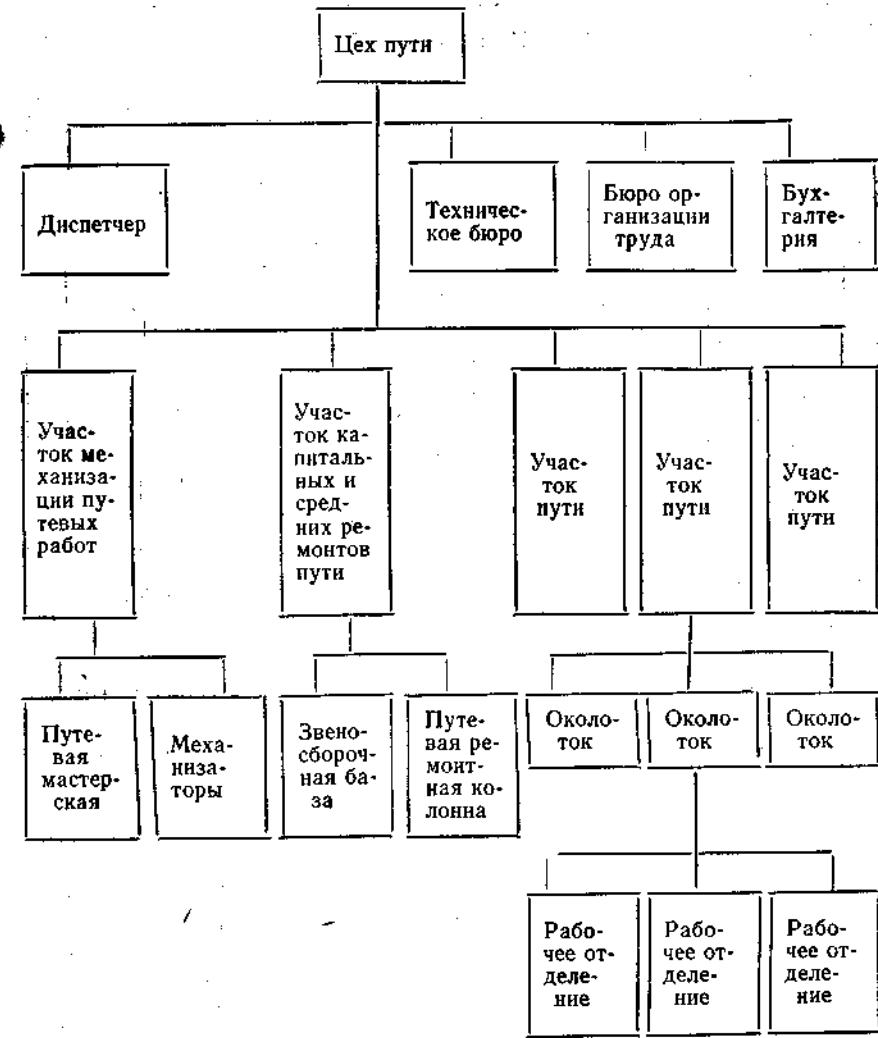


Рис. 158. Организационная структура цеха пути железнодорожного управления предприятия

зацию ремонта железнодорожных путей и более высокое качество работ, способствует повышению уровня механизации ведения работ и более эффективному использованию путевой техники.

На рис. 159 показана организационная структура путевой машинной станции (ПМС).

Для постоянного наблюдения за безопасностью движения на путях следования пассажирских поездов и вагонов с разрядными грузами создается штат путевых обходчиков. Протяженность

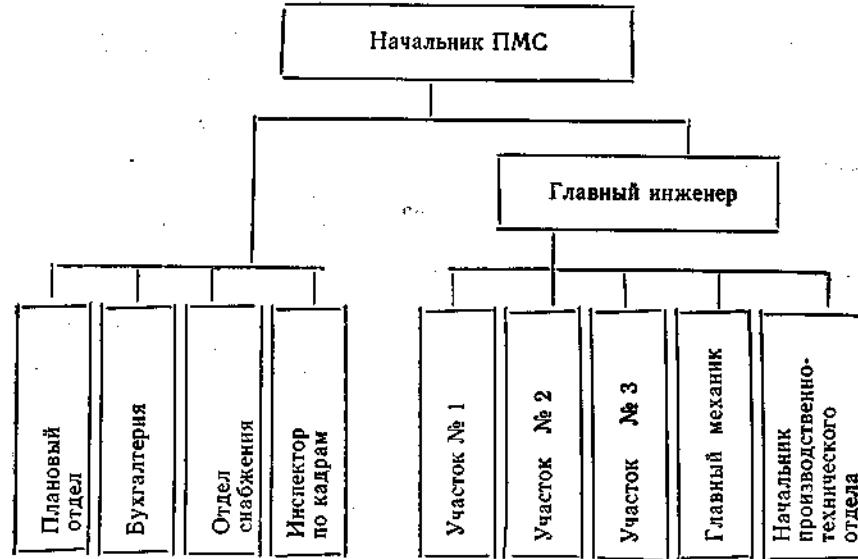


Рис. 159. Организационная структура путевой машинной станции

путевого обхода применительно к местным условиям может быть 4 ... 8 км пути.

Чтобы обеспечить круглосуточные работы основных агрегатов на предприятиях в ночное время, работают дежурные ремонтные бригады. Численность этих бригад определяется согласно расчетам норм — 4 чел. на 100 км приведенной длины железнодорожных путей.

Структуру управления путевым хозяйством каждого предприятия устанавливают с учетом местных условий.

## § 2. Основные принципы организации ремонта и текущего содержания заводских путей

Работы по ремонту и текущему содержанию пути и сооружений производят, как правило, без перерыва движения и без сокращения скорости следования поездов при условии обеспечения безопасности движения. При значительных по объему и сложных по условиям производства работах разрешаются кратковременные перерывы в движении и ограничение скоростей движения, если они не отражаются на работе основных агрегатов завода.

Для поддержания пути в постоянной исправности в течение всего года осуществляется текущее содержание пути. Оно предусматривает постоянный надзор за состоянием пути, искусств-

венных сооружений и земляного полотна, а также выполнение комплекса профилактических работ по предупреждению неисправностей и их устранению. Основным принципом текущего содержания является предупреждение появления неисправностей.

Кроме текущего содержания, периодически выполняются установленные виды ремонта пути. Необходимость в ремонте пути возникает вследствие износа его элементов и накопления остаточных деформаций в элементах путевой конструкции.

Текущее содержание и ремонт пути взаимосвязаны. Хорошее качество текущего содержания увеличивает сроки службы элементов пути, удлиняет межремонтные сроки и уменьшает объемы работ по ремонту пути, а своевременное выполнение ремонта с высоким качеством облегчает текущее содержание пути.

Виды ремонта, перечень и объемы составляющих работ определяются классификацией путевых работ, уточняются и дополняются по местным условиям. Периодичность ремонтов и установленные межремонтные сроки дают возможность определить количество километров, подлежащих ремонту в данном сезоне.

Начальники служб (цехов) пути, старшие дорожные мастера, дорожные мастера и бригадиры пути несут ответственность за исправное состояние пути, обеспечивающее бесперебойное и безопасное движение поездов и выполнение маневровой работы по обслуживанию основных агрегатов производства. Они обязаны систематически проверять и изучать состояние пути и сооружений. При этом особое внимание должно быть обращено на исправное содержание стрелочных переводов, кривых участков пути, пути на мостах и эстакадах, а также на подходах к ним.

На территории заводов имеется большое количество надземных и подземных коммуникаций (газопроводы, водопроводы, канализация, электрокабели, трубы пневмотранспорта, различные тоннели и др.), вертикальное положение и положение в плане которых увязаны с положением железнодорожных путей с учетом соблюдения требований габарита приближения строения. Поэтому возможности изменения положения ремонтируемого пути в вертикальной и горизонтальной плоскостях ограничены. В каждом конкретном случае перед ремонтом необходимо готовить техническую документацию, проверяя положение существующих и запроектированных коммуникаций и сооружений на участке пути, подлежащем ремонту.

## § 3. Планирование путевых работ

Работы по предупреждению расстройств пути необходимо выполнять комплексно, т. е. выполнять все предупредительные работы в определенной последовательности за один прием, переходя от километра к километру пути.

Комплексное производство работ создает возможность более рационально использовать машины и механизмы, применять

наиболее совершенные технологические процессы производства работ.

Работы по текущему содержанию пути выполняют по плану на протяжении года. Годовой план работ текущего содержания пути разрабатывается на основе результатов осеннего осмотра путей и сооружений. По результатам весеннего осмотра путей и сооружений вносят корректировку в годовой план работ по текущему содержанию пути. Этот план предусматривает следующее:

- а) перечень путей, на которых необходимо выполнить комплексные планово-предупредительные работы;
- б) перечень и объем работ по каждому объекту;
- в) расчет потребности в рабочей силе для выполнения работ;
- г) расчет потребности в материалах для выполнения работ;
- д) календарные графики работ.

В годовой план работ по текущему содержанию пути должны включаться разбивка объемов работ, кредитов и материалов по кварталам.

На основе годового плана разрабатывают месячные планы работ, уточняемые по данным периодических осмотров.

Работа бригад по выполнению неотложных работ и путевых обходчиков регламентируется двухнедельными графиками. Эти графики составляет дорожный мастер путевого околотка на основе натурного осмотра пути совместно с бригадиром пути соответствующего рабочего отделения.

Работы по текущему содержанию пути планируют, учитывая особенности сезона. Летом необходимо выполнять в основном комплексные планово-предупредительные и неотложные работы, а также очистку путей от мусора и грязи. Осенью выполняются работы по окончательной выправке пути перед замерзанием балластного слоя и земляного полотна, по подготовке средств снегозащиты, по очистке путей и неотложные работы. Зимой ведутся неотложные работы по содержанию пути, работы по выправке пути на луинах и снегоборьбе. Весной выполняют работы по борьбе с водой, сплошной очистке и выправке пути после оттаивания балласта и земляного полотна и неотложные по текущему содержанию пути.

Планово-предупредительные работы выполняются в соответствии с типовыми технологическими процессами.

Годовой план капитального, среднего и подъемочного ремонтов путей завода составляется начальником службы или цеха пути и утверждается руководителем завода. Годовой план выполнения ремонтов должен иметь разбивку объемов работ, кредитов на их производство, лимитов по труду и на материалы по кварталам.

На основе годового плана составляют *месячные планы* производства ремонтных работ. На выполнение ремонтных работ разрабатываются технологические процессы производства работ.

#### § 4. Виды ремонта пути

На путях промпредприятий производят следующие основные виды ремонта: 1) подъемочный; 2) средний; 3) капитальный; 4) сплошная замена рельсов новыми или старогодними; 5) смена металлических частей стрелочных переводов; 6) сплошная смена переводных брусьев; 7) капитальный ремонт переездов; 8) передвижка карьерных и отвальных путей.

Кроме перечисленного, ежегодно выполняются в плановом порядке такие работы: а) постановка стрелочных переводов на щебень; б) сварка рельсов; в) наплавка рельсов и деталей стрелочных переводов; г) ремонт рельсов и шпал; д) устройство и ремонт снегозащитных ограждений пути.

*Подъемочный ремонт* пути назначается на путях, требующих сплошной выправки пути, для создания равноупругости основания путевой решетки и, если это необходимо, восстановления дренирующих свойств балластного слоя. При подъемочном ремонте выполняются следующие виды работ:

- а) срезка загрязненной корки при гравийном, асбестовом, ракушечном и песчаном балластах, замена загрязненного балласта в отдельных местах чистым (для ликвидации выплесков), пополнение балластной призмы (расход балласта на 1 км пути должен быть в пределах 150 м<sup>3</sup>), очистка рельсов и скреплений от грязи;

- б) разгонка или регулировка зазоров, пополнение недостающих противоугонов до количества, обеспечивающего полное за克莱ние пути от угона;

- в) одиночная замена дефектных рельсов и скреплений с пополнением скреплений до нормы, смазка и подтягивание всех болтов;

- г) замена негодных шпал и переводных брусьев новыми или старогодними (отремонтированными), ремонт лежащих в пути шпал и переводных брусьев (расход шпал не должен превышать 20 шт. на 1 км);

- д) перешивка пути в местах отклонений от нормы, зачистка заусенцев на шпалах;

- е) сплошная подливка всех шпал и переводных брусьев с выправкой местных просадок;

- ж) выправка круговых и переходных кривых по расчету, выправка переводных кривых на стрелочных переводах по ординатам;

- з) отделка балластной призмы;

- и) очистка водоотводных сооружений;

- к) частичный ремонт переездов.

*Средний ремонт* пути назначается при сильном загрязнении балласта. При среднем ремонте производится оздоровление и усиление балластного слоя, шпалного хозяйства с одиночной заменой дефектных рельсов. Средний ремонт путей выполняют между

очередными капитальными ремонтами в соответствии с объемными ведомостями и разработанными технологическими процессами.

Средний и подъемочный ремонты внекатегорийных путей выполняются через 7 ... 15 лет, путей I категории — через 15 ... 20 лет.

При среднем ремонте пути выполняются следующие виды работ:

а) очистка щебеночного балластного слоя на глубину не менее 20 см или обновление загрязненного щебеночного, гравийного, шлакового балласта на глубину не менее 10 см под шпалой или поставка пути на балласт с более высокой несущей способностью с доведением профиля балластной призмы до размеров, соответствующих данному типу верхнего строения пути;

б) разгонка или регулировка зазоров с пополнением количества противоугонов до нормы;

в) одиночная смена дефектных рельсов и скреплений, доведение количества скреплений до нормы;

г) замена негодных деревянных и железобетонных шпал и ремонт шпал, лежащих в пути (расход шпал на 1 км не должен превышать 480 шт.);

д) усиление пути в кривых участках радиусом 400 м и менее;

е) исправление подуклонки рельсов, зачистка заусенцев на шпалах и перешивка пути;

ж) смена и ремонт изношенных металлических частей стрелочных переводов, смена негодных и ремонт лежащих в пути переводных брусьев;

з) смена негодных мостовых брусьев и ремонт брусьев в пути, смена и ремонт изношенных частей уравнительных приборов на мостах;

и) рихтовка круговых и переходных кривых по расчету, выправка положения стрелочных переводов;

к) планировка обочин, исправление откосов, ремонт и очистка водоотводных и дренажных устройств, защитных и укрепительных сооружений земляного полотна, расчистка русел малых и средних искусственных сооружений;

л) переборка изолирующих стыков, ремонт и пополнение рельсовых соединителей;

м) ремонт переездов;

н) ремонт, пополнение недостающих и замена нестандартных путевых и сигнальных знаков.

**Капитальный ремонт** пути назначается на участках, где необходимо заменить рельсы и одновременно оздоровить или усилить балластный слой, шпалное хозяйство и земляное полотно. Капитальный ремонт пути внекатегорийных путей проводят через 7 ... 15 лет, путей I категории — через 12 ... 20 лет, путей II категории — через 15 ... 20 лет.

При капитальном ремонте пути выполняются такие работы:

а) оздоровление земляного полотна с ликвидацией пучин, балластных корыт, просадок, оползней, обвалов и других деформаций. Срезка гребней на обочинах, исправление и досыпка откосов и обочин, уширение земляного полотна, если это необходимо. Работы по ликвидации сложных деформаций земляного полотна (глубоких балластных корыт, оползней и др.) выполняются по отдельным проектам и сметам за год до капитального ремонта пути;

б) восстановление и ремонт водоотводных сооружений и дренажей;

в) восстановление и ремонт защитных и укрепительных устройств земляного полотна, регуляционных и защитных сооружений, расчистка русел малых и средних мостов и труб;

г) ликвидация отдельных негабаритных мест;

д) сплошная смена рельсов и скреплений в соответствии с рекомендуемыми типами верхнего строения пути при выполнении капитальных ремонтов;

е) сплошная смена шпал новыми железобетонными и усиление пути в кривых радиусом 400 м и менее (норма укладки новых деревянных шпал 800 ... 840 шт. на 1 км). В отдельных случаях с разрешения руководителя железнодорожного цеха или управления капитальный ремонт пути можно производить без смены шпал или с частичной заменой их. При ремонте рекомендуется применять старогодние отремонтированные деревянные шпалы;

ж) очистка щебеночного балласта на глубину не менее 20 см или обновление загрязненного щебеночного, гравийного и шлакового балласта на глубину не менее 10 см под шпалой или поставка пути на балласт с более высокой несущей способностью. Если в поперечном профиле поверхности балластной призмы на двухпутных и многопутных участках приведены к одному уровню, когда ремонтируются не все пути, то разница в уровнях головок рельсов смежных путей (ремонтируемого и неремонтируемого) не должна превышать 10 ... 15 см;

з) замена стрелочных переводов новыми, причем тип стрелочного перевода должен соответствовать типу укладываемых рельсов;

и) полное закрепление пути и стрелочных переводов от угона;

к) установка типовых изолирующих стыков с металлическими накладками и стыковых соединителей на электрифицированных линиях и участках, оборудованных автоблокировкой;

л) инструментальная выправка всех круговых и переходных кривых;

м) исправление продольного профиля с устройством в местах перелома профиля вертикальных кривых в соответствии с правилами;

н) замена рельсов и уравнительных приборов на мостах, сплошная смена мостовых брусьев или одиночная замена брусьев с ремонтом брусьев, оставляемых на мосту без замены,

исправление мостового настила, подъемка мостов с малыми пролетами до новой отметки головок рельсов и устройство отводов пути к мостам с большими пролетами;

о) ремонт всех переездов с прилегающими к ним подходами автодорог на 10 м в каждую сторону от крайних путей с укладкой настилов типовой конструкции. Очистка, ремонт водоотводных и водопропускных сооружений, замена ручных и нетиповых шлагбаумов, ремонт механизированных и запасных шлагбаумов, переездных будок, ограждений габаритных ворот, предупредительных знаков и осветительных устройств;

п) ремонт, пополнение недостающих и замена нестандартных путевых и сигнальных знаков.

На отвальных путях по мере роста отвала необходимо производить *передвижку пути*. Для передвижки пути на отвале проводятся такие работы:

а) подготовка железнодорожного полотна путем очистки, раскирковки и планировки ранее складированного шлака или других грузов;

б) подъемка путевой решетки и очистка ее от складируемого шлака или грунта;

в) передвижка путевой решетки на подготовленное полотно;

г) перегонка шпал с частичным исправлением пути по шаблону;

д) грубая рихтовка пути;

е) добавление и замена шпал, рельсов и скреплений;

ж) подъемка пути с балластировкой и засыпкой шпальных ящиков местным грунтом или щебнем;

з) окончательная рихтовка пути;

и) устройство тупиковых упоров;

к) послеосадочный ремонт.

*Работы по ремонту пути* подразделяются на *подготовительные, основные и заключительные* (отделочные).

К *подготовительным* относятся работы по проверке состояния пути для уточнения объемов работ, доставке необходимых материалов к фронту работ, добавке костылей, разгонке зазоров, смазыванию болтов, раскладыванию материалов вдоль фронта работ, доставке машин и механизмов, подготовленных к работе, к месту работ.

*Основные* работы включают комплекс работ, определяющих характер данного вида ремонта. Например, при капитальном ремонте основными являются смена рельсов и шпал, очистка и усиление балластного слоя с подъемкой пути.

*Заключительные* работы предусматривают отделку пути и приведение его в состояние, полностью отвечающее требованиям технических условий, установленных для данного вида ремонта.

Существуют *два метода* производства путевых работ: *комплексный* и *раздельный*. Комплексный метод характеризуется тем, что все основные работы на данном участке выполняются одно-

временно. При *раздельном* методе сначала выполняется один вид работ из входящих в основные (сплошная смена рельсов), потом другой (смена шпал), затем третий (подъемка на свежий балласт с подбивкой). Более перспективным является комплексный метод.

По расстановке рабочей силы различают *три способа* производства путевых работ: *звеньевый, поточный и поточно-звеньевой* (смешанный).

При *звеньевом* способе фронт работ, намеченный к выполнению в «окно», делится на равные по длине участки. На каждом участке своя группа рабочих (звено) выполняет весь комплекс работ. Работы выполняются одновременно по всему фронту.

При *поточном* способе бригады делят на группы и каждой группе поручают выполнение только одной работы или двух-трех взаимосвязанных операций. Состав рабочих группы рассчитывают так, чтобы скорость выполнения работ вдоль пути каждой группой была примерно одинаковой. Интервал предусматривается таким, чтобы обеспечивалось удобство производства работ. При поточном способе работы начинаются с одного конца фронта работ и перемещаются к другому.

Ремонты путей необходимо выполнять по типовым технологическим процессам, которые разрабатываются применительно к местным условиям на основе типовых технологических процессов.

Технологический процесс производства путевых работ определяет строгий порядок выполнения отдельных работ или операций по времени и месту, расстановки рабочих и машин, доставки материалов к месту работы и предусматривает выполнение путевых работ с минимальными трудовыми затратами и максимальным эффективным использованием средств механизации.

## § 5. Содержание стрелочных переводов

Стрелочный перевод — наиболее ответственный элемент верхнего строения пути. Поэтому его содержанию должно быть уделено особое внимание.

Текущее содержание стрелочных переводов обеспечивает: установленную ширину колеи, ширину желобов и правильное положение в плане и по уровню; плотность подбивки брусьев, плотность опирания рамных рельсов с остряками, крестовин и контррельсов на опорные подушки и подкладки; плотность прилегания остряков к рамным рельсам и упорным болтам; замену отдельных изношенных деталей и подтянутость всех скреплений перевода.

Стрелочные переводы очищают от мусора и грязи, а в зимний период — от снега и наледи с таким условием, чтобы металлические части и желоба были чистыми и остряки хорошо переворачивались.

Большое внимание уделяют прочности соединения стрелочных остряков со стрелочной тягой и надежности прикрепления серег к острякам. Слабые болты подтягивают, а заклепки переклеивают. Болты, крепящие эти детали, обязательно зашиплиновывают.

Наплывы, появляющиеся на сердечниках, усовиках и рамных рельсах, своевременно удаляют с помощью переносных заточных станков.

Поверхность балласта в ящиках между брусьями на всей длине стрелочного перевода содержат на 2...3 см ниже верха брусьев.

В осенний период делают водоотводы от каждого стрелочного перевода с таким расчетом, чтобы обеспечить отвод воды во время весеннего таяния снега.

К основным путевым работам текущего содержания относятся перешивка пути, регулировка и разгонка зазоров, выправка пути, рихтовка пути.

Перешивка пути с одновременной расшивкой не более трех смежных концов шпал при рельсах типа Р50 и тяжелее с применением стяжного прибора с одновременной расшивкой не более шести смежных концов шпал в прямых участках и по внутренней нити кривых и не более трех смежных концов шпал по наружной нити кривых выполняется под руководством бригадира пути или монтера пути V разряда. Место работ ограждают сигнальным знаком свисток «С».

Перешивка пути с одновременной расшивкой более трех смежных концов шпал, а при рельсах типа Р50 и тяжелее с применением стяжного прибора с одновременной расшивкой более шести смежных концов шпал в прямых участках и по внутренней нити в кривых и более трех смежных концов шпал по наружной нити в кривых выполняется под руководством бригадира пути или монтеров пути VI, V разрядов. Место работ ограждают сигналами остановки.

Перед перешивкой путь хорошо отрихтовывают. Места пути, подлежащие перешивке, отмечает бригадир пути по результатам проверки ширины колеи. Перешивают рельсовую нить, противоположную той, по которой производилась рихтовка. Рихтовочную нить перешивают, когда на ней имеется отбой, на мостах и путепроводах, при исправлении искажений в плане в зимнее время.

При перешивке пути со стяжным прибором соблюдают следующий порядок: два смежных конца шпал у прибора расшивают последними, а зашивают первыми. При перешивке пути на протяжении более шести шпал стяжной прибор устанавливают в третьем шпалном ящике от начала перешивки. После этого расшивают по три конца шпал по обе стороны от прибора, ставят в отверстия пластинки-закрепители с предварительным антисептированием отверстий и, вращая муфту стяжного прибора, приводят рельсовую нить в требуемое положение по шаблону. Затем

первый монтер пути зашивает сзади прибора три конца шпал, начиная от прибора, а второй монтер пути зашивает только один конец шпалы возле прибора впереди его по ходу работ. Затем он переставляет стяжной прибор через четыре шпалы вперед. После этого оба рабочих расшивают следующие, но уже не шесть, а четыре конца шпал, так как два конца шпал остались незашитыми. Далее работа выполняется в том же порядке.

Пришивочные, а также третий основные костили там, где они имеются, выдергивают при подготовительных работах на всем протяжении участка перешивки и забивают вновь после ее окончания.

До начала перешивки зачищают заусенцы, обмазывают зачищенные места антисептиком и раскладывают пластиинки-закрепители на всем участке перешивки. Пластиинки-закрепители делаю размером 110 × 15 мм, толщина 4...6 мм, пропитывая их антисептиком.

Для пропуска поезда или состава рельс пришивают не менее чем двумя основными костилями на каждом конце шпалы.

Регулировка и разгонка зазоров. Под воздействием сил угона, действующих в результате движения поезда, рельсы сдвигаются с установленного места. Вследствие этого размеры зазоров в стыках по длине колеи изменяются. Для восстановления нормальных размеров стыковых зазоров производят регулировку и разгонку зазоров.

Восстановление нормальных зазоров перемещением рельсов без разрыва колеи называют *регулировкой зазоров*. Если эту работу выполняют с разъединением стыков, то ее называют *разгонкой зазоров*.

Регулировку зазоров назначают при наличии двух слитых или максимально растянутых зазоров подряд на пути с рельсами длиной 25 м, трех слитых или растянутых зазоров подряд с рельсами длиной 12,5 м, если такие зазоры при соответствующей температуре не являются нормальными.

Регулировку зазоров (без разрыва рельсовой колеи) приборами, препятствующими движению поездов, выполняют под руководством бригадира пути или монтера пути VI, V разряда. Место работ ограждают сигналами остановки.

Разгонку зазоров (с разрывом рельсовой колеи) выполняют под руководством дорожного мастера или бригадира пути. Место работ ограждается сигналами остановки.

До начала регулировки или разгонки зазоры измеряют специальным мерным клином с делениями (рис. 160).

Регулировку и разгонку зазоров производят с помощью гидравлических приборов, обеспечивающих распирающую силу до 25 тс при усилии на рукоятке 18 кгс и максимальной раздвижке без перехвата 150 мм, с перехватом 300 мм.

При регулировке зазоров выполняются следующие операции: ослабление болтов в стыках, подлежащих регулировке, в преде-

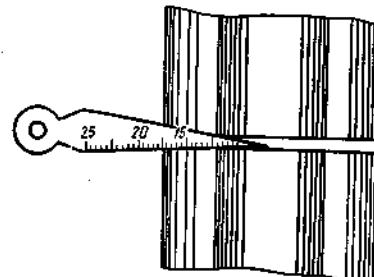


Рис. 160. Мерный клин для измерения стыковых зазоров

Для пропуска поезда каждый стык должен иметь не менее чем по два затянутых болта на каждом конце рельса.

Разгонка зазоров, кроме перечисленных операций по регулировке зазоров, включает дополнительные операции: отрывать стыковые и предстыковые ящики; делать выправку и подбивку стыковых и предстыковых шпал, которые должны быть передвинуты на новое место в соответствии с передвижкой стыков; разболчивание стыков в местах разрывов колеи; установка вкладышей. Рельсы перемещают по 4...5 шт. Зазор в разболченном стыке, состоящий из передвижки пластины, плюс зазор в данном стыке не должен быть более 175 мм.

Поезда по месту работ пропускают со скоростью не более 15 км/ч при условии, что в разорванном стыке установлен вкладыш, затянуто не менее четырех болтов, один из которых находится за вкладышем.

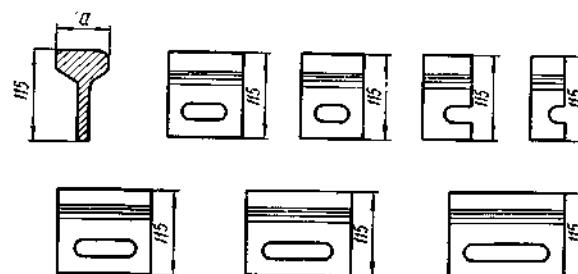


Рис. 161. Вкладыши для разгонки зазоров

На электрифицированных и оборудованных автоблокировкой линиях необходимо следить за исправностью рельсовых соединителей, а в разываемых стыках перед снятием рельсовых соединителей устанавливать обходной провод или поперечные перемычки. На рис. 161 показаны вкладыши для разгонки зазоров. Тип передвигаемых рельсов и вкладышей должен быть один и тот же.

**Выправка пути в продольном профиле и по уровню.** Работы по исправлению неплавности рельсовых нитей в продольном профиле, устраниению в отдельных местах неплотности между рельсом и подкладкой, подкладкой и шпалой, шпалой и балластным основанием, выправке отступлений во взаимном расположении рельсовых нитей по уровню выполняются подъемкой рельсовой решетки и подбивкой балласта под шпалы. Реже эта работа выполняется способом подсыпки балласта под шпалы или укладкой прокладок под подошву рельса при раздельном скреплении.

Перед выправкой пути подбивкой бригадир пути определяет границы и величины просадок, проверяет состояние зазоров (если необходимо производят регулировку зазоров) и добивку костылей.

Выправку пути с подъемкой до 2 см или подсыпкой до 10 мм выполняют под руководством бригадира пути, ограждая место работ сигнальным знаком свисток «С». Подъемку пути на высоту 2...6 см производят под руководством бригадира пути, ограждая место работ сигналами уменьшения скорости. Подъемку пути на высоту до 6 см путеподъемниками с подбивкой шпал шпалоподбивочными машинами выполняют под руководством бригадира пути, ограждая место работ сигналами остановки.

Выправка пути в продольном профиле и по уровню включает следующие операции: отрывку шпаловых ящиков, вывеску (подъемку) пути домкратами, выправку перекосившихся шпал, подбивку шпал, рихтовку, закрепление противоугонных устройств, засыпку шпаловых ящиков с плотной утрамбовкой балласта и оправку балластной призмы.

Подъемку пути ведут, как правило, двумя домкратами, устанавливающими один против другого с внешней стороны колеи. Для подъемки пути с рельсами тяжелых типов применяют 10-тонные гидравлические домкраты, а с рельсами более легких типов — 4...5-тонные. Домкраты устанавливают на возможно большем расстоянии друг от друга, но с таким расчетом, чтобы между начальной точкой подъемки (или ранее поднятой точкой) и местом установки домкрата не было провеса или бугра, чтобы рельсовая нить была достаточно ровной.

**Рихтовка пути.** После окончания работ по подъемке пути, разгонке зазоров, смене шпал и других работ производят рихтовку пути, так как при этом нарушается направление пути. Рихтовка пути выполняется в плановом порядке как отдельная работа по восстановлению плавности пути по направлению. Хорошее содержание пути по направлению — одно из основных условий, предлагающих расстройство пути.

Рихтовку пути до 2 см выполняют под руководством бригадира пути или монтера пути V разряда, ограждая место работ сигнальным знаком свисток «С». Рихтовку пути на величину от 2 до 6 см производят под руководством бригадира пути, ограждая место работ сигналами уменьшения скорости. Рихтовку пути

свыше 6 см выполняют под руководством мастера пути или бригадира, ограждая место работ сигналами остановки.

Рихтовка ведется по одной нити, на кривых участках — по упорной нити. Во время рихтовки необходимо следить за габаритными расстояниями до светофоров, опор контактной сети и других сооружений, а также за тем, чтобы не повредить присоединенные к рельсам провода от дросселей, провода заземления опор контактной сети, отсасывающие фидеры и рельсовые соединители. Рихтовку пути выполняют с помощью гидравлических рихтовочных приборов, устанавливая их так, чтобы они сдвигалиуть, почти не поднимая его.

В кривых участках пути малого радиуса и при рельсах тяжелого типа путь рихтуют пятью приборами, а при рельсах легких типов — четырьмя. С каждым прибором работает один человек. Приборы устанавливают на обеих рельсовых нитях через 4 ... 5 шпальных ящиков. Если необходимо, то перед рихтовкой регулируют зазоры. Для устойчивости пути после рихтовки необходимо тщательно заполнять балластом пустоты с обеих концов шпал.

Помимо перечисленных основных работ, в процессе текущего содержания пути производят работы по одиночной смене элементов верхнего строения пути (рельсов, шпал, скреплений), очистке пути и его элементов от грязи и засорителей, подтягиванию и смазке ослабленных скреплений, очистке и замене загрязненного балласта, оправке балластной призмы, срезке и планировке обочин земляного полотна.

При содержании пути на железобетонных шпалах в связи с тем, что такой путь более жесткий, чем на деревянных шпалах, следят за наличием и исправным состоянием амортизирующих прокладок под подкладками и рельсами. На таком пути необходимо своевременно ликвидировать просадки по перешивке пути, особенно первые 1 ... 2 года после укладки шпал.

На участках пути, оборудованных автоблокировкой, и с электротягой тщательно следят за состоянием рельсовых соединителей и изолирующих стыков, чтобы обеспечить их нормальную работу, устранив все причины, которые могут вызвать нарушение токопроводности, замыкание или изоляцию в изолирующих стыках.

## § 6. Основные положения по технике безопасности при путевых работах

При осмотрах и проверках пути и сооружений, при работах по содержанию и ремонту пути должна быть обеспечена безопасность работающих и охрана их здоровья. Улучшение условий труда, предупреждение несчастных случаев при производстве путевых работ является прямой обязанностью каждого путепровода и, прежде всего, руководителя.

В путевом хозяйстве допускаются к работам, связанным с движением поездов, только лица в возрасте не менее 18 лет, которые прошли медицинскую комиссию и изучили соответствующие правила и инструкции.

Перед работой руководитель инструктирует рабочих о безопасных приемах ее выполнения, о порядке схода с пути в случае приближения поезда или маневрового состава, о необходимости проявлять особое внимание к приближающимся поездам, маневровым составам, отдельным локомотивам, вагонам и другим подвижным единицам.

Временные рабочие, привлекаемые для снегоборьбы, водоборьбы и других работ, медицинскую комиссию не проходят, поэтому руководитель группы обязан опросить их и выяснить, не имеет ли кто из них таких физических недостатков, как глухота, ослабленное зрение, при которых нельзя допускать их к работе на пути. Перед работой руководитель обязан проинструктировать временных рабочих о безопасных приемах производства данных работ, о порядке схода с пути при приближении любых единиц подвижного состава.

В процессе работы руководитель следит за выполнением работающими правил по технике безопасности.

Перед началом работ в темное время суток, во время тумана, метелей и т. п., когда видимость менее 800 м, принимаются особые меры по обеспечению безопасности работающих: выдают заявку на получение предупреждений на поезда об особой бдительности и о подаче оповестительных сигналов при приближении к месту или переносному знаку «С»; выставляют людей с обеих сторон места работы с сигнальными рожками, чтобы предупреждать рабочих о приближении поезда; выдают заявку об оповещении работающих дежурными по станции или диспетчерами о приближении поездов или маневровых составов по громкоговорящей оповестительной связи; планируют работы так, чтобы их фронт у одного руководителя распространялся не более чем на 50 м.

На работах, связанных с опасностью выделения в воздух вредных паров, газов или пыли, отлетания осколков, стружек, рабочим выдают соответствующие средства индивидуальной защиты — противогазы, шлемы, очки и пр.

При работах в стесненных условиях (среди зданий, в глубоких выемках на кривых участках пути) и в других случаях, когда трудно своевременно увидеть приближающийся поезд или маневровый состав, а также при производстве работ, связанных с шумом, выставляют рабочих для наблюдения за подходящими к месту работ поездами и маневровыми составами, если место работ не ограждается сигналами остановки.

Запрещается приближаться самому или ставить какие-либо предметы на расстоянии менее 2 м до находящихся под напряжением и неогражденных проводов или частей контактной сети.

Если по условиям производства работ (ремонт или окраска искусственных сооружений и др.) необходимо приблизиться к указанным частям контактной сети на расстояние менее 2 м, то следует предварительно обесточить соответствующий участок контактной сети.

Работники железнодорожного транспорта, обнаружившие обрыв проводов контактной сети, обязаны сообщить об этом на ближайший дежурный пункт контактной сети дежурному по станции, энергодиспетчеру или диспетчеру и до прибытия бригады контактной сети следить, чтобы никто не приближался к оборванным проводам на расстояние ближе 10 м. Если оборванные провода нарушают габарит подвижного состава, то место обрыва должно быть ограждено сигналами остановки.

На месте производства работ в каждой бригаде должна быть специальная сумка с медикаментами и перевязочными материалами, необходимыми для оказания первой помощи, а также нужно выделить работника, который был бы обучен правилам оказания первой помощи. При несчастном случае или внезапном заболевании кого-либо из рабочих одновременно с оказанием первой помощи необходимо вызвать медицинского работника или направить больного в ближайший медицинский пункт.

### § 7. Приборы контроля за состоянием пути

Для содержания пути в исправном состоянии в пределах допустимых норм его систематически осматривают и проверяют контрольно-измерительными приборами.

Основными измерительными приборами для проверки ширины колеи, положения в вертикальной плоскости одной рельсовой нити по отношению к другой являются универсальные шаблоны ЦУП, катучие шаблоны и путеизмерительные тележки (системы Матвиенко). При выполнении работ по перешивке пути пользую-

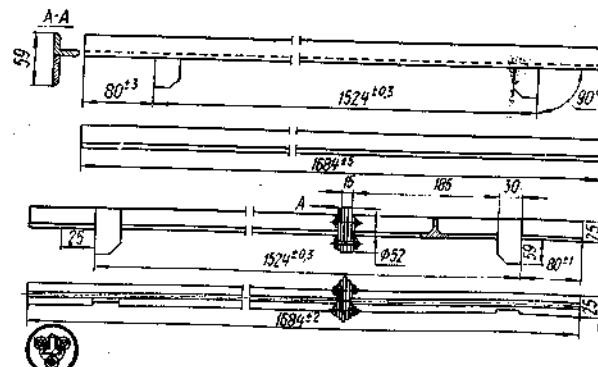


Рис. 162. Путевой рабочий шаблон (упорные планки)

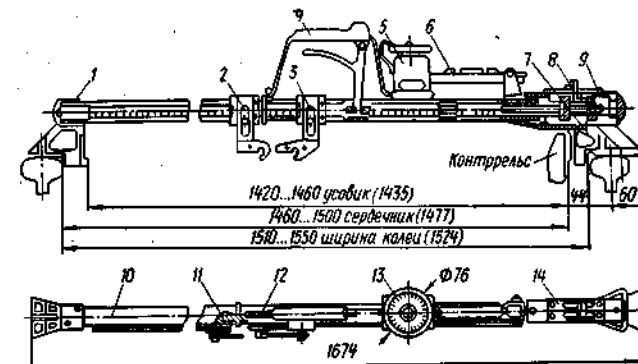


Рис. 163. Универсальный шаблон ЦУП-2Д:

1 — неподвижный упор; 2, 3 — шаблоны ординат; 4 — ручка; 5 — корпус уровня; 6 — уровень; 7 — подвижный упор; 8 — указатель шкалы; 9 — направляющая; 10 — левая часть корпуса шаблона; 11 — изолационная бобышка; 12 — правая часть корпуса шаблона; 13 — указатель положения рельсов по уровню; 14 — шкала шаблона

ются рабочими шаблонами. На рис. 162 и 163 показаны основные измерительные приборы.

Положение пути в плане на прямых участках проверяют на глаз или при помощи бинокля, на кривых участках — измерением стрел изгиба наружного рельса линейкой и тросом длиной в 10 и 20 м.

Подуклонку рельсов проверяют специальным шаблоном или специальным приспособлением к универсальному шаблону.

Чтобы измерить износ рельсов, частей стрелочного перевода, прилегание остряка к рамному рельсу, используют штангенциркуль.

Плавность рельсовой нити в продольном профиле проверяют с помощью визирок или нивелированием.

Рельсы на главных, приемо-отправочных путях и путях перевозки горячих грузов следует периодически проверять дефектоскопными тележками по графику, утвержденному начальником железнодорожного цеха (управления), но не реже двух раз в год.

### § 8. Машины, механизмы и инструмент для путевых работ. Перспектива механизации

На промышленных предприятиях для механизации путевых работ широко применяются путевые машины, механизмы и инструмент, используемые на путях МПС.

Однако специфические особенности и условия эксплуатации путевого хозяйства промышленных предприятий (металлургических заводов и др.) требуют создания новых путевых машин и модернизации применявшихся на путях МПС.

На заводских железнодорожных путях применяются следующие машины:

- 1) путеукладочные краны с моторными платформами, укладочные краны УК-25/9 для укладки звеньев пути длиной 25 м с деревянными и 12,5 м с железобетонными шпалами, укладочные краны УК-25/21 для укладки звеньев пути длиной 25 м с железобетонными шпалами;
- 2) стреловые дизель-электрические краны на железнодорожном ходу для укладки звеньев пути и стрелочных переводов;
- 3) щебнеочистительные машины ЩОМ-3У для очистки балласта без снятия путевой решетки;
- 4) хоппер-дозаторы ЦНИИ-ДВЗ для развозки балласта;
- 5) выправочно-подбивочно-отделочные машины ВПО-3000 для подъемки и выправки пути (их нельзя применять для работ на кривых участках пути малого радиуса);
- 6) шпалоподбивочные машины ШПМ-02 и АШТМ-1200;
- 7) путеподъемники и путепередвигатели всех типов (МПТС-1, ПП-3, ПУ-30, ПРМ);
- 8) грузовые дрезины АГМ и ДГК для транспортировки материалов верхнего строения пути;
- 9) плужные, реактивные, пневматические снегоочистители всех типов, снегоуборочные машины СМ-2.

На заводских путях для выполнения текущего содержания пути применяются гидравлические домкраты ДГП-8, ДГ-8; моторные гидравлические рихтовщики МГР-1; гидравлические рихтовочные приборы УРГ-01; гидравлические разгоночные приборы типа РН-01А, гидравлические прессы, рельсорезные, рельсосверлильные, рельсошлифовальные и шпалозарубочные станки; шуруповерты ШВ-1, электрогаечные ключи ЭК-1; вибрационные электрошпалоподбойки ЭШП-3, ЭШП-6, ЭШП-7; костылевыдергиватели и костылезабивщики; передвижные электростанции АБ2-Т/230Ж и АБ4-Т/230Ж и др.

Устройства различных машин и механизмов можно найти в различных учебниках и пособиях по путевым машинам и в справочной литературе. Перечень рекомендуемой по этому вопросу литературы приведен в конце книги. Кроме того, ввиду недостаточного количества путевых машин для удовлетворения потребности железнодорожных путей общего пользования и заводского транспорта многие предприятия, особенно крупные metallургические заводы и комбинаты, сами организовали производство путевых машин. Предложенные ими типы путевых машин оказались удачными и получили распространение не только в пределах одного предприятия. Так, на Тагильском металлургическом заводе была построена и получила распространение машина ПМ-3 для очистки путей, а на Ждановском металлургическом заводе — самоходная мусороуборочная машина, ряд путевых машин был предложен и построен на Магнитогорском металлургическом комбинате.

Уровень механизации путевых работ на металлургических заводах еще сравнительно низок, поэтому необходимо создавать путевые машины, приспособленные для работы в условиях металлургического производства и позволяющие обеспечить комплексную механизацию.

При создании путевых машин для металлургических заводов должны быть учтены следующие условия: а) наличие кривых участков пути малого радиуса; б) наличие большого количества стрелочных переводов; в) наличие путей с заглубленным балластным слоем; г) плотная застроенность территории завода; д) сильная засоряемость путей.

Чтобы обеспечить комплексную механизацию путевых работ на металлургических заводах, в настоящее время разрабатываются следующие путевые машины:

- 1) самоходная выправочно-подбивочно-отделочная машина, которая может работать на кривых участках пути радиусом 80 ... 100 м;
- 2) самоходный путеукладочный кран для укладки звеньев пути и блоков стрелочных переводов на электрифицированных участках пути с минимальным радиусом 80 ... 100 м;
- 3) самоходная шпалоподбивочная машина для работы на стрелочных переводах;
- 4) самоходная путевая машина для одиночной смены шпал;
- 5) самоходная путевая машина на комбинированном железнодорожном и автомобильном ходу для выполнения всех работ по ремонту пути;
- 6) самоходная снегоуборочная машина для уборки снега и мусора с путей радиусом 80 ... 100 м, а также со стрелочных переводах.

В январе 1977 г. Центральным Комитетом КПСС и Советом Министров СССР было принято постановление «О мерах по развитию железнодорожного транспорта». В нем дана развернутая программа развития всех звеньев железнодорожного транспорта. Специальный раздел постановления предусматривает увеличение производства путевых машин конкретно по их видам, с указанием количества производства путевых машин по годам до 1982 г. Предусматривается производство машин тяжелого типа — путеукладочных, щебнеочистительных, выправочно-подбивочно-отделочных и других и, что характерно, впервые намечена широкая программа производства машин для текущего содержания пути. Постановлением предусматриваются ассигнования на производство запасных частей для путевых машин.

## Раздел второй ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ МПС И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### Глава 8. КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ МПС И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТАНЦИЙ

#### § 1. Классификация раздельных пунктов МПС

Раздельные пункты делят железнодорожные линии на отдельные участки (перегоны) для регулирования пропуска поездов, обеспечения безопасности движения и необходимой пропускной способности.

К раздельным пунктам относятся путевые и вспомогательные посты, разъезды, обгонные пункты и станции, а при автоблокировке — проходные светофоры.

*Путевые посты* не имеют путевого развития, их устраивают на линиях, не оборудованных автоблокировкой, для повышения пропускной способности.

*Вспомогательные посты* предназначены для обслуживания пунктов примыкания ветви или подъездного пути на перегоне.

*Разъездами* называются раздельные пункты на однопутных линиях, имеющие путевое развитие для скрещения и обгона поездов.

*Обгонными пунктами* называются раздельные пункты на двухпутных линиях, имеющие путевое развитие для обгона поездов и в необходимых случаях допускающие перевод поезда с одного главного пути на другой.

*Станциями* называются раздельные пункты, предназначенные для приема, отправления, скрещения и обгона поездов, приема, хранения и выдачи грузов, обслуживания пассажиров, а также для выполнения технических операций (осмотра, экипировки и ремонта подвижного состава, расформирования и формирования поездов, подачи вагонов на подъездные пути предприятий и др.).

В зависимости от назначения и характера работы станции делят на промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и грузовые.

*Промежуточные станции* служат для скрещения и обгона поездов, погрузки и выгрузки грузов и багажа, посадки и высадки пассажиров, а также производства маневров, связанных с выполнением грузовых операций и обслуживанием подъездных путей и др.

*Участковые станции* предназначены в основном для смены локомотивов и бригад, технического осмотра подвижного состава, расформирования и формирования сборных и участковых поездов, выполнения грузовых и пассажирских операций.

*Сортировочные станции* служат для массового расформирования прибывающих поездов, формирования сквозных, участко-

вых, сборных и вывозных поездов, отправляемых на прилегающие участки, и передаточных поездов на другие станции узла. Кроме того, на этих станциях производятся другие операции, выполняемые на участковых станциях.

*Пассажирские станции* предназначены для приема и отправления пассажирских поездов, обслуживания пассажиров, приема и выдачи багажа и почты, смены локомотивов и бригад, технического осмотра подвижного состава и др. Осмотр, ремонт, экипировка и отстой пассажирских составов осуществляются в технических парках этих станций, а при значительном количестве пассажирских составов — на специальных пассажирских технических станциях.

*Грузовые станции общего пользования* служат для выполнения операций по погрузке-выгрузке грузов и перегрузке их с одного вида транспорта на другой, а также для обслуживания примыкающих подъездных путей предприятий.

К специальным грузовым станциям относятся перегрузочные, портовые и нефтеналивные.

По техническому оснащению и значению в сети железных дорог сортировочные станции делят на основные (опорные) сетевого значения, районные и вспомогательные.

*Основные (опорные)* станции располагаются преимущественно в крупных железнодорожных узлах. Они имеют мощные сортировочные устройства и предназначены главным образом для формирования сквозных поездов дальних назначений.

*Районные сортировочные станции* перерабатывают вагонопотоки, поступающие в узел преимущественно из ближайших районов сети или следующие из узла в эти районы. Эти станции формируют ограниченное количество сквозных поездов. К районным станциям относят также сортировочные станции, обслуживающие порты и крупные промышленные районы.

*Вспомогательные сортировочные станции* имеют небольшие объемы сортировочной работы и перерабатывают в основном местные вагонопотоки.

По объему и сложности выполняемой работы станции делятся на внеклассные, I, II, III, IV и V классов. Классность устанавливается при оценке показателей годового плана или достигнутого объема работы в условных единицах (сумма баллов):

		Свыше 60
I класса . . . . .	» 25 до 60	
II » . . . . .	» 10 до 25	
III » . . . . .	» 3 до 10	
IV » . . . . .	» 0,7 до 3	
V » . . . . .	До 0,7	

Сумму баллов определяют по табл. 34.

Таблица 34. Показатели для определения классности станций

Показатель	Единица измерения	Число баллов на единицу измерения
Грузовая работа (погрузка-выгрузка) в 1 сут (за год):		
на железнодорожных путях общего пользования	10* вагонов	2,0
на железнодорожных путях необщего пользования	100* >	2,0
на станциях, где грузовая работа производится целыми маршрутами или укрупненными группами вагонов (не менее 10 вагонов) с однородным грузом	10* >	1,0
сортировка вагонов с мелкими отправками и контейнерами	10* >	2,0
Переработка вагонов в 1 сут	100* >	2,0
Вагонооборот в 1 сут	1000* >	0,5
Количество проданных билетов в среднем в 1 сут (за год) на поезда:		
дальнего и местного сообщения	1000 билетов	1,0
пригородного сообщения	1000 >	0,2
Отправление и пропуск поездов в среднем в 1 сут (за год):		
со сменой локомотивов и бригад	10 поездов	1,0
без смены локомотивов	100 >	0,5
Подготовка вагонов к перевозке людей или погрузке зерна, соли, а также льдоснабжение, санитарная обработка в среднем в 1 сут (за год)	10* вагонов	1,0

\* В двухосном исчислении.

## § 2. Классификация промышленных станций

Промышленные станции предназначены для обслуживания транспортных нужд отдельных предприятий или промышленных районов. Они подразделяются на сортировочные, грузовые и распределительные.

*Сортировочные промышленные станции* предназначены для переработки вагонопотоков промышленного узла (района) или отдельных предприятий.

*Грузовые* станции выполняют в основном маневровую работу по обслуживанию пунктов погрузки-выгрузки грузов.

*Распределительные* станции служат для распределения вагонопотоков между другими станциями и грузовыми пунктами, а также для регулирования движения поездов.

Техническое оснащение и характер работы промышленных станций зависят от отрасли промышленности, которую они обслуживают.

Для обслуживания обрабатывающей промышленности служат заводские сортировочные, внутризаводские районные (распределительные) станции, в некоторых промышленных узлах

сооружаются центральные сортировочные станции промышленного района.

Заводские сортировочные станции сооружаются на крупных промышленных предприятиях для сортировки вагонов по районам (цехам) предприятия и для формирования маршрутов и передач на внешнюю сеть.

Внутризаводские районные (распределительные) станции располагаются на территории промышленного предприятия; они предназначены для регулировки движения между отдельными цехами, распределения и обмена вагонов у мест погрузки-выгрузки и подборки вагонов перед подачей их по отдельным фронтам.

Центральные сортировочные станции сооружаются в крупных промрайонах, удаленных от сортировочной или участковой станции магистральной линии. Они служат для сортировки вагонов по заводским станциям и формирования маршрутов на внешнюю сеть.

Для обслуживания добывающей (горнорудной) промышленности служат следующие станции: погрузочные, сборочные, обогатительных фабрик и распределительные.

Погрузочные станции (угольно-рудные) располагаются непосредственно у шахт (рудников); их схемы определяются главным образом способом погрузки.

Сборочные станции располагаются на выходах из горнорудного района. Они служат для формирования поездов на внешнюю сеть из вагонов отдельных мелких групп, прибывающих с погрузочных станций, а также для подборки порожних вагонов, следующих на погрузочные станции.

Станции обогатительных фабрик располагаются также на выходах из горнорудного района. Они предназначены для переработки угольных (рудных) вертушек, прибывающих с погрузочных или сборочных станций, и погрузки обогащенного угля (руды), формирования и отправления маршрутов на внешнюю сеть.

Распределительные станции устраиваются на открытых разработках полезных ископаемых для регулирования движения поездов, которыми вывозится порода в отвалы (породные), уголь (руда) с мест добычи к разгрузочным устройствам.

## Глава 9. ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ НА СТАНЦИЯХ. НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНЦИОННЫХ ПУТЕЙ В ПЛАНЕ И ПРОФИЛЕ

### § 1. Земляное полотно и водоотводные устройства

Ширина земляного полотна на разделенных пунктах зависит от количества путей и величины междупутий. Расстояние от оси крайнего станционного пути до бровки земляного полотна

принимают не менее половины ширины основной площадки однопутного участка, а на стрелочных улицах и вытяжных путях — не менее 3,25 м.

**Поперечные профили земляного полотна** и верха балластного слоя в зависимости от количества путей на станции (или в отдельном парке), вида грунта и количества осадков устраивают односкатными, двухскатными и пилообразными (рис. 164) с поперечными уклонами поверхности по направлению к устройствам продольного водоотвода до 0,02.

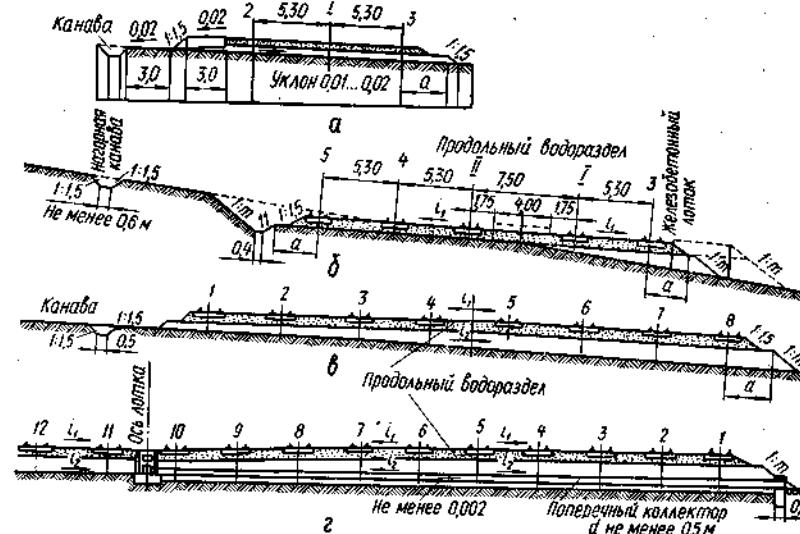


Рис. 164. Поперечные профили земляного полотна на станции

**Односкатные** поперечные профили проектируются преимущественно на разъездах и промежуточных станциях однопутных линий с небольшим количеством путей (рис. 164, а). На обгонных пунктах, промежуточных станциях двухпутных линий и в отдельных парках земляное полотно проектируется **двухскатным** (рис. 164, б и в). Перелом поперечного профиля в этом случае устраивают между осями главных путей, что создает благоприятные условия для размещения промежуточных пассажирских платформ. **Пилообразный** поперечный профиль земляного полотна (рис. 164, г) проектируют в сортировочных и других парках с большим количеством путей, где требуется развитая система водоотводных устройств.

Земляное полотно промышленных станций, расположенных на спланированной заводской площадке, устраивают корытного типа с заглубленным балластным слоем (§ 9, гл. 4).

Для того чтобы земляное полотно оставалось прочным и устойчивым и надежно работали устройства автоматики и телемеха-

ники и другие сооружения, необходимо обеспечить надежный отвод воды с поверхности основной площадки и балластной призмы, от централизованных стрелок, вагонных замедлителей, пассажирских платформ и других станционных устройств, а также воды, притекающей к станционной площадке с нагорной стороны.

Система водоотводных устройств станции включает, кроме вертикальной планировки поверхности земляного полотна, водоотводные канавы, кюветы, лотки, искусственные сооружения, канализационную сеть. Водоотводная сеть может быть открытой, закрытой или смешанной.

При пилообразном поперечном профиле (рис. 164, г) в междупутях с пониженными отметками укладывают продольные междупутные железобетонные лотки с продольным уклоном не менее 0,002. Воду из них отводят по поперечным коллекторам (по трубам диаметром не менее 0,5 м) на поверхность земли или в водоотводную канаву. Основанием коллектора служит слой утрамбованного щебня толщиной 0,2 м.

Для отвода воды в местах, где работают люди, следует устраивать закрытые лотки.

Междупутные лотки бывают различной высоты: 0,75; 1,00; 1,50; 2,00 м. Для фильтрации воды, поступающей с поверхности и из тела земляного полотна, за стенками лотка устраивается песчаная засыпка, а в стенках лотка предусматриваются отверстия. Воду от централизованных стрелок и пассажирских платформ отводят по железобетонным междупутальным лоткам глубиной 0,2 ... 0,85 м.

Если земляное полотно расположено в выемке, устраивают кюветы, продольный уклон которых равен продольному уклону земляного полотна, но не менее 2%. Кроме того, с верховой стороны земляного полотна проектируют нагорные канавы для перехвата воды, поступающей с нагорной стороны к откосу выемки.

## § 2. Верхнее строение станционных путей

Мощность верхнего строения главных и станционных путей сети МПС принимается в зависимости от категории линии (СНиП II-39-76, табл. 13), а на промышленном транспорте — в зависимости от грузонапряженности, нагрузки на ось подвижного состава и скорости движения (СНиП II-46-75, табл. 14 ... 16).

Главные пути на станциях, а также приемо-отправочные пути, предназначенные для безостановочного пропуска поездов, укладываются рельсами того же типа, что и главные пути на перегонах. Остальные приемо-отправочные пути укладываются на станциях МПС из рельсов на один тип ниже укладываемых на главных путях или старогодними рельсами того же типа; на промышленном транспорте — старогодние рельсы на один тип ниже укладываемых на главных путях, но не ниже Р43.

На сортировочных, вытяжных, погрузочно-выгрузочных, депо-ских и других станционных путях допускается укладывать ста-рогоядные рельсы по мощности не ниже Р43, а на сортировочных горках от вершины до конца кривых в голове парка — не ниже Р50.

Междупутья станционных путей шириной до 6,5 м, расположенные на общем полотне, заполняют балластом. При между-путьях более 6,5 м балластный слой смежных путей может быть раздельным.

Стрелочные переводы на главных и приемо-отправочных пу-тях укладывают рельсами того же типа, что и основной путь.

Стрелочные переводы, оборудованные электрической централизацией, а также стрелочные переводы в головах сортировочных парков и подгорочные пути в пределах тормозных позиций укла-дывают на щебеночном или асбестовом балласте. Толщину щебе-ночного слоя под подошвой переводных брусьев (шпал) прини-мают на главных путях по нормам для главных путей, на остал-ьных путях — 0,3 м (для линий I категории) и 0,25 м (для линий II категории).

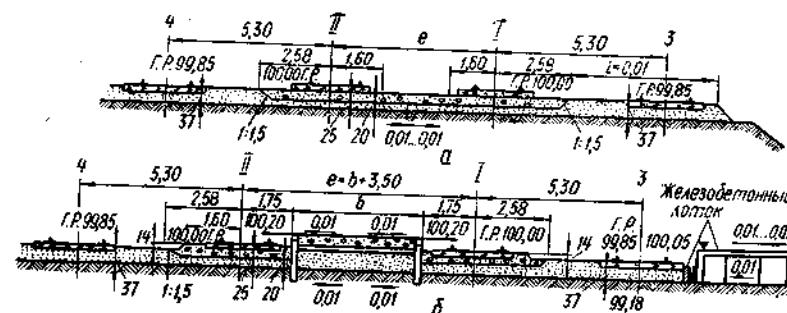


Рис. 165. Поперечные профили балластного слоя при постановке главного пути на щебень

Особо проектируются поперечные профили балластного слоя на станциях при постановке главных путей на щебень. В этом случае главные пути располагают выше станционных на разность высот балластного слоя, но не более 15 см. На рис. 165, а показан поперечный профиль балластного слоя при отсутствии пассажир-ских платформ, а на рис. 165, б — при устройстве платформ.

### § 3. Расположение станций в профиле и плане

Для того чтобы соорудить раздельный пункт с путевым разви-тием, на трассе железнодорожной линии выделяют станционную площа-дку, которая в профиле может располагаться (рис. 166) на «горбе» (а), в «яме» (б) и на «уступе» (в). Предпочтительнее расположение площадки на «горбе», так как при этом улучшают-

ся условия разгона поезда после остановки и замедления прини-маемого поезда с остановкой на станции, а также облегчается отвод воды.

В местах перехода от станционной площадки к уклона уст-раивают вертикальные сопрягающие кривые радиусами в 15 000 м на линиях I категории, 10 000 м — на линиях II и III ка-тегорий, 5000 м — на линиях IV категории, 3000 м — на подъез-дных путях IV и V категорий.

Путевое развитие станций сле-дует располагать за пределами вертикальных кривых.

Длина тангенсов верти-кальных кривых

$$T_b = \frac{R_b \Delta i}{2 \cdot 1000}.$$

где  $R_b$  — радиус вертикальной кривой, м;

$\Delta i$  — алгебраическая раз-ность уклонов, %.

Таким образом, минимальная длина станционной площадки (рис. 166, а) для линии I категории

$$L \geq l_{ct} + 7,5(\Delta i_1 + \Delta i_2),$$

где  $l_{ct}$  — длина станционной площадки.

Длина станционных площадок на новых линиях зависит от полезной длины приемо-отправочных путей и схемы станции, она должна быть не менее указанной в табл. 8 СНиП II-39-76.

Станции, разъезды и обгонные пункты, как правило, должны располагаться на горизонтальной площадке.

В отдельных случаях, чтобы уменьшить объем земляных ра-бот, допускают их расположение на уклоне, не превышающем 1,5%, а в трудных условиях — 2,5%.

В особо трудных условиях отдельные разъезды и обгонные пункты, где исключается стоянка отдельных вагонов без локомо-тивов, могут располагаться на уклонах более 2,5%, но не более 12%, при условии обеспечения трагания с места поезда опре-деленной весовой нормы.

Разъезды и обгонные пункты в карьерах при этих условиях допускается располагать на уклонах крутизной до 70% руково-дящего уклона.

При удлинении приемо-отправочных путей существующих станций в особо трудных условиях допускается располагать до-страиваемую часть путей на уклонах не круче 12%.

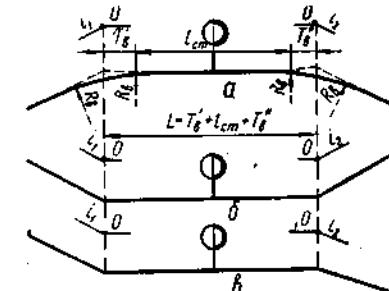


Рис. 166. Размещение раздельных пунктов в профиле

Диспетчерские съезды и отдельные стрелочные переводы за пределами горловины, а также стрелочные горловины в особо сложных условиях можно проектировать на любом уклоне, вплоть до руководящего.

Пути у погрузочно-выгрузочных платформ и площадок, а также пути экипировки и стоянки локомотивов проектируют на площадках или уклонах до 1,5%, а в трудных условиях — до 2,5%.

При производстве погрузочно-выгрузочных работ без отцепки локомотива от состава допускается увеличение уклонов до 15% на путях в забоях карьеров и до 10% на путях отвалов карьеров.

Пути станций, разъездов и обгонных пунктов следует располагать на прямых участках, так как при размещении их в кривых ухудшается видимость сигналов, увеличивается сопротивление движению поездов при трогании с места, затрудняется их дальнейшее развитие.

В трудных условиях нормы проектирования допускают размещение раздельных пунктов МПС на кривых радиусом не менее 1200 м, а на линиях со скоростями движения более 120 км/ч — не менее 1500 м. В особо трудных условиях (при соответствующем обосновании) допускается уменьшение радиуса кривой до 600 м, а в горных условиях — до 500 м.

При расположении раздельных пунктов на кривых участках пути кривые должны быть обращены в одну сторону.

На линиях II, III и IV категорий в исключительных случаях раздельные пункты, запроектированные по поперечной схеме, разрешается располагать на обратных кривых. Станции, разъезды и обгонные пункты, запроектированные по продольной или полупродольной схеме, в трудных условиях допускается располагать также на обратных кривых, но так, чтобы пути каждого из направлений движения в пределах их полезной длины находились на кривых, обращенных в одну сторону.

Станции промышленных предприятий в трудных условиях разрешается проектировать на кривых, обращенных в одну сторону; в особо трудных условиях и на обратных кривых радиусом не менее 500 м, а на территории предприятий и на лесовозных ветках — не менее 300 м, в карьерах и отвалах — не менее 180 м.

Вытяжные пути, как правило, проектируются прямыми, в трудных условиях на кривых радиусом 1200 м (промышленные не менее 600 м), в особо трудных условиях — 600 м (промышленные не менее 500 м). При переустройстве существующих станций в исключительных случаях разрешается сохранять на обратных кривых отдельные парки и вытяжные пути при условии, что будет обеспечена видимость, достаточная для безопасности маневровой работы.

Пути у платформ и погрузочно-выгрузочных площадок необходимо проектировать, как правило, на прямой; лишь в трудных условиях они могут быть уложены на кривых радиусом не менее 600 м, а в особо трудных условиях — не менее 500 м. На промыш-

ленном транспорте в трудных условиях допускается проектировать кривые радиусом не менее 300 м, а на открытых площадках — не менее 200 м.

Пути у высоких пассажирских платформ, если их необходимо располагать на кривых, должны, как правило, иметь радиус не менее 1200 м, а в особо трудных условиях — не менее 600 м.

Радиусы кривых внутренних соединительных и ходовых локомотивных путей должны быть не менее 200 м, а в трудных условиях — не менее 180 м. Соединительные станционные пути, уложенные на обратных кривых радиусом 250 м и менее, должны иметь прямые вставки между кривыми не менее 15 м, если по этим путям предусматривается движение организованных поездов.

## Глава 10. СТАНЦИОННЫЕ ПУТИ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

### § 1. Классификация станционных путей

Железнодорожные пути, находящиеся в пределах раздельных пунктов, делят на главные, станционные и специального назначения.

*Главные пути* являются продолжением путей перегона.

*К станционным путям* относятся:

- 1) приемо-отправочные — для приема и отправления поездов;
- 2) сортировочные — для расформирования, накопления и формирования поездов;
- 3) вытяжные — для производства маневров;
- 4) погрузочно-выгрузочные — для стоянки вагонов под грузовыми операциями;
- 5) деповские — расположенные в зданиях депо, экипировочные и другие пути локомотивного и вагонного хозяйств;
- 6) ходовые — для пропуска поездных и маневровых локомотивов;
- 7) соединительные — ведущие к складам, контейнерным площадкам, сортировочным платформам, пунктам ремонта и другим устройствам;
- 8) прочие — для стоянки пассажирских и других вагонов, весовые, перегрузочные и др.

*К путям специального назначения* относятся:

- 1) подъездные пути для обслуживания предприятий, складов, карьеров, элеваторов, баз и других хозяйств;
- 2) предохранительные тупики — для предупреждения выхода подвижного состава на маршруты следования поездов (тупик 3 на рис. 190);
- 3) улавливающие тупики — для остановки потерявшего управление поезда или его части при движении по затяжному спуску.

## § 2. Условия применения стрелочных переводов различных типов

В соответствии с инструкцией по проектированию станций и узлов (ИПС) стрелочные переводы в зависимости от назначения путей должны иметь крестовины следующих марок:

а) на главных и приемо-отправочных пассажирских путях — не круче 1/11; стрелочные переводы, по которым пассажирские поезда проходят только по прямому пути перевода со скоростями до 100 км/ч, могут иметь крестовины марки 1/9;

б) диспетчерские съезды между главными путями, как правило, проектируются с маркой крестовины не круче 1/11;

в) на приемо-отправочных путях грузового движения, грузовых дворах и прочих станционных путях — не круче 1/9, а симметричные — 1/6;

г) для безостановочного скрещения поездов и пропуска поездов по боковому пути проектируются пологие стрелочные переводы с маркой крестовины 1/18 и 1/22, допускающие движение на боковые пути со скоростями соответственно 80 и 120 км/ч;

д) на главных путях скоростных линий (121 ... 160 км/ч) укладываются стрелочные переводы типа Р65 марки 1/11 усиленной конструкции, допускающие движение по прямому направлению со скоростью до 140 км/ч, а на боковой путь — 50 км/ч, а также переводы типа Р65 марки 1/22, допускающие скорости соответственно 140 и 120 км/ч;

е) в головах сортировочных парков, на путях грузовых дворов, локомотивного и вагонного хозяйств целесообразно применять одиночные симметричные переводы типа Р50 и Р43 марки 1/6;

ж) в стесненных условиях, при реконструкции существующих станций, для сокращения длины горловины и улучшения условий прохода поездов на крупных станциях (особенно пассажирских) целесообразно укладывать перекрестные переводы; укладка перекрестных переводов вновь на главных путях станций, где возможен безостановочный пропуск поездов со скоростью более 70 км/ч, как правило, не допускается.

На приемо-отправочных путях промышленных станций стрелочные переводы должны иметь крестовины, как правило, не круче 1/9, а симметричные — 1/6; на прочих станционных и погрузочно-выгрузочных путях — не круче 1/8, а симметричные — 1/4,5. На приемо-отправочных путях станций карьеров в трудных условиях допускается применять стрелочные переводы с маркой крестовины 1/7.

Стрелочные переводы должны соответствовать типу рельсов, уложенных в путь.

## § 3. Взаимное расположение стрелочных переводов в горловинах станций

При проектировании соединений путей следует стремиться к компактному расположению стрелочных переводов, что сокращает строительные затраты и обеспечивает лучшие эксплуатационные условия работы станции. Однако укладка смежных стрелочных переводов должна также обеспечивать плавность хода поездов и наилучшие условия содержания пути.

Стрелочные переводы можно укладывать по различным схемам их взаимного расположения (рис. 167). На рис. 167 приведены формулы для определения расстояний между центрами смежных стрелочных переводов.

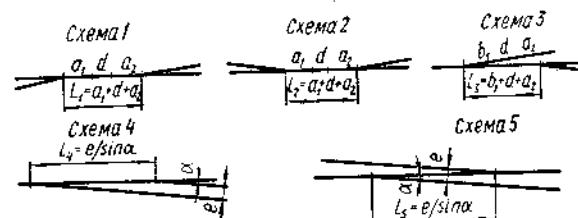


Рис. 167. Схемы взаимного расположения стрелочных переводов

При встречной укладке переводов с боковыми путями, направленными в разные стороны (схема 1) и в одну сторону от основного пути (схема 2), между стыками рамных рельсов укладывается прямая вставка  $d$ . При попутной укладке переводов (схема 3) вставку  $d$  располагают между торцом крестовины первого перевода и стыком рамного рельса второго перевода. Длина вставки  $d$  зависит от схемы укладки и назначения путей.

Если стрелочные переводы укладывают по схемам 1 ... 3 на главных путях, то длину вставки  $d$  принимают равной не менее 12,5 м, а в стесненных условиях — не менее 6,25 м.

На главных путях скоростных линий (121 ... 160 км/ч) длину вставки  $d$  принимают равной 25 м, а в трудных условиях — 12,5 м.

На приемо-отправочных путях вставка  $d$  в схеме 1 должна быть не менее 12,5 м (в стесненных условиях — не менее 6,25 м), а в схемах 2 и 3 — 6,25 м.

При переустройстве сортировочных, участковых и других крупных станций в стесненных условиях в схеме 2 вставка  $d$  может не предусматриваться, если укладывают однотипные стрелочные переводы, имеющие расстояние от стыка рамного рельса до начала остряка ( $m$ ) 4,33 м или более. В стесненных условиях в схеме 3 можно допускать вставку  $d$ , равную 4,25 м.

Если стрелочные переводы укладывают по схеме 1...3 на прочих путях, то длину вставки  $d$  можно принять равной 6,25 м, а с согласия инстанции, утверждающей проект, допускается укладывать переводы по схемам 1..., 2 без вставки, а в схеме 3 принимать вставку  $d$ , равную 4,25 м.

При укладке смежных переводов из рельсов разных типов во всех случаях прямая вставка  $d$  должна быть не менее 12,5 м.

Когда два параллельных пути ответвляются в одну сторону (схема 4) и в разные стороны (схема 5), расстояния между центрами переводов определяют по формуле

$$L = e / \sin \alpha, \quad (10.1)$$

где  $e$  — расстояние между осями;  
 $\alpha$  — угол крестовины.

#### § 4. Конечные соединения и съезды. Совмещение путей

**Конечные соединения** двух параллельных путей устраивают обычно несокращенными (рис. 168) — под углом крестовины. При расчете этого соединения используют такие данные: расстояние  $e$  между осями путей, радиус  $R$  сопрягающей кривой (он должен быть не менее радиуса переводной кривой стрелочного перевода), данные о стрелочном переводе  $a$  и  $b$ .



Рис. 168. Схема конечного соединения путей

Расчетом определяют координаты  $x$  и  $y$  вершины угла поворота, тангенс  $T$  кривой, длину  $g$  прямой вставки между корнем крестовины и началом кривой, проекцию всего соединения на ось абсцисс  $X$ :

$$x = \frac{e}{\tan \alpha}; \quad y = e; \quad T = R \tan \alpha / 2; \quad (10.2)$$

$$g = \frac{e}{\sin \alpha} - (b + T); \quad (10.3)$$

$$X = \frac{e}{\tan \alpha} + (a + T). \quad (10.4)$$

Чтобы уменьшить длину соединения при междупутьях более 6...7 м, применяют сокращенное соединение, в котором после перевода укладывается дополнительная кривая, увеличивающая угол наклона. При этом между концом стрелочного перевода и

началом дополнительной кривой, а также между обратными кривыми предусматривается прямая вставка.

**Съезды** между параллельными путями можно устраивать простые (несокращенные), сокращенные и перекрестные.

Длину съездов рассчитывают при проектировании всех элементов соединения на ось абсцисс. Для простого съезда проекцию соединения находят по формуле (рис. 169)

$$L = \frac{e}{\tan \alpha} + 2a. \quad (10.5)$$

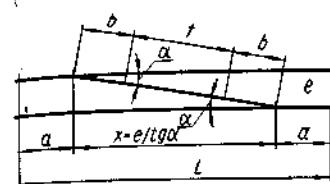


Рис. 169. Простой съезд

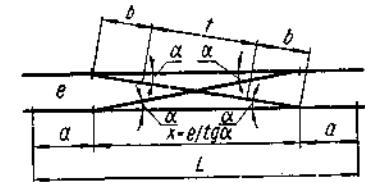


Рис. 170. Перекрестный съезд

Расстояние между торцами крестовин (вставка  $f$ ) определяют по формуле

$$f = \frac{e}{\sin \alpha} - 2b. \quad (10.6)$$

В стесненных условиях, когда нельзя уложить последовательно два встречных съезда, применяются перекрестные съезды (рис. 170). Перекрестный съезд рассчитывается как простой, но при этом длина вставки  $f$  должна быть достаточной для размещения глухого пересечения.

Если два параллельных пути имеют междупутье 7,5 м и более, для уменьшения длины соединения применяют сокращенный съезд (рис. 171) с двумя обратными кривыми и прямой вставкой  $(g_2)$  длиной 10...15 м. Если по съезду не проходят организованные поезда, прямая вставка между кривыми не устраивается.

Необходимые для разбивки сокращенного съезда элементы находят по следующим формулам:

$$T = R \tan \frac{\beta - \alpha}{2}; \quad (10.7)$$

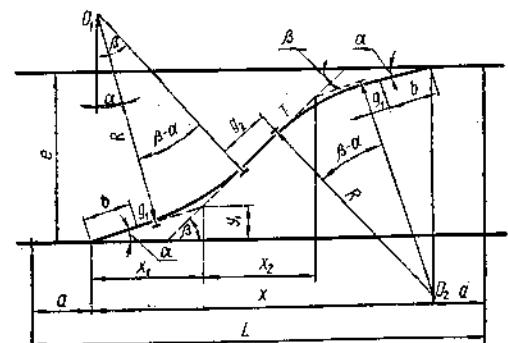


Рис. 171. Сокращенный съезд

$$x_1 = (b + g_1 + T) \cos \alpha; \quad (10.8)$$

$$x_2 = (2T + g_2) \cos \beta; \quad (10.9)$$

$$y_1 = (b + g_1 + T) \sin \alpha; \quad (10.10)$$

$$X = 2(a + x_1) + x_2. \quad (10.11)$$

При этом угол  $\beta$  определяют из уравнения

$$2(b + g_1) \sin \alpha + 2R(\cos \alpha - \cos \beta) + g_2 \sin \beta = e,$$

полученного при проектировании элементов съезда на вертикальную ось.

В широких междупутьях при необходимости можно укладывать сокращенные перекрестные съезды с размещением глухого пересечения на прямой вставке  $g_2$ .

Чтобы сократить затраты на сооружение и содержание пути в стесненных условиях (при подходе к общим складам, перегруженным площадкам), применяют **совмещение путей** колей 1520 мм и узкой колеи.

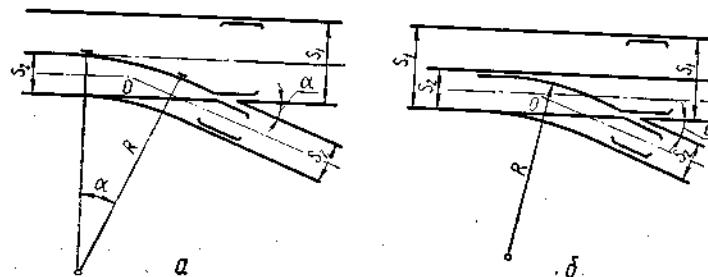


Рис. 172. Схемы совмещения путей

На рис. 172 показаны два основных случая устройства трехниточного совмещенного пути: 1) для узкоколейного пути укладывается крестовина и остряк (рис. 172, а); 2) для узкоколейного пути укладывается стрелочный перевод (рис. 172, б). Длина такого соединения равна полной длине стрелочного перевода узкой колеи. Кроме трехниточного можно устраивать четырехниточное совмещение путей разной колеи.

### § 5. Стрелочные улицы

**Стрелочной улицей** называется путь, на котором последовательно уложены стрелочные переводы, ведущие на ответвляющиеся параллельные пути.

Стрелочные улицы позволяют принимать поезда с главного пути на любой приемо-отправочный путь, отправлять поезда со станции, а также выполнять маневровые передвижения.

Конструкции стрелочных улиц отличаются схемой расположения стрелочных переводов и углом наклона улицы к основному пути. При расчете стрелочных улиц известны расстояния  $e$  между осями путей, радиусы  $R$  сопрягающих кривых, данные о стрелочных переводах (тип рельсов, марки крестовины, расстояния  $a, b, L_n$ ).

**Простейшие стрелочные улицы.** Различают два типа простейших стрелочных улиц: под углом крестовины к основному пути (рис. 173, а) и расположенную на основном пути (рис. 173, б).

При расчете стрелочной улицы под углом крестовины значения  $T, g$  определяют по формулам (10.2) и (10.3). Длину вставки  $f$  (от торца крестовины до стыка рамного рельса следующего перевода) находят по формуле

$$f = \frac{e}{\sin \alpha} - (a + b). \quad (10.12)$$

Длину стрелочной улицы по проекции от центра первого стрелочного перевода до вершины угла поворота крайнего пути определяют по формуле

$$X = \frac{\Sigma e}{\operatorname{tg} \alpha} = \Sigma e N, \quad (10.13)$$

где  $N$  — знаменатель марки крестовины.

В стрелочной улице, расположенной на основном пути (рис. 173), радиус кривой пути 2 обычно задается; в последующих путях радиусы кривых возрастают на величину между-путия, т. е.  $R_3 = R_2 + e; R_4 = R_2 + 2e$  и т. д. Значения  $T$  и  $g_2$  находят по формулам (10.2) и (10.3). Прямые вставки  $g_3, g_4$  и т. д. по мере удаления от первой стрелки будут увеличиваться по закону

$$g_n = \frac{e(n-1)}{\sin \alpha} - (b + T_n). \quad (10.14)$$

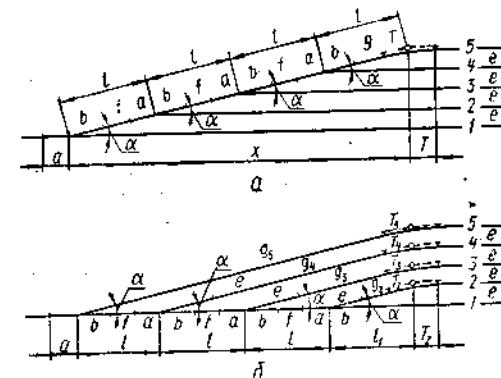


Рис. 173. Схемы простейших стрелочных улиц

Вставку  $f$  определяют по формуле (10.12), а расстояния  $l$  и  $l_1$  по формулам:

$$l = \frac{e}{\sin \alpha}; \quad l_1 = \frac{e}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (10.15)$$

Достоинство простейших стрелочных улиц — хорошая видимость и удобство обслуживания. Недостаток этих улиц — значительное увеличение длины при большом количестве путей. Поэтому простейшие стрелочные улицы применяются с переводами марки 1/9 в небольших парках (до четырех-пяти путей).

Если основной путь  $I$  стрелочной улицы является главным, то следует применять стрелочную улицу под углом крестовины, чтобы на главном пути укладывать меньше стрелочных переводов.

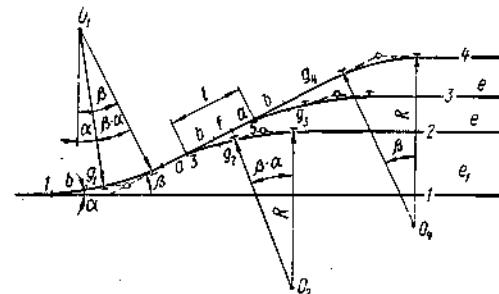


Рис. 174. Сокращенная стрелочная улица

Сокращенные стрелочные улицы применяют при ограниченной длине станционной площадки и для сокращения длины маневровых рельсов, а также на путях угольных складов, различных баз, на промышленных площадках и в других случаях, где требуется обеспечить широкие междупутья. К недостаткам этих улиц следует отнести неудобство маневрирования по путям с обратными кривыми.

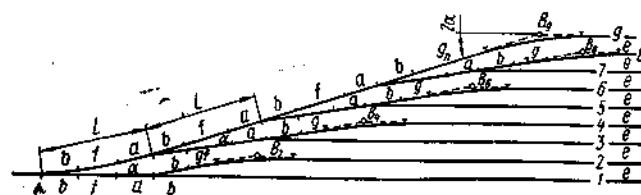


Рис. 175. Стрелочная улица под углом  $2\alpha$

**Стрелочная улица под двойным углом крестовины (рис. 175).** Стрелочная улица под углом  $2\alpha$  сокращает по сравнению с простейшей длину стрелочной зоны за счет более компактного рас-

положения стрелочных переводов, уменьшает длину маневровых рельсов при заезде с одного пути на другой, а также обеспечивает лучшую видимость и удобное обслуживание дальних стрелок.

Она применяется в горловинах приемо-отправочных парков, имеющих более четырех-пяти путей, а также в головах небольших сортировочных парков безгорочных станций.

**Составные (комбинированные) улицы.** Стрелочные улицы данного типа устраиваются при большом количестве путей в парках. Как правило, они представляют собой различные сочетания простейших улиц с увеличением угла наклона к основному пути.

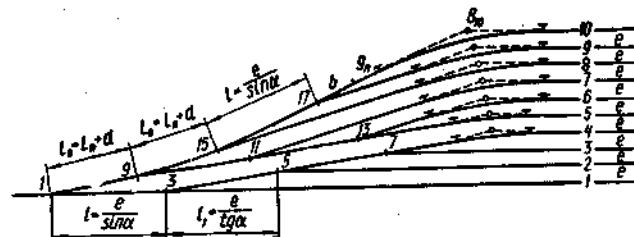


Рис. 176. Составная (комбинированная) стрелочная улица

На рис. 176 показана улица, состоящая из простейшей улицы под углом крестовины (от стрелки 3 до стрелки 7), простейшей улицы на основном пути, наклоненной к пути  $I$  под углом  $\alpha$  (от стрелки 1 до стрелки 13) и улицы под углом крестовины, наклоненной к пути  $I$  под углом  $3\alpha$  (участок между переводами 15...17 и вершиной угла  $B_{10}$ ). Расположение рядом стрелочных улиц 3...7 и 1...13 создает удобства для обслуживания нецентрализованных стрелок и устройства водоотводов от стрелок при электрической централизации.

Комбинированные стрелочные улицы можно также устраивать, сочетая простейшие улицы с улицами под углом  $2\alpha$  или веерными.

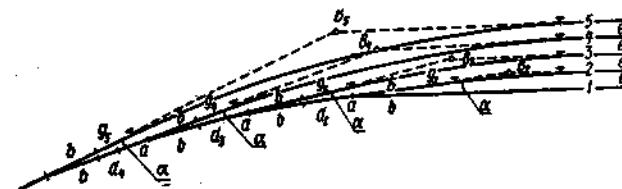


Рис. 177. Веерная стрелочная улица

**Веерные стрелочные улицы** применяются в тех случаях, когда из парка необходимо устроить выход на основной путь, расположенный к парку под углом  $>2\alpha$ , а также на крайних путях больших парков. Различают веерные улицы неконцентрические и концентрические (рис. 177).

Неконцентрическая улица характерна тем, что все пути, кроме первого, имеют кривые одного и того же радиуса. В концентрических веерных улицах кривые участки концентричны; радиус первой кривой принимается не менее 300 м; для каждого последующего пути он возрастает на величину междупутья.

**Пучкообразные стрелочные улицы.** Пучкообразные стрелочные улицы из симметричных стрелочных переводов марки 1/6 применяются в головах сортировочных парков при наличии горок или полугорок. По сравнению с другими видами стрелочных улиц пучкообразные обеспечивают наименьшую длину горловины (головы) сортировочного парка.

### § 6. Установка предельных столбиков и сигналов

Предельные столбики на станционных путях (кроме приемо-отправочных, оборудованных электрическими рельсовыми цепями) устанавливаются после стрелочных переводов посередине междупутья в том месте, где расстояние между осями сходящихся путей равно 4,1 м, а на перегрузочных путях — 3,6 м. При наличии кривых это расстояние увеличивается в соответствии с требованиями габарита.

Для обеспечения безопасности движения ни одна часть подвижного состава не должна выступать за предельный столбик в сторону стрелочного перевода.

Положение предельного столбика по отношению к центру стрелочного перевода определяется расчетом и зависит от марки крестовины перевода, а при наличии кривой — от ширины междупутья и радиуса кривой.

Если сходящиеся пути прямые, то расстояние  $l_{п.с}$  от центра стрелочного перевода до предельного столбика определяют по формуле (рис. 178, а):

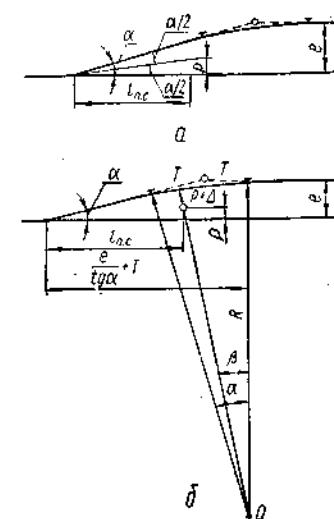
$$l_{п.с} = p \operatorname{ctg} \alpha / 2 \approx 4,1 \operatorname{ctg} \alpha, \quad (10.16)$$

где  $p$  — расстояние от оси пути до предельного столбика.

Рис. 178. Схемы установки предельных столбиков

При наличии кривой (радиуса  $R$ ), направленной в сторону прямого пути (рис. 178, б), величину  $l_{п.с}$  находят, учитывая необходимое уширение  $\Delta$  междупутья на кривой:

$$l_{п.с} = e \operatorname{ctg} \alpha + T - (R - e + p) \operatorname{tg} \beta. \quad (10.17)$$



Угол  $\beta$  определяют из равенства

$$\cos \beta = \frac{R - e + p}{R - p - \Delta} \quad (10.18)$$

(если  $R = 200$  м, то  $\Delta = 0,18$  м, если  $R = 300$  м, то  $\Delta = 0,12$  м).

На приемо-отправочных путях, оборудованных электрическими рельсовыми цепями, должны размещаться изолирующие стыки на расстоянии 3,5 м за предельным столбиком. При этом для применения стандартных рубок (12,5 и 6,25 м) на участке пути от торца крестовины до изолирующего стыка несколько увеличивается расстояние от центра перевода до предельного столбика по сравнению с расчетным по габаритным условиям. Расстояние от центра перевода до предельных столбиков в зависимости от марки крестовины, ширины междупутья и радиуса кривой приводится в справочной литературе [13].

Сигналы служат для обеспечения безопасности движения, а также для регулирования поездного и маневрового движения в пределах раздельных пунктов. Они устанавливаются с правой стороны пути по направлению движения поездов.

Входные сигналы при тепловозной тяге устанавливаются в створе с изолирующими стыками на расстоянии не менее 50 м от остряка первой по ходу противоверстной или от предельного столбика пощерстной стрелки.

На станциях электрифицированных линий входные сигналы устанавливают на расстоянии 300 м от входной стрелки с учетом воздушного промежутка, отделяющего контактную сеть станции от контактной сети перегона.

Входные сигналы определяют границы станции на однопутных линиях; на двухпутных линиях — с одной стороны входной сигнал, а с другой — сигнальный знак «Граница станции»; его устанавливают на расстоянии 50 м за последним выходным стрелочным переводом.

При установке выходных и маневровых сигналов в одном междупутье с предельным столбиком данного пути (рис. 179, а) расстояние  $l_c$  от центра перевода до сигнала находят по формулам (10.16) и (10.17), но значение  $p$  следует принимать равным половине минимального междупутья, допускающего установку данного сигнала. Минимальная ширина междупутья равна: для светофоров мачтовых с наклон-

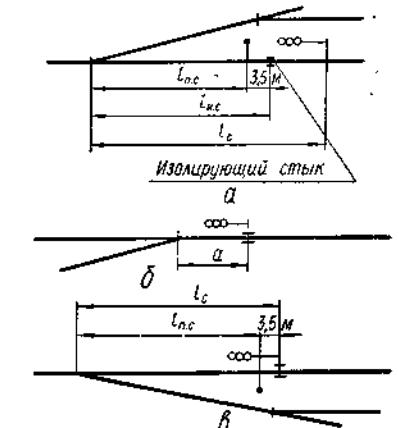


Рис. 179. Схемы установки сигналов

ными лестницами — 5,2 м; для светофоров мачтовых без лестниц (или со складными лестницами) — 5,04 м; для светофоров карликовых сдвоенных — 4,5 м; для светофоров карликовых одиночных — 4,2 м.

Выходные сигналы перед противоверстными стрелками (рис. 179, б) устанавливаются в створе с изолирующим стыком рамного рельса, т. е. на расстоянии  $a$  от центра перевода.

Сигналы перед пошерстными стрелками в разных междупутьях с предельным столбиком данного пути (рис. 179, в) устанавливаются в створе с изолирующим стыком на расстоянии 3,5 м от предельного столбика в сторону пути.

### § 7. Полная и полезная длина путей

Различают полную и полезную длину станционных путей. Полная длина сквозного пути — расстояние между стыками рамных рельсов стрелочных переводов, ограничивающих данный путь, а полная длина тупикового пути — расстояние от стыка рамного рельса стрелочного перевода, от которого начинается путь, до упора.

Полную длину станционных путей рассчитывают для определения расхода рельсов и строительной стоимости станции.

Полезная длина пути — это часть полной длины, в пределах которой устанавливается подвижной состав, не нарушая безопасности движения по смежным путям. Границами полезной длины путей служат предельные столбики, выходные сигналы, упоры вытяжек и тупиков, передние стыки рамных рельсов стре-



Рис. 180. Полезная длина путей

лочных переводов. В большинстве случаев полезная длина приемо-отправочных путей ограничивается со стороны головы поезда — выходным (маршрутным) сигналом, а со стороны хвоста — предельным столбиком. Так, например, полезную длину пути 1 (рис. 180), имеющего выходные сигналы для отправления поездов в четном и нечетном направлениях, определяют отдельно для каждого направления. Для путей 2 и 3 полезную длину рассчитывают от предельного столбика до соответствующего выходного сигнала, а для пути 4 от предельного столбика до стыка рамного рельса встречного стрелочного перевода.

На приемо-отправочных путях для грузового движения магистральных железных дорог установлены стандартные полезные длины 850, 1050 и 1250 м. На линиях с большой грузонапряженностью при соответствующем обосновании можно проектировать пути полезной длины 1550 и 1700 м.

На раздельных пунктах в пределах участков двойной тяги полезные длины увеличивают на 30 м.

Полезную длину приемо-отправочных путей для составов, передаваемых на грузовые станции, промышленные предприятия, а также поступающих с этих пунктов, устанавливают расчетом в зависимости от размеров грузооборота, технологического процесса и местных условий.

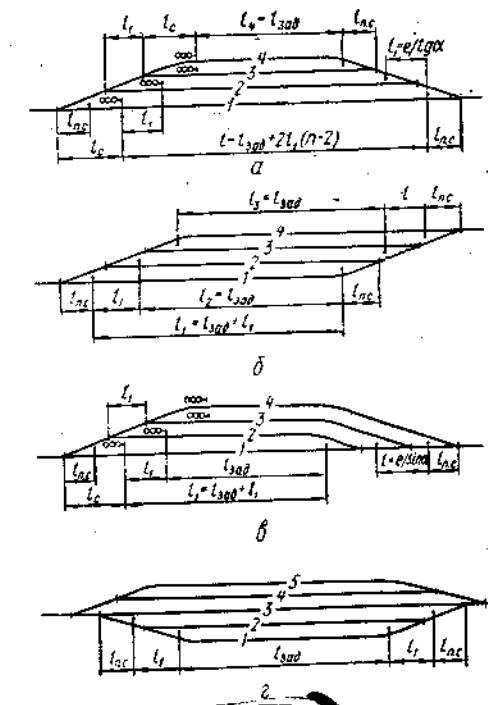
### § 8. Парки путей

**Парком** называется группа путей, предназначенных для выполнения однородных операций с поездами (составами). Различают парки приема, отправления, приемо-отправочные, сортировочные, стоянки пассажирских составов и др.

По очертанию в плане различают следующие формы парков: **трапеция**, **параллограмм**, **трапециоид** и **рыбка**.

Пути парка в форме трапеции (рис. 181, а) имеют разную полезную длину, уменьшающуюся по мере удаления от основного пути. Парки в форме трапеции проектируют при небольшом количестве путей (до 3...4).

В парках, имеющих форму **параллограмма** (рис. 181, б), все пути, кроме крайних, одинаковой полезной длины, а крайние — больше на величину  $l_1 = e/\tan \alpha$ . Эти парки применяются сравнительно редко (в основном для стоянки пассажирских составов).



Парк-трапецид (рис. 181, в) в одном конце имеет стрелочную улицу под углом крестовины, а в другом — улицу на основном пути. Все пути, кроме крайних, равной полезной длины.

При большом количестве путей в парках указанных ранее конструкций возникают длинные стрелочные улицы, затрудняющие их эксплуатацию. В таких случаях применяют парки в форме рыбки (рис. 181, г), представляющие собой сочетание двух трапеций (или трапецидлов), расположенных по обе стороны от основного пути, а также парки, в горловине которых уложены стрелочные улицы под углом  $2\alpha$  или комбинированные.

При объединении путей в парки схемы стрелочных соединений должны быть простыми и компактными, обеспечивать хорошую видимость, удобство маневрирования и минимальную длину рейсов при заездах с одного пути на другой.

### § 9. Горловины станций

Горловины представляют собой зону, где сосредоточены стрелочные переводы между отдельными парками и путями (главными, вытяжными, ходовыми и др.). К горловинам станции могут также примыкать соединительные, подъездные пути, предохранительные и улавливающие тупики.

Конструкции горловины должны обеспечивать безопасность движения, необходимую пропускную способность и хорошую маневренность, компактное расположение стрелочных переводов.

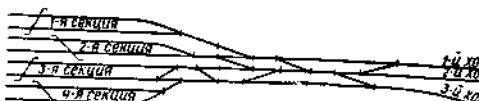


Рис. 182. Горловина станции

ответствующих количеству параллельных операций.

Каждый ход соединяется с соответствующей группой путей, называемой секцией. Минимальное количество секций равно количеству параллельных ходов. Если количество секций увеличить, то число параллельных операций при одном и том же количестве параллельных ходов не изменится. При этом возрастет количество сочетаний различных операций (передвижений).

На рис. 182 изображена горловина, имеющая три параллельных хода, и поэтому одновременно можно выполнять три операции. Пути станции разделены на четыре секции. Каждый из трех параллельных ходов может иметь два маршрута, передвижения по которым не нарушают одновременной работы (передвижений) в двух остальных секциях. Например, по первому ходу можно осуществлять передвижения в секциях 1 и 2, не мешая одновременным передвижениям по второму ходу в секции 3

и по третьему ходу в секции 4; по второму ходу можно осуществлять передвижения в секциях 2 и 3, не мешая одновременной работе по первому ходу в секции 1 и по третьему ходу в секции 4 и т. д.

Для сокращения длины горловины приемо-отправочных и других парков, а также спрятления маршрутов следования поездов на крупных станциях вместо обычных переводов и простых съездов применяют перекрестные переводы и перекрестные съезды.

### § 10. Нумерация путей и стрелочных переводов.

#### Ведомости путей и стрелочных переводов

В соответствии с ИПС каждому пути и стрелочному переводу на станциях присваивают определенный номер.

Главные пути нумеруют римскими цифрами (I, II, III, IV). На двухпутных и многопутных линиях путям, по которым следуют четные поезда, присваивают четные номера, а путям следования нечетных поездов — нечетные.

При разветвлении главного пути (при путепроводных развязках, обходах вытяжек или депо и др.) соответствующие ответвления главного пути нумеруют также римскими цифрами.

Приемо-отправочные и другие стационарные пути, нумеруют арабскими цифрами. На промежуточных и других станциях, имеющих малое количество приемо-отправочных путей, используемых для приема четных и нечетных поездов, пути нумеруют порядковыми номерами вслед за номерами главных путей (3, 4, 5 и т. д.) от пассажирского здания в полевую сторону.

Пути отдельных парков, выделенные для приема четных или нечетных поездов, нумеруют порядковыми четными в четном парке и порядковыми нечетными в нечетном парке.

Остальные стационарные пути, не входящие в состав парков, нумеруют последовательно, начиная со следующего номера за последним номером приемо-отправочных путей.

На крупных станциях в зависимости от назначения парков им присваиваются буквенные обозначения: парк приема *P*, отправления *O*, приемо-отправочный *PO*, сортировочный *C* и т. д. На крупных сортировочных станциях основные парки имеют самостоятельную порядковую нумерацию путей.

Стрелочные переводы нумеруют со стороны прибытия четных поездов порядковыми четными номерами, со стороны прибытия нечетных поездов — порядковыми нечетными номерами.

На станциях с большим путевым развитием стрелки нумеруют по отдельным паркам или группам путей, однородных по характеру работы. Нумерация начинается с входных стрелок станции или парка (при нумерации по отдельным паркам).

При нумерации стрелок по отдельным паркам каждому парку присваивают сотню номеров. Стрелки на главных и других

путях, не входящих в состав парков, нумеруют порядковыми номерами от 1 до 99. Стрелки стрелочной улицы и спаренные стрелки должны иметь непрерывную четную или нечетную нумерацию. В качестве границы, отделяющей четную сторону станции (парка) от нечетной, принимают:

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

б) на станциях с большим путевым развитием — ось пассажирского здания при его центральном расположении; при нецентральном расположении здания — поперечную ось станции, устанавливаемую центрально по отношению к путевому развитию;

в) при нумерации по отдельным паркам — середину этих парков.

На планах станций приводятся ведомости путей и стрелок, в которых указывается назначение каждого пути, его граница, тип рельсов, полная и полезная длина (табл. 35), марки крестовин и тип рельсов стрелочных переводов, их номера и количество (табл. 36).

Таблица 35. Ведомость путей

Номер пути	Путь	Тип рельсов	Граница пути			Длина пути, м	
			от стрелки	через стрелку	до стрелки	полная	полезная

Таблица 36. Ведомость стрелочных переводов

Тип рельсов	Марка крестовины	Номер стрелочных переводов		Коли-чество
		левых	правых	

По итоговым данным этих ведомостей определяют потребность в материалах верхнего строения и строительную стоимость станции.

## Глава 11. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК И ПРОЧИЕ УСТРОЙСТВА НА СТАНЦИЯХ

### § 1. Пассажирские устройства

При проектировании транспорта промышленных предприятий должны рассматриваться вопросы доставки трудящихся к местам работы. Пассажирские перевозки в промышленных узлах увязывают с пассажирским транспортом города.

Если промышленные узлы расположены на значительном расстоянии от жилой зоны, то рекомендуют применять для доставки трудящихся скоростной пассажирский транспорт.

Чтобы исключить пересечения грузовых и основных пассажирских потоков, пути подъезда трудящихся к местам работы и грузового транспорта располагают, как правило, с разных сторон промышленных предприятий.

В некоторых случаях для доставки трудящихся к предприятиям, расположенным у магистральных железнодорожных линий, используются пригородные поезда. В особо крупных промышленных районах не исключается организация пассажирских перевозок по электрифицированной железной дороге с глубоким вводом на территорию промышленного узла.

Для обслуживания пассажирского движения на станциях имеются приемо-отправочные (перронные) пути, пути отстоя конечных поездов, пассажирские здания, платформы, переходы между ними и вспомогательные устройства (багажные склады, киоски и др.).

На рис. 183 показано взаимное расположение путей и пассажирских платформ на станциях двухпутных линий. Если отсутствует скоростное движение и пачковый пропуск поездов, то достаточно уложить, кроме двух главных, один перронный путь 3 и устроить две платформы — схема I. Если через станцию пропускают часть пассажирских

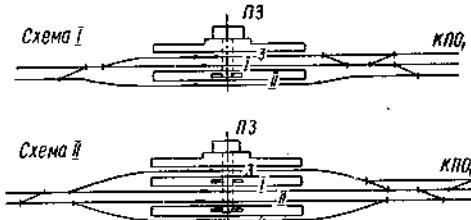


Рис. 183. Взаимное расположение путей и пассажирских платформ

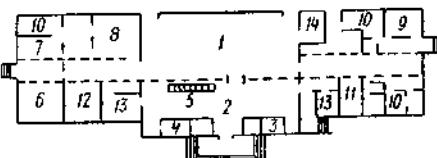


Рис. 184. Схема объединенного железнодорожно-автобусного вокзала:

1 — зал для пассажиров; 2 — вестибюль; 3, 4 — железнодорожные и автомобильные кассы; 5 — автоматические камеры хранения; 6 — багажное отделение; 7 — диспетчерская автобусов; 8 — кафе; 9 — помещение дежурного по станции; 10 — служебные помещения; 11 — кабинет начальника вокзала; 12 — комната матери и ребенка; 13 — туалеты; 14 — парикмахерская

поездов без остановки с высокой скоростью, то применяется схема II. В этом случае главные пути I и II не имеют искривлений, однако необходимо уложить дополнительный перронный путь 4 и сделать дополнительную платформу между путями I и 3.

Полезную длину пассажирских (перронных) путей устанавливают по длине пассажирского поезда, принятого к обращению на первые годы эксплуатации с учетом возможности удлинения до 500 м.

Кроме перронных путей на станциях, являющихся начальным или конечным пунктом следования пассажирских поездов, может возникнуть необходимость в устройстве дополнительных отстойных путей (рис. 200). Для стоянки отцепляемых служебных, беспересадочных и других пассажирских вагонов вблизи перронных путей устраивают тупиковые пути на 5...6 вагонов.

Пассажирские здания на станциях строят по типовым проектам в зависимости от размеров пассажиропотоков. В связи с развитием автомобильных и смешанных железнодорожно-автомобильных сообщений необходимо проектировать объединенные железнодорожно-автобусные вокзалы. Пример планировки пассажирского здания на 300 пассажиров приведен на рис. 184.

На промышленном транспорте обычно сооружают крытые навесы, павильоны для кратковременного нахождения пассажиров.

Устраивают, как правило, низкие пассажирские платформы. Лишь при больших пассажиропотоках и обращении моторвагонных секций без подножек отдельные платформы могут быть высокими.

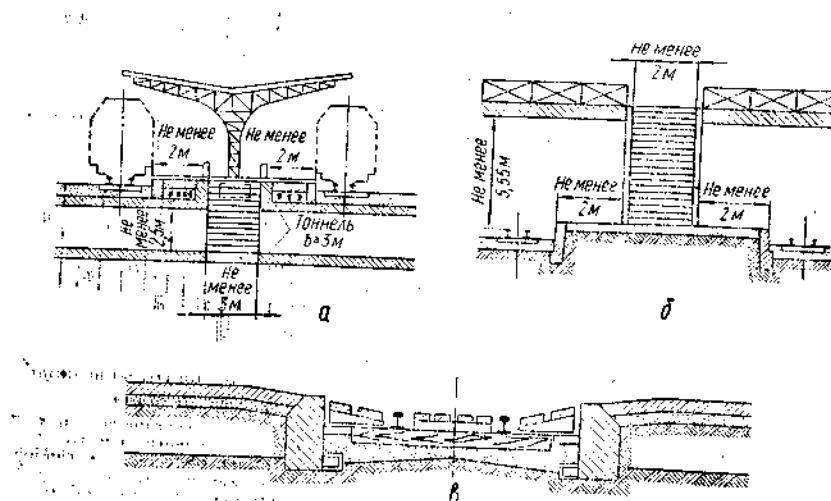


Рис. 185. Переходы между платформами

Ширина основной платформы у пассажирского здания должна быть не менее 6 м, а на остальном протяжении — не менее 4 м. Ширина промежуточных платформ зависит от величины пассажиро-потока и типа перехода между платформами (тоннели, пешеходные мостики, переходы на уровне с путями). При устройстве тоннеля (рис. 185, а) ширина платформы должна быть не менее 7 м, при наличии пешеходного моста (рис. 185, б) — не менее 6...7 м, при отсутствии переходов в разных уровнях (рис. 185, в) — не менее 4 м.

Наиболее удобен для пассажиров тоннельный переход, хотя на его сооружение требуются значительные затраты. Переходы в разных уровнях обязательно устраивают при большом пассажирском движении, а на станциях двухпутных линий продольного и полупродольного типов — во всех случаях.

## § 2. Устройства для грузовых операций

Для выполнения грузовых операций на станциях устраивают грузовые дворы, состоящие обычно из крытых складов, крытых и открытых платформ, площадок для тяжеловесов, контейнеров, лесоматериалов, площадок для навалочных грузов, платформ для колесных грузов и самоходных единиц, а также устройств для непосредственной перегрузки из вагонов на автомобильный транспорт или наоборот. В районе вытяжного пути, к которому примыкает грузовой двор, устраивают вагонные весы и габаритные ворота.

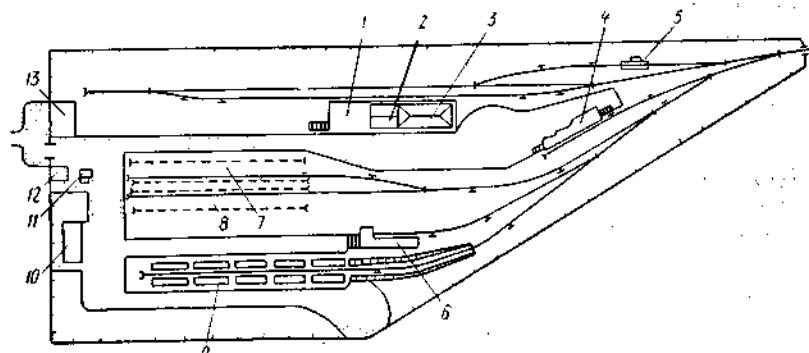


Рис. 186. Схема грузового двора участковой станции

На рис. 186 приведен один из вариантов схемы грузового двора участковой станции. Крытый склад 3 запроектирован с внешним расположением путей. На станциях с большим грузооборотом сооружают склады ангарного типа (с внутренним вводом путей). Ширина складов с внешним расположением по грузочно-разгрузочным путям по типовым проектам принимается

12 и 18 м. Их строят в комплексе с крытыми 2 и открытыми платформами 1.

Для непосредственной перегрузки грузов по прямому варианту «вагон-автомобиль» предусмотрена платформа с зубчатым бортом со стороны автоподъезда 4, высотой 1,2 м над уровнем головки рельса.

Вагонные весы 5 устраивают при погрузке на станции навалочных грузов не менее 20 вагонов в 1 сут.

Для колесных грузов и самоходных машин запроектирована высокая платформа 6 комбинированного типа (с боковым и торцевым фронтом выгрузки). Длина платформы принимается 27 или 54 м, ширина — 6 м.

Площадки для контейнеров 7, тяжеловесных, лесных и длинномерных грузов 8 можно обслуживать двухконсольными козловыми кранами, грузоподъемностью 5 и 10 т, пролетом 11,3; 16 и 25 м.

Для выгрузки угля, минерально-строительных и других сыпучих грузов, прибывающих в полуваагонах с откидными люками, устроен повышенный путь 9 высотой 1,5 м (для одноразовой выгрузки) или 2,4 м (для двухразовой выгрузки). Рядом с крытым складом уложен путь для выставки и подсортировки вагонов.

На грузовом дворе устанавливают автомобильные весы 11, здесь находятся административно-бытовой корпус 13, гараж 10, проходная 12.

К грузовому двору должны быть удобные подъезды, а в пределах его достаточной ширины проезды, обеспечивающие беспрепятственное и поточное движение автомашин с прицепами.

### § 3. Прочие виды устройств на станциях

Для того чтобы обеспечить нормальную деятельность на станциях, предусматриваются устройства СЦБ и связи, энергоснабжения, освещения, водоснабжения и др.

Комплекс устройств СЦБ и связи включает электрическую централизацию стрелок и сигналов, а также автоблокировку (полуавтоматическую блокировку) на подходах; информационную, диспетчерскую внутристанционную связь и радиосвязь для переговоров стационарных диспетчеров, дежурных по станции или дежурных по горкам с машинистами маневровых локомотивов; парковую связь громкоговорящего оповещения, радиосвязь операторов с технической конторой и др. Аппаратуру СЦБ и связи устанавливают в специально выделенных для этого служебных помещениях. Посты электрической централизации можно располагать в пассажирских зданиях (на малых станциях) или специальных зданиях, находящихся вблизи обслуживаемых горловин (парков).

Энерgosнабжение станций МПС осуществляется от энергетических систем или промышленных (городских) электростанций, а на электрифицированных участках — от ближайших тяговых подстанций. Если в районе станции нет внешних источников энергоснабжения, при локомотивном хозяйстве сооружают собственные электростанции. К ним подводят путь для подвоза топлива и оборудования.

Освещение станции должно обеспечивать нормальные условия труда и безопасность работников станции, локомотивных и поездных бригад, а также удобства для пассажиров и их безопасность. Интенсивное освещение предусматривается на пассажирских платформах, у мест погрузки-выгрузки, экипировки и ремонта подвижного состава, сортировочных парков и других мест производства маневровой работы.

Электрическое освещение может быть прожекторное, точечное и смешанное. Прожекторы и светильники устанавливают на мачтах, жестких или гибких поперечинах, на одиночных столбах и опорах контактной сети. Прожекторные мачты высотой 15 . . . 28 м устанавливают на расстоянии 200 . . . 250 м друг от друга в междупутьях не менее 6,5 . . . 8 м, а столбовые линии в междупутьях не менее 5,4 м (расстояние между светильниками — 30 . . . 40 м).

Каждая крупная станция МПС имеет обычно собственное водоснабжение для производственных, хозяйствственно-питьевых и противопожарных нужд. Водоемные здания располагают со стороны пассажирского здания. У погрузочно-разгрузочных площадок, на путях снабжения водой живности, а в необходимых случаях и на приемо-отправочных путях через 40 . . . 50 м устанавливают водоразборные краны.

На станциях имеются также хозяйства службы пути, СЦБ и связи, включающие складские помещения для кратковременного хранения материалов и запасных частей, мастерские для ремонта оборудования и инструментов, пути стоянки дрезин, снегоочистителей, путевых машин и др. Их целесообразно располагать со стороны пассажирского здания, что обеспечивает удобный выход дрезин и путевых машин со станции на перегон.

На станциях промышленных предприятий устраивают общезаводские сети водоснабжения, канализации, теплоснабжения и энергоснабжения.

## Глава 12. УСТРОЙСТВА ЛОКОМОТИВНОГО И ВАГОННОГО ХОЗЯЙСТВА

### § 1. Локомотивное хозяйство

Локомотивное хозяйство (ЛХ) предназначено для осмотра, текущего ремонта и экипировки локомотивов. Оно включает: локомотивные здания — депо с мастерскими и служебно-бытовыми

помещениями; экипировочные устройства; пути стоянки действующих и запасных локомотивов, ходовые, для пожарного и восстановительного поездов; поворотные устройства при необходимости; устройства энергоснабжения, водоснабжения, теплоснабжения; служебно-технические здания и др.

В зависимости от рода тяги локомотивные хозяйства могут быть **электровозные, тепловозные, паровозные** (на промышленном транспорте) и **смешанные** (в пунктах стыкования разных видов тяги).

В тепловозных и электровозных депо выполняют профилактический осмотр, малый и большой периодический ремонт локомотивов, а в наиболее оснащенных депо и подъемочный ремонт. Для выполнения этих видов ремонта сооружают деповские здания. Количество стойл для ремонта и технического обслуживания локомотивов определяют по годовому пробегу приписанного парка локомотивов.

**Экипировочные устройства** при тепловозной тяге предназначены для снабжения тепловозов дизельным топливом, очищенной водой для охлаждения двигателей, дистиллированной водой для доливки аккумуляторов, песком и смазкой. При электрической тяге экипировка упрощается и включает снабжение электровозов песком, смазкой и обтирочными материалами.

Экипировочные устройства сооружают по типовым проектам на открытых путях (при благоприятных климатических условиях) и с закрытыми стойлами (депо технического осмотра и экипировки).

Типовые депо экипировки и технического осмотра бывают двух типов: с пропускной способностью 100 двухсекционных локомотивов в сутки (6 стойл) и на 60 локомотивов (4 стойла).

На некоторых станциях экипировка локомотивов транзитных поездов предусматривается на приемо-отправочных путях за время технического осмотра состава и смены бригад. Иногда по местным условиям для экипировки укладывают специальные пути вблизи выходной горловины парка приема транзитных поездов.

Для поворота тепловозов, а также служебных вагонов служат **поворотные круги** и **поворотные треугольники**.

Размещение всех устройств на территории локомотивного хозяйства должно быть компактным, обеспечивать поточность выполнения операций, безопасность движения локомотивов и возможность развития устройств при увеличении объема работы.

Схемы локомотивного хозяйства различаются размещением локомотивного здания, экипировочных устройств и путей стоянки действующих локомотивов.

На рис. 187 приведена схема планировки территории основного тепловозного депо, на которой экипировочные устройства и пути стоянки локомотивов расположены под некоторым углом к

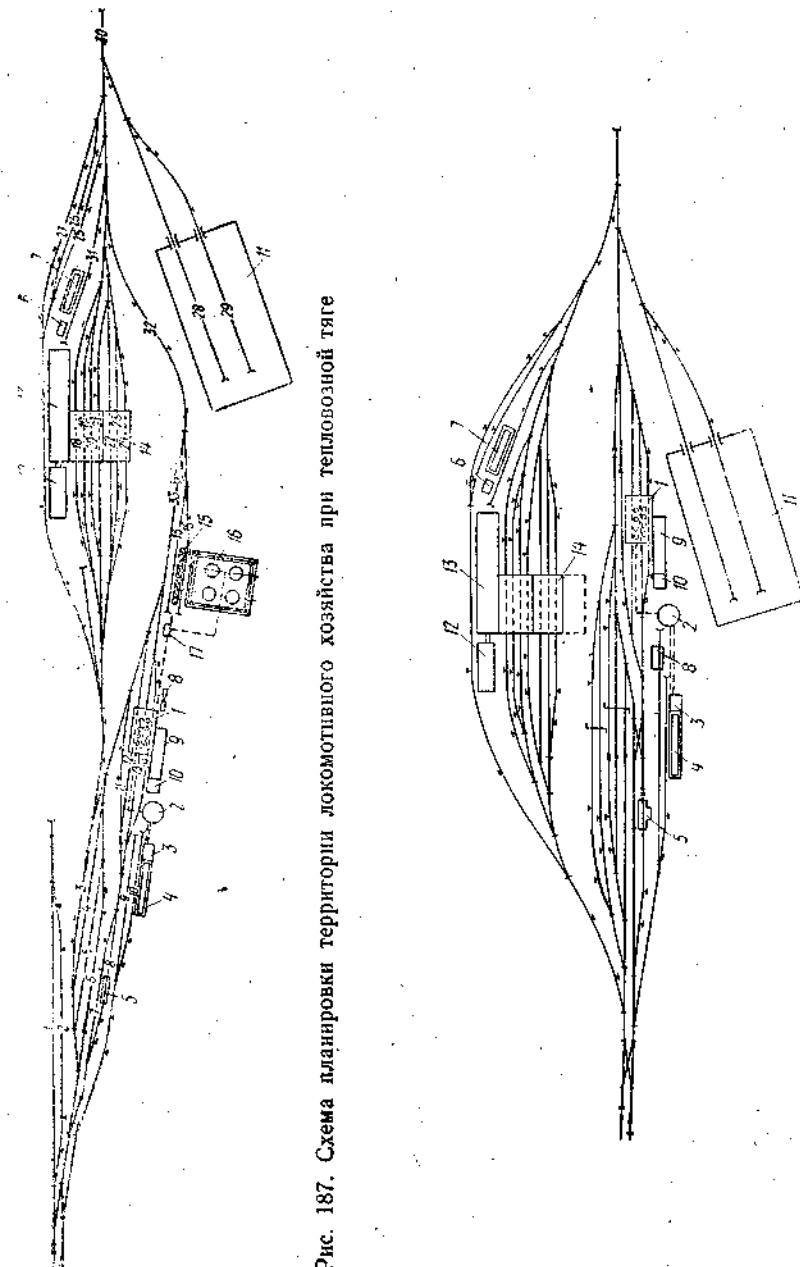


Рис. 187. Схема планировки территории локомотивного хозяйства при тепловозной тяге

Рис. 188. Схема планировки территории локомотивного хозяйства при электрической тяге

деповскому зданию. Это позволяет сократить территорию, необходимую для размещения депо, уменьшить протяженность коммуникаций.

Рассмотрим последовательность выполнения операций при экипировке и ремонте локомотивов и необходимые для этого устройства.

По ходовому пути локомотив подают на путь 8 к площадке наружной обмычки 5. Затем локомотив поступает в экипировочное депо 1. Для выполнения перечисленных выше операций предназначены следующие устройства: пути для подачи, экипировки и вывода локомотивов 12, 13, 14, склад топлива 16 со сливной эстакадой 15 и путями выгрузки (слива) дизельного топлива 15, 16, устройствами для перекачки топлива 17, склад сырого 4 и сухого 2 песка, пескосушилка 3, склад смазочных материалов 8, служебно-технический корпус 9 и 10, пути разгрузки песка 9, 10.

После экипировки локомотивы через ходовой путь 33 подают на пути отстоя 4, 5, 6, откуда по мере надобности их направляют на станцию для постановки в поезд.

Если локомотивы поступают в депо для профилактического осмотра или ремонта, то вначале они проходят через площадку наружной отмычки 5, затем по ходовому пути 11 — в локомотивное здание 14 на пути 18 ... 21 или 22 ... 24. К локомотивному зданию примыкают мастерские 13 и административно-бытовой корпус 12. После профилактического осмотра или ремонта локомотивы подают в экипировочное депо, а затем на пути отстоя 4, 5, 6.

На территории депо сооружают также пути: для пожарного 1 и восстановительного 2 поездов, для резервных локомотивов 25 и 26, ходовой 27 и обводной 17, а также склад топлива 6 и котельную 7, путь 31 для подачи топлива и материалов, материальный склад 11 с путями выгрузки 28 и 29.

Схема локомотивного хозяйства для электровозов (рис. 188) включает пути и устройства, приведенные на рис. 187, за исключением путей 15 и 16, служащих для слива дизельного топлива, сливной эстакады 15, склада дизельного топлива 16 и насосной 17. В данной схеме экипировочные устройства и пути стоянки локомотивов расположены параллельно деповскому зданию на короткой, но значительной по ширине площадке.

Выбор схемы зависит главным образом от местных условий, размеров и конфигурации отводимой территории и возможности использования имеющихся сооружений (при реконструкции существующего депо).

## § 2. Вагонное хозяйство

Вагонное хозяйство (ВХ) предназначено для осмотра, ремонта и подготовки вагонов к перевозкам. Оно включает вагонные депо, пункты ремонта вагонов, пункты технического обслуживания (ПТО) и подготовки вагонов под погрузку (ППВ), контрольные пункты автотормозов.

Вагонные депо производят средний, годовой и текущий отечественный ремонт грузовых вагонов. Их располагают, как правило, на сортировочных станциях, станциях выгрузки и массовой подготовки порожних вагонов под погрузку (не менее 500 вагонов в 1 сут). Ранее вагонные депо сооружались и на некоторых участковых станциях. Новые депо на узловых участковых станциях рекомендуется кооперировать с локомотивным депо, что позволяет использовать общие коммуникации (теплосеть, энергосеть и др.), а в некоторых случаях кооперировать и некоторые цехи мастерских.

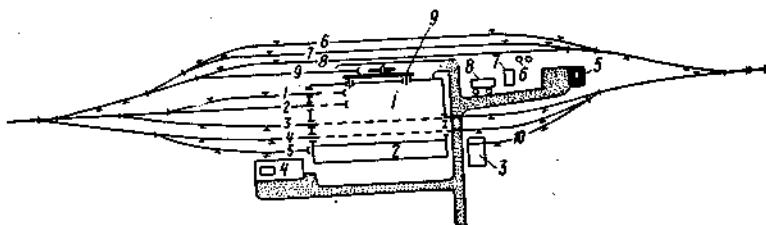


Рис. 189. Схема планировки территории вагонного депо

Схема типового вагонного депо при раздельном его расположении приведена на рис. 189. В депо входят такие сооружения: основной корпус (ремонтно-сборочный цех) 1, мастерские 2, склад пиломатериалов 3, склад запасных частей 4 с навесом и открытой платформой, погреб для горючих материалов 5, склад смазочных материалов 6, концептропиточная 7, компрессорная 8, парк колесных пар 9. Путевое развитие вагонного депо состоит из путей: 1, 2, 3, 4 — для подачи ремонтируемых вагонов в основной корпус депо; 5 — выгрузочный у склада запасных частей; 6 и 7 — выставочные для вагонов, ожидающих подачи в депо и вышедших из ремонта; 8 — ходовой; 9 — для выгрузки (погрузки) сменяемых колесных пар; 10 — к складу пиломатериалов.

Полезная длина путей 3 и 4 принимается равной трехкратной длине основного корпуса, что обеспечивает поточность ремонта вагонов. Полезную длину путей 6 и 7 для вагонов, подаваемых в ремонт, определяют в зависимости от количества вагонов, поступающих в депо в течение суток.

В районах станций массовой погрузки-выгрузки скоропортящихся грузов сооружают специальные депо для годового и

текущего ремонта рефрижераторных поездов, секций или автономных вагонов, а также пункты для их экипировки (последние возможны на сортировочных и участковых станциях).

Пункты ремонта вагонов обычно устраивают на сортировочных станциях, не имеющих вагонных депо. Они предназначены для текущего ремонта вагонов (не менее 20 в 1 сут) и их располагают на крайних путях сортировочных парков.

Ремонтные пункты имеют мастерские с компрессорной и котельной, склад угля, склад запасных частей, материалов и инвентаря. Пути, обслуживающие ремонтный пункт, разделяются съездами на участки (секции): 1) для накопления поступающих в ремонт вагонов; 2) для основного ремонта и доделочного; 3) для стоянки и накопления вагонов, вышедших из ремонта.

Пункты технического обслуживания и подготовки вагонов под погрузку предназначены для осмотра, текущего отцепочного и безотцепочного ремонта и подготовки вагонов под погрузку. Их располагают в приемо-отправочных парках станций, а также на станциях с подготовкой под погрузку и выгрузку более 100 вагонов в сутки. Эти пункты имеют основное здание, контрольные пункты автотормозов, компрессорные, устройства для хранения и раздачи смазки, воздухопроводную сеть, мощные дорожки для транспортировки запасных частей и деталей и др. Помещение ПТО обычно располагают в центре парков или вблизи торловин. На крупных станциях с последовательным расположением парков может быть несколько ПТО.

В приемо-отправочных парках некоторых станций имеются попечные тоннели для прохода тележек с запасными частями, а в междупутьях шириной не менее 5,5 м — узколейные пути для перемещения тележек в продольном направлении.

Контрольные пункты для осмотра, ремонта и испытания автотормозов устраивают на всех участковых станциях с основным депо, в крупных пунктах оборота локомотивов и на сортировочных станциях. Эти пункты располагают в парках отправления поездов и в сортировочно-отправочных парках.

Различные варианты расположения устройств локомотивного и вагонного хозяйств на участковых и сортировочных станциях приведены в § 2 и 3 гл. 15 и в § 3 гл. 16.

### § 3. Ремонтное хозяйство промышленного транспорта

Для осмотра, текущего ремонта и экипировки локомотивов промышленных предприятий устраивают пункты технического осмотра и служебного ремонта, экипировочные пункты и локомотивные депо. Заводской ремонт локомотивов, как правило, выполняют на предприятиях Министерства путей сообщения СССР. Пункты технического осмотра и ремонта локомотивов зачастую совмещают с экипировочными пунктами.

Для осмотра и ремонта вагонов на предприятиях промышленного транспорта устраивают вагонные депо, пункты технического осмотра и безотцепочного ремонта вагонов.

Пункты технического осмотра, служебного ремонта и экипировки локомотивов, пункты технического осмотра и безотцепочного ремонта вагонов целесообразно располагать на территории промышленных сортировочных станций. Межотраслевую ремонтную базу для подвижного состава промышленного транспорта (депо для заводских вагонов и локомотивов) следует предусматривать, как правило, за пределами станции и располагать в группе ремонтно-вспомогательных цехов предприятий с целью их кооперации. Ремонтное хозяйство, как правило, должно проектироваться общим для ремонта локомотивов, вагонов, железнодорожных кранов, путевых машин и механизмов.

В крупных промышленных районах пункты технического осмотра вагонов и пункты технического осмотра и экипировки локомотивов можно располагать как на заводской или центральной сортировочной станции промышленного района, так и в районе цехов сталеплавильного производства, на карьерных и дробильных станциях и у других мест расположения мощных погрузочных и разгрузочных фронтов.

Ремонт и содержание технологического подвижного состава (тележки, ковши и др.) осуществляются на предприятиях цехами, которые эксплуатируют этот подвижной состав.

В угольно-рудных районах устройства локомотивного и вагонного хозяйств можно располагать на станции при центральной обогатительной фабрике или на одной из сборочных станций района.

## Глава 13. ПОСТЫ, РАЗЪЕЗДЫ И ОБГОННЫЕ ПУНКТЫ

### § 1. Путевые и вспомогательные посты

Путевые посты — это раздельные пункты железнодорожных линий, не оборудованных автоблокировкой, не имеющие путевого развития и предназначенные для обеспечения необходимой пропускной способности.

Путевые посты устраивают также в тех случаях, когда для повышения пропускной способности участка на части однопутного перегона укладывают второй главный путь (рис. 190, а). На путевом посту в этом случае оборудуют предохранительный тупик и съезд, укладываемый из стрелочных переводов пологих типов (1/18 ... 1/22), что обеспечивает высокие скорости движения поездов по отклоняемому пути.

Вспомогательные посты предназначаются для обслуживания пунктов примыкания ветви или подъездного пути на перегоне (рис. 190, б).



Рис. 190. Схемы путевых и вспомогательных постов:  
1, II — главные пути; 3 — предохранительный тупик;  
4 — здание поста

трагания с места поезда установленного веса, который остановился у проходного сигнала. Проходные сигналы разрешают или запрещают поезду проследовать с одного межпостового перегона на другой.

Проходные светофоры путевых и вспомогательных постов во всех случаях дополняются предупредительными светофорами, устанавливаемыми на расстоянии, равном тормозному пути.

Стрелочные переводы и сигналы поста должны находиться в такой зависимости, чтобы при разрешающем показании проходного сигнала (сквозном пропуске по главному пути) стрелочные переводы были в нормальном положении: на главных путях — по главному пути, на ответвлении — в предохранительный тупик.

На промышленном транспорте можно устраивать грузовые посты и районные грузовые посты для распределения вагонопотоков между грузовыми пунктами (районами), а также для регулирования движения поездов (передач).

## § 2. Разъезды

Разъезды устраивают на однопутных линиях для скрещения и обгона поездов. В некоторых случаях на разъездах может производиться посадка-высадка пассажиров, погрузка-выгрузка грузов (в небольшом объеме). Для выполнения указанных операций на разъездах, кроме главного, укладывают приемо-отправочные пути (один-два), сооружают пассажирское здание, платформы для посадки и высадки пассажиров, устройства СЦБ и связи, освещения и др. На разъездах, где производятся грузовые операции, предусматривается укладка погрузочно-разгрузочных тупиков для стоянки отдельных вагонов (местных, вагон-лавка, вагон-клуб, служебных и др.). В зависимости от выполняемой работы различают разъезды для скрещения поездов с остановкой и для безостановочного скрещения.

В зависимости от эксплуатационных и местных условий ИПС рекомендует следующие типовые схемы разъездов (рис. 191), отличающиеся взаимным расположением основных путей: схемы Ia и Ib с продольным размещением приемо-отправочных

путей; схема II с полупродольным размещением путей; схема III с поперечным расположением путей.

Пассажирские поезда, следующие с остановкой на разъезде, принимаются на путь, расположенный у основной пассажирской платформы (путь 2 в схеме III, главный путь — в других схемах).

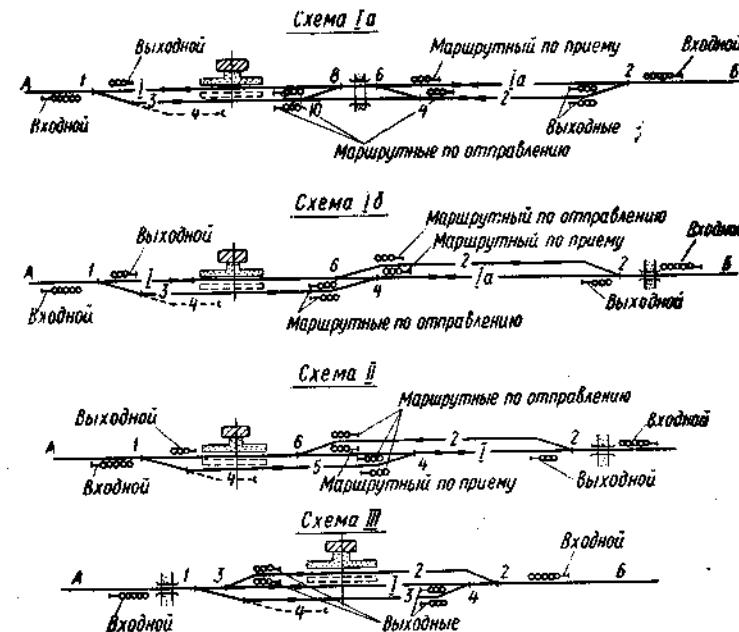


Рис. 191. Схемы разъездов

Для приема грузовых поездов под обгон или скрещение используются пути 2 и 3, а для обгона (сквозного пропуска) — главный путь 1. В схемах Ib, II и III приемо-отправочные пути 2 и 3 целесообразно специализировать по направлениям движения, что обеспечивает большую четкость в работе и уменьшает затраты на устройства автоматики и телемеханики. Главный путь и путь 2 в схеме Ia специализируются для приема поездов обоих направлений.

Схему Ia с продольным расположением приемо-отправочных путей по одну сторону от главного пути рекомендуется применять на линиях, где в ближайшее время предусматривается сооружение второго главного пути или двухпутных вставок. В этом случае при переустройстве линии в двухпутную и закрытии части разъездов приемо-отправочные пути 2 и 3 можно полностью использовать для устройства второго главного пути.

*Схему Iб* продольного типа с расположением приемо-отправочных путей по обе стороны от главного пути рекомендуется применять на линиях с большим числом пассажирских и других ускоренных поездов, пропускаемых через разъезд с обгоном грузовых поездов, а также при необходимости расположения по грузочно-разгрузочных площадок или ветвей по обе стороны от главного пути.

На разъездах по схеме *Iб* обеспечивается одновременный прием двух грузовых поездов на пути 2 и 3 с остановкой; пассажирские поезда при скрещении с грузовыми и обгоне пропускают по главному пути.

Разъезды по схемам *Ia* и *Iб* рекомендуются для линий I и II категорий, сооружаемых в условиях благоприятного рельефа, а также в тех случаях, когда желательно иметь рассредоточенную стоянку поездов и при организации безостановочного скрещения поездов.

*Схему II* с полупродольным размещением приемо-отправочных путей рекомендуется применять на линиях I и II категорий при ограниченной по длине площадке. При этом величина смещения путей, как минимум, должна допускать установку пассажирского поезда в пределах полезной длины главного пути у пассажирского здания.

*Схему III* с поперечным расположением приемо-отправочных путей можно применять на железных дорогах III категории, а в трудных условиях и на дорогах I и II категорий.

При проектировании разъездов этого типа входные стрелочные переводы укладываются по принципу правопутности. Это позволяет принимать поезда из А на путь 3 и из Б на путь 2 только по одному противоверстному стрелочному переводу, а при одновременном их приеме обеспечиваются лучшие условия безопасности движения.

По сравнению со схемой поперечного типа разъезды продольного и полупродольного типов имеют следующие преимущества:

1) повышается пропускная способность прилегающих перегонов вследствие сокращения затрат времени на занятие перегона и создания условий для организации безостановочного скрещения поездов;

2) обеспечиваются лучшие условия и повышается безопасность движения при одновременном приеме встречных поездов;

3) создаются лучшие условия для разгона поездов после остановки;

4) обеспечивается возможность скрещения длинносоставных (сдвоенных) поездов;

5) создаются лучшие условия для обслуживания пассажиров.

Схемы разъездов проектируют по возможности однотипными в пределах тягового участка для облегчения ориентировки локомотивных бригад.

Количество приемо-отправочных путей на разъездах зависит от характера и размеров движения: при размерах движения до 1 пар поездов в 1 сут — один путь, от 13 до 24 пар — один или 2 пути, более 24 пар — два пути (кроме главного). На предвовых разъездах это количество может быть увеличено на 1 путь.

Разъезды ограждают входными сигналами. На линиях, оборудованных блокировкой, устанавливают также выходные, при продольных и полупродольных схемах разъездов и маршевые сигналы (рис. 191, схемы *Ia*, *Iб* и *II*).

На разъездах устраивают здание разъезда с помещениями для пассажиров и дежурного, пассажирскую платформу, стрелочные посты (на малодеятельных линиях), жилые дома. Все здания рекомендуется располагать со стороны населенного пункта.

### § 3. Обгонные пункты

Обгонные пункты устраивают на двухпутных линиях для обгона одних поездов другими, более срочными. В некоторых случаях на обгонных пунктах может производиться посадка-высадка пассажиров и погрузка-выгрузка грузов (в небольших размерах).

Для выполнения указанных операций на обгонных пунктах, кроме главного, укладывают обгонные пути (один-два), сооружают здание дежурного по обгонному пункту, пассажирские платформы (при посадке и высадке пассажиров), устройства СЦБ и связи, освещения, жилые дома.

Чтобы можно было переключать движение с одного главного пути на другой (если закрыто движение по одному из главных путей в связи с ремонтом или по другим причинам), а также для использования обоих главных путей для пропуска поездов одного направления, в каждом конце обгонного пункта между главными путями укладывают диспетчерские съезды (по два). Иногда на первую очередь вместо четырех съездов укладываются лишь два. Марки крестовин стрелочных переводов диспетчерских съездов должны быть не круче 1/11.

В соответствии с ИПС возможны следующие схемы обгонных пунктов (рис. 192), отличающиеся взаимным расположением обгонных путей: схема *I* — с параллельным расположением путей; схема *II* — со смещенным расположением путей; схема *III* — с одним обгонным путем.

В некоторых случаях применяются схемы с последовательным расположением путей и с одним обгонным путем, расположенным с одной стороны главных путей.

*Схема I* с параллельным расположением обгонных путей — основная для всех двухпутных линий. Преимущество этой схемы заключается в возможности размещения обгонного пункта

## Глава 14. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СТАНЦИИ

### § 1. Операции, выполняемые на промежуточных станциях, и их схемы

Промежуточные станции, кроме обгона и скрещения поездов, выполняют следующие операции: а) прием, погрузку, хранение, выгрузку и выдачу грузов; б) посадку и высадку пассажиров; в) прием, хранение и выдачу багажа; г) маневровую работу со сборными поездами по отцепке и прицепке местных вагонов, подаче и уборке их по местам погрузки и выгрузки на станции и подъездных путях, а иногда и формирование отправительских маршрутов или групп из вагонов собственной погрузки;

д) взвешивание вагонов (при значительных размерах погрузки навалочных грузов).

Для выполнения технических и коммерческих операций промежуточные станции оборудованы соответствующим комплексом устройств, в полосе отвода сооружаются жилые дома (поселки) для работников станции.

В зависимости от взаимного расположения приемо-отправочных путей различают три основных типа промежуточных станций: с поперечным, продольным и полупродольным расположением приемо-отправочных путей.

На схему станции влияют количество главных путей, место расположения грузовых устройств, примыкание подъездных путей.

При выборе места расположения грузовых устройств на станции учитывают следующие требования:

1) маневровая работа со сборными поездами по прицепке и отцепке вагонов должна выполняться по возможности без пересечения главных путей станции;

2) маневровая работа на грузовом дворе должна быть, как правило, изолирована от движения организованных поездов, что повышает безопасность движения и сокращает время работы сборного поезда;

3) следует обеспечить возможность дальнейшего развития станции и грузовых устройств;

4) места подачи вагонов под погрузку или выгрузку необходимо сконцентрировать в одном районе станции, а их расположение должно обеспечивать простоту маневровых передвижений при обработке;

5) необходимо учитывать удобство подъезда и обеспечивать минимальный пробег автотранспорта.

Грузовые устройства на промежуточных станциях, как правило, располагают со стороны, противоположной пассажирскому зданию. Грузовые устройства со стороны пассажирского здания допускается располагать при небольших размерах

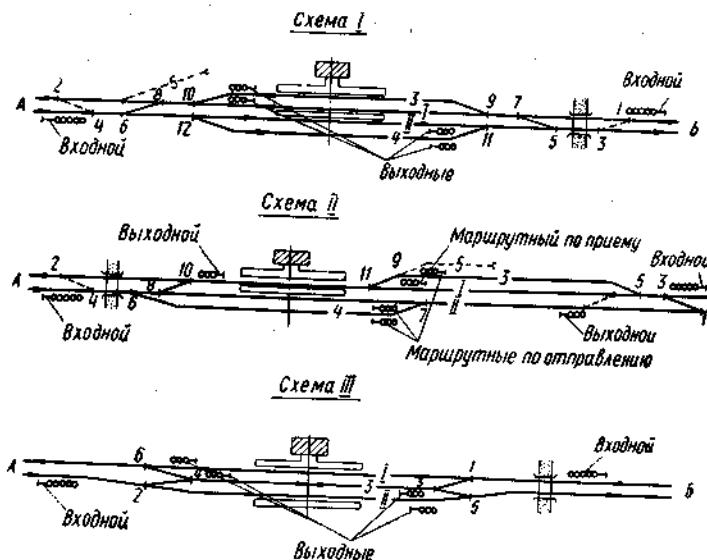


Рис. 192. Схемы обгонных пунктов

на короткой площадке. Однако при занятии пути 3 обгоняемым грузовым поездом усложняется проход пассажиров к поезду, стоящему на пути I или II.

*Схему II* со смещенным расположением обгонных путей применяют в тех случаях, когда необходимо облегчить трогание с места и разгон поезда после остановки или расположить погрузочно-разгрузочные площадки по обе стороны главных путей, а также при большом количестве местных пассажиров (достигаются лучшие условия посадки и высадки пассажиров).

*Схему III* с одним обгонным путем, расположенным между главными путями, можно применять на линиях с небольшими размерами пассажирского движения и в сложных топографических условиях. В этом случае обгонный путь используется по-переменно для обслуживания обоих направлений. К недостаткам этой схемы относится искривление одного или обоих главных путей в пределах обгонного пункта, а также неудобство прохода пассажиров к поезду, стоящему на пути II.

Размещение служебных и жилых зданий, расположение пе-реездов, расстановка сигналов на обгонных пунктах производятся практически так же, как и на разъездах.

движения, а также тогда, когда местные условия (топографические, геологические, расположение предприятий и дорог и др.) не позволяют расположить их со стороны, противоположной пассажирскому зданию.

Рассмотрим основные схемы промежуточных станций, сооружаемых на однопутных и двухпутных линиях.

*Схема I* (рис. 193, 194) с поперечным расположением приемо-отправочных путей применяется на однопутных и двухпутных линиях в сложных топографических условиях (если невозможно получить станционную площадку значительной длины),



Рис. 193. Схема промежуточной станции с поперечным расположением путей (грузовые устройства со стороны пассажирского здания)



Рис. 194. Схема промежуточной станции с поперечным расположением путей (грузовые устройства со стороны, противоположной пассажирскому зданию)

а также как переходный этап развития промежуточной станции продольного или полупродольного типа.

Маневровую работу со сборными поездами на станциях рассматриваемого типа производят следующим порядком. Нечетные сборные поезда из Б (рис. 193) принимают на путь 2. Маневры производят с головы поезда, используя вытяжной путь 7. Вагоны в адрес станции при формировании поезда на участковой станции должны ставиться одной группой ближе к голове поезда. После расцепки состава локомотив с головной частью состава выезжает на вытяжной путь 7, а затем подает отцепляемую группу вагонов на погрузочно-разгрузочный путь 5. Если требуется произвести уборку вагонов, находящихся на пути 5, то их надо предварительно переставить на выставочный путь 6, после чего на путь 5 подают вновь прибывшие вагоны. Затем локомотив заезжает на путь 6, забирает вагоны, подлежащие прицепке к данному поезду, и ставит их в поезд.

Четные сборные поезда со стороны А принимают, как правило, на путь 4. Вагоны в адрес станции должны стоять ближе к хвосту поезда. Локомотив отцепляют от состава и по свободному пути обгоняют в хвост сборного поезда. Далее локомотив производит маневры по отцепке-прицепке вагонов, выезжая на

вытяжной путь 7, а затем по свободному пути возвращается в голову сборного поезда.

При сооружении на участке второго главного пути переустройство станции по схеме на рис. 193 может быть выполнено (как показано штриховой линией) превращением пути 3 в главный, сооружением у него пассажирской платформы и удлинением пути 4 в сторону Б. В горловинах в первую очередь достаточно уложить по одному диспетчерскому съезду.

Достоинством этой схемы является меньшая стоимость подъездов к грузовому двору (а зачастую и меньший пробег автотранспорта), более удобная связь клиентуры с работниками станции по оформлению грузовых операций. Однако при расположении грузового двора со стороны пассажирского здания возникают некоторые неудобства: при маневровой работе со сборными поездами, принятыми на пути 3 и 4, происходит неизбежное пересечение главного пути (могут возникнуть затруднения, особенно на двухпутной линии); ограничена территория для развития грузового двора; при работе со сборным поездом на пути 2 преграждается доступ к пассажирским поездам, останавливающимся на главных путях. Данную схему можно применять при незначительных размерах движения и местной грузовой работы, а также тогда, когда расположение грузовых устройств со стороны, противоположной пассажирскому зданию, затруднительно по местным условиям.

Указанные недостатки схемы устраняются при расположении грузового двора со стороны, противоположной пассажирскому зданию (рис. 194). Для того чтобы можно было развивать станцию в ширину, грузовые устройства целесообразно располагать на некотором расстоянии от приемо-отправочных путей, предусматривая в дальнейшем укладку между ними еще двух-трех путей.

Если на участке сооружают второй главный путь, то его укладывают в пределах станции со стороны пассажирского здания.

В схеме на рис. 194 сборные поезда обоих направлений необходимо принимать только на приемо-отправочные пути, близайшие к грузовому двору. Схема позволяет производить маневры со сборными поездами обоих направлений без отцепки и обгона поездного локомотива в хвост поезда. Данная схема позволяет четко разграничить пассажирские и грузовые операции, изолировать маневровую работу со сборными поездами от пропуска грузовых и пассажирских поездов, расширить фронты погрузки и выгрузки. Однако в ней несколько увеличивается протяженность подъездов к грузовому двору из поселка, расположенного со стороны пассажирского здания.

*Схему II* (рис. 195) с продольным расположением приемо-отправочных путей рекомендуется применять на линиях I и II категорий с большими размерами движения (особенно

пассажирского), при пропуске тяжеловесных поездов, когда устройство длинной станционной площадки не вызывает необходимости дополнительных затрат. Основную группу путей для приема-отправления пассажирских поездов, грузовых поездов четного направления и маневровой работы со сборными поездами располагают по этой схеме против пассажирского здания.



Рис. 195. Схема промежуточной станции с продольным расположением путей

Сборные поезда обоих направлений целесообразно принимать на путь 4 и маневры с ними производить с головы поезда, как и по схеме на рис. 194 (без обгона локомотива в хвост поезда).

Прямая связь между приемо-отправочными путями противоположных направлений (2 и 3, 4) обеспечивает хорошую маневренность в использовании устройств станции.

Если на участке сооружают второй главный путь, то его укладывают в пределах станции со стороны пассажирского здания на продолжении пути 2. Вместо пути 2 укладывают новый приемо-отправочный путь, а в горловинах перекладывают часть стрелок и оборудуют диспетчерские съезды.

*Схема III* (рис. 196) с полупродольным расположением приемо-отправочных путей рекомендуется для линий I и II категорий при больших размерах пассажирского движения, когда по местным условиям длина станционной площадки не позволяет расположить приемо-отправочные пути по продольной схеме.



Рис. 196. Схема промежуточной станции с полупродольным расположением путей

Схемы станций продольного и полупродольного типов имеют по сравнению со схемами с поперечным расположением путей следующие преимущества:

1) обеспечивается возможность пропуска тяжеловесных (длинносоставных) поездов, а при соответствующих условиях и возможность безостановочного скрещения поездов на однопутных линиях;

2) создаются лучшие условия безопасности движения при одновременном приеме грузовых поездов противоположных направлений на станциях однопутных линий;

3) достигаются более удобные условия посадки и высадки пассажиров при приеме пассажирских поездов на главные пути;

4) создаются условия для размещения погрузочно-разгрузочных площадок со стороны пассажирского здания, где обычно имеются удобные подъезды автодорог.

## § 2. Устройства на промежуточных станциях

На промежуточных станциях укладывают пути для приема и отправления поездов, производства маневров и выполнения погрузочно-разгрузочных операций.

Количество приемо-отправочных путей устанавливается в зависимости от характера и размеров движения. Оно должно быть не менее двух (кроме главного) при пропускной способности однопутного участка до 24 пар поездов параллельного графика, а при большей пропускной способности и на двухпутных участках — от двух до трех. На предузловых станциях допускается увеличение количества приемо-отправочных путей на один. Полезная длина приемо-отправочных путей должна быть не менее стандартной, установленной для данного направления.

Количество и длину путей для обслуживания примыкающих к станции подъездных путей промышленных предприятий определяют в зависимости от объема работы (числа подач и вагонов в подаче).

Количество и длина путей для грузовых операций зависят от размеров местной работы и определяются расчетом. Полезная длина вытяжного пути для работы со сборными поездами проектируется не менее половины длины грузового поезда. Чтобы снизить стоимость строительства станции на первую очередь, допускают уменьшение полезной длины вытяжного пути до 200 м.

На промежуточных станциях располагают также устройства для выполнения технических и коммерческих операций.

Пассажирские здания сооружают по типовым проектам (на 25, 50, 100, 200 пассажиров), располагая их от оси ближайшего главного пути на расстоянии не менее 20 м, чтобы можно было в дальнейшем развивать пути в сторону пассажирского здания.

Пассажирские платформы устраивают, как правило, низкими — высота 0,2 м над головкой рельса. Пассажирские платформы делают такой длины, чтобы она соответствовала наибольшей длине обращающегося пассажирского состава, предусматривая возможность удлинения платформ в дальнейшем до 500 м.

Ширину пассажирских платформ принимают: основной не менее 6 м и промежуточной не менее 4 м. В стесненных условиях при переустройстве существующих станций допускают следующую ширину платформ: основной не менее 5 м в пределах пассажирского здания и 4 м — на остальном протяжении, промежуточной — 3 м.

Промежуточные высокие платформы сооружают шириной 6...8 м с учетом устройства сходов с пешеходных мостов или в тоннели.

У основной пассажирской платформы располагают багажный и пожарный сараи, кипятильник, продуктовый и газетный киоски, наружные туалетные помещения и др.

Грузовые устройства, состоящие из крытых складов, крытых и открытых платформ, контейнерных и навалочных площадок, располагают на отдельной территории, называемой грузовым двором.

При концентрации грузовой работы на специальных опорных станциях последние получают дополнительное развитие грузовых устройств и путей, оснащаются соответствующими средствами механизации погрузочно-разгрузочных работ. На таких станциях, кроме крытых складов, крытых и открытых платформ, сооружают платформы с зубчатым бортом для непосредственной перегрузки грузов по прямому варианту, площадку для контейнеров, тяжеловесных и длинномерных грузов, платформы для колесных и самоходных единиц, повышенный путь для выгрузки сыпучих грузов высотой 1,5...2,5 м, административно-бытовое здание.

## Глава 15. УЧАСТКОВЫЕ СТАНЦИИ

### § 1. Назначение и работа участковых станций, их размещение

Участковые станции предназначены для смены поездных локомотивов, их экипировки и ремонта (при наличии депо), смены локомотивных бригад, технического и коммерческого осмотра составов, расформирования и формирования сборных и участковых поездов, ремонта вагонов и выполнения пассажирских и грузовых операций в несколько большем объеме, чем на промежуточных станциях.

Иногда участковые станции обслуживают также подъездные пути промышленных предприятий, шахт и рудников, на них формируются маршрутные и групповые поезда.

На узловых участковых станциях (с тремя и более подходами) производится также передача поездов и вагонов с одной линии на другую.

Рассмотрим порядок работы станции с поездами.

Транзитные грузовые поезда принимаются на пути приемо-отправочных парков, где производится смена локомотивов или локомотивных бригад, технический и коммерческий осмотр состава, безотцепочный ремонт вагонов (при необходимости), заряда и проба тормозов. Сменяемые локомотивы проходят экипировку на территории локомотивного хозяйства, а те, что следуют без отцепки, — на приемо-отправочных путях. Сборные и участковые поезда, расформировываемые на участковой станции, принимают, как правило, на приемо-отправочные пути, расположенные рядом с путями сортировочного парка; поездной локомотив после отцепки уходит на экипировку.

После технического и коммерческого осмотра, а также разметки состав подается на вытяжной путь и расформировывается по соответствующим путям сортировочного парка.

Из сортировочного парка местные вагоны поступают на пути грузового двора или подъездные пути предприятий; вагоны, следующие на прилегающие участки, накапливаются на путях сортировочного парка и из них формируют сборные, участковые, а иногда и сквозные (маршрутные) поезда. Готовые составы переставляются для отправления на пути приемо-отправочного парка или же отправляются непосредственно с путей сортировочного парка.

Размещение участковых станций на железнодорожных линиях зависит от рода тяги и способа обслуживания поездов локомотивами. В настоящее время практически завершен переход на электрическую и тепловозную тягу, возросли скорости движения поездов. Это позволило значительно упростить операции по снабжению локомотивов и увеличить пробеги поездов без смены локомотивов.

Согласно СНиП расстояния между участковыми станциями с основными дело на новых линиях проектируют не менее 700...1000 км при электрической тяге и не менее 500...800 км при тепловозной.

При организации работы на удлиненных участках обращения с обслуживанием локомотивов сменными бригадами различают три вида участковых станций:

- 1) с основным депо для ремонта локомотивов;
- 2) с пунктами оборота локомотивов (последние имеют экипировочные устройства, на них организуется технический осмотр локомотивов);
- 3) со сменой локомотивных бригад.

### § 2. Комплекс устройств участковых станций и их расположение

В соответствии с характером работы на участковой станции предусматриваются устройства для обслуживания пассажирского и грузового движения, грузовой двор ГД, локомотивное

*ЛХ и вагонное ВХ хозяйства. Взаимное расположение этих устройств должно обеспечивать безопасность движения поездов и маневровой работы, требуемую пропускную способность, наименьшие пробеги по станции подвижного состава, возможность дальнейшего развития устройств станции, наименьшие строительные и эксплуатационные расходы, поточность производства операций согласно технологическому процессу работы.*

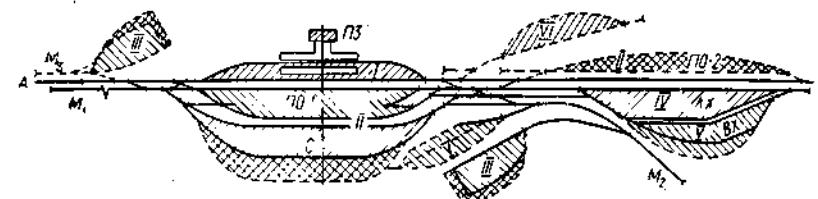


Рис. 197. Схема взаимного расположения основных устройств участковой станции

На рис. 197 приведена принципиальная схема взаимного расположения основных устройств участковой станции с учетом указанных выше требований и направление дальнейшего развития каждого элемента станции.

Устройства для обслуживания пассажирского движения (пассажирское здание, перронные пути, пути отстоя составов) располагают, как правило, рядом с главными путями со стороны населенного пункта. Это обеспечивает независимое движение по станции пассажирских поездов и создает удобства для местного населения.

Устройства для обслуживания грузового движения II (приемо-отправочные, сортировочные и вытяжные пути, технические здания) располагают со стороны, противоположной пассажирским устройствам (при наличии последовательно расположенных приемо-отправочных парков, один из них ПО-2 располагается у главных путей перед пассажирскими устройствами).

Приемо-отправочные парки в зависимости от длины станционной площадки и размеров движения можно располагать по продольной, полупродольной и поперечной схемам. Сортировочный парк укладывается параллельно одному из приемо-отправочных парков, куда принимаются перерабатываемые поезда.

Грузовой двор III обычно располагают со стороны сортировочного парка, он примыкает к вытяжному пути  $M_2$ . При соответствующем обосновании его можно располагать со стороны пассажирского здания. Однако неудобства, связанные с пересечением главных путей при подаче и уборке вагонов из сортировочного парка, снижение из-за этого пропускной способности станции, делают более предпочтительным вариант расположения грузового двора рядом с сортировочным парком.

Локомотивное хозяйство IV, состоящее из устройства для осмотра, экипировки и ремонта локомотивов, располагают со стороны, противоположной пассажирскому зданию, в том конце станции, где обеспечивается независимость операций по приему поездов и пропуску локомотивов, а также минимальный пробег локомотивов.

Экипировочные устройства для локомотивов транзитных поездов можно размещать у приемо-отправочных путей, что позволяет не отцеплять локомотивы от поездов.

Вагонное хозяйство  $V$  предназначается для осмотра, безотцепочного и отцепочного ремонта вагонов. Вагоноремонтное депо  $ВРД$  рекомендуют размещать рядом с ремонтной базой  $РБ$  локомотивов, что позволяет кооперированно использовать их устройства. Возможно также расположение  $ВРД$  у сортировочного парка со стороны вытяжки  $M_2$ .

Пункты технического осмотра вагонов, выполняющие и безотцепочный ремонт, располагают у приемо-отправочных парков (ближе к центральной горловине станции).

Устройства энергоснабжения, пути, СЦБ и связи и т. д. (VI) можно размещать в разных местах в зависимости от местных условий, однако они должны иметь удобные выходы на главные пути для быстрого вывода снегоочистителей, ремонтных дрезин и другой техники.

При рекомендованном расположении элементов станции возможно следующее развитие устройств (показано на рис. 197 двойной штриховкой): пассажирских — в сторону пассажирского здания; для грузового движения — в сторону подходов и полевую сторону; локомотивного и вагонного хозяйств — в по-левую сторону; грузового двора — в ширину и длину.

### § 3. Основные схемы участковых станций

В зависимости от размеров грузового и пассажирского движений, топографических, геологических и прочих местных условий, количества главных путей на подходах рекомендуются три типа участковых станций, отличающихся взаимным расположением приемо-отправочных парков: 1) поперечный; 2) продольный; 3) полупродольный.

Кроме трех основных типов, могут применяться, при соответствующем технико-экономическом обосновании, схемы с последовательным расположением пассажирских и грузовых устройств, схемы поперечного типа с внутренним расположением сортировочного парка и др.

На новых однопутных линиях обычно сооружают участковые станции *поперечного* типа, предусматривая для линий I и II категорий возможность дальнейшего их развития по продольной или полупродольной схеме.

На рис. 198 приведена схема участковой станции поперечного типа с основным депо, расположенная на однопутной линии. Штриховой линией показан приемо-отправочный парк *ПО-2*, который создают при переустройстве станции по продольной схеме.

Для приема и отправления грузовых поездов обоих направлений предназначен общий приемо-отправочный парк *ПО-1*. Сменяемые поездные локомотивы от нечетных грузовых поездов убирают и подают непосредственно с приемо-отправочных путей на экипировочные устройства *ЭУ*; локомотивы четных поездов убирают через локомотивный тупик в депо по ходовому пути, уложенному между приемо-отправочным и сортировочным парками.

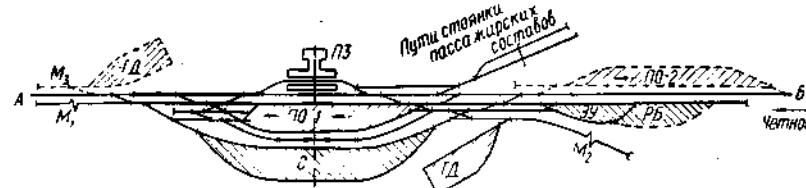


Рис. 198. Схема участковой станции поперечного типа на однопутной линии

Для выполнения маневровой работы по расформированию и формированию сборных и участковых поездов предусмотрен сортировочный парк *С* с двумя вытяжными путями. На основном вытяжном пути *M1* перед горловиной сортировочного парка можно сооружать полугорку или горку малой мощности; вытяжной путь *M2* служит для выполнения вспомогательных операций по окончанию формирования поездов, по подаче и уборке вагонов на грузовой двор и др. Схемой предусматривается возможность отправления поездов своего формирования непосредственно с путей сортировочного парка.

Горловины станции запроектированы таким образом, чтобы можно было выполнять параллельно следующие операции:

1) со стороны *A* — принимать в парк *ПО-1* или отправлять поезда; подавать или убирать локомотивы через тупик с части путей *ПО-1*; выполнять маневровую работу на вытяжном пути *M1* и в сортировочном парке;

2) в горловине со стороны *B* — принимать или отправлять поезда; подавать или убирать локомотивы в локомотивное хозяйство; выполнять маневровую работу на вытяжном пути *M2*.

Схема участковой станции поперечного типа на двухпутной линии показана на рис. 199.

Для повышения безопасности движения и увеличения пропускной способности схемы станций поперечного типа двухпутных линий предусматривают:

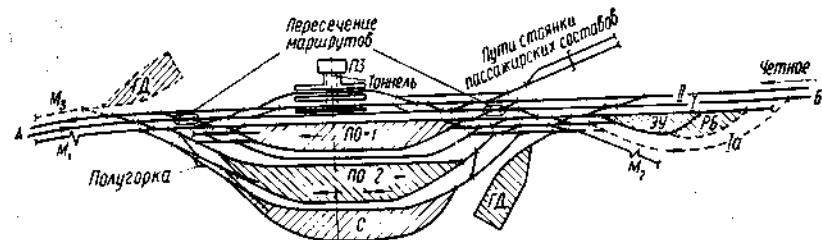


Рис. 199. Схема участковой станции поперечного типа на двухпутной линии

а) самостоятельные приемо-отправочные парки для грузовых поездов, специализированные по направлениям движения (ходовой локомотивный путь располагается между приемо-отправочными парками);

б) обходной главный путь *1a*, позволяющий разгрузить центральную горловину и уменьшить число враждебных сечений в ней (ликвидируются пересечения маршрутов отправления грузовых поездов на *B* с маршрутами подачи и уборки локомотивов в локомотивное хозяйство).

Конструкция горловин позволяет выполнять параллельно следующие операции:

1) со стороны *A* — прием грузового поезда в парк *ПО-2*, отправление на *A* из *ПО-1*, подача или уборка локомотива через тупик и ходовой путь с части путей *ПО-1*, маневровая работа на вытяжном пути *M1*;

2) со стороны *B* — прием поезда в парк *ПО-1*, отправление на *B* из *ПО-2* по обходному пути *1a*, пропуск локомотивов по ходовому пути на экипировку и обратно, маневровая работа на вытяжном пути *M2*.

К достоинствам схем с поперечным расположением парков относится компактность размещения устройств станции, что обеспечивает меньшие затраты на строительство и эксплуатацию станции.

Схемы с поперечным расположением парков имеют такие недостатки: перепробеги сменяемых локомотивов четных поездов; сложность горловин на станциях двухпутных линий; пересечение четными грузовыми поездами маршрутов пассажирских поездов нечетного направления в двух точках — при приеме четных грузовых поездов пересекается маршрут отправления нечетных пассажирских поездов, а при отправлении четных грузовых поездов пересекается маршрут приема нечетных пассажирских поездов. При значительных размерах пассажирского движения эти пересечения будут вызывать затруднения в работе станции и резко снижать ее пропускную способность. Поэтому поперечный тип участковых станций рекомендуется применять на однопутных линиях, а также на двухпутных линиях при

небольших размерах пассажирского движения и в сложных топографических, геологических и других местных условиях.

Участковые станции *продольного* и *полупродольного* типов применяются в основном на двухпутных линиях. Они отличаются от схем поперечного типа двухпутных линий тем, что для четных грузовых транзитных поездов приемо-отправочный парк *ПО-2* располагается со стороны пассажирского здания смещенно (в полупродольной схеме) или последовательно по отношению к паркам *ПО-1* и *С* (в продольной схеме). Эти схемы устраняют недостатки, присущие схемам поперечного типа.

#### § 4. Особенности конструкции узловых участковых станций

Узловые участковые станции отличаются от неузловых тем, что к ним примыкает не менее трех подходов железнодорожных линий. Они проектируются по таким же схемам, что и неузловые. В горловинах со стороны примыкания дополнительных линий укладывают большее количество главных путей и параллельных ходов, а на подходах при необходимости устраивают развязки в разных уровнях (путепроводные).

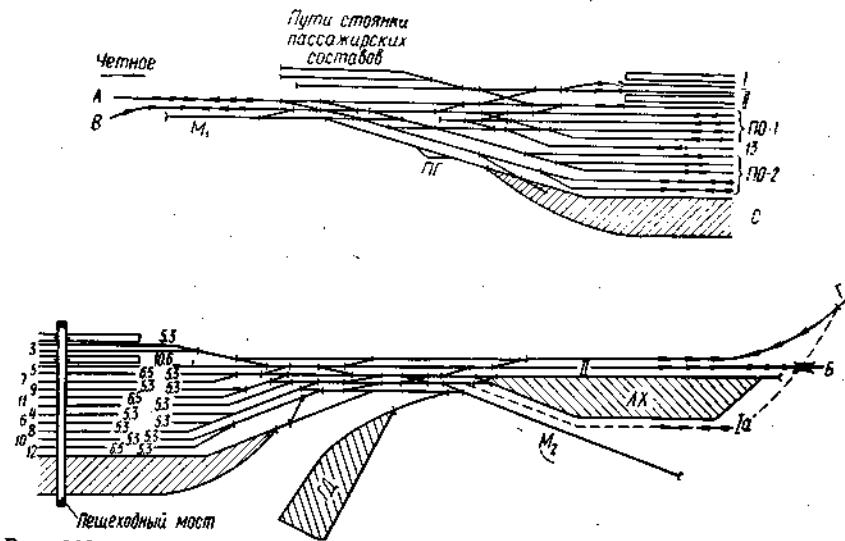


Рис. 200. Горловины узловой участковой станции поперечного типа однопутной линии

Если пересекаются две однопутные линии (рис. 200) или двухпутная и однопутная (при небольших размерах пассажирского движения) и проектируются станции поперечного типа, то развязки подходов можно проектировать в одном уровне.

При слиянии (пересечении) двух двухпутных линий (рис. 201) и в других случаях при проектировании станции про-

дольного и полупродольного типов, а также на станциях поперечного типа при значительных размерах пассажирского движения, как правило, устраивают развязки подходов в разных уровнях.

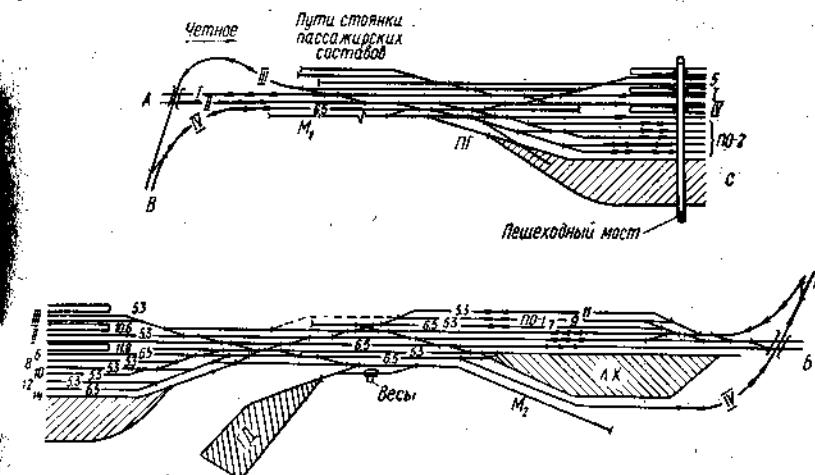


Рис. 201. Горловины узловой участковой станции продольного типа двухпутной линии

Расположение главных путей и конструкций горловин должны обеспечить возможность одновременного приема поездов со всех примыкающих подходов. Следует также обеспечить возможность маневровой работы на вытяжных путях и пропуск локомотивов.

Во всех конструкциях горловин участковых станций необходимо предусматривать устройство выходов на главные пути не только с приемо-отправочных, но и со всех или части путей сортировочного парка.

### Глава 16. СОРТИРОВОЧНЫЕ СТАНЦИИ

#### § 1. Назначение и работа сортировочных станций

Сортировочные станции предназначены для массовой переработки вагонов, формирования сквозных, участковых, сборных и вывозных поездов, отправляемых на прилегающие участки, и передаточных поездов, отправляемых на грузовые и заводские станции узла. На сортировочных станциях выполняют также операции с транзитными грузовыми поездами, которые следуют без переработки, осуществляют смену локомотивов и локомотивных бригад, экипировку и ремонт локомотивов, сортировку грузов (мелких отправок), контейнеров и др.

Транзитные поезда без переработки принимаются на отдельные, предназначенные для этих поездов пути, где производят смену локомотивов и бригад, технический и коммерческий осмотр вагонов, безотцепочный ремонт, проверку составов (по натурному листу) и др.

Поступающие в переработку поезда принимаются в специальные парки приема, где производится технический и коммерческий осмотр состава, проверка (или списывание) состава и проверка документов в технической конторе, далее состав подается на горку (вытяжку) для расформирования.

После накопления вагонов соответствующего назначения производится формирование поезда в хвосте сортировочного парка (или с использованием горки). Сформированные составы маунтровым порядком переставляются на пути отправочного парка, где осуществляется технический и коммерческий осмотр вагонов, проверка состава работниками технической конторы, подготовка поездных документов, прицепка поездного локомотива, проба автотормозов, прием документов локомотивной бригадой и отправление поезда.

Для выполнения сортировочной работы на сортировочных станциях сооружаются горки большой, средней или малой мощности с соответствующим оборудованием, сортировочные парки и вытяжные пути.

Для выполнения указанных выше операций сортировочные станции имеют комплекс устройств:

- 1) парки приема, сортировки, отправления, транзитные, группировочные;
- 2) сортировочные устройства (автоматизированные, механизированные и немеханизированные горки, полугорки и вытяжные пути);
- 3) локомотивное и вагонное депо, пункты экипировки локомотивов;
- 4) пассажирские устройства (обычно остановочные пассажирские платформы);
- 5) служебно-технические здания, тяговые подстанции и участки энергоснабжения, хозяйства службы пути, сигнализации и связи, материальные склады и т. д.

Парки приема, сортировки и отправления образуют сортировочную систему (комплект).

## § 2. Виды сортировочных станций и их размещение на сети железных дорог

Как указывалось ранее (§ 1 гл. 8), сортировочные станции в зависимости от технического оснащения и их роли в работе сети железных дорог делятся на основные (опорные) сетевого значения, районные и вспомогательные.

Сортировочные станции *сетевого значения* перерабатывают свыше 3 тыс. вагонов (физических) в 1 сут. Они располагаются на расстоянии 1500 ... 2000 км друг от друга, преимущественно в местах зарождения крупных потоков (районах массовой погрузки и выгрузки грузов), а также в крупных железнодорожных узлах. На опорных сортировочных станциях концентрируется основная сортировочная работа. Это позволяет уменьшить затраты на развитие сортировочных станций, оборудовать их новейшими средствами механизации и автоматизации сортировочного процесса, уменьшить число переработок вагонов в пути следования, уменьшить простон вагонов и эксплуатационные расходы. К опорным сортировочным станциям относятся станции Ленинград-Сортировочный-Московский, Орехово, Дебальцево, Основа и др.

Сортировочные станции *районного значения* в развитых промышленных районах страны, располагают на расстоянии 300 ... 400 км от ближайших опорных станций, а в менее развитых — на расстоянии 600 ... 1000 км. Объем переработки на этих станциях составляет менее 3 тыс. вагонов (физических) в 1 сут. К ним можно отнести станции Полтава-Южная, Никитовка, Каэтин и др. К районным станциям относят также портовые сортировочные станции и сортировочные станции промышленных районов.

Вспомогательные сортировочные станции имеют небольшой объем сортировочной работы (до 750 вагонов в 1 сут) и перерабатывают в основном местные вагонопотоки.

В зависимости от типа сортировочных устройств различают *горочные* и *безгорочные* станции.

По числу сортировочных комплектов сортировочные станции бывают *односторонние* (в одной системе перерабатываются вагонопотоки всех направлений) и *двусторонние* — с самостоятельными комплектами для четного и нечетного направлений.

В зависимости от взаимного расположения основных парков различают *станции с параллельным, последовательным и комбинированным расположением парков*.

Главные пассажирские пути на сортировочных станциях могут располагаться с одной стороны, по объемлющей схеме и между сортировочными системами (на существующих станциях).

## § 3. Основные схемы сортировочных станций

При сооружении новых и развитии существующих сортировочных станций следует придерживаться типовых схем, рекомендуемых инструкцией по проектированию станций и узлов.

Для односторонних горочных сортировочных станций рекомендуется в качестве основной схема с последовательным расположением объединенных парков приема, сортировки и отправ-

ления с размещением объединенного локомотивно-вагонного хозяйства (*ЛВХ*) рядом с сортировочным парком (рис. 202).

Поезда, подлежащие переработке, принимают со всех направлений в объединенный парк приема (предгорочный): из БГ в секцию  $P_2$ , из А и В по путям I и Ia в секцию  $P_1$ .

Локомотивы от поездов четного направления через предгорочную горловину и ходовой путь 3 поступают на пути локомотивного хозяйства (на экипировку или в ремонт); локомотивы от нечетных перерабатываемых поездов через тупик 2 по парковому ходовому пути и пути 3 также уходят в локомотивное хозяйство.

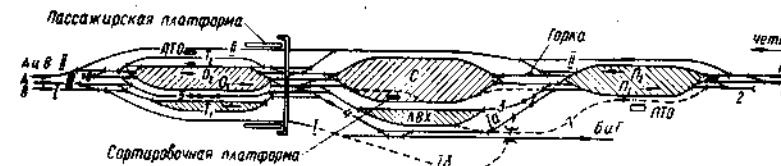


Рис. 202. Схема односторонней сортировочной станции с последовательным расположением объединенных парков

Транзитные поезда без переработки поступают в соответствующие парки  $T_1$  и  $T_2$  — четные по пути  $H$ , нечетные по путям  $I$  или  $III$ . Сменяемые локомотивы из парка  $T_2$  через тупик  $b$  и далее по ходовому пути  $5$  следуют на пути локомотивного хозяйства, а локомотивы из парка  $T_1$  через выходную горловину и ходовой путь также поступают в  $LVB$ .

Составы поездов, прибывших в переработку, после выполнения соответствующих операций в парке приема (технический и коммерческий осмотр, проверка или списывание состава) надвигают маневровым локомотивом на горку для роспуска вагонов по путям сортировочного парка в соответствии с назначением вагонов и специализацией путей этого парка.

В хвостовой горловине сортировочного парка производится маневровая работа по окончании формирования накопившихся составов. Сформированные составы четных поездов выставляются в секцию  $O_2$  парка отправления, нечетные — в секцию  $O_1$ . После выполнения изб.

После выполнения необходимых технических операций по отправлению поезда своего формирования отправляют в сторону  $A$  и  $B$  из парка  $O_2$  по пути II, а из парка  $O_1$  — по путям 4 и I на  $B$  и  $G$ . По этим же маршрутам отправляют также транзитные поезда из транзитного парка  $T_2$  на  $A$  и  $B$  и из парка  $T_1$  на  $B$  и  $G$ .

В зависимости от соотношения количества перерабатываемых поездов и транзитных поездов, а также местных условий, кроме основного варианта расположения локомотивно-вагонного хозяйства (рядом с сортировочным парком), возможны и

другие варианты — расположение *ЛВХ* у парка приема или отправления.

Трехпарковая схема с последовательным расположением парков приема, сортировки и отправления имеет ряд достоинств, а именно: поточность выполнения основных операций; минимум маневровых передвижений с составами своего формирования при перестановке их из сортировочного в отправочный парк; безопасность работы и высокая перерабатывающая способность; объединение операций в меньшем количестве парков, что обеспечивает уменьшение эксплуатационного штата (особенно по вагонной службе); создание лучших условий для комплексной механизации и автоматизации стационарных процессов.

Данная схема имеет следующие недостатки: необходимость в стационарной площадке значительной длины; вагонопотоки непреимущественного направления, следующие с переработкой, совершают по станции дополнительный пробег, равный двойному расстоянию между осями парков приема и отправления; пересечение маршрутов приема перерабатываемых поездов из *A* и *B* и отправления поездов на *B* и *G* из парков *O<sub>1</sub>* и *T<sub>1</sub>*. При значительных размерах движения необходимо предусматривать развязку указанного выше пересечения в разных уровнях, сопрягая путь *1б* и путепровод, показанные на рис. 202 штриховой линией. Одновременно с сооружением пути *1б* под путепроводом целесообразно также уложить ходовой путь *7* для пропуска локомотивов из секции *P<sub>2</sub>* парка приема в локомотивное хозяйство. Такая развязка обеспечивает большую пропускную способность и безопасность движения.

Чтобы уменьшить загрузку предгорочной горловины парка приема и повысить перерабатывающую способность горки, вместо путей  $Ia$  и  $lb$  устраивают петлевой подход для приема разборочных поездов из  $A$  и  $B$  в секцию  $P_1$  через входную горловину парка приема. Пересечение маршрутов приема поездов из  $A$  и  $B$  по петле и отправления поездов на  $B$  и  $G$  из парков  $T_1$  и  $O_1$  осуществляется также в разных уровнях.

Если длина станционной площадки недостаточна для последовательного расположения трех основных парков, применяют схемы с комбинированным размещением парков приема, сортировки и отправления поездов.

На рис. 203 приведена схема с последовательным расположением объединенного парка приема и сортировочного парка и параллельным расположением специализированных по направлениям движения транзитных и отправочных парков по обе стороны от сортировочного.

Объединенное локомотивно-вагонное хозяйство можно размещать рядом с секцией  $P_1$  или  $P_2$  парка приема. Для пропуска ходового пути в парки  $T_2$  и  $O_2$  без пересечения предгорочной горловины рекомендуется устраивать путепровод под горкой. Если локомотивно-вагонное хозяйство расположено рядом с

секцией  $P_2$ , то путепровод под горкой необходим для ходового пути в парки  $T_1$  и  $O_1$ .

По сравнению со схемами с последовательным расположением парков комбинированные схемы имеют следующие недостатки: маршруты приема нечетных поездов в разборку пересекаются с маршрутами отправления нечетных поездов из парка  $O_1$  и маршрутами подачи локомотивов к этим поездам; при перестановке сформированных составов со среднего вытяжного пути в парки  $O_1$  или  $O_2$  прерывается работа на одном из крайних вытяжных путей; выходная горловина парка  $O_2$  перегружается операциями по перестановке составов, подачей поездных

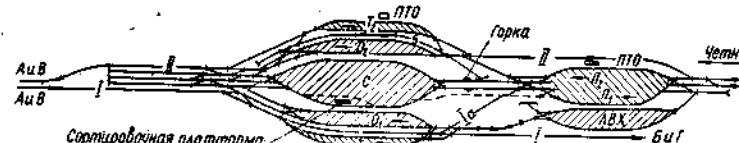


Рис. 203. Схема односторонней сортировочной станции с комбинированным расположением парков

локомотивов, отправлением поездов и может ограничивать пропускную способность станции; увеличивается объем маневровой работы по перестановке составов из сортировочного в отправочные парки (требуется выполнить два полурейса вместо одного при последовательном расположении парков).

Помимо приведенных схем, имеются также схемы без отправочных парков. Их применяют для станций, предназначенных для обслуживания местной работы, морских портов, промышленных предприятий и т. д.

Схему станции при строительстве новых и реконструкции существующих (в том числе и при переходе на двустороннюю) выбирают на основе технико-экономического сравнения вариантов при полном учете местных условий, а при реконструкции — и максимальном использовании имеющихся сооружений и устройств.

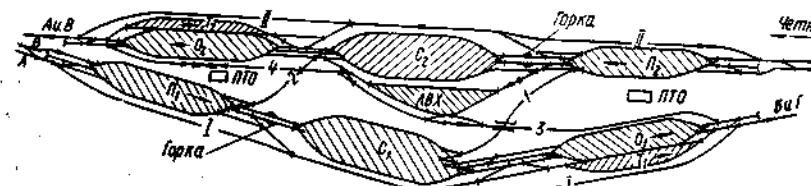


Рис. 204. Схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков

Основная схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков в обеих системах приведена на рис. 204. Объединенное локомотивно-вагонное хозяйст-

во расположено между сортировочными парками, что обеспечивает удобную связь с парками и минимальные пробеги поездных локомотивов.

В зависимости от местных условий локомотивное хозяйство можно располагать также между парками приема и отправления в одном из концов станции.

Связь между двумя системами для передачи углового потока осуществляется по пути 1 из парка  $C_1$  в парк  $P_2$  и по пути 2 из парка  $C_2$  в  $P_1$ . Путь 2, кроме того, служит для уборки поездных локомотивов из парка  $P_1$  в локомотивное хозяйство. Связь локомотивного хозяйства с парками  $T_1$  и  $O_1$  осуществляется с помощью ходового пути 3, с парками  $T_2$  и  $O_2$  — с помощью пути 4. Пересечение соединительного пути 1 и ходового 3 на первом этапе может оставаться в одном уровне.

Транзитные парки на двусторонней станции целесообразно располагать параллельно паркам отправления. При этом технический осмотр отправляемых поездов концентрируется в одном месте, а пути транзитных и отправочных парков могут быть взаимозаменяемыми.

Порядок работы станции с прямыми потоками в каждой системе аналогичен порядку работы односторонней станции (рис. 202) в преимущественном направлении. Рассматриваемая схема имеет следующие достоинства: поточность выполнения операций по переработке вагонопотоков; высокая пропускная и перерабатывающая способность станции; независимость работы обеих систем.

Вместе с тем двусторонние сортировочные станции имеют и существенные недостатки, а именно: вагоны углового потока сортируются дважды, увеличивая загрузку станции, а для их накопления необходимо выделять специальные пути в сортировочных парках; на сооружение двусторонней станции требуются площадка значительной ширины и значительные капиталовложения из-за дублирования устройств (горок, парков); увеличиваются эксплуатационные расходы на содержание устройств станции и штата.

Если длина площадки не позволяет расположить парки двусторонней сортировочной станции последовательно, то применяют комбинированную схему. По этой схеме парки приема поездов расположены последовательно по отношению к сортировочным паркам, а парки отправления поездов своего формирования и транзитные — параллельно сортировочным.

В связи с автоматизацией и механизацией горок, улучшением их использования перерабатывающая способность односторонних сортировочных станций значительно возросла. Поэтому в последнее время устраивают односторонние сортировочные станции, совершенствуя их схемы и техническое оснащение. Тем не менее при проектировании новых и реконструкции существующих сортировочных станций сетевого значения необходимо

предусматривать возможность перехода от односторонних к двусторонним схемам.

При проектировании сортировочных станций большое значение имеет расположение главных путей следования пассажирских поездов. Эти пути в пределах станции обычно располагают на отдельном полотне объемлющими или с одной стороны станции в зависимости от местных условий, схемы узла и развязки подходов, наличия примыкания к станции подъездных путей. На некоторых двусторонних станциях главные пути расположены посредине станции между двумя системами. Они пересекаются ходовыми и соединительными путями, что нарушает нормальную связь между сортировочными системами. На новых станциях внутреннее расположение главных путей не применяется.

При объемлющем расположении главных путей отсутствуют пересечения маршрутов следования грузовых и пассажирских поездов. Однако при этом варианте ограничиваются возможности развития станции, возникают пересечения главных путей при примыкании подъездных путей, создаются неудобства для пассажиров из-за расположения остановочных пунктов по обе стороны станции.

Одностороннее (боковое) расположение главных путей позволяет более удобно разместить пассажирские устройства (в том числе и пассажирскую станцию), примыкание подъездных путей с одной стороны станции осуществляется беспрепятственно. Вместе с тем при боковом расположении главных путей возникают пересечения маршрутов приема и отправления грузовых и пассажирских поездов во входных горловинах. Для ликвидации этих пересечений при необходимости сооружают путепроводные развязки, которые целесообразно также использовать для примыкания подъездных путей предприятий, расположенных со стороны пассажирских устройств.

## Глава 17. ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ

### § 1. Назначение, работа и устройства грузовых станций общего пользования

Грузовые станции общего пользования сооружают в крупных городах для обслуживания населения, промышленных, торговых, строительных и других организаций, а также для обслуживания предприятий, имеющих подъездные пути.

На грузовых станциях выполняются следующие технические операции: прием поездов (передач) с сортировочной станции или целых маршрутов с примыкающими к узлу направлений; технический осмотр, сортировка вагонов по местам погрузки и выгрузки, расстановка их на грузовых фронтах; уборка вагонов с мест погрузки и выгрузки, формирование поездов (передач) или

маршрутов и отправление их на сортировочную станцию или непосредственно на линию; обслуживание подъездных путей промышленных предприятий. На этих станциях можно выполнять также операции по подготовке вагонов под погрузку (очистку, промывку, осмотр и ремонт вагонов), экипировке маневровых локомотивов и поездов (секций) с машинным охлаждением или вагонов-ледников и др. На некоторых грузовых станциях сквозного типа осуществляется также пропуск пассажирских и транзитных грузовых поездов.

На грузовых станциях выполняют следующие коммерческие операции: прием грузов от отправителей; выдача грузов получателям; оформление документов; хранение, погрузка и выгрузка грузов; передача грузов на другие виды транспорта; сортировка мелких отправок; перегрузка, перевеска и проверка правильности погрузки грузов на открытый подвижной состав.

Для выполнения указанных выше операций на грузовых станциях проектируются следующие устройства:

а) путевое развитие для приема и отправления поездов, сортировки вагонов, а иногда и для экипировки локомотивов и ремонта вагонов;

б) грузовой двор, включающий грузовые склады и площадки, оснащенные соответствующими средствами механизации, погрузочно-выгрузочные пути, вагонные и автомобильные весы, подъезды и другие устройства;

в) служебно-технические и бытовые здания — конторы, столовые, помещения для грузовых работников и охраны и др.;

г) устройства водоснабжения, канализации, освещения, связи, телевидения, механизированная почта и др.;

д) при необходимости — льдохранилища, льдоэстакады, устройства для водопоя живности.

При большом объеме работы на грузовых станциях устраивают отдельные парки для приема поездов, сортировочные парки из коротких сквозных путей для сортировки прибывающих на станцию вагонов и сортировочно-отправочные пути для формирования и отправления поездов (передач).

Для ускорения маневровой работы на грузовых станциях, перерабатывающих более 300 вагонов в 1 сут, целесообразно устраивать горки малой мощности или полугорки.

Чтобы ускорить доставку грузов и их отправку, а также снизить транспортные расходы на перевозки, грузовые станции следует располагать вблизи сортировочной станции, с которой поступает груз, а также по возможности ближе к грузополучателям и грузоотправителям. При этом суммарные расходы по железнодорожному и автомобильному транспорту будут минимальными. Необходимо учитывать также интересы города — не создавать при расположении новых и переустройстве существующих грузовых станций в узле неудобства для населения.

## § 2. Схемы грузовых станций общего пользования

Взаимное расположение основных устройств грузовых станций (приемо-отправочного, сортировочного парка и грузового двора) должно обеспечить наибольшую поточность передвижения вагонов, безопасность поездных и маневровых передвижений, сосредоточение по возможности на одном сортировочном устройстве маневровой работы, связанной с расформированием поездов (передач) и подборкой вагонов по грузовым фронтам, а также экономное использование территории.

В зависимости от взаимного расположения парков и грузового двора различают два основных типа грузовых станций: с последовательным и параллельным расположением устройств. По своему размещению в узле грузовые станции могут быть тупиковыми, т. е. расположенными в конце железнодорожной линии или ветви, и сквозными (проходными), расположенными на железнодорожной линии.

На схемы грузовых станций оказывают влияние определенные факторы: тип станции (тупиковый или проходной), объем работы, тип грузового двора (тупиковый, комбинированный), конфигурация отводимой площадки, расположение предприятий, обслуживаемых станцией, и т. д.

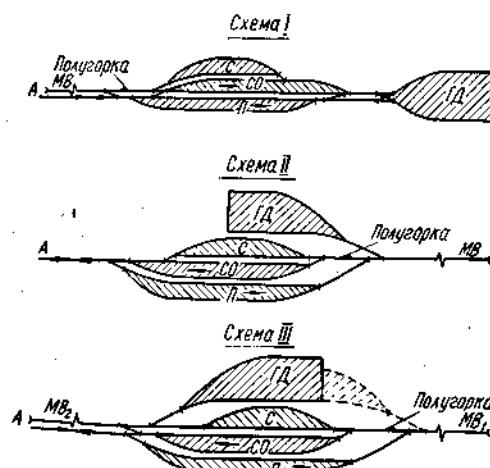


Рис. 205. Схемы грузовых станций тупикового типа

парка и осаживает вагоны на погрузочно-разгрузочные пути. Более детальную сортировку вагонов по точкам погрузки (выгрузки) можно производить на концах этих путей. Тогда в качестве вытяжного пути используется соединительный путь между сортировочным парком и грузовым двором.

206

На рис. 205 приведены схемы грузовых станций **тупикового типа**.

В схеме I грузовой двор расположен последовательно по отношению к основным паркам станции. Прибывающие в адрес станции вагоны расформировывались на вытяжном пути (горке малой мощности или полугорке) на пути сортировочного парка С. При подаче вагонов на грузовой двор маневровый локомотив заезжал на соответствующий путь сортировочного

Загруженные и порожние вагоны убирают с путей грузового двора на пути сортировочно-отправочного парка СО.

Достоинством рассматриваемой схемы является поточность передвижений при подаче вагонов на грузовой двор и их уборке, а также минимальные пробеги локомотивов и вагонов. Недостатки схемы заключаются в том, что необходимо сосредоточивать операции по приему, отправлению и расформированию поездов в одном конце станции и устраивать длинную стационарную площадку.

В схеме II грузовой двор тупикового типа расположен параллельно основным паркам станции. На маневровой вытяжке выполняются операции по расформированию составов, прибывающих в парк D, и подаче (уборке) вагонов на грузовой двор. Таким образом, район маневровой работы на рассматриваемой схеме удален от входной горловины, где принимаются и отправляются поезда.

Схему II можно рекомендовать для станций, на которых для выполнения операций по расформированию составов и подаче (уборке) вагонов достаточно одного локомотива.

В схеме III основная маневровая работа по расформированию прибывающих составов производится на маневровой вытяжке MB<sub>1</sub>, а подача вагонов на грузовой двор и их уборка — на вытяжном пути MB<sub>2</sub>. Рассредоточение маневровой работы на два района значительно повышает перерабатывающую способность станции и целесообразно при значительном объеме работы, выполняемой двумя маневровыми локомотивами.

Штриховой линией показана возможность устройства на грузовом дворе части сквозных путей. Тогда вагоны со сквозных путей можно убирать через вытяжной путь MB<sub>1</sub>, что повышает маневренность станции и позволяет более интенсивно использовать основную вытяжку MB<sub>1</sub>.

Достоинством схемы III является возможность параллельного выполнения операции по приему-отправлению поездов, расформированию составов и подаче (уборке) вагонов на грузовой двор. Недостаток схем с грузовым двором, расположенным параллельно основным паркам, заключается в увеличенном пробеге вагонов при их подаче (уборке) для выполнения грузовых операций.

На рис. 206 приведены схемы грузовых станций **сквозного типа**.

В схеме I грузовой двор размещается параллельно приемо-отправочному и сортировочному паркам. Порядок работы станции такой же, как и в схеме III (рис. 205). Прибывающие составы расформировывались на MB<sub>1</sub>, подача вагонов на грузовой двор и их уборка осуществляются через MB<sub>2</sub>.

При необходимости грузовой двор может быть комбинированного типа: часть путей может быть тупиковыми, часть — сквозными.

207

*Схема II* отличается от схемы I тем, что грузовой двор размещается последовательно по отношению к сортировочному парку. Данная схема обладает положительными и отрицательными качествами, которые присущи схеме I (рис. 205).

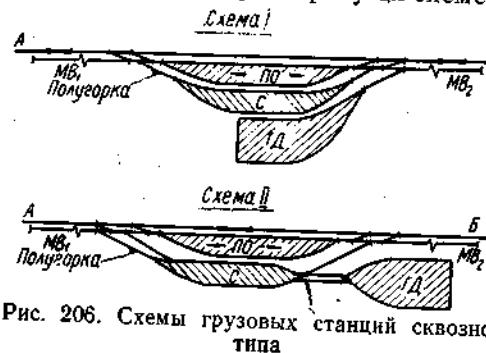


Рис. 206. Схемы грузовых станций сквозного типа



Рис. 207. Схема грузовой станции с небольшим объемом работы

значительно упростить, соединив приемо-отправочные и сортировочные пути в одном парке ПО и С (рис. 207).

### § 3. Перегрузочные станции

Перегрузочные станции устраивают в пунктах перегрузки грузов на стыке железнодорожных линий разной колеи. Они бывают внешние (погранично-таможенные), устраиваемые в пограничных районах на стыке колеи 1520 мм с заграничной колеей 1435 мм, и внутренние, сооружаемые в пунктах перегрузки грузов из вагонов колеи 750 мм в вагоны колеи 1520 мм и обратно.

Станции соответствующей колеи могут быть сквозными и тупиковыми, а в зависимости от объема и характера работы — промежуточными, участковыми, а иногда сортировочными.

В зависимости от топографических и других местных условий, характера и объема работы перегрузочные станции проектируются с поперечным, последовательным и комбинированным расположением приемо-отправочных, сортировочных парков и перегрузочных устройств. Эти станции проектируют так, чтобы обеспечивалась поточность передвижения вагонов с наименьшим количеством пересечений путей разной колеи.

В стыковых пунктах с соседними странами железная дорога каждой страны, как правило, имеет свою перегрузочную станцию, предназначенную для перегрузки импортных грузов и

выполнения таможенных операций, а в необходимых случаях — устройства для перестановки тележек пассажирских вагонов, обращающихся в прямом международном сообщении.

Для производства перегрузочных операций в зависимости от рода груза и объема перегрузки проектируются сближенные пути, высокие платформы, низкие асфальтированные, бетонные или мощеные площадки, крытые склады, оснащенные соответствующими механизмами, бункерные или безбункерные эстакады, вагоноопрокидыватели, перегрузочные платформы для колесных грузов и самоходных машин и др.

В связи с небольшим грузооборотом большинства узкоколейных дорог на внутренних перегрузочных станциях перегрузочные устройства сосредоточиваются в одном месте, а приемо-отправочные парки разной колеи и другие стационарные устройства размещаются в основном на одной объединенной станции. Станции узкой колеи обычно тупиковые, а колеи 1520 мм могут быть тупиковыми или сквозными.

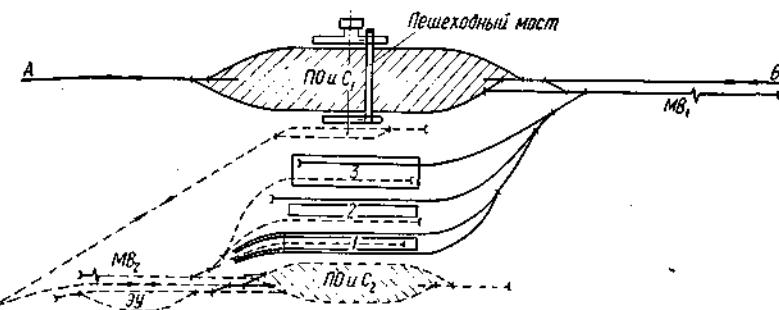


Рис. 208. Схема перегрузочной станции с поперечным расположением парков и перегрузочных устройств:  
— пути колеи 1520 мм; — пути колеи 750 мм

На рис. 208 приведена схема перегрузочной станции на стыке колеи 1520 и 750 мм с поперечным расположением парков и перегрузочных устройств. На общей перегрузочной площадке расположены следующие перегрузочные устройства: бункерная эстакада 1, высокая платформа 2, крытый склад ангарного типа 3. Как видно из схемы, вагоны колеи 1520 мм с путей парка ПО и С<sub>1</sub> через вытяжной путь МВ<sub>1</sub> подают на перегрузочные пути, а вагоны узкой колеи из парка ПО и С<sub>2</sub> через вытяжной путь МВ<sub>2</sub> поступают с другой стороны ко всем перегрузочным устройствам. Схема обеспечивает независимость работы устройств широкой и узкой колеи и возможность дальнейшего их развития. На станции расположены экипировочные устройства для локомотивов узкой колеи.

Для удобства пересаживающихся пассажиров предусмотрены объединенные пассажирские устройства: общий вокзал,

пешеходный мост, связывающий пассажирские платформы для поездов широкой и узкой колеи.

Перегрузочные станции на стыке колеи 1520 и 1435 мм (внешние) имеют значительный объем работы и более сложны по устройству. На рис. 209 приведена схема перегрузочной станции на стыке колеи 1520 и 1435 мм с последовательным расположением парков и перегрузочных устройств.

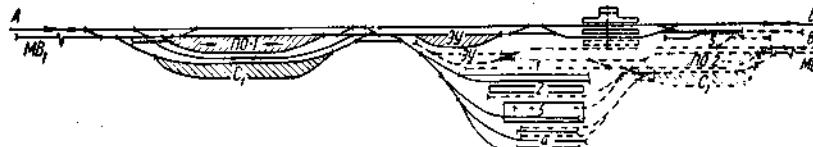


Рис. 209. Схема перегрузочной станции с последовательным расположением парков и перегрузочных устройств:  
— пути колеи 1520 мм; - - - пути колеи 1435 мм

Поезда, прибывающие на перегрузочную станцию, принимают в приемо-отправочные парки *ПО-1* (колеи 1520 мм) и *ПО-2* (колеи 1435 мм). Через вытяжные пути *MB<sub>1</sub>* и *MB<sub>2</sub>* они рассортировываются на пути соответствующих сортировочных парков *C<sub>1</sub>* и *C<sub>2</sub>* по перегрузочным фронтам.

Вагоны подаются к перегрузочным устройствам: сближенные пути *1* для непосредственной перегрузки из вагона в вагон, высокая платформа *2*, крытый склад ангарного типа *3*, перегрузочная площадка *4* для контейнеров и тяжеловесов. Обратно вагоны убирают поточно, без перестановки через вытяжные пути, что особенно удобно при подаче под перегрузку крупных групп вагонов или целых маршрутов.

Для обслуживания локомотивов на станции предусмотрена совмещенная экипировка и ходовые пути.



Рис. 210. Схема пункта перестановки тележек пассажирских вагонов

специальные устройства *5*. Замену вагонных тележек (рис. 210) выполняют на путях с переменной шириной колеи (менее 1520 мм и более 1435 мм). Этот путь в средней (рабочей) части имеет ширину колеи 1508 мм, что позволяет устанавливать вагоны с тележками колеи 1520 и 1435 мм. Он оборудован стационарными электродомкратами для подъемки вагонов. После подъемки вагонов домкратами тележки выкатывают электролебедками на тупиковый путь соответствующей колеи, а из тупика,

примыкающего к пути перестановки в противоположном его конце, подкатывают лебедкой под вагоны тележки другой колеи.

Пункт перестановки тележек грузовых вагонов можно устраивать раздельно. Он может быть общим для пассажирских и грузовых вагонов.

Перегрузочные станции СССР и граничащей страны, как правило, связаны путями обеих колей. При расположении путей колеи 1520 и 1435 мм на общем земляном полотне можно устраивать совмещенный четырехниточный путь.

#### § 4. Портовые станции

Для передачи (перевалки) грузов с водного на железнодорожный транспорт и обратно устраивают морские и речные порты. В некоторых случаях в них производится также пересадка пассажиров, следящих в смешанном железнодорожно-водном сообщении.

Порты представляют собой сложный комплекс инженерных сооружений и устройств, включающий акваторию (рейды, подходы к причалам, гавани), причальные устройства (пирсы, набережные), ограждающие устройства (молы, волноломы) и территорию, на которой размещают склады с перегрузочным оборудованием, пассажирские вокзалы, рельсовые и безрельсовые пути, ремонтные предприятия, служебные здания и прочие устройства.

В состав морского порта входят следующие железнодорожные устройства (рис. 211):

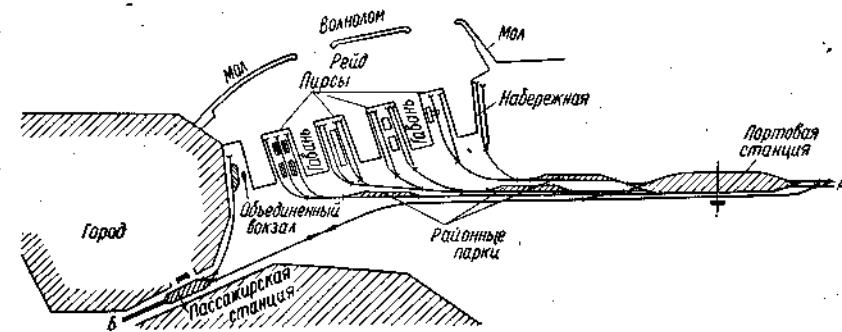


Рис. 211. Расположение железнодорожных устройств в морском порту

а) портовая (сортировочная) станция, предназначенная для сортировки вагонов по районам (иногда и причалам) порта;

б) районные парки, располагаемые вблизи грузовых фронтов для подборки вагонов по причалам и складам данного района и обеспечения быстрой замены вагонов у перевалочных фронтов;

- в) погрузочно-разгрузочные и ходовые пути у причалов и складских помещений (площадок);
- г) соединительные пути между портовой станцией, районными парками и путями, расположенными на перегрузочных фронтах;
- д) соединительная ветвь между узловой сортировочной и портовой станциями.

В зависимости от местных условий и объемов работы порта некоторых из перечисленных железнодорожных устройств может и не быть. Так, например, при размещении сортировочной станции узла недалеко от порта и достаточном развитии сортировочного парка она может выполнять функции портовой станции (сортировка вагонов по районам или причалам и складам порта). При благоприятных топографических условиях и среднем объеме работы портовую станцию располагают в непосредственной близости от перевалочных фронтов. После дополнительного развития она выполняет работу по дробной сортировке вагонов (по причалам и складам) и их подаче на погрузочно-разгрузочные пути. Отработанные вагоны с грузовых фронтов передают на портовую станцию.

Портовая (сортировочная) станция имеет обычно параллельно расположенные приемо-отправочные и сортировочные пути. Маневровая работа выполняется на вытяжках; при большом объеме работы можно сооружать полугорки и горки малой мощности. Для обеспечения независимой подачи (уборки) вагонов по районам порта в выходной горловине портовой станции предусматривается такое количество параллельных ходов, которое равнялось бы числу районов порта, а путевое развитие станции должно быть секционированным.

Районные парки располагают в непосредственной близости от обслуживаемых ими причалов. Районирование причальных фронтов производится по родам грузов (тарно-штучные и контейнеры, навалочные, лесные, нефтегрузы и др.). Количество путей в районных парках колеблется от 3 до 5; полезная длина путей обычно принимается равной длине подачи.

Расположение путей у складов и причалов зависит от конфигурации причальных линий (система пирсов или набережные), рода грузов, схемы механизации перевалочных работ и технологии перевалки (прямой или складской вариант), типа складов.

На рис. 212 приведено путевое развитие на широком пирсе для обслуживания тарно-штучных (генеральных) грузов. Пути 1 служат для перевалочных операций по прямому варианту (рабочие пути); пути 2 служат для замены вагонов без нарушения процесса перевалки на соседнем причале (ходовые пути); пути 3 используются для временной стоянки вагонов перед подачей на рабочие пути или убираемых после погрузки-выгрузки (выставочные пути). Соответствующее путевое развитие проектируется и у складов на тыловых фронтах.

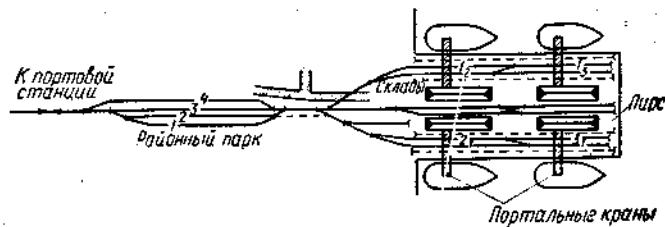


Рис. 212. Путевое развитие на широком пирсе

Размещение портовой (сортировочной) станции, районных парков и погрузочно-разгрузочных путей должно обеспечивать поточное передвижение вагонов на территории порта без взаимных пересечений вагонопотоков отдельных районов.

Для выполнения пассажирских операций в портах со значительными потоками пассажиров, следящих в смешанном железнодорожно-водном сообщении, целесообразно предусматривать постройку объединенных железнодорожно-морских вокзалов и пассажирской станции, расположенных ближе к жилым районам города.

В речных портах русского типа причальная линия располагается вдоль берега реки; в гаванских — в специально устраиваемых бассейнах (ковшах) по типу, аналогичному морским портам.

Железнодорожные устройства (рис. 213) в речных портах обычно проще и состоят из небольшой портовой станции, связанной подъездным путем с сортировочной станцией узла, путевого развития вдоль причального фронта (прикордонные пути) и у складов.

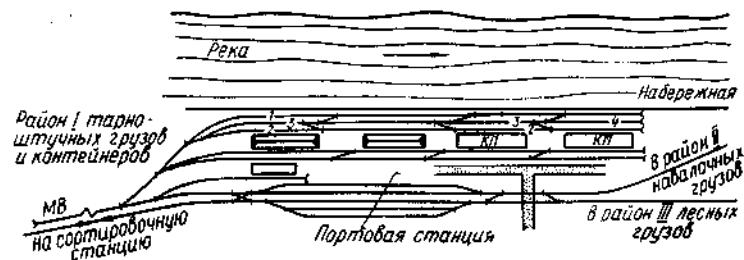


Рис. 213. Расположение железнодорожных устройств в речном порту

Причальный фронт разбивают на несколько специализированных районов по родам грузов: район I — для генеральных и контейнерных; район II — для навалочных; район III — для лесных.

Для того чтобы можно было непрерывно выполнять перевалочные операции по прямому варианту, независимую подачу или уборку вагонов на любом участке перевалочного фронта,

необходимо проектировать три прикордоная пути, секционированных системой съездов. Пути 1 и 2 (рис. 213) предназначены для постановки разгружаемых или загружаемых вагонов (рабочие пути); путь 3 — ходовой, через который независимо от состояния любого фронта подают или убирают вагоны на любой участок рабочих путей; путь 4 — выставочный.

Пассажирские операции в речных портах производятся на самостоятельных причалах (в том числе плавучих), располагаемых в центральных районах города и не обслуживаемых железнодорожным транспортом.

В последнее время начинают сооружать крупные речные порты (гаванского типа), а также порты на крупных внутренних водоемах, которые по своей конструкции приближаются к морским. В таких портах можно создавать объединенные пассажирско-железнодорожно-речные вокзалы.

## Глава 18. СТАНЦИИ ПРИМЫКАНИЯ

### § 1. Общие требования к проектированию примыкания

Подъездные пути небольших предприятий обычно примыкают к сети общего пользования на перегонах и станциях и обслуживаются вспомогательным постом (рис. 190, б). В соответствии с § 43 ПТЭ примыкание вновь строящихся линий и подъездных путей к главным путям на перегонах запрещается. В исключительных случаях такое примыкание может быть допущено только с разрешения Министра путей сообщения СССР.

Станции примыкания подъездных путей могут быть промежуточными, участковыми, сортировочными, грузовыми. При проектировании этих станций необходимо учитывать следующие требования:

1. Примыкание подъездных путей, как правило, должно осуществляться к горловинам станций и иметь соединения, допускающие одновременный прием и отправление поездов по главному и подъездному путям.

2. Должна обеспечиваться поточность подачи и уборки вагонов без излишних заездов и перемены направления движения с наименьшим пробегом подвижного состава.

3. Должна обеспечиваться прямая связь подъездного пути с возможно большим количеством приемо-отправочных путей станции.

4. Приемо-сдаточные пути (парки) следует проектировать, как правило, с непосредственным выходом на главные и подъездные пути промышленного предприятия.

5. Профиль подъездного пути на подходе к примыканию должен обеспечивать трогание с места поезда, остановившегося перед входным сигналом.

6. Примыкания по возможности должны быть со стороны, противоположной пассажирскому зданию, чтобы не пересекать главные пути при подаче вагонов на подъездной путь и их уборке.

7. При проектировании подъездных путей, обслуживающих крупные промышленные предприятия с большим грузооборотом, необходимо предусматривать возможность пропуска на подъездные пути маршрутов без изменения их веса и длины.

8. Для обеспечения безопасности движения на подъездных путях при их примыкании к стационарным путям устраивают предохранительные тупики (на малодеятельных подъездных путях — заградительные брусья).

### § 2. Примыкание к промежуточным, участковым, сортировочным и грузовым станциям

На рис. 214, а, б приведены варианты примыкания подъездных путей к промежуточной станции поперечного типа.

Подъездные пути, примыкающие к промежуточным станциям, в основном обслуживаются локомотивами сборных поездов. Поэтому с учетом приведенных выше требований склады предприятия следуют располагать по возможности в одном районе станции, их подъездные пути должны примыкать к вытяжному пути 7, обслуживающему грузовой двор станции. Лучшим вариантом примыкания в обеих схемах является вариант 1.

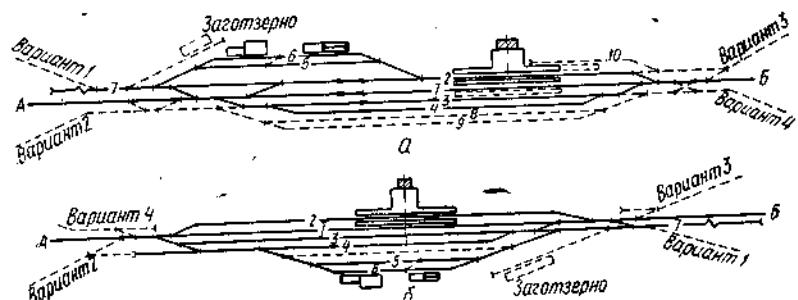


Рис. 214. Примыкание подъездных путей к промежуточной станции

Если предприятие получает или отправляет грузы маршрутами (например, при расположении вблизи станции карьеров, шахт и т. д.), то на станции примыкания необходимо укладывать специальные пути (8, 9 на рис. 214, а), а подъездные пути располагать со стороны, противоположной пассажирскому зданию. Эти же пути можно использовать для выполнения приемо-сдаточных операций, если подъездные пути обслуживаются локомотивами предприятия.

Если на подъездном пути имеется пассажирское движение, то его необходимо изолировать от работы станции по пропуску поездов главной линии. Для этого устраивают самостоятельный тупиковый перронный путь (путь 10 на рис. 214, а).

На рис. 215 показаны различные варианты примыкания подъездных путей к участковой станции полупродольного типа. Целесообразный вариант примыкания зависит от расположения предприятия или склада по отношению к станции, а также от размеров грузового и пассажирского движения на рассматриваемой станции и грузооборота подъездного пути.

Если обслуживаемое предприятие получает или отправляет грузы маршрутами, его подъездной путь должен иметь выход на приемо-отправочные пути станции. При этом прием поездов (передач) с подъездного пути и их отправление на подъездной путь не должны мешать пропуску поездов по главным путям и маневровой работе по расформированию и формированию составов. Этим требованиям удовлетворяют 1-й и 2-й варианты примыканий.

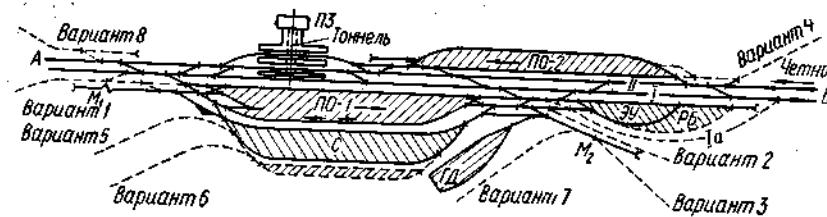


Рис. 215. Примыкание подъездных путей к участковой станции

На подъездные пути с небольшим вагонооборотом подача (уборка) вагонов может производиться через вытяжной путь  $M_2$  (варианты 3, 7) или через приемо-отправочный парк  $PO-2$  (вариант 4). Малодействительные подъездные пути могут также примыкать непосредственно к сортировочному парку и должны иметь выход со всех или части путей сортировочного парка (вариант 5).

Если подъездной путь обслуживают локомотивы предприятия, параллельно (или последовательно) паркам станции можно устраивать специальные приемо-сдаточные парки (вариант 6).

Примыкание подъездного пути по варианту 8 нежелательно (особенно на двухпутных линиях), так как его обслуживание связано с пересечением главных путей. Если подъездной путь обслуживает крупный завод, комбинат или промышленный район с большим вагонооборотом, то его примыкание к станции осуществляется, при необходимости, с устройством путепроводной развязки.

К сортировочным станциям общего пользования могут примыкать подъездные пути, обслуживающие крупные заводы, гру-

зовые станции (дворы), порты или промышленные районы с большим грузооборотом. Малодействительные подъездные пути не должны примыкать к сортировочной станции, так как при большом количестве примыканий затрудняется основная работа станции.

Выбор варианта примыкания зависит от места расположения предприятия по отношению к станции, размера, направления и характера прибывающего вагонопотока (в маршрутных или перерабатываемых поездах). Возможные варианты примыкания подъездных путей к односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков показаны на рис. 216.

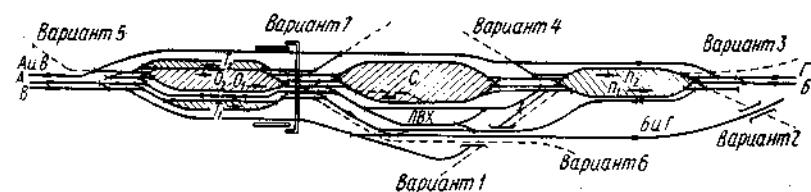


Рис. 216. Примыкание подъездных путей к сортировочной станции

Если на подъездной путь вагоны прибывают в маршрутах со стороны  $A$  и  $B$  и отправляются с переработкой на станции, то применяют 1-й и 2-й варианты примыкания; если вагоны прибывают в маршрутах со стороны  $G$  и  $B$ , а отправляются также с переработкой, то применяют варианты 3 и 4. В этих случаях обеспечивается поточность передачи маршрутов на подъездные пути соответственно из секций  $P_2$  и  $P_1$  парка приема и передача вагонов с подъездного пути в предгорочный парк для последующего их роспуска через горку.

Подъездные пути предприятий, получающие и отправляющие в основном перерабатываемый вагонопоток, могут примыкать к отправочным (реже сортировочным) паркам; одновременно предусматривают передачу вагонов с подъездного пути в предгорочный парк (варианты 5, 6, 7). При наличии на станции специальных группировочных парков подъездные пути должны иметь с ними удобную связь.

Для особо крупных предприятий (или промрайонов) подъездные пути желательно соединять как с отправочным (или транзитным) парком, так и с парком приема, сочетая, например, соединительные пути вариантов 2 и 6 или 3 и 7. Если к станции примыкает несколько подъездных путей более мелких предприятий, то их объединяют в одном пункте и соединяют с сортировочной станцией общим (передаточным) путем; при необходимости в местах пересечения передаточного пути с главными путями можно предусматривать развязку в разных уровнях.

Примыкание подъездных путей к грузовым станциям производится аналогично с учетом изложенных ранее требований.

При выборе пунктов примыкания к дорогам общего пользования учитываются месторасположение ближайших раздельных пунктов МПС, возможности их развития, величина и направление грузопотоков подъездных путей, расположение основных цехов предприятия и строительно-эксплуатационные показатели вариантов проектируемых подъездных путей (план, профиль, объем земляных работ, наличие искусственных сооружений, пробеги подвижного состава и др.).

## Глава 19. ЗАВОДСКИЕ СОРТИРОВОЧНЫЕ СТАНЦИИ (ЗСС)

### § 1. Общие сведения

Заводские сортировочные станции предназначены для обслуживания группы предприятий промышленного района или крупного промышленного предприятия — комбината.

Маршруты, прибывающие с внешней сети железных дорог общего пользования, на заводской сортировочной станции расформировываются по предприятиям или пунктам выгрузки крупного предприятия, включая сортировку по роду грузов и их сортам.

Предназначенные к отправке вагоны с готовой продукцией, которые поступают на заводскую сортировочную станцию с предприятий или погрузочных пунктов, на заводской сортировочной станции формируются для отправки на железнодорожную сеть МПС.

Маршруты, прибывающие на заводскую сортировочную станцию, при однородном массовом грузе (руды, уголь и т. п.) можно пропускать без сортировочных операций непосредственно на предприятие. Если фронт выгрузки на предприятии недостаточный, маршруты на заводской сортировочной станции могут быть разделены на части, но без сортировочных операций.

На заводские сортировочные станции могут поступать вагоны, предназначенные для отправки не на внешнюю сеть, а для другого предприятия и даже для отправки из одного цеха в другой в пределах одного предприятия (при недостаточном развитии внутривузовского или межцехового транспорта).

Объем работы заводских сортировочных станций достаточно велик (до 5 тыс. вагонов в I сут по прибытию). Их следует проектировать исходя из максимального сокращения лишних пробегов вагонов по станции, сокращения маневровой работы, а следовательно, сокращения маневровых средств. Такие станции проектируют и размещают, учитывая условия наиболее удобной связи их с предприятиями и внешней сетью.

Заводские сортировочные станции включают парки приема, отправления, отстоя, сортировки. Крупные сортировочные стан-

ции промышленных предприятий оснащают горочными устройствами.

Кроме того, в силу специфики заводской работы железнодорожного транспорта на сортировочной станции могут быть пути или парки погрузки (выгрузки). На заводской сортировочной станции предусматриваются устройства локомотивного, вагонного и других хозяйств железнодорожного транспорта.

Работа ЗСС, ее тип и устройство зависят от объема и характера работы, технологии промышленного предприятия, взаимного расположения станции и промышленных предприятий, взаимного расположения предприятий и цехов, обслуживаемых сортировочной станцией, наличия и характера погрузочно-выгрузочных средств на предприятиях, наличия других видов транспорта, от топографических и других местных условий.

Если основным видом межцехового транспорта на предприятии является железнодорожный транспорт, а для отдельных цехов предприятия (или предприятий) нужны значительные складские площади для сырья, то внутривузовская сеть примыкающих к заводской сортировочной станции цехов и предприятий обычно более развита, железнодорожные пути на заводской территории занимают много места, и для расположения предприятий необходима большая территория. Заводская сортировочная станция в этом случае осуществляет работу по обслуживанию межцеховых перевозок.

Предприятий подобного рода у нас было построено довольно много в годы первых пятилеток, когда средства механизации погрузочно-выгрузочных работ на заводских путях еще не получили достаточного развития и распространения.

При достаточном развитии средств межцехового транспорта путей на заводских территориях становится меньше. Разгрузкой сырья занимаются сортировочные станции, на которых для этой цели предусматриваются специальные пути, оборудованные бункерными устройствами. Схемы заводских сортировочных станций в этом случае более сложны.

Сейчас при проектировании и строительстве промышленных предприятий обращают внимание на то, чтобы предприятие занимало возможно меньшую территорию, а отведенные для предприятия площади использовались наиболее рационально, для основных технологических потребностей предприятий. Это требование, естественно, приведет к необходимости иметь как можно меньше железнодорожных путей на заводской площадке. Современные средства межцехового транспорта предоставляют такую возможность. В этих условиях вся железнодорожная работа предприятия концентрируется на ЗСС. Объем ее работы и путевое развитие еще более увеличиваются.

Любая ЗСС должна иметь выход на сеть МПС и на предприятия. Выходов на сеть МПС может быть два — с двух сторон ЗСС. Выходов на предприятие может быть несколько, что

облегчает и делает эффективнее работу станции. Заводские сортировочные станции по отношению к предприятию или группе предприятий располагают параллельно или последовательно. В соответствии с этим их можно разделить на ЗСС при последовательном расположении станции и предприятия и ЗСС при параллельном расположении станции и предприятия.

## § 2. Последовательное расположение ЗСС и предприятия

Достоинством последовательного расположения является поточность вагонопотоков, отсутствие угловых передач. В этом случае станции делят на две четко выраженные горловины: входную с приемо-отправочными парками и заводскую с сортировочными и выставочными. Недостаток их в загруженности заводской (центральной) горловины, а отсюда и сложность устройства. Кроме того, для размещения станции такого типа на местности нужны благоприятные топографические условия, которые позволили бы последовательно расположить завод и станцию, для чего может потребоваться площадка протяженностью до 10 км и более.

В зависимости от объема работы ЗСС могут иметь два, три или большее количество парков с последовательным или параллельным взаимным расположением.

На станциях с небольшим объемом работы парки, как правило, размещаются параллельно, а на станциях с большим объемом переработки вагонов основные парки (приема и сортировочный) размещаются последовательно.

Для небольших предприятий, находящихся в стесненных топографических условиях, характерно параллельное расположение парков ЗСС.

На рис. 217 показаны схемы двухпарковых станций. Станции имеют приемо-отправочный и сортировочный парки, расположенные с одной (а) или с двух сторон (б) от главного пути.

Для таких станций обычно характерно малое путевое развитие. В выполнении сортировочной работы нередко участвуют внутризаводские и внутриузловые станции. Сортировочную работу могут выполнять и близлежащие станции МПС.

На рис. 218 показаны примеры ЗСС с тремя парками: приема, отправления, сортировки. На схеме «а» сортировочный парк расположен со стороны парка приема и соединен с ним вытяжным тупиком. Такое расположение целесообразно, если основная сортировочная работа проводится для направления вагонов на завод. На схеме «б» сортировочный парк расположен между парками приема и отправления, со стороны парка приема. Такое расположение сортировочного парка рационально при выполнении сортировочной работы в оба направления (на предприятие и на пути МПС).

На сеть МПС часто передаются отправительские маршруты. Для выполнения работы по формированию отправительских маршрутов данная схема имеет формировочную «вилку» с вытяжкой, в которой устраивается выход в парк отправления.

Поезда с сети МПС принимаются в парк приема *P*, после чего они идут на сортировку через вытяжной путь *I*, а часть составов с однородными грузами по пути *2* следует прямо на промышленное предприятие — на грузовые или специальные станции.

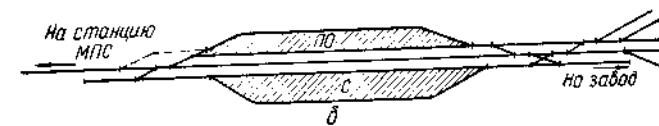
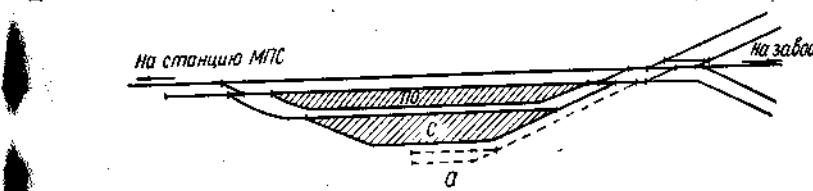


Рис. 217. Схемы двухпарковых станций

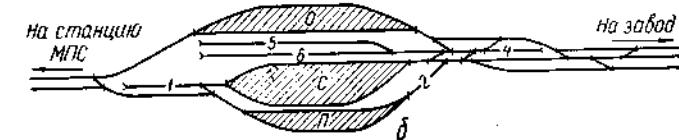
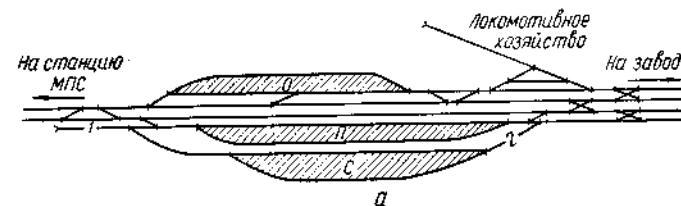


Рис. 218. Схемы ЗСС с тремя парками

Часть составов с заводских станций прибывает прямо в парк отправления *O*, а основной поток передаточных составов прибывает по пути *3* в парк прибытия *P*, а потом поступает на сортировку в сортировочный парк *C*.

Из сортировочного парка по вытяжному пути *4* и тупиковым путям «вилки» *5* и *6* производится формирование отправительских маршрутов с выставкой их в парк отправления *O*. Из парковых маршрутов с выставкой их в парк отправления *O*. Из парковых маршрутов с выставкой их в парк отправления *O* поезда следуют на станцию примыкания МПС.

Если в течение 1 сут на ЗСС поступает большое количество вагонов (более 700), то используется четырехпарковая схема ЗСС (рис. 219).

Для передаточных составов, следующих с завода на ЗСС, предусматривается 4-й парк, выставочный.

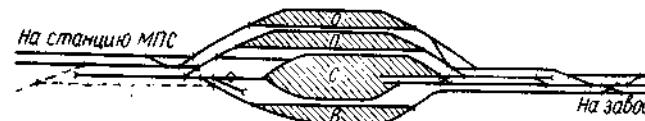


Рис. 219. Четырехпарковая схема ЗСС

Чтобы увеличить перерабатывающую способность такой ЗСС, целесообразно предусмотреть строительство полугорки или горки малой мощности. Здесь парк приема и парк отправления расположены рядом, с одной стороны сортировочного парка, что удобно для организации приемо-сдаточных операций. Поезда со станций MPS прибывают в парки приема *P*, после чего поступают для сортировки; поезда, не требующие расформирования, следуют на завод. Составы, подобранные по грузовым и специальным станциям, поступают на завод непосредственно из парка сортировки *C*.

Составы с завода поступают в выставочный парк *B*, а те, что не требуют расформирования и формирования, следуют в парк отправления *O*. Вагоны, поступившие в выставочный парк сортировки, формируются в отправительские маршруты и выставляются в парк *O* для последующего отправления на станцию примыкания MPS.

Четырехпарковая схема ЗСС удобна, если сортировочный парк работает в основном для отправления вагонов на завод. Неудобство схемы в том, что из выставочного парка затруднителен выход в парк отправления.

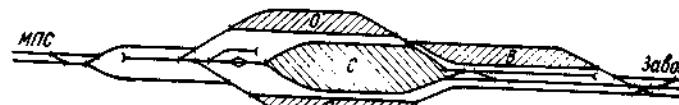


Рис. 220. Схема ЗСС с последовательным расположением парков

Если с завода пропускается на станцию примыкания MPS без переработки значительная часть поездов, поступающих на ЗСС, то предусматривается схема станции с расположением выставочного парка перед парком отправления (рис. 220).

Поточная технология переработки вагонов является более совершенной и производительной, ибо она способствует ускорению оборота вагонов и повышению производительности локомотивов, применению автоматических устройств на станции.

Поточная технология обработки вагонов заключается в том, что вагоны без возвратных движений проходят все необходимые операции от прибытия в парк приема до отправления под разгрузку. Такой технологии обработки вагонов лучше всего соответствуют ЗСС с последовательным расположением парков приема и сортировки. Эти станции имеют минимальное количество пересекающихся маневровых маршрутов, сокращается время на маневровую работу. Правда, при этом несколько увеличивается пробег вагонов с продукцией завода для вагонов, которые следуют на переработку в сортировочный парк. Сами ЗСС в этом случае имеют довольно большую длину, достигающую 2,5...3 км. Однако по сравнению с преимуществами последовательных схем, эти недостатки не имеют существенного значения.

Заводские сортировочные станции с последовательным расположением парков приема и сортировки, как правило, имеют сортировочные горки.

На рис. 221 показана схема ЗСС с последовательным расположением парков приема и сортировки и параллельным расположением приемо-отправочных парков. Эта схема ЗСС удобна для организации приемо-сдаточных операций с минимальными затратами.



Рис. 221. Последовательно-параллельная схема

Выставочный парк расположен параллельно пути надвига на горку и имеет свой вытяжной путь для надвига на горку составов, подаваемых из выставочного парка.

Подгорочный парк разделен на группы путей по назначениям. Одна группа путей предназначена для формирования маршрутов и имеет для этой цели вытяжной путь, а вторая группа путей предназначена для сортировки и отправления передаточных составов непосредственно на завод для выгрузки и последующей погрузки готовой продукции.

Поезда со станции примыкания MPS прибывают в парк приема *P* ЗСС и поступают на переработку на сортировочную горку и парк сортировки. Передаточные составы, не требующие расформирования, следуют прямо на завод или в промрайон по транзитному пути.

Порожние и загруженные готовой продукцией вагоны прибывают с завода или промрайона в выставочный парк ЗСС, где накапливаются. После накопления передаточные составы идут на сортировочную горку для переработки через вытяжной путь, на сортировочную горку для сортировки с помощью затем подформировываются в парке сортировки с помощью

вытяжного пути, а готовые маршруты выставляются в парк отправления *O*.

Составы, следующие с завода и не требующие переработки, идут прямо в парк отправления *O*. Готовые отправительские маршруты из парка *O* следуют на станцию примыкания МПС.

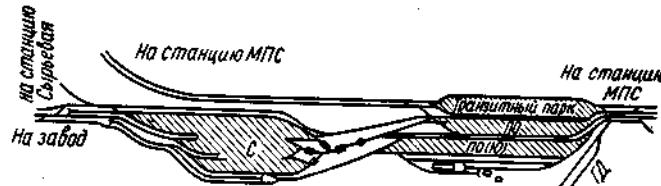


Рис. 222. Последовательное расположение парков

На рис. 222 представлена схема ЗСС с последовательным расположением парков. Поезда на эту станцию поступают с сети МПС с двух сторон. Два приемо-отправочных парка специализированы по направлениям — на завод и на сеть МПС. Транзитный парк предусматривается для составов, не требующих переработки на ЗСС.

### § 3. Параллельное размещение ЗСС и предприятия

Выше уже отмечалось, что в современных условиях проявляется тенденция к тому, чтобы сосредоточить максимум железнодорожных операций предприятий на ЗСС, а сами ЗСС размещать параллельно предприятию, в непосредственной близости от него. Такое расположение несколько усложняет работу станции, создает пересечение станционных маршрутов, но в то же время имеет определенные преимущества.

На современных предприятиях основные склады и погрузочно-выгрузочные фронты выделены на заводской территории в одну зону. Расположение заводской сортировочной станции в районе этой зоны позволяет значительно сократить пробег вагонов и грузов. Если в этих условиях последовательно расположить ЗСС и предприятие, то необходимо устроить специальную разгрузочную станцию. При параллельном расположении пути ЗСС легко связать со складскими устройствами средствами безрельсового транспорта.

Парки ЗСС при параллельном расположении ее с заводом можно располагать между собой параллельно или последовательно.

На рис. 223 показана схема ЗСС с параллельным размещением парков. Поезда со станции примыкания МПС прибывают в парк приема *P* и через вытяжной путь подаются на сортировочную горку для переработки, а из парка сортировки *C* поброданные по фронтам выгрузки вагоны отправляются на завод.

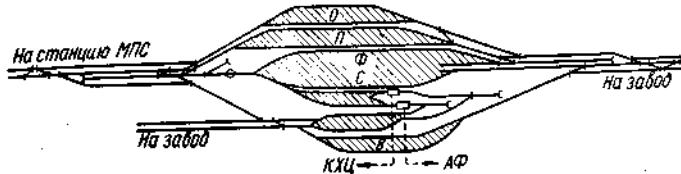


Рис. 223. Параллельное расположение парков:  
КХЦ — коксохимический цех; АФ — аглофабрики

Передаточные составы, не требующие переработки на сортировочной горке, подаются на завод из парка приема *P*, а маршруты с сырьем, отсортированные по маркам, подаются непосредственно в парки выгрузки, где установлены вагоноопрокидыватели.

Вагоны с готовой продукцией и порожние вагоны с путей накопления, которые расположены за вагоноопрокидывателями, заводских станций подаются для накопления в выставочный парк *B*. После накопления вагоны из парка *B* подаются на сортировочную горку для переработки. Из парка сортировки *C* часть порожних вагонов идет на заводские станции под погрузку готовой продукции, а остальные порожние и груженые вагоны через парк формирования *F* выставляются готовыми маршрутами в парк отправления *O*. Маршруты с готовой продукцией, сформированные на заводских станциях, поступают сразу в парк *O*.

Из парка *O* маршруты следуют на станцию примыкания МПС.

На рис. 224 показана схема ЗСС с последовательным размещением парков. Путевое развитие ЗСС обеспечивает пропуск поездов непосредственно на заводские станции. Организация работы ЗСС аналогична организации работы предыдущей.

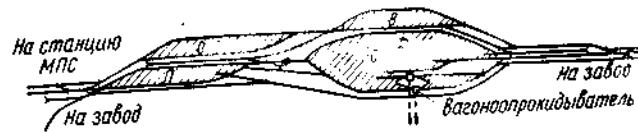


Рис. 224. Последовательное расположение парков

На крупные современные заводы железнодорожное сырье и уголь приходят маршрутами, которые не требуют сортировки на горке. В этом случае целесообразна схема ЗСС, позволяющая принимать поезда или передаточные составы в специальный парк выгрузки с вагоноопрокидывателями. Этому требованию отвечает схема ЗСС (рис. 225).

Параллельное расположение предприятия и ЗСС позволяет использовать для подачи грузов в вагоны и из вагонов любые

средства внутризаводского транспорта, включая конвейерный, трубопроводный, автомобильный и др.

На рис. 226 показан пример ЗСС с последовательным размещением парков при параллельном расположении станции и предприятия. Здесь широко используются средства безрельсового транспорта. Для увязки работы станции со средствами безрельсового транспорта необходимы новые по назначению парки. Это естественно, так как ЗСС передается работа внутризаводских путей, стесняющих основные технологические функции предприятия. При этих условиях выгрузка грузов, прибывающих на завод, и погрузка отправляемой продукции с завода сосредоточены на ЗСС. Меняется генплан предприятия, доля железнодорожных перевозок уменьшается, поэтому и схема ЗСС также изменяется.

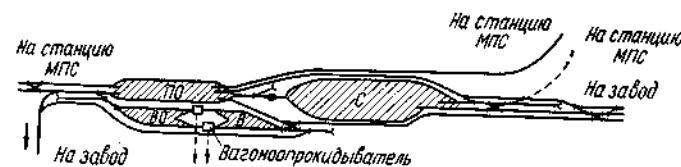


Рис. 225. ЗСС с размещением в парке вагоноопрокидывателей

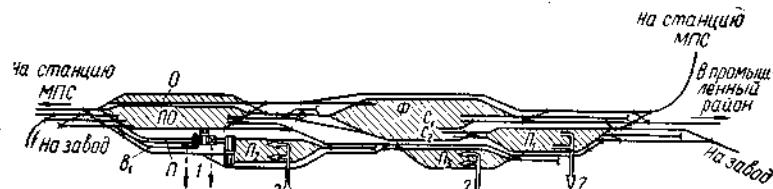


Рис. 226. Последовательное расположение парков

Станция, представленная на рис. 226, имеет два выхода на сеть МПС и два выхода на предприятие. Два выхода в обе стороны создают определенные удобства и маневренность. Кроме того, к путям ЗСС примыкают пути механизированной выгрузочной базы для грузов, которые не выгружаются на ЗСС. На заводской сортировочной станции появляются новые по назначению парки путей.

В приемном парке *П* выгружают сыпучие грузы с помощью вагоноопрокидывателей, от которых далее грузы передаются на завод конвейерным транспортом (1). Отправляемые грузы в парке отправления передаются также конвейерным транспортом (2). Парк *П* предназначен для выгрузки разных грузов, которые перегружаются средствами внутризаводского безрельсового транспорта. В зависимости от рода груза эти средства могут быть разными: конвейеры, трубопроводы, автотранспорт.

В отдельных случаях используют траверсные тележки, передвигающиеся по путям узкой колеи.

Погрузочных парков два — *П<sub>2</sub>* и *П<sub>3</sub>*. Они специализируются по роду грузов. В парке *П<sub>2</sub>* груят крупные, штучные грузы (например, прокат), в парке *П<sub>3</sub>* — сыпучие грузы (например, шлак, цемент). Назначение остальных парков *О*, *ПО*, *Ф*, *С* обычное — прием, отправление, формирование и сортировка поездов. Парк *В* предназначен для выставки вагонов после выгрузки их на вагоноопрокидывателе.

Работу с вагонами железной дороги и местного парка на ЗСС организуют по единому технологическому процессу, с учетом работы станции примыкания МПС, заводских станций и станций промышленного района. Поэтому весь комплекс устройств ЗСС и их взаимное расположение должны обеспечить слаженную работу при последовательном и параллельном выполнении операций с вагонами и минимальных трудовых и производственных затратах.

#### § 4. Промышленные железнодорожные узлы

Промышленные железнодорожные узлы создают в районах размещения крупных предприятий добывающей или обрабатывающей промышленности. Они включают все железнодорожные устройства, обслуживающие станции примыкания МПС, главные пути в пределах района, подъездные пути, станции промышленных предприятий, внутризаводские пути, соединительные пути между отдельными станциями.

Наряду с устройствами железнодорожного транспорта, в состав транспорта промышленного узла входят устройства других видов транспорта — автомобильного, конвейерного, трубопроводного, подвесного, водного и др.

В настоящее время большое внимание уделяется комплексному развитию промышленных районов с учетом перспективы их развития на ближайшие 15...20 лет. Уделяется внимание и развитию промышленных железнодорожных узлов также с учетом перспективы их развития.

Схемы генеральных планов промышленных районов увязываются с развитием станций железнодорожного транспорта МПС и промышленного транспорта.

Многие промышленные железнодорожные узлы, строившиеся до Великой Октябрьской социалистической революции, в годы первых пятилеток и послевоенное время, создавались поэтапно. Поэтому в соответствии с перспективами развития, улучшением планирования работы промышленных узлов они подвергаются реконструкции.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении проектно-сметного дела» (1969 г.) указано на необходимость более рационального размещения промышленных

объектов на застраиваемой территории, применения экономичных схем организации транспортных потоков сырья и продукции.

В постановлениях ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС о развитии железнодорожного транспорта в 1971—1975 годах, об улучшении работы промышленного железнодорожного транспорта, о повышении минимального размера заработной платы и увеличении ставок и окладов среднеоплачиваемых рабочих и служащих железнодорожного транспорта и метрополитенов и о мерах по закреплению кадров на железнодорожном транспорте (1971 г.) подчеркнуто, что проектирование и реконструкция предприятий и их транспортного хозяйства должны вестись на основе перспективных генеральных планов развития промышленных узлов и районов. С этой целью созданы территориальные проектные организации по разработке схем единых генеральных планов промышленных узлов и районов. Головным институтом по проектированию схем генеральных планов промышленного узла является ПромтрансНИИпроект.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР в июле 1979 г. приняли постановление «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы», в котором намечено осуществить систему мер по дальнейшему совершенствованию планового руководства экономикой, развитию демократических начал в управлении производством и повышению творческой инициативы трудовых коллективов. Задача состоит в том, чтобы поднять уровень планирования и хозяйствования, привести их в соответствие с требованиями нынешнего этапа — этапа развитого социализма, добиться значительного повышения эффективности общественного производства, ускорения научно-технического прогресса и роста производительности труда. В соответствии с этим постановлением на железнодорожном транспорте общего пользования и промышленном транспорте необходимо разработать и осуществить мероприятия по улучшению форм планирования перевозок, устранению задержек в перевозках, своевременном их обеспечении. В этом в равной мере должны участвовать все отрасли железнодорожного транспорта. Для путевого хозяйства промтранспорта эти задачи выражаются в обеспечении надежности перевозок, постоянном исправном состоянии пути, продлении срока службы и полном использовании элементов верхнего строения пути.

Схемы промышленных железнодорожных узлов чрезвычайно разнообразны. Они зависят от множества факторов: вида промышленности района, расположения предприятий по отношению к магистральной железнодорожной линии, размеров грузооборота, размещения расположенных рядом городов и других населенных пунктов и местных условий рельефа, климатических условий.

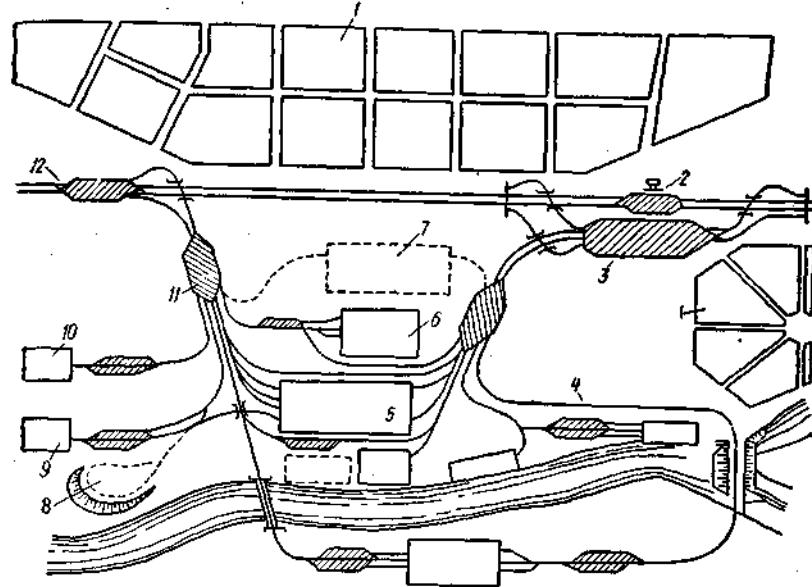


Рис. 227. Промышленный узел сквозного типа:  
1 — город; 2 — пассажирская станция; 3 — сортировочная станция; 4 — площадка строительства ГЭС; 5 — металлургический завод; 6 — вагоностроительный завод; 7 — комбинат производственных предприятий строительства; 8 — отвалы; 9 — шлакоцементный завод; 10 — азотно-фосфорный завод; 11 — заводская станция; 12 — станция примыкания

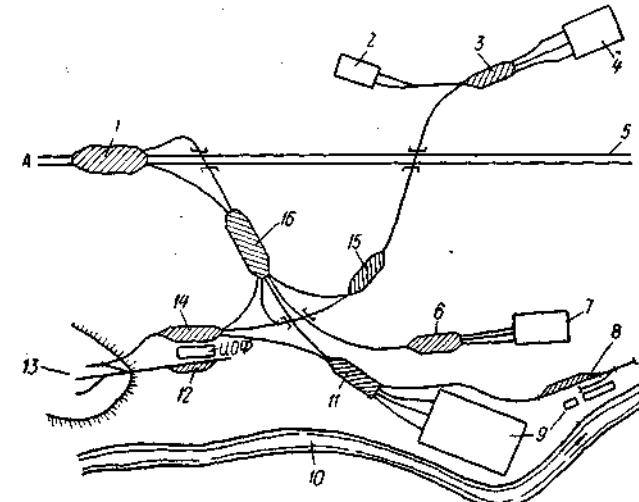


Рис. 228. Промышленный узел тупикового типа:  
1 — станция примыкания; 2 — завод; 3 — ст. Заводская; 4 — машиностроительный завод; 5 — магистральная железнодорожная линия; 6 — ст. Цементная; 7 — шлакоцементный завод; 8 — ст. Пристань; 9 — металлургический завод; 10 — река; 11 — ст. Металлургическая; 12 — разгрузочная станция; 13 — карьер руды; 14 — ст. Рудная; 15 — пост; 16 — промышленная сортировочная станция

Железнодорожные узлы в районах предприятий обрабатывающей промышленности характеризуются массовым прибытием вагонов с сырьем и топливом (в основном в маршрутах) и относительно меньшим количеством вагонов, отправляемых с готовой продукцией.

Для железнодорожных узлов в районах добывающей промышленности характерно массовое прибытие порожних вагонов и большое количество отправляемых груженых.

Размеры сортировочной работы для прибывающих и отправляемых составов в обоих случаях влияют на решение вопроса о необходимости постройки самостоятельных сортировочных станций или даже нескольких.

В зависимости от расположения промышленного района по отношению к станциям МПС (числа примыканий) и направления грузопарков промышленный железнодорожный узел может быть сквозного (рис. 227) или тупикового типа (рис. 228).

Как указывалось ранее, на тип промышленного узла влияет вид обслуживаемой промышленности.

В угольном районе, объединяющем несколько шахт, на которых проводится погрузка угля, промышленный узел может иметь вид, изображенный на рис. 229. При открытых разработках угля, руды и других полезных ископаемых промышленный узел имеет совсем иной вид, так как железнодорожные пути выполняют основную функцию карьера (рис. 230).

Наиболее развитыми узлами с наибольшей протяженностью путей являются промышленные узлы в районах размещения металлургических заводов (рис. 231).

Приведенные схемы промышленных узлов не являются типовыми, они запроектированы с учетом местных условий. Поскольку существуют многообразные условия, типовые решения, кото-

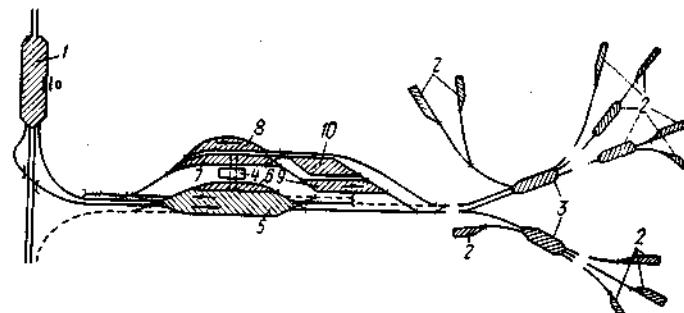


Рис. 229. Промышленный узел в угледобывающем районе:  
1 — станция примыкания; 2 — углепогрузочные пункты; 3 — станция сборная; 4 — обогатительная фабрика (ЦОФ); 5 — парки путей для поездов общего сети; 6 — пути по-грузки обогащенного угля; 7 — пути выгрузки угля; 8 — парк приема поездов с пунктами погрузки; 9 — парк путей для порожних вагонов; 10 — локомотивное и вагонное хо-  
зяйства

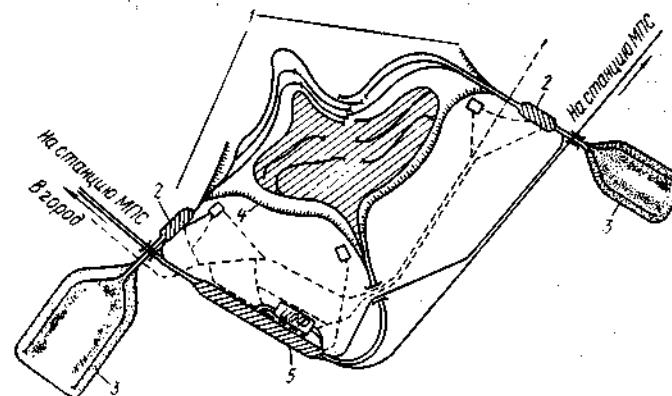


Рис. 230. Промышленный узел в районе открытых разработок:  
1 — выездная породная траншея; 2 — ст. Породная; 3 — отвал; 4 — центральная угольная выездная траншея; 5 — углесборочная станция

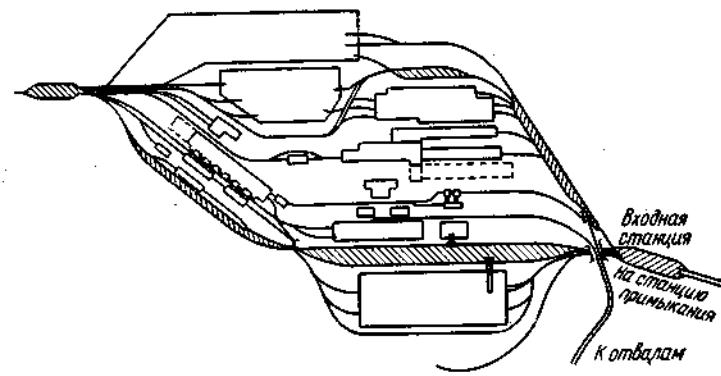


Рис. 231. Промышленный узел в районе металлургического завода

рые нужно принимать во внимание при проектировании узлов, невозможны.

## Глава 20. ПУТЕВОЕ УСТРОЙСТВО ЗАВОДСКИХ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ И ИХ РАСЧЕТ

### § 1. Общие сведения

Путевое развитие ЗСС определяется объемом работы, который состоит из обслуживания транзитного и местного движения. Начиная определение объема работ, выявляют внешний и внутренний грузопотоки обслуживаемых предприятий. Внешний грузооборот — это объем перевозок по прибытию и отправлению

грузов, внутренний — продолжение внешних перевозок внутри завода и межцеховых перевозок. Если один вид груза перевозится как вне завода, так и внутри его, то это учитывается во внешнем и внутреннем грузооборотах. Грузооборот определяют в следующей последовательности:

- 1) уточняют режим работы цехов;
- 2) выявляют перевозки характерных отдельных видов груза;
- 3) устанавливают характеристики условий погрузки и выгрузки грузов;
- 4) назначают фронты погрузки и выгрузки, определяют их характер (бункера, эстакада, и т. д.) и возможную длину;
- 5) подбирают виды транспорта и сравнивают возможные варианты для проектирования элементов взаимодействия с другими видами транспорта.

При проектировании предприятий грузопотоки определяют по расходным или укрупненным коэффициентам. При этом сблюдают следующую последовательность:

- 1) уточняют состав завода;
- 2) взаимно увязывают производительность основных цехов;
- 3) на основе расходных коэффициентов при уточненной производительности определяют грузооборот по прибытию и отправлению;
- 4) полученный грузооборот подразделяют на внешний, внутренний и межцеховой.

Коэффициенты представляют собой расходную норму сырья, необходимого для выпуска единицы готовой продукции, а также количество отходов, полуфабрикатов сопутствующей продукции, приходящейся на единицу основной.

По полученным объемам грузооборота цехов составляют ведомость прибытия и отправления грузов. Расчет количества путей и парков ведется по суточному грузообороту. При расчете суточного грузооборота учитывается неравномерность поступления и отправления грузов:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{год}} K_n}{365}, \quad (20.1)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  — суточный грузооборот, т/сут;  
 $Q_{\text{год}}$  — годовой грузооборот, т/год;

$K_n$  — коэффициент неравномерности, принимаемый равным для грузов прибытия  $K_{\text{приб}} = 1,2 \dots 1,4$ ; отправления  $K_{\text{отпр}} = 1,0 \dots 1,1$ .

По суточному грузообороту рассчитывают суточный вагоноборт:

$$n_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}} / Q_{\text{нетто}}, \quad (20.2)$$

где  $Q_{\text{нетто}}$  — средневзвешенная грузоподъемность вагона, т.

Расчет вагонооборота завершается составлением таблиц вагонооборота с учетом обеспечения перевозки порожними вагонами.

После этого рассчитывают количество поездо-подач, прибывающих на станцию и отправляемых с ее путей. Для определения количества поездо-подач необходимо знать категории и весовые нормы поездов, а также деление их по направлениям и родам грузов.

Весовые нормы поездов на подходах к станции или задаются числом вагонов в составе, или их рассчитывают в зависимости от силы тяги локомотива, профиля и плана подходов, или определяются длиной погрузо-разгрузочных фронтов на предприятиях, которые обслуживает станция.

Вес состава (в тс) в зависимости от силы тяги локомотива определяют по формуле

$$Q_n = \frac{F_k - P(w'_0 - w_i)}{w'_0 + w_i}, \quad (20.3)$$

где  $F_k$  — касательная сила тяги локомотива, кгс;

$P$  — вес локомотива в рабочем состоянии, тс;

$w'_0$  и  $w''_0$  — основное удельное сопротивление соответственно движению локомотива и вагонов, кгс/тс;

$w_i$  — дополнительное удельное сопротивление движению локомотива и вагонов на руководящем подъеме, кгс/тс.

На основе полученных данных определяют количество поездо-подач.

После определения основного грузооборота станции разрабатывается технология переработки различных категорий поездов и определяется объем работы каждого парка станции.

## § 2. Приемо-отправочные и выставочные парки

По определении объема работы каждого парка выбирается принципиальная схема станции, которая определяет взаимное размещение парков, основные связи между ними и положение вытяжных путей.

В зависимости от объема работ станция может иметь один или несколько парков: приема, отправления, приемо-отправочный, сортировочный, выставочный, разгрузочный, погрузочный, погрузочно-разгрузочный и перегрузочный.

Выбираемая схема станции должна обеспечить:

- 1) требуемую перерабатывающую способность с резервом в 15...20%;
- 2) возможность увеличения количества путей во всех парках и длины приемо-отправочных путей;

3) применение средств механизации и автоматизации при выполнении всех операций на станции;

4) соответствие генеральному плану завода;

5) минимальное количество пересечений встречных маршрутов, т. е. независимую работу наибольшего числа элементов станции;

6) безопасность движения;

7) наименьшую полную длину станционных путей при расчетной полезной длине наибольшей емкости станционных путей.

Разрабатывая принципиальную схему при однопутном подъездном пути, парк приема располагают со стороны основных складов и цехов завода, потребляющих прибывающее сырье, а парк отправления — со стороны цехов, выпускающих готовую продукцию, или погрузочных устройств.

Сортировочный парк должен располагаться с той стороны, где наибольшая работа по расформированию и формированию поездов.

Если необходим выставочный парк для приема и укрупнения мелких подач с завода, то его следует располагать со стороны парка отправления или парка сортировки.

Парки станции располагают с одной стороны от главных путей, со стороны наибольшего местного потока или с двух сторон от главных путей — при равномерном местном потоке в оба направления.

При очень малом транзитном движении и сортировочной работе, почти равной в обоих направлениях, сортировочный парк станции рекомендуется располагать между главными путями.

Если на заводской сортировочной станции предусматриваются приемо-сдаточные операции, то парки приема и отправления не разделяют сортировочным парком или каким-либо другим.

### § 3. Расчет количества приемо-отправочных и выставочных путей заводской сортировочной станции

Путевое развитие станции должно создать условия для выполнения на станционных путях всех операций с вагонами, предусмотренных технологическим процессом, с обязательным соблюдением правил безопасности движения и техники безопасности обслуживающего персонала.

Количество путей на станциях определяется с учетом прогрессивных норм обработки составов на основе передовой технологии работы ЗСС.

1. **Приемо-отправочные пути.** Количество приемо-отправочных путей на ЗСС устанавливается в соответствии с данными табл. 37 и уточняется в проекте в зависимости от характера движения, технологических норм обработки вагонов, объемов

маневровой работы, вида тяги, средств сношения по движению и устройств СЦБ.

Общее количество путей в парках приема и отправления

$$m_{\text{пп}} = m_{\text{пр}} + m_{\text{от}} + m_x, \quad (20.3)$$

где  $m_{\text{пр}}$  и  $m_{\text{от}}$  — соответственно количество путей в парках приема и отправления;

$m_x$  — количествоходовых путей, зависящее от размеров движения и схемы станции.

Полученные результаты округляют до целого числа отдельно для парков приема и отправления в большую сторону.

Количество  $m_{\text{ст}}$  приемо-отправочных путей на станции рассчитывают раздельно для парка приема и парка отправления по формуле

$$m_{\text{ст}} = \frac{\Sigma NT}{1440a}, \quad (20.4)$$

где  $N$  — количество поездов (передач) разных категорий, принимаемых или отправляемых со станции в 1-сут;

$T$  — полное время занятия пути одним поездом (передачей) соответствующей категории, мин;

$a$  — коэффициент использования полезной работы приемо-отправочных путей, принимаемый с учетом неравномерности движения равным 0,4...0,6 (большее значение бывает при интенсивном движении, а меньшее — при слабом).

Полное время занятия приемо-отправочного пути одним поездом определяют по формуле

$$T = t_{\text{пр}} + t_{\text{ст}} + t_{\text{от}}, \quad (20.5)$$

где  $t_{\text{пр}}$  и  $t_{\text{от}}$  — соответственно время приема и отправления поезда, мин, определяемое по табл. 38;

$t_{\text{ст}}$  — время простоя поезда, зависящее от вида выполняемых операций с вагонами и затрат времени на них, принимаемых по табл. 39.

С учетом дополнительных операций на приемо-отправочных путях станций время общего простоя ( $t_{\text{ст.об.}}$ , мин) определяют:

Таблица 37. Количество приемо-отправочных путей на ЗСС для обоих направлений (без главных путей и путей следования одиночных локомотивов)

Количество пар поездов и передач в 1 сут	Количество путей при подаче на грузовые пункты и уборке с них составов	
	по частям	без деления на части
До 8	2	2
9...12	3	2
13...16	4	3
17...24	5	4
25...36	6...8	4...5
37...48	8...10	5...7

Таблица 38. Средние нормы времени приема  $t_{\text{пр}}$  и отправления  $t_{\text{от}}$  поезда

Вид операции	Норма времени, мин	
	при ручном обслуживании стрелок	при электри- ческой цен- трализации стрелок
Прием поезда:		
с внешней сети	10	6 . . . 7
с предприятия	8	5
Прием коротких составов и отдельных групп вагонов	6	3
Прием поезда с короткого перегона:		
при длине менее 0,8...1,5 км	15	12
» » 0,8 км	12	9
Прием (перестановка) поезда из парка формирования или из сортировочного парка на пути отправления	6 . . . 8	3 . . . 5
Отправление:		
поезда с пути приема на погрузочно-разгрузочные фронты или с путей отправления на внешнюю сеть	7	4
коротких составов и отдельных групп вагонов	5	3
перестановка поезда с путей приема на сортировочные пути	6 . . . 8	3 . . . 5

Таблица 39. Средние нормы простоя груженых и порожних составов на приемо-отправочных путях сортировочных станций

Вид операции	Время прос- той, мин
<i>При приемо-отправочных операциях на станции примыкания общей сети</i>	
В парке приема:	
подлежащий расформированию состав (если разметка сделана на станции примыкания)	15
не подлежащий расформированию состав	10
В парке отправления:	
без накопления вагонов и формирования состава на отправочных путях	15
<i>При приемо-сдаточных операциях</i>	
На грузовых пунктах без накопления вагонов и формирования состава на отправочных путях	10
На станции промышленного предприятия в парке приема из расчета 1 мин на 1 вагон	15 . . . 30
В парке отправления:	
состав в 30 вагонов и более	45
состав до 30 вагонов и менее	35

а) на пути приема при передаче состава по частям на сортировочную вытяжку и грузовые пункты по формуле

$$t_{\text{ст. об}} = \frac{t_{\text{ст}}}{\rho} + t_{\text{доп}}; \quad (20.6)$$

б) на пути отправления, находящегося под накоплением состава, по формуле

$$t_{\text{ст. об}} = (\rho - 1)t_{\text{инт}} + \frac{t_{\text{ст}}}{\rho}, \quad (20.7)$$

где  $\rho$  — число частей, на которые делится или из которых составляется поезд;

$t_{\text{ст}}$  — простой первой части поезда под операциями после прибытия или простой последней части поезда под операциями после отправления (не менее 10 мин);

$t_{\text{доп}}$  — дополнительный простой поезда на пути приема, связанный с передачей его по частям на сортировочную вытяжку или грузовые пункты, определяемый по формулам, приведенным ниже;

$t_{\text{инт}}$  — интервал времени между последовательными прибытиями с грузовых пунктов групп вагонов (частей поезда).

При формировании поезда на отправочных путях к общему времени ( $t_{\text{ст. об}}$ ) добавляется время на формирование (ориентировочно 15 мин).

Если состав взвешивают с занятием отправочного пути, то к  $t_{\text{ст. об}}$  добавляют продолжительность взвешивания вагонов по табл. 40.

Если вагоны взвешивают на специальном пути без занятия отправочного пути, то  $t_{\text{ст. об}}$  увеличивают на 15 мин при смене поездного локомотива на маневровый и на 10 мин без смены локомотива.

Дополнительный простой поезда  $t_{\text{доп}}$  (в мин) на путях приема определяют по формулам:

а) при вытягивании поезда на вытяжку по частям для последующей сортировки

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{пер}}(\rho - 1) + \frac{t_{\text{расф}}(\rho - 1)}{\rho}; \quad (20.8)$$

б) при передаче поезда по частям непосредственно на грузовые пункты

$$t_{\text{доп}} = (\rho - 1)t_{\text{инт}},$$

где  $t_{\text{пер}}$  — время перестановки части поезда из парка приема на вытяжной путь и заезда локомотива после сортировки предыдущей части.

Таблица 40. Время взвешивания вагонов

Условия взвешивания	Время на взвешива- ние 1 ваго- на, мин
Взвешивание с оста- новкой:	
без расцепки	2,0
с расцепкой	4,0
Взвешивание при дви- жении со скоростью 5 км/ч	0,2

щей части поезда за следующей частью; его определяют в зависимости от длины полурейсов перестановки и количества вагонов в маневровом составе согласно «Руководству по нормированию маневровой работы» (для ориентировочных расчетов можно принимать равным 10 мин);

$t_{расф}$  — время расформирования всего поезда с подборкой вагонов в группы для подачи на вспомогательные станции или грузовые пункты; его определяют в зависимости от типа сортировочного устройства и путевой схемы станции согласно «Руководству по нормированию маневровой работы»;

$t_{инт}$  — интервал времени между последовательными отправлениями на грузовые пункты частей поезда, определяемый в зависимости от их количества, числа локомотивов, занятых на подаче и уборке вагонов, а также в соответствующих случаях от времени выгрузки или погрузки частей поезда.

**2. Выставочные пути.** Если предусматривается специальный выставочный парк или выделяются пути в предгорочном парке, то количество  $m_b$  выставочных путей находят по формулам:

а) без секционирования выставочных путей

$$m_b = n + 1; \quad (20.9)$$

б) при секционировании выставочных путей

$$m_b = \frac{n}{m_c} + 1, \quad (20.10)$$

где  $n$  — количество составов или групп вагонов, выставляемых со вспомогательных станций или грузовых пунктов, которое необходимо для составления поезда весовой нормы или длины, установленной для подъездного пути или для взятия на сортировочное устройство с целью формирования;

$m_c$  — количество секций одного пути;

1 — ходовой путь, предназначенный для движения выставляемых составов, групп вагонов и локомотивов.

Если поступающие в выставочный парк подачи не велики (по 4..5 вагонов), то их можно накапливать на меньшем количестве выставочных путей, однако их полезная длина должна быть не менее 300..400 м.

#### § 4. Расчет количества сортировочных путей и маневровых вытяжек

В сортировочный парк входят основные, вытяжные (или надвижные), специальные и дополнительные пути.

Количество основных сортировочных путей для расформирования прибывающих поездов с сырьем и топливом по сортам и маркам, а также порожняка (в том числе из-под собственной

выгрузки) по видам предварительной обработки вагонов или по технической годности под погрузку определенных видов грузов устанавливают по специализации в зависимости от количества вагонов, поступающих в 1 сут, сортов и марок грузов или условий обработки и погрузки с учетом длины фронтов и перерабатывающей способности пунктов обработки вагонов.

Количество основных путей для расформирования немаршрутизованных вагонопотоков, поступающих с общей сети железных дорог или с завода (промышленных предприятий), по станциям грузового назначения или грузовым пунктам (без детальной сортировки и подборки вагонов по фронтам и точкам выгрузки) устанавливают по специализации в зависимости от количества вагонов, поступающих в 1 сут, и количества станций грузового назначения или грузовых пунктов. Отдельные сортировочные пути по специализации могут предусматриваться при суточном вагонопотоке специализированного назначения (или объединенных вместе назначений) не менее 60 вагонов в 1 сут.

Основные сортировочные пути для расформирования немаршрутизованных вагонопотоков, поступающих с общей сети железных дорог, с последующей подборкой из них многогрупповых составов по станциям грузового назначения и грузовым пунктам, с расстановкой груженых вагонов в составах в порядке расположения грузовых фронтов и точек разгрузки (обусловленном требованиями технологического процесса предприятий) не специализируются. Количество таких путей устанавливается с учетом повторности сортировки вагонов, прибывающих с одним поездом, и в увязке с организацией маневровой работы по обслуживанию грузовых потоков. При дробной сортировке количество путей можно ориентировочно принимать из расчета переработки на одном пути до 30 вагонов в 1 сут.

Количество основных путей расформирования для накопления вагонов и формирования поездов, для отправления их на станцию примыкания и далее на пути МПС принимается с учетом общего размера соответствующих вагонопотоков при формировании:

а) груженых составов по направлениям железной дороги общей сети по количеству направлений;

б) груженых составов по назначениям общей сети железных дорог — по количеству назначений сети, устанавливаемому в соответствии с планом формирования по согласованию с управлением железной дороги примыкания;

в) порожняковых составов в зависимости от необходимости подборки вагонов по типам в соответствии с требованиями плана формирования порожняковых составов, по согласованию с управлением дороги примыкания.

Количество сортировочных путей ЗСС зависит от количества сортов и классов массовых грузов.

## Количество вытяжных путей сортировочного парка

$$m_{\text{выт}} = \frac{N_{\text{расф}} t_{\text{расф}} + N_{\text{форм}} t_{\text{форм}}}{(1440 - t_0) \beta}, \quad (20.11)$$

где  $N_{\text{расф}}$  и  $N_{\text{форм}}$  — соответственно количество расформировываемых и формируемых поездов;  $t_{\text{расф}}$  и  $t_{\text{форм}}$  — время занятия вытяжного пути соответственно при расформировании и формировании поездов;

$t_0$  — время на экипировку маневрового локомотива в 1 сут, которое учитывается только при работе на вытяжке одного локомотива;

$\beta$  — коэффициент неравномерности прибытия поездов, подлежащих переработке в сортировочном парке.

Время на расформирование  $t_{\text{расф}}$  (в мин) и формирование  $t_{\text{форм}}$  одного поезда определяют из выражений:

$$\begin{aligned} t_{\text{расф}} &= t_{c. \text{расф}} + t_{\text{ман}}; \\ t_{\text{форм}} &= t_{c. \text{форм}} + t_{\text{ман}}, \end{aligned} \quad (20.12)$$

где  $t_{c. \text{расф}}$  и  $t_{c. \text{форм}}$  — соответственно время собственно расформирования и формирования, принимаемое для ориентировочных расчетов по 1 мин на вагон;

$t_{\text{ман}}$  — время маневров, затрачиваемое на перестановку состава или подачу с путей приема на вытяжной путь либо с вытяжного пути на отправочный путь, определяемое по методу расчета приемо-отправочных путей.

Специальные пути в сортировочном парке служат для нахождения больных вагонов, требующих отцепочных ремонтов, а также вагонов, требующих перегрузки, вагонов с разрядными грузами, сжиженными и сжатыми газами и т. п. Весовые пути также относятся к специальным. Кроме того, для рационального использования основного сортировочного устройства при повторной сортировке вагонов, а также для возможности отправления поездов в сторону, обратную направлению сортировки, с части основных путей сортировочного парка (в обход вершины сортировочного устройства) предусматриваются специальные пути. Они либо соединяют сортировочные пути с вытяжным или надвижным путем, либо имеют выход на главный путь.

Дополнительный сортировочный путь предусматривается для перестановки составов во время очистки путей от снега или для

выполнения ремонтных работ на одном из путей на ЗСС с объемом переработки свыше 500 вагонов в 1 сут.

## Общее количество путей сортировочного парка

$$m_{\text{сорт}} = m_{\text{осн}} + m_{\text{спец}} + m_{\text{доп}} + m_{\text{выт}}, \quad (20.13)$$

где  $m_{\text{осн}}$  — количество основных путей;

$m_{\text{спец}}$  — количество специальных путей;

$m_{\text{доп}}$  — количество дополнительных путей;

$m_{\text{выт}}$  — количество вытяжных путей.

В последнее время находят распространение методы расчета количества путей с помощью аналитических, электронных и других моделей станций.

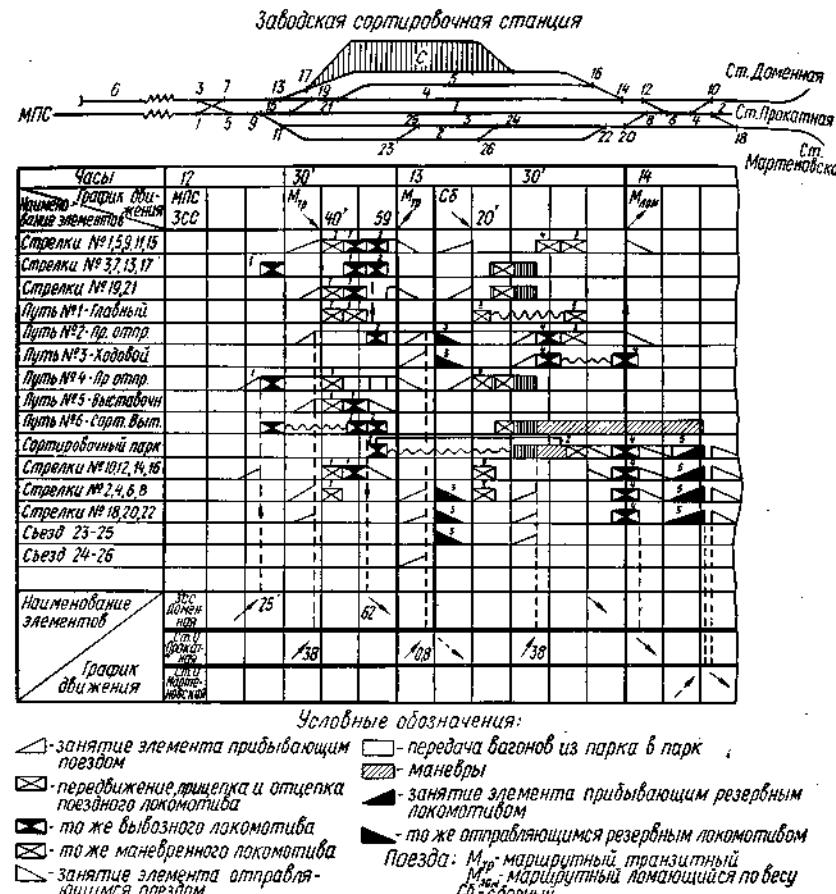
## § 5. Графическая проверка путевого развития станции

Любой аналитический расчет путевого развития станции предполагает равномерную и непрерывную работу в течение суток без учета некоторых местных условий, влияющих на пропускную способность станций, поэтому он не дает достаточно точных результатов. Аналитический расчет не учитывает времени прибытия и отправления поездов, занятости путей и стрелочных переводов из-за враждебности маршрутов, вынужденных простоев подвижного состава и т. д. На практике такие случаи встречаются довольно часто.

Графический расчет дает более точные результаты, так как учитывает работу всех элементов станции. Если какая-либо часть станции загружается свыше 1000 мин в 1 сут, то аналитический расчет рекомендуется проверять графическим способом.

Графический расчет путевого развития станции выполняют, составляя график ее пропускной способности. В дальнейшем он является графиком работы станции. Графическая проверка расчета рекомендуется для наиболее загруженных суток или наиболее интенсивного периода в течение суток (не менее 6...8 ч).

По технологическим нормам рассчитывают или определяют продолжительность отдельных операций по переработке поездоподач. Вычерчивают сетку графика. Вверху и внизу станционного графика в соответствующих графах показывают время прибытия и отправления поездов, обращающихся на прилегающих перегонах. Отводят место для графика движения поездов по подъездному пути и для графика движения по путям, идущим к заводским станциям или грузовым пунктам. На рис. 232 показана часть графика проверки путевого развития заводской сортировочной станции. С левой его стороны в первой вертикальной графе перечисляются все путевые элементы станции, т. е. стрелочные переводы и пути, объединенные в группы. Стрелочные переводы или пути объединяют по принципу одновре-



$T$  — расчетный период.

Построенный график и рассчитанные коэффициенты занятости элементов станции дают возможность найти наиболее загруженное место и решить вопросы его разгрузки или реконструкции, а при проектировании принять дополнительные решения.

Конструкция горловин парков ЗСС должна обеспечить следующее:

1. Наименьшее число враждебных маршрутов и пересечений маршрутов следования организованных поездов.
2. Изоляцию маневровой работы по расформированию и формированию поездов от движения организованных поездов.
3. Наименьшую длину маневровых рейсов.
4. Одновременную и независимую работу маневровых локомотивов, занятых формированием поездов.
5. Возможность стоянки локомотивов в выходных горловинах отправочных парков, которые заблаговременно подаются к поездам.
6. Возможность параллельного выполнения всех или части операций по приему, отправлению, формированию и расформированию поездов.

## § 6. Элементы наклонных вытяжек, их план и профиль

На станциях промышленных предприятий применяются следующие виды сортировочных устройств: а) маневровые вытяжные пути; б) наклонные (профилированные) вытяжные пути; в) полугорки; г) горки малой мощности; д) горки большой мощности с сортировочными парками.

Количество путей в сортировочном парке зависит от объема сортировочной работы по расформированию и формированию поездо-подач. Обычно пути сортировочного парка группируют в пучки от 4 до 8 в каждом.

При выполнении сортировочной работы на маневровых вытяжных путях или наклонных вытяжных путях используется сила толчка локомотива с применением следующих способов — толчками, серийными толчками или многогрупповыми толчками.

Сортировочная работа на полугорках или горках различной мощности выполняется с использованием силы тяжести вагона, которая придает ему необходимую скорость при движении по наклонному пути.

При проектировании современных заводов на ЗСС предусматриваются только сортировочные горки различной мощности, а при реконструкции старых небольших заводов на сортировочных станциях строят наклонные (профилированные) вытяжные пути.

Минимальную высоту профилированных вытяжных путей рассчитывают, исходя из следующих условий: обеспечить скатывание расчетного плохого бегуна до расчетной точки (50 м за предельным столбиком) при неблагоприятных условиях (низкая

расчетная температура плюс встречный ветер) и при работе локомотива толчками с максимальной скоростью толчка 4,5 м/с. Высоту профилированного вытяжного пути целесообразно несколько увеличивать, рассчитывая на скатывание бегуна с основным удельным сопротивлением равным 3,2 кгс/тс в благоприятных условиях (температура выше 0°C, ветер отсутствует) при работе надвигоом со скоростью 1 м/с.

В трудных условиях, а также на существующих ЗСС расстояние от предельного столбика до расчетной точки может быть уменьшено до 12 м, если это сокращение длины существенно влияет на затраты по сооружению сортировочного парка.

Продольный профиль наклонных (профилированных) вытяжек состоит из двух частей: надвижной и спускной.

На рис. 233 показан продольный профиль вытяжных путей специального профиля.

Надвижная часть наклонных (профилированных) вытяжек на спуске в направлении сортировки допускается только при соответствующем рельефе местности. Вытяжные пути в сочетании со стрелочной горловиной на уклоне проектируются на спуске крутизной до 2,5% в сторону сортировки или на плоскадке.

Спускная часть наклонных вытяжек без промежуточных тормозных позиций предусматривается двумя элементами: скоростным уклоном и уклоном стрелочной зоны. Первый элемент скоростного уклона спускной части должен быть, по возможности, более крутым и равняться 25%. Длина скоростного уклона (при его наибольшей крутизне) должна быть возможно большей (40...50 м).

Стрелочная зона спускной части предусматривается на спуске со средним уклоном до 2,5% (при сортировке только легковесных и порожних вагонов этот уклон можно увеличить до 4%).

Сортировочные пути при наклонных вытяжках на протяжении первой трети длины предусматриваются на уклоне не более 1,5...2%. В последней трети полезной длины сортировочных путей рекомендуется предусматривать обратный уклон до 1%, а хвостовую горловину располагать на обратном уклоне 2%.

При сопряжении уклонов на возвышениях наклонных вытяжек принимают следующие наименьшие радиусы вертикальных

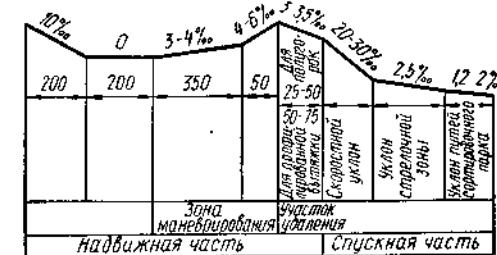


Рис. 233. Целесообразный профиль вытяжных путей специального профиля (наклонных)

кривых: в сторону подъемной части — 350 м, в сторону спускной части — 250 м, на остальных элементах спускной части — 250 м. Вытяжные пути, как правило, располагают на прямых участках. В трудных условиях допускается их размещение на кривых, направленных в одну сторону, радиусом не менее 600 м, а в особо трудных условиях при малой маневровой работе — не менее 500 м.

## Глава 21. СОРТИРОВОЧНЫЕ ГОРКИ И ПОЛУГОРКИ

### § 1. Краткая характеристика сортировочных устройств

Для ускорения маневровой работы на сортировочных станциях, а при значительном объеме сортировки на участковых и грузовых станциях применяют сортировочные горки и полуторки.

На сортировочных горках спуск вагонов на пути сортировочного парка после отрыва на вершине горки осуществляется исключительно под влиянием силы тяжести вагонов; на полуторках — под влиянием силы тяжести вагонов и толчка локомотива (при необходимости). Различают сортировочные горки большой, средней и малой мощности.

В соответствии с ИПС тип и мощность сортировочных устройств зависят от размера перерабатываемого вагонопотока и количества сортировочных путей. Сортировочные горки большой мощности проектируют, как правило, при количестве путей в сортировочном парке не менее 30 и при переработке не менее 5000 физических вагонов в 1 сут. Эти горки оборудуют вагонными замедлителями для регулирования скоростей скатывания вагонов и электрической централизацией стрелок. Горки малой мощности проектируют при количестве путей в сортировочном парке менее 16 и переработке от 250 до 2000 вагонов в 1 сут. Их оборудуют замедлителями облегченной конструкции, а также другими средствами малой механизации (башмаконакладывателями, башмакосбрасывателями и др.), электрической централизацией стрелочных переводов.

Полугорки применяют, как правило, при количестве путей в сортировочном парке менее 10.

Сортировочная горка (рис. 234) состоит из надвижной и спускной частей. Надвижная часть — это участок пути в пределах парка приема или вытяжного пути и его продолжения в сторону сортировочного парка. Перед вершиной горки надвижная часть имеет противоуклон для облегчения расцепки вагонов и остановки их при прекращении роспуска.

Горки большой мощности проектируют с двумя путями надвига и двумя спускными путями. На первую очередь строительства горок большой мощности, а также на горках малой мощности и полуторках проектируют один спускной путь.

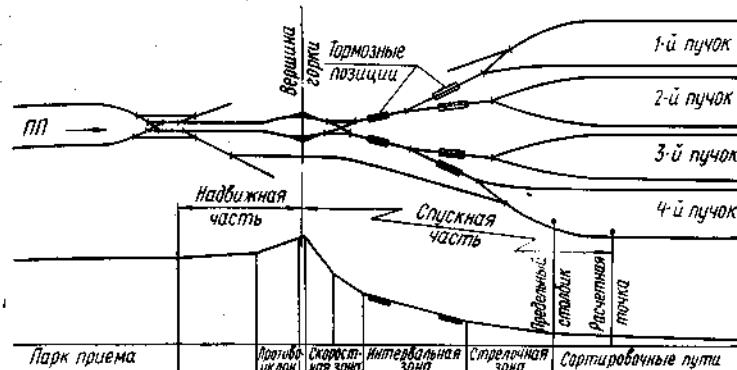


Рис. 234. План и продольный профиль сортировочной горки

Спускная часть горки состоит из следующих элементов: скоростьная зона — от вершины горки до первой тормозной позиции; интервальная зона — от начала первой тормозной позиции до конца второй тормозной позиции; стрелочная зона — от конца второй тормозной позиции до предельного столбика последней стрелки расчетного пути; участок сортировочного пути — от предельного столбика последней стрелки до расчетной точки. Скоростная зона обеспечивает быстрый отрыв отцепов на вершине горки. В пределах интервальной зоны с помощью специальных устройств — вагонных замедлителей — обеспечивается регулирование интервалов между отцепами, имеющими различные ходовые свойства. В стрелочной зоне располагаются стрелочные переводы, ведущие на сортировочные пути.

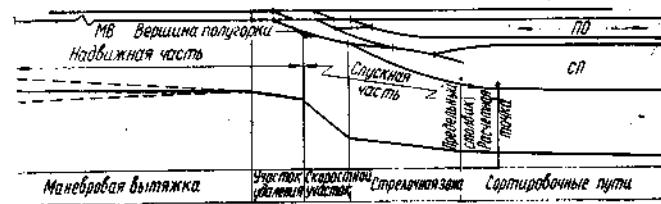


Рис. 235. План и продольный профиль полуторки:  
МВ — маневровая вытяжка

Надвижная часть полуторки (рис. 235) состоит из участка удаления, на котором производится отцепка вагонов и развивается необходимая скорость толчка локомотива, и вытяжного пути, соответствующего длине перерабатываемых грузовых поездов. Спускную часть полуторки проектируют из следующих элементов: скоростной участок, обеспечивающий ускорение движения отцепов; стрелочная зона — от конца скоростного участка

до предельного столбика расчетного пути; участок расчетного сортировочного пути — от предельного столбика до расчетной точки.

При определении высоты сортировочного устройства расчетным расстоянием  $L_p$ , которое должны проходить плохие бегуны в неблагоприятных условиях, принято считать расстояние от вершины горки (или точки отрыва бегунов для полугорок) до расчетной точки, расположенной для горок большой мощности на расстоянии 100 м, а для горок малой мощности и полугорок — 50 м за предельным столбиком наиболее трудного по сопротивлению пути сортировочного парка. На горках малой мощности и полугорках это расстояние может быть уменьшено до 12 м при соответствующем обосновании.

## § 2. Силы, действующие на вагон при скатывании с горки

При скатывании вагона с горки (рис. 236) на него действуют такие силы: сила  $F_a$  воздействия локомотива на состав, которая в точке отрыва отцепа придает ему определенную начальную скорость; составляющая силы  $F_b$  тяжести вагона (отцепа), которая создает ускорение движения; силы  $W$  сопротивления движению, препятствующие скатыванию вагона; сила  $F_t$  торможения, искусственно создаваемая тормозными средствами.

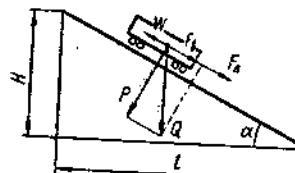


Рис. 236. Силы, действующие на вагон при скатывании с горки

Силы торможения используются для того, чтобы не было нагона плохого бегуна хорошим, а также чтобы создать соответствующий интервал между следующими друг за другом отцепами, необходимый для перевода стрелочных переводов в нужное положение. При спуске плохого бегуна в неблагоприятных условиях (зимой при встречном ветре) силы торможения не используются.

По ходовым качествам вагоны делятся на плохие (П), хорошие (Х) и очень хорошие бегуны (ОХ). ИПС рекомендует считать расчетными бегunami: ОХ — четырехосный полуваагон весом брутто 80 тс и шестиносный полуваагон весом брутто 127 тс; Х — четырехосный крытый вагон весом брутто 70 тс; П — неполногрузный четырехосный крытый вагон.

Высота сортировочной горки должна обеспечивать скатывание плохого бегуна в неблагоприятных условиях до расчетной точки самого трудного по сопротивлению пути. Это требование будет выполняться при равенстве работы движущих (положительных) сил и силы сопротивления, т. е. если

$$F_a l + F_b L_p = W L_p,$$

где  $l$  — длина пути, в пределах которого действует сила  $F_a$ , м;

$L_p$  — длина спускного пути от вершины горки до расчетной точки самого трудного по сопротивлению пути, м.

Работу движущих сил и сил сопротивления можно выразить формулой

$$Q h_0 + Q H = Q w L_p,$$

где  $h_0$  — энергетическая высота, соответствующая скорости отцепа на вершине горки, м;

$H$  — разность отметок вершины горки и расчетной точки или высота горки, м;

$w$  — полное удельное сопротивление, испытываемое плохим бегуном при спуске его с горки, кгс/тс;

$Q$  — вес расчетного бегуна, тс.

Тогда

$$H = w L_p - h_0. \quad (21.1)$$

Начальная энергетическая высота

$$h_0 = v_0^2 / 2g', \quad (21.2)$$

где  $v_0$  — скорость движения при роспуске вагонов с горки, м/с;

$g'$  — ускорение силы тяжести с учетом инерции вращающихся масс,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

При расчете высоты горки  $v_0 = 5 \text{ км}/\text{ч}$  (т. е.  $\sim 1,4 \text{ м}/\text{с}$ ) для горок большой мощности и  $v_0 = 3,5 \text{ км}/\text{ч}$  (или  $\sim 1,0 \text{ м}/\text{с}$ ) для горок малой мощности.

Ускорение силы тяжести с учетом инерции вращающихся масс вагона можно определить по формуле

$$g' = \frac{g}{1 + \gamma}, \quad (21.3)$$

где  $g$  — ускорение силы тяжести, равное  $9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ ;

$\gamma$  — коэффициент, равный  $0,42 n/Q$  ( $n$  — количество осей вагона;  $Q$  — вес вагона брутто, тс).

$Q$  — вес вагона брутто, тс.)

При скатывании с горки вагон (отцеп) испытывает основное (ходовое) и дополнительное сопротивления: сопротивление от воздушной среды (и ветра) и сопротивление, возникающее при прохождении вагонов по стрелочным переводам и кривым участкам пути.

Основное сопротивление  $W_0$  — это сопротивление движению вагонов в прямом и горизонтальном пути, возникающее в результате воздействия следующих факторов: трения осей колесных пар в буксах, трения качения между колесами вагона и рельсами, ударов колес на стыках, перекоса осей и т. д.

Отнесенное к единице веса  $Q$  вагона, это сопротивление называется **основным удельным сопротивлением** (в кгс/тс):

$$w_0 = W_0/Q. \quad (21.4)$$

Основное сопротивление движению зависит от ходовых качеств вагона, характера вагонопотока, температуры воздуха.

Инструкцией по проектированию станций и узлов рекомендуются нормы основного удельного сопротивления движению грузовых вагонов (табл. 42).

**Таблица 42. Основное удельное сопротивление движению грузовых вагонов, кгс/тс**

Вес расчетных бегунов, тс	При расчетной температуре воздуха, °С									
	выше 0		-5		-15		-25		-35	
	ск	рол	ск	рол	ск	рол	ск	рол	ск	рол
22	4,8	3,9	5,1	3,9	5,5	4,0	6,1	4,1	6,9	4,2
25	4,7	3,8	5,0	3,8	5,4	3,9	6,0	4,0	6,8	4,1
30	4,6	3,7	4,9	3,7	5,3	3,8	5,8	3,9	6,6	4,0
35	4,4	3,5	4,7	3,5	5,1	3,6	5,6	3,7	6,3	3,8
40	4,2	3,4	4,5	3,4	4,9	3,5	5,4	3,6	6,2	3,7
50	4,0	3,2	4,3	3,2	4,7	3,3	5,1	3,4	5,8	3,5
60	3,8	3,0	4,1	3,0	4,5	3,1	4,9	3,2	5,5	3,3
70	3,6	2,9	3,9	2,9	4,3	3,0	4,7	3,1	5,3	3,2
80	3,5	2,8	3,9	2,8	4,1	2,9	4,5	3,0	5,1	3,1

Наименьшее сопротивление четырехосного и шестивесомого полногрузного полуавтомата с буксами на роликовых подшипниках равно 0,5 кгс/тс.

**Дополнительное сопротивление**  $w_{\text{ск}}$  движению вагонов от кривых и стрелочных переводов возникает вследствие повышенного трения колес о рельсы при вписывании в кривые и от ударов об остряки и на крестовинах.

Дополнительная удельная работа сил сопротивления при проходе вагонов по кривым участкам пути, включая и стрелочные кривые, принимается в среднем равной 9 кгс·м/тс на каждый градус угла поворота, а от ударов на остряках и крестовине одного стрелочного перевода — 20 кгс·м/тс.

Дополнительное удельное сопротивление движению вагона (отцепа) от воздушной среды и ветра определяют по формуле

$$w_{\text{cp}} = \frac{17,8 c_x S \delta}{(273 + t) \Sigma q} v_p^2, \quad (21.5)$$

где  $c_x$  — коэффициент воздушного сопротивления одиночных вагонов;

$S$  — лобовая поверхность вагона, м<sup>2</sup>;

$\delta$  — доля расчетной величины  $c_x S$  каждого вагона в отцепах из нескольких вагонов;

$t$  — расчетная температура наружного воздуха, °С;

$q$  — вес отцепа брутто, тс;

$v_p$  — результирующая скорость отцепа и ветра, м/с.

Коэффициент  $c_x$  воздушного сопротивления определяют по табл. 43 в зависимости от рода вагона и результирующего угла  $\alpha$  обдувания.

**Таблица 43. Значения коэффициента  $c_x$  одиночных вагонов**

Род вагона	Колич- ство осей	Лобовая поверх- ность вагона $S, \text{м}^2$	Коэффициент при угле $\alpha$ , град					
			0	10	20	30	50	70
Крытый	4	9,7	1,12	1,46	1,64	1,58	0,92	0,29
Полувагон	4	8,5	1,36	1,68	1,83	1,76	1,11	0,43
»	6	10,2	1,46	1,71	1,80	1,72	1,16	0,51
»	8	10,7	1,56	1,95	2,09	2,03	1,15	0,40
Цистерна	4	9,8	0,59	0,82	0,96	0,96	0,59	0,19
»	8	10,3	0,81	1,08	1,22	1,10	0,65	0,19
Платфор- ма*	4	4,1	1,51	2,02	2,30	2,23	1,30	0,40
Хоппер	4	10,0	0,92	1,18	1,38	1,46	1,21	0,68

\* Воздушное сопротивление платформы с контейнерами приравнивается по сопротивлению к крытому четырехосному вагону.

Результирующий угол обдувания

$$\alpha = \arcsin \frac{v_b \sin \beta}{v_p}, \quad (21.6)$$

где  $v_b$  — скорость ветра, м/с (принимается постоянной на всем протяжении горки со знаком (+) при встречном ветре и со знаком (-) при попутном);

$\beta$  — угол, образуемый направлением ветра и движением отцепа.

При боковом направлении ветра расчетная скорость его принимается равной  $v_b \cos \beta$ .

Результирующая скорость

$$v_p = \sqrt{(v_{\text{cp}} \pm v_b \cos \beta)^2 + (v_b \sin \beta)^2}, \quad (21.7)$$

где  $v_{\text{cp}}$  — средняя скорость движения отцепа на расчетном участке, м/с, принимаемая 5 м/с для горок большой мощности и 3 м/с для горок малой мощности и полугорок.

При углах  $\beta < 30^\circ$  величины  $v_p$  и  $\alpha$  можно рассчитать по формулам:

$$v_p = v_{\text{cp}} \pm v_b; \quad (21.8)$$

$$\alpha = 0,5\beta. \quad (21.9)$$

Таблица 44. Значения коэффициента  $\delta$

Род вагона	При угле $\alpha$ , град.							
	0	10	20	30	40	50	60	70 и более
Крытый четырехосный	0,20	0,25	0,35	0,45	0,64	0,93	0,98	1,0
Полувагон	0,40	0,45	0,50	0,55	0,65	0,75	0,97	1,0

Величина  $\delta$  для первого вагона в отцепе принимается равной единице, а для каждого следующего вагона — по табл. 44.

### § 3. Требования к конструкции головы сортировочного парка

Важнейшим элементом сортировочной горки является ее путевое развитие (план и профиль), оказывающее непосредственное влияние на ее производительность и безопасность работы.

Конструкция головы сортировочного (подгорочного) парка должна обеспечить:

1) наименьшую длину пробега вагонов от вершины горки до предельного столбика последней стрелки по маршруту скатывания (чем меньше это расстояние, тем меньше будет расчетная высота горки и общая мощность тормозных средств);

2) по возможности одинаковое количество стрелочных переводов и расчетную длину от вершины горки до последних разделительных стрелок путей подгорочного парка;

3) быстрое разделение отцепов по назначениям (пучкам, путям), что облегчает регулирование интервалов между отцепами и повышает скорость роспуска составов;

4) возможность размещения тормозных средств на спускной части горки.

Этим требованиям отвечает компактная пучкообразная конструкция головы подгорочного парка с количеством путей в пучке от 4 до 8. Чтобы максимально сократить ее длину, применяются симметричные стрелочные переводы с крестовинами марки 1/6, перекрестные съезды с глухими пересечениями марки 2/6, или допускается укладка стрелочных переводов без вставок между хвостом крестовины одного стрелочного перевода и началом рамных рельсов другого, применяются кривые радиусом 180...200 м, а в отдельных случаях — 160 и 140 м.

На рис. 237 показана голова подгорочного парка на 16 путей с двумя путями надвига и одним спускным путем. Особенностью ее являются симметричные стрелочные переводы с крестовинами марки 1/6, участки пути для размещения тормозных позиций и группировка путей в пучки по восемь путей в каждом.

Для сортировочных горок малой мощности (с небольшим количеством сортировочных путей и небольшим объемом сортиро-

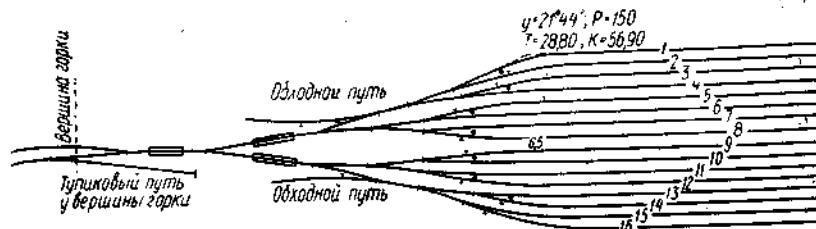


Рис. 237. Голова сортировочного (подгорочного) парка на 16 путей

вочной работы) рекомендуются типовые горловины с одним спускным путем.

При проектировании головы сортировочного парка устраивают выходы с его крайних пучков в обход горки, а также предусматривают туники у вершины горки для временной постановки вагонов, не подлежащих спуску с горки.

Оборудуя сортировочные горки устройствами автоматизации регулирования скорости скатывания вагонов (APC), нельзя применять на спускной части перекрестные съезды с глухим пересечением. В этом случае два спускных пути горки соединяют так называемыми «растянутыми съездами».

### § 4. Расчет высоты горки

Высотой горки называется разность отметок вершины горки и расчетной точки на наиболее трудном по сопротивлению подгорочном пути. Расчетная высота горки определяется из условия обеспечения докатывания расчетного плохого бегуна в неблагоприятных условиях (зимой при встречном ветре) до расчетной точки самого трудного по сопротивлению пути. На горках большой мощности расчетная точка принимается на расстоянии 100 м за предельным столбиком расчетного пути. При этом условии большинство скатывающихся с горки вагонов будет проходить в сортировочный парк на значительно большее расстояние, так как удельное сопротивление этих вагонов меньше сопротивления плохих бегунов.

Полную работу всех сил сопротивления на 1 тс веса вагона при скатывании его на расстоянии  $L_p$ , которая должна быть компенсирована высотой горки, определяют по формуле

$$L_p w = L_p (w_0 + w_{cp}) + 9 \Sigma \alpha^\circ + 20n.$$

Поскольку каждый вагон на вершине горки имеет начальную скорость  $v_0$ , которая эквивалентна энергетической высоте  $h_0 = v_0^2 / g 2'$ , расчетную высоту горки (в м) можно найти по формуле

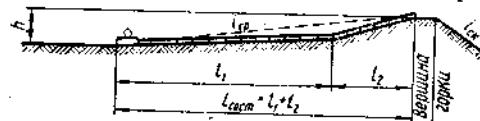
$$H_t = \frac{1}{1000} [L_p (w_0 + w_{cp}) + 9 \Sigma \alpha^\circ + 20n] - \frac{v_0^2}{2g}, \quad (21.10)$$

где  $L_p$  — расчетная длина от вершины горки до расчетной точки, м;  
 $w_0$  — основное удельное сопротивление движению расчетного плохого бегуна, кгс/тс;  
 $w_{cp}$  — дополнительное удельное сопротивление движению от воздушной среды и ветра, кгс/тс;  
 $\Sigma\alpha^\circ$  — сумма углов поворота на пути скатывания отцепа, град;  
 $n$  — количество стрелочных переводов по маршруту скатывания отцепа на расстоянии  $L_p$ ;  
 $v_0$  — скорость роспуска состава с горки, м/с.

Значения  $L_p$ ,  $\Sigma\alpha^\circ$  и  $n$  определяют из плана головы сортировочного парка. Значения  $g'$  для бегунов весом брутто 30, 50, 70 и 80 тс составляют соответственно 9,28; 9,48; 9,58 и 9,60 м/с<sup>2</sup>.

### § 5. Продольный профиль надвижной части горки

Профиль подвижной части горки проектируется таким образом, чтобы наиболее тяжелый состав минимальной длины (из большегрузных вагонов), остановившийся передним вагоном на вершине горки (рис. 238), мог бы тронуться с места.



Вес состава при проверке на трогание с места определяют по формуле

$$Q_{tp} = \frac{F_{k, tp}}{w_{tp} + i_{cp}} - P, \quad (21.11)$$

где  $F_{k, tp}$  — касательная сила тяги локомотива при трогании состава с места, кгс;

$P$  — вес локомотива, тс;

$w_{tp}$  — полное удельное сопротивление состава при трогании с места, кгс/тс;

$i_{cp}$  — средний уклон на надвижной части горки в пределах состава.

Полное удельное сопротивление (в кгс/тс) состава при трогании с места определяют по формулам:  
для подшипников скольжения

$$w_{tp, c} = \frac{142}{q_0 + 7}; \quad (21.12)$$

для подшипников качения

$$w_{tp, k} = \frac{28}{q_0 + 7}, \quad (21.13)$$

где  $q_0$  — средняя для состава нагрузка на ось вагона.

Если на надвижной части есть кривые и стрелочные переводы, то к удельным сопротивлениям — основному и троганию с места — следует добавить удельное сопротивление от кривых и стрелок. Из формулы (21.11) можно определить предельное значение среднего уклона надвижной части (в %)

$$i_{cp} = \frac{F_{k, tp}}{Q_{tp} + P} - w_{tp}. \quad (21.14)$$

Противоуклон ( $i_2$ ) перед горбом горки устраивают, как правило, не менее 8% и длиной не менее 50 м.

Трогание состава с места будет обеспечено при соблюдении следующего равенства:

$$L_{сост} i_{cp} = l_1 i_1 + l_2 i_2, \quad (21.15)$$

где  $L_{сост}$  — длина состава, м;

$l_1$  и  $l_2$  — длины участков надвижного пути, м;

$i_1$  и  $i_2$  — соответствующие им уклоны.

### § 6. Продольный профиль спускной части горки

При заданном количестве сортировочных путей профиль спускной части горки проектируется для соответствующей горочной горловины отдельно для каждого пучка.

Как указывалось ранее, спускная часть горки состоит из следующих элементов (рис. 239): скоростного участка  $l_{ck}$ ; участков  $l'_{tp}$  и  $l''_{tp}$  соответственно первой и второй тормозным позициям; промежуточного участка  $l_{tp}$  между ними; участка  $l_{c, z}$  стрелочной зоны и участка  $l_{tp}$  сортировочного пути от предельного столбика до расчетной точки.

На горках большой мощности скоростной участок  $l_{ck}$  обычно разбивают на два элемента  $l'_{ck}$  и  $l''_{ck}$ . Длины этих элементов определяют из масштабного плана горловины. При этом расстояние от конца второго элемента скоростного участка до первого замедлителя должно быть не менее  $T_1 + K$ , где  $T_1$  — тангенс вертикальной кривой в пункте перелома профиля скоростного и участка первой тормозной позиции (~3...4 м);  $K$  — расстояние от замедлителя до начала этой кривой (по нормативам ГТСС для КВ-1 — 2,45 м; КВ-2 — 1,95 м; для КВ-3 — 2,95 м).

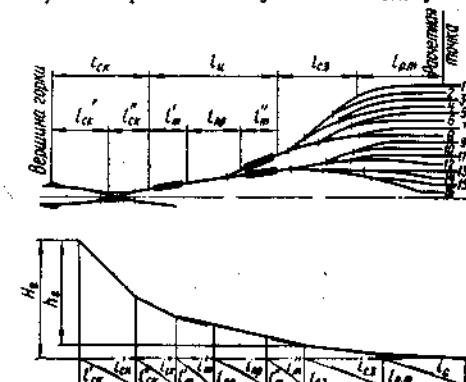


Рис. 239. Элементы плана и продольного профиля спускной части горки.

Уклон первого элемента  $i'_{\text{ск}}$  принимают 40...50%, что обеспечивает быстрый отрыв отцепов на вершине горки, не допускает нагон плохих бегунов хорошими и обеспечивает перевод первой разделительной стрелки.

Крутизну уклона второго элемента  $i''_{\text{ск}}$  определяют согласно условию, что скорость входа на замедлитель очень хорошего бегуна в благоприятных условиях скатывания (летом при попутном ветре) не будет превышать  $v_{\text{max}}$ , допустимой по конструкции данного замедлителя.

Уклон (в %)

$$i''_{\text{ск}} = \frac{1000 \frac{v_{\text{max}}^2 - v_0^2}{2g} + w_0^{\text{OX}} l_{\text{ск}} + 9\Sigma a_{\text{ск}}^0 + 20n_{\text{ск}} - i'_{\text{ск}} l'_{\text{ск}}}{l''_{\text{ск}}}, \quad (21.16)$$

где  $v_{\text{max}}$  — максимальная скорость входа на замедлитель, м/с;  $v_0$  — скорость роспуска состава, м/с (берется 2...2,5 м/с);  $w_0^{\text{OX}}$  — основное удельное сопротивление очень хорошего бегуна в летних условиях (0,5 кгс/тс);  $\Sigma a_{\text{ск}}^0$  и  $n_{\text{ск}}$  — соответственно сумма углов поворота и количество стрелочных переводов на скоростном участке;  $l'_{\text{ск}}$  и  $l''_{\text{ск}}$  — соответственно длина первого и второго элементов скоростного участка, м.

По указаниям ИПС стрелочную (распределительную) зону проектируют со средним уклоном  $i_{\text{с.з}}$ , равным 1,5%, а на крайних пучках — 2%.

Для повышения скорости роспуска стрелочную зону целесообразно располагать и на меньших уклонах.

Участок сортировочного пути  $l_{\text{р.т}}$  рекомендуется располагать на уклоне  $i_{\text{с.з}} = 0,8 \dots 1,0\%$ .

Интервальная зона, состоящая из участков первой и второй тормозных позиций  $l'_t$  и  $l''_t$  и промежуточного участка  $l_{\text{пр}}$ , может быть расположена на однообразном уклоне, крутизна которого в соответствии с ИПС должна быть не менее 7%. При таком уклоне, эквивалентном полному сопротивлению плохого бегуна в неблагоприятных условиях, обеспечивается трогание его с места в случае остановки при торможении.

Расчетная крутизна уклона (в %) интервальной зоны

$$i_t = \frac{1000 H_t - (i'_{\text{ск}} l'_{\text{ск}} + i''_{\text{ск}} l''_{\text{ск}} + i_{\text{с.з}} l_{\text{с.з}} + i_{\text{с.т}} l_{\text{р.т}})}{l_t}, \quad (21.17)$$

где  $H_t$  — высота горки, м;  $i'_{\text{ск}}$ ,  $i''_{\text{ск}}$ ,  $i_{\text{с.з}}$ ,  $i_{\text{с.т}}$  — соответственно уклоны первого, второго элементов скоростного участка, стрелочной зоны и сортировочного пути, %;  $l'_{\text{ск}}$ ,  $l''_{\text{ск}}$ ,  $l_{\text{с.з}}$ ,  $l_{\text{р.т}}$  — длины этих элементов, м;  $l_t$  — длина интервального участка, м.

## § 7. Тормозные средства на горках и полугорках

На сортировочных горках для торможения вагонов используют вагонные замедлители и тормозные башмаки.

Наиболее совершенными тормозными средствами являются **вагонные замедлители**, тормозные шины которых воздействуют на бандажи колес, движущихся по ним вагонов. Существует несколько конструкций вагонных замедлителей, среди которых широко используют клещевидные (тип 50) и клещевидно-весовые (тип КВ).

**Клещевидные замедлители** (тип 50) работают по принципу клещей. Они образуются из двух рычагов — одноплечего 1 и двуплечего 2, насаженных на общую ось, размещенную под рельсом 3 (рис. 240). Концы рычагов соединены с тормозным воздушным цилиндром 4 (пневматическим приводом). При заполнении тормозного цилиндра сжатым воздухом соединенные с цилиндром концы рычагов раздвигаются, и короткое плечо двуплечего рычага сближается с плечом одноплечего рычага. При этом обод 5 колеса вагона зажимается балками с при boltченными к ним тормозными шинами, как клещами. Когда сжатый воздух из тормозного цилиндра выпускается, рычаги под действием силы тяжести и регулирующих пружин возвращаются в исходное оттороженное положение. Замедлитель состоит из отдельных звеньев длиной 2,275 м, установленных попарно с каждой стороны рельсовой колеи. В зависимости от числа звеньев различают замедлители 4-, 5- и 6-звенные. Сила торможения замедлителя зависит от величины давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах. Имеются четыре ступени торможения, которым соответствует давление в тормозных цилиндрах, — 1,5; 3,5; 5,0; 6,5 кгс/см<sup>2</sup>.

**Клещевидно-весовой замедлитель** (тип КВ), кинематическая схема которого приведена на рис. 241, осуществляет весовое торможение, воздействуя на бандажи колес в зависимости от веса вагона. В этом типе замедлителя клещи образуются литыми

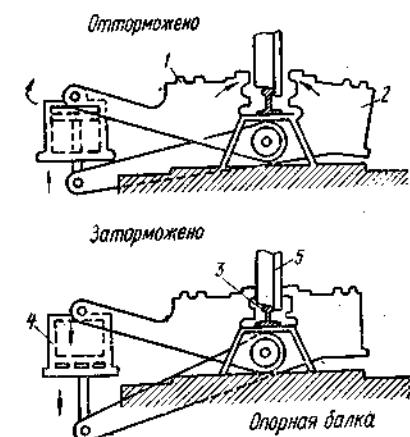


Рис. 240. Схема клещевидного замедлителя (тип 50)

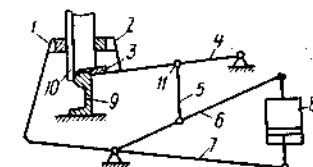


Рис. 241. Кинематическая схема клещевидно-весового замедлителя (тип КВ)

тормозными балками. Балка 1 неподвижно закреплена на раме, а балка 2 вращается на оси, укрепленной на подшипниках рамы.

Балка 2 имеет выступ 3 рядом с головкой рельса. Торможение вагонов осуществляется следующим образом. При поступлении сжатого воздуха в цилиндр 8 рама замедлителя перемещается в верхнее (рабочее) положение, рычаги 6 и 7 сближаются и, воздействуя на рычаги 5 и 4, поднимают балку 2 с выступом 3, который окажется выше головки рельса 9. Колесо вагона, набегая на выступ 3, силой веса вагона заставляет поворачиваться балку 2 вокруг своей оси 11 и последняя прижимает бандаж 10 к неподвижной балке 1 с силой, пропорциональной весу вагона. В нерабочем положении (после выпуска воздуха из цилиндра 8) рама с указанной системой рычагов занимает свое наименее положение, а выступ 3 поворотной балки 2 оказывается ниже уровня головки рельса и выходит из контакта с бандажом колеса. Тормозные балки состоят из звеньев (секций), количеством которых определяется длина и мощность замедлителя. Замедлители типов 50 и КВ устанавливают на прямых участках пути.

На горках малой мощности и полугорках можно применять немеханизированное торможение вагонов с помощью ручных **тормозных башмаков**. Различают *однобортные* и *двубортные* тормозные башмаки. Тормозной эффект получается от трения, возникающего в связи с воздействием веса вагона, передаваемого на полоз башмака при накатывании на него вагона и последующем скольжении по рельсу (движении юзом вместе с колесом) до места остановки вагона или прекращения торможения с помощью башмако-сбрасывателя. Двубортные башмаки выводятся из-под заторможенного колеса отогнутым рельсом (полукрестовиной), однобортные — клином-сбрасывателем.

Для безопасности работы ручные тормозные башмаки накладывают на рельс специальными вилками или башмаконакладывателями системы Н. И. Пачеса.

Для того чтобы можно было механизировать и автоматизировать торможение, ведутся работы по созданию вагонных замедлителей облегченной конструкции и механизированных башмачных замедлителей.

Современные сортировочные горки большой мощности оборудуются устройствами для комплексной механизации и автоматизации сортировки вагонов — системами автоматического регулирования скоростей скатывания вагонов (АРС ЦНИИ МПС и АРС ГТСС), автоматического задания скорости распуска составов (АЗСР ЦНИИ МПС), устройствами сигнализации и связи, телевидения и др.

### § 8. Расчет мощности тормозных средств

Суммарная мощность тормозных средств на спускной части горки большой мощности по маршруту скатывания отцепов должна обеспечивать при благоприятных условиях распуска остановку шестисного вагона весом брутто 80 тс с сопротивлением 0,5 кгс/тс на последней тормозной позиции, расположенной на спускной части.

На горках малой мощности тормозные средства должны обеспечивать остановку очень хороших бегунов весом 127 тс в начале полезной длины сортировочных путей при благоприятных условиях скатывания и полном торможении на всех тормозных позициях, расположенных в пределах расчетной длины горки (т. е. учитывается и мощность тормозной позиции на подготовочных путях). Схема для расчета  $H_{\text{т.рас}}$  приведена на рис. 239.

Величину  $H_{\text{т.рас}}$  определяют по формуле

$$H_{\text{т.рас}} = h_r + h_{0\max} - \frac{1}{1000}(l_r w_0^{\text{ox}} + 9\alpha_1 + 20n_1), \quad (21.18)$$

где  $h_r$  и  $l_r$  — соответственно профильная высота и длина участка от вершины горки до конца последней тормозной позиции на спускной части горки, м;

$h_{0\max}$  — начальная энергетическая высота, м (принимается при  $v_{0\max} \geq 2$  м/с);

$w_0^{\text{ox}}$  — основное удельное сопротивление очень хорошего бегуна в благоприятных условиях (0,5 кгс/тс);

$\alpha_1$  — сумма углов поворота, град;

$n_1$  — количество стрелочных переводов на участке  $l_r$ .

В табл. 45 приведена мощность и рабочая длина вагонных замедлителей применяемых типов.

Таблица 45. Энергетическая высота, поглощаемая одним замедлителем при торможении шестисного вагона весом брутто 127 тс

Тип замедлителя	Энергетическая высота, м	Длина замедлителя, м	Тип замедлителя	Энергетическая высота, м	Длина замедлителя, м
Клещевидный (нажимного действия) типа 50: 4-звенный	0,35	10,200	Клещевидно-весовой типа КВ: односекционный КВ-1-72	0,50	3,6
5-звенный	0,45	12,475	двуихсекционный КВ-2-72	0,80	5,6
6-звенный	0,55	14,750	трехсекционный КВ-3-72	1,00	7,6

Если тормозные позиции оборудуются замедлителями одинаковой мощности  $h_{зам}$ , их количество равно  $H_{трас}/h_{зам}$ ; при разной мощности количество замедлителей определяется подбором.

На первой тормозной позиции рекомендуется устанавливать два замедлителя, чтобы обеспечить бесперебойную работу горки при ремонте одного из них.

Скорость входа вагона на замедлитель не должна превышать: на клацквидный замедлитель типа 50—6,0 м/с; на клацквидно-весовой замедлитель типа КВ-72 — 7,0 м/с; на тормозной башмак — 4,5 м/с.

### § 9. Особенности расчета полугорок

При устройстве полугорок необходимо применять также головы сортировочных парков возможно меньшей длины с компактным расположением стрелочных переводов, так как это обеспечивает большую перерабатывающую способность при меньшей высоте полугорки.

План и профиль полугорки должны обеспечить возможность отправления поездов со всех или части сортировочных путей в сторону, обратную направлению сортировки вагонов.

Высоту полугорки определяют по формуле (21.10), исходя из требования, что при благоприятных условиях (в летнее время и при отсутствии встречного ветра) обеспечивается сортировка вагонов способом непрерывного надвигания (как на горке) со скоростью 1 м/с, а в неблагоприятных условиях (зимнее время, встречный ветер) — с применением толчков локомотива. В этом случае скорость плохих бегунов на вершине полугорки (или в точке начала их свободного скатывания) не может превышать 4,5 м/с.

Значения  $L_p$ ,  $\Sigma\alpha^\circ$  и  $n$  определяют из плана головы сортировочного парка, причем расстояние от вершины полугорки до остряков головного стрелочного перевода с крестовиной марки 1/6 может равняться 20 м, а с крестовиной марки 1/9 — 25 м.

Расстояние от предельного столбика до расчетной точки принимают 12...50 м в зависимости от объема переработки и местных условий.

Скорость вагонов (в м/с) на вершине полугорки при применении толчков в зимнее время можно найти по формуле

$$v_{тол} = \sqrt{2g'\Delta h}, \quad (21.19)$$

где  $\Delta h = H_{шв} - H_{ш.л}$  — разность между потерянной энергетической высотой от всех сопротивлений плохого бегуна в зимних условиях по расчетному пути и высотой полугорки, рассчитанной для летних (благоприятных) условий.

Если  $v_{тол} \leq 4,5$  м/с, то высота  $H_{ш.л}$  полугорки, рассчитанная для летних условий, удовлетворяет условиям работы полугорки в зимнее время.

Спускную часть полугорки проектируют из следующих трех элементов (рис. 242): скоростного участка, участка стрелочной зоны и участка начала сортировочных путей.

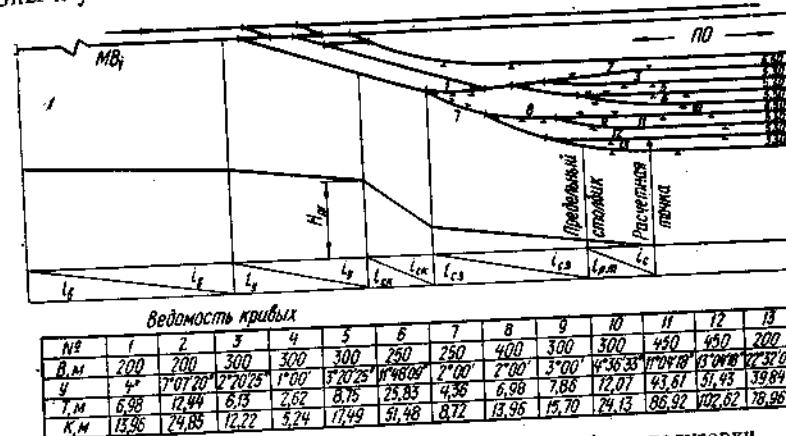


Рис. 242. Элементы плана и продольного профиля полугорки

Длина  $l_{ck}$  скоростного участка зависит от выбора места для вершины полугорки и точки перелома профиля при сопряжении скоростного участка со стрелочной зоной. Расстояние от вершины полугорки до остряков головной разделительной стрелки принимают 18...22 м. Перелом профиля при сопряжении скоростного участка со стрелочной зоной предусматривается обычно в пределах головного стрелочного перевода.

Длину участка стрелочной зоны  $l_{cs}$  находят из плана головы сортировочного парка. Согласно ИПС стрелочную зону допускается устраивать на уклоне до 2,5%, а в маневровых районах, где сортируются только легковесные и порожние вагоны, — до 4%, первую треть парка — на уклоне не более 1,5%.

В зависимости от расчетной высоты полугорки, уклон скоростного участка (в %)

$$i_{ck} = \frac{1000H_{ш.л} - (l_{cs} \cdot i_{cs} + l_{cp} \cdot i_{cp})}{l_{ck}}, \quad (21.20)$$

где  $H_{ш.л}$  — расчетная высота полугорки, м;  
 $i_{cs}$  и  $i_{cp}$  — соответственно уклоны участков стрелочной зоны и начала сортировочных путей;

$l_{cs}$  и  $l_{cp}$  — соответствующие длины этих участков, м;

$l_{ck}$  — длина скоростного участка, м.

Чтобы обеспечить достаточно высокую динамичность продольного профиля полугорки, скоростной участок рекомендуется проектировать на уклоне не менее 2%.

Продольный профиль надвижной (подающей) части полугорки, состоящий из участка  $l_y$  удаления и собственно вытяжного пути  $l_v$ , вмещающего маневровый состав с локомотивом, при благоприятном рельефе местности можно проектировать со средним уклоном  $i_{cr} = 1,5 \dots 2\%$  в сторону полугорки.

Если полугорка сооружается как этап горки малой мощности, подающую часть допускается располагать на площадке или на подъеме в среднем до 2%, а на уклоне располагать только участок удаления. Средний уклон участка удаления рекомендуется принимать 3...3,5% на длине 40...80 м.

## Глава 22. ВНУТРИЗАВОДСКИЕ РАЙОННЫЕ СТАНЦИИ

### § 1. Назначение внутризаводских районных станций и содержание их работы

Внутризаводские районные станции предназначены для транспортного обслуживания производственных районов завода (или предприятия) и расположены на его территории.

Внутризаводской транспорт играет большую роль в работе предприятия, так как он органически связан с технологией его работы, поэтому при его организации необходимо учитывать специфику производства и его технологию. При этом каждый завод имеет свои особенности в расположении цехов, условиях примыкания к внешней сети железных дорог МПС.

Железнодорожный транспорт завода (или предприятия) выполняет работу по обработке внешнего и внутризаводского грузооборота. Этим занимаются внутризаводские районные станции — грузовые и технологические.

Технологические станции обеспечивают перевозки, которые являются составной частью технологического процесса обслуживаемых основных агрегатов.

Крупные промышленные предприятия, например, metallургические заводы и комбинаты, могут иметь несколько внутризаводских станций. В этом случае станции специализируются по обслуживанию основных агрегатов, цехов или по отдельным видам работ (например, по выгрузке массовых грузов). Каждая из них, обслуживая основной агрегат с группой вспомогательных цехов, обслуживает определенный район предприятия или комбината, чем и обусловливается название районных заводских станций.

На них выполняются такие виды работ:

а) прием передач с ЗСС и распределение их по цехам, обслуживаемым станцией;

- б) подборка подач по пунктам погрузки и выгрузки;
- в) прием и накопление порожних вагонов после выгрузки и груженых после погрузки;
- г) формирование передач на другие посты и районные станции, а также на ЗСС;
- д) пропуск транзитных передач;
- е) передача групп вагонов из цеха в цех.

Объем работы внутризаводских районных станций на крупных металлургических заводах достигает 1000 вагонов в 1 сут.

Крупные промышленные предприятия, и особенно металлургические заводы, характеризуются межцеховыми производственными связями.

Работа современного цеха промышленного предприятия строится на регламентированном выполнении каждой операции. Режим времени определяется графиками работы цехов и предприятия в целом и является законом, определяющим количественные и качественные показатели работы. Технологические процессы работы цехов, составленные с учетом графиков работы смежных цехов, — это основа плана межцеховых перевозок.

В производственных цехах, в складском хозяйстве, на фронтах погрузки-выгрузки и во вспомогательных цехах предприятия осуществляется погрузка и выгрузка вагонов парка МПС и заводского парка. Перевозку тех и других выполняет железнодорожный цех предприятия, задачей которого, кроме того, является организация увязки внешних перевозок и перевозок внутри предприятия при разработке годовых, квартальных и месячных планов перевозки.

Особое значение эта увязка приобретает на металлургических заводах, где перевозки в горячих цехах связаны с технологическим процессом и имеют преимущественное значение по сравнению с перевозками вагонов общесетевого парка. Планы и графики внутризаводских перевозок разрабатываются на основе плана производства и представляют собой графики движения поездов внутри завода.

Равномерное поступление в течение суток на завод грузов и равномерная отгрузка готовой продукции — основное условие увязки внешних и внутренних перевозок.

Сортировка вагонов общесетевого парка и парка предприятия должна быть в основном сосредоточена на ЗСС, с тем чтобы на внутризаводских районных станциях выполнялся минимальный объем по сортировке вагонов. В работе внутризаводских станций металлургических предприятий предусматривается, что первоочередными являются грузовые операции с вагонами, обеспечивающие выполнение технологии основного производства.

При необходимости для оперативного выполнения плана и графиков отгрузки готовой продукции и оформления вагонных

документов на внутризаводских районных станциях создаются филиалы товарных контор.

На основе графиков работы железнодорожного цеха предприятия, технологического процесса работы станции и основного производства внутризаводские районные станции осуществляют все операции по перевозке грузов в вагонах парка предприятия и общественного парка.

## § 2. Особенности путевого развития внутризаводских станций

Схемы путевого развития внутризаводских районных станций имеют определенные особенности, зависящие от технологии обслуживаемого производства, а также от внутризаводских и межцеховых транспортных связей:

- сложные схемы путевого развития горловин и, как правило, невозможность четко разграничить пути станции от соединительных, разгрузочных и прочих путей;
- отсутствие четкой специализации парков и путей. Невозможность постройки маневровых вытяжек. Маневры производятся с выездом на соединительные пути и пути перегона;
- часто примыкание путей осуществляется не в горловинах станции, а непосредственно к одному из путей станции;
- на станции выполняется большой объем погрузочно-разгрузочных работ. Это особенно характерно для станций, принимающих сырье, так как непосредственно на путях станции устанавливаются вагонопрокидыватели.

Внутризаводские районные станции по характеру движения подразделяют на сквозные и тупиковые, а по расположению относительно цехов предприятия на последовательные и параллельные.

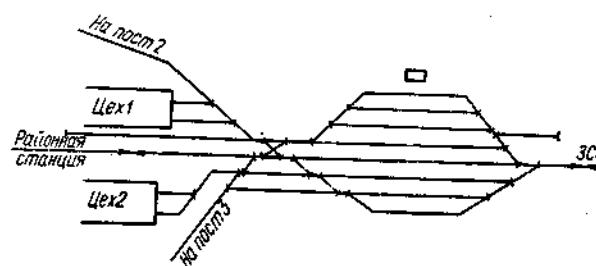


Рис. 243. Схема сквозной внутризаводской районной станции с последовательным расположением парков

На рис. 243 показана схема сквозной внутризаводской районной станции с последовательным расположением парков относительно обслуживаемых цехов.

Станция обслуживает два основных цеха 1 и 2 и вспомогательные, которые расположены у постов 2 и 3. На станции выполняется маневровая работа по подборке передаточных составов, следующих на ЗСС и другие внутризаводские районные станции. Кроме того, на станции формируются отправительские маршруты с готовой продукцией, следующие затем по ЗСС без переработки на станцию примыкания МПС.

На рис. 244 приведена схема тупиковой внутризаводской районной станции с параллельным расположением парков относительно обслуживаемых цехов. Станция обслуживает основные цехи, расположенные параллельно станции, и вспо-

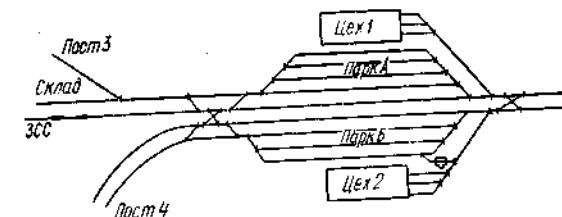


Рис. 244. Схема тупиковой внутризаводской районной станции с параллельным расположением парков

могательные цехи, расположенные у постов 3 и 4. В парке А выполняется маневровая работа по подборке передаточных составов на ЗСС и формированию маршрутов с готовой продукцией для отправления на пути общего пользования. Парк Б обслуживает технологические перевозки, связанные с основным производством.

## § 3. Схемы внутризаводских районных станций металлургического завода

Внутризаводские районные станции металлургических предприятий подразделяются по технологическому цеховому признаку на агломератные, доменные, мартеновские, прокатные, шлаковые, коксохимические и др.

Технологический процесс выплавки стали на металлургическом заводе начинается с подготовки шихты. Железорудные материалы окусковываются на агломерационных фабриках для улучшения гранулометрического состава шихты и удаления части вредных примесей. Наиболее распространенным способом агломерации железорудного сырья является спекание шихты при просасывании воздуха через спекаемый слой.

Мелкую железную руду, концентраты железных руд, мелкий кокс, измельченный известняк и колошниковую пыль увлажняют, перемешивают, подогревают и подают на агломерационную ленту. Слой шихты, находящийся на ленте, поджигают.

Чтобы обеспечить нормальный режим горения и поддержать необходимую температуру (до 1500° С), под лентой устраивают камеры разрежения, которые просасывают воздух через слой шихты. Происходит скелетизация и сплавление частиц материала шихты, в результате чего образуется ноздревато-пористый продукт — агломерат. По сравнению с исходным материалом агломерат обладает повышенной пористостью, крепостью куска, восстановляемостью.

В агломерате железо содержится в пределах 56 ... 58%.

С фабрики агломерат перевозят в доменный цех в специальных вагонах — агломератовозах.

В последнее время в качестве сырья для доменных печей начали также применять железнорудные окатыши. Фабрики для производства окатышей строятся при горнообогатительных комбинатах (ГОКах).

На рис. 245 показан агломерационный корпус (поперечный разрез).

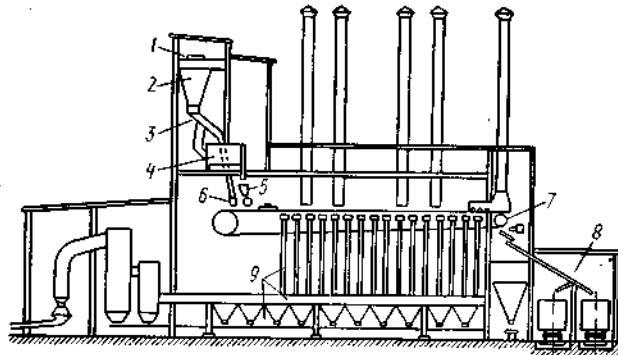


Рис. 245. Агломерационный корпус:

1 — трансформатор для подачи шихты; 2 — бункер с питателем; 3 — грохот; 4 — смеситель; 5, 6 — бункера; 7 — агломерационная лента; 8 — дробилка; 9 — устройства для отделения возврата



Рис. 246. Схема ст. Агломератная

Для обслуживания аглофабрики и отправки агломерата в доменный цех на металлургическом заводе строят внутризаводскую районную станцию Агломератную (рис. 246). Она являет-

ся технологической и погрузочной станцией для горячего агломерата. Аглофабрика имеет четыре ленты спекания агломерата.

Погрузка происходит из бункеров в агломератовозы. Вагоны под погрузочными желобами продвигаются электротолкателями с дистанционным управлением. Во время уборки груженых и пустых порожних агломератовозов функции толкателя выполняет вывозной тепловоз.

Бункера для погрузки на рис. 246 расположены на путях 11 ... 16. Пути 1, 4, 7, 10 предназначены для порожних агломераторушек; 2, 3, 5, 6, 8 — для накопления груженых. В агломератных составах, подающих сырье в доменный цех, постоянное количество вагонов. Тупиковые пути 17, 18, 19 и 20 предназначены для стоянки электротолкателей.

Чтобы выполнять маневровую и поездную работы, за станцией Агломератная обычно закрепляют определенное количество локомотивов, которые выполняют работу по подаче порожних агломератовозов под погрузку, по перевозке агломерата со станции Агломератная на бункера доменных печей и возвращению их обратно. Кроме того, на станции работают электротолкатели с дистанционным управлением для надвига порожних агломератовозов в процессе погрузки.

Доменный цех на металлургическом заводе является основным. Для его обслуживания строят станцию Доменная.

Мощность завода по выплавке чугуна зависит от количества доменных печей. Доменные печи цеха, как правило, располагают на одной продольной оси.

На рис. 247 схематически показано устройство доменного цеха с размещением железнодорожных путей.

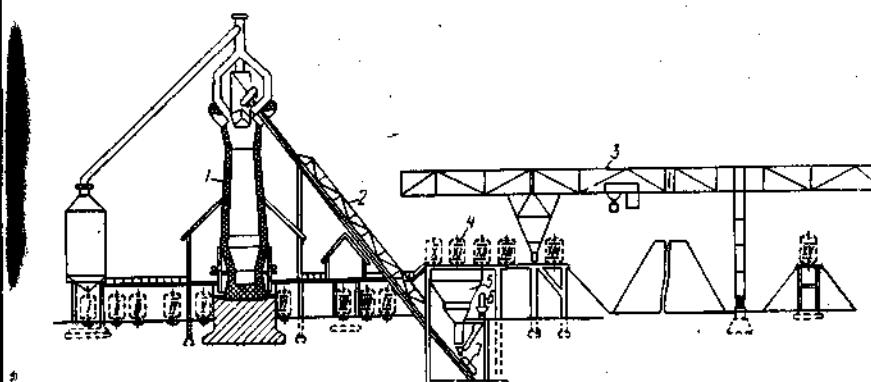


Рис. 247. Доменный цех:

1 — доменная печь; 2 — наклонный мост; 3 — мостовой кран; 4 — бункерная эстакада; 5 — бункер для кокса; 6 — вагон-весы; 7 — скны; I — путь погрузки колошникововой пыли; II ... IV — ходовые пути для чугуновозов; V — путь для ковшей под калибр чугуна; VI — то же для шлака; VII, VIII — ходовые пути для шлаковозных ковшов; IX — путь X — то же для шлака; X — путь для коксового трансформатора; XI — XII — пути для погрузки коксовой мелочи; XIII — путь для выгрузки рудного сырья; XIV — путь рудного трансферкара; XV — путь для выгрузки на рудном дворе; XVI — путь эстакады рудного двора

Железорудное сырье и кокс подаются в бункера доменного цеха, откуда железорудное сырье через вагон-весы, а кокс через взвешивающую воронку определенными порциями поступают в скипы. В скипах по наклонному мосту шихта подается на верхнюю часть доменной печи (колошники) и загружается в доменную печь.

В доменной печи из агломерата, окатышей, доменной руды, флюсов и топлива под действием температуры в результате физико-химических процессов образуются чугун, а также шлак и газ.

В зависимости от химического состава чугун может быть нескольких видов: передельный (он затем идет на переплав в сталь); литьевой (для отливки готовых изделий); ферросплавы, используемые как раскислители при плавке стали.

Чугун и шлак накапливаются в нижней части доменной печи двумя несмешивающимися слоями. Жидкие чугун и шлак через специальные отверстия — летки — периодически выпускают и сливают по желобам в ковши. Чугун сливают в чугуновозные ковши грузоподъемностью 100 т, 140 т и 420 т, шлак — в шлаковозные емкостью 16,5 м<sup>3</sup>. Температура выходящего чугуна равна 1350 ... 1500°C, а шлака — 1400 ... 1600°C.

В доменном производстве основным видом транспорта является железнодорожный.

Жидкий чугун от доменных печей к миксерам сталеплавильного производства и разливочным машинам или в цехи отливки изложниц перевозят железнодорожным транспортом по железнодорожным путям усиленных конструкций в чугуновозных ковшах. Жидкий доменный шлак перевозят в шлаковозных ковшах по железнодорожным путям усиленной конструкции на гран-шлаковые установки для переработки или в отвалы. Холодный чушковый чугун от разливочных машин на склады чугуна перевозят на чушковозных платформах грузоподъемностью 90 ... 110 т. На складах холодный чушковый чугун после сортировки по маркам отгружают в вагоны парка МПС.

Для выполнения всех перевозок доменного производства железнодорожным транспортом на металлургических заводах строят станцию Доменную. В зависимости от типа доменного цеха могут быть разные схемы внутрирайонной станции Доменная.

На рис. 248 показана схема путевого развития первого типа доменного цеха. Цех имеет четыре доменные печи (ДП), бункерную эстакаду (БЭ) и литьевые дворы (ЛД). Путь 1 предназначен для погрузки жидкого шлака печей, пути 2 и 3 являются ходовыми для перевозки шлака. На пути 4 производится погрузка кокса у бункерной эстакады. Путь 5 предназначен для погрузки жидкого чугуна одной доменной печи и обслуживания литьевого двора. Жидкий чугун от второй доменной печи грузят в чугуновозные ковши на пути 6. На путях 7 и 8 производится

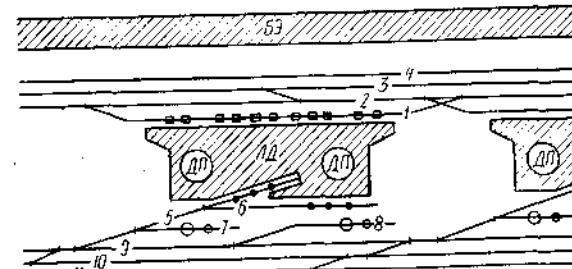


Рис. 248. Схема путевого развития доменного цеха первого типа

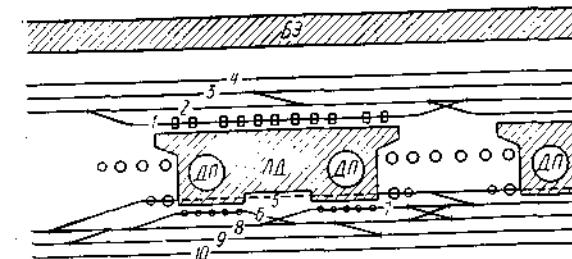


Рис. 249. Схема путевого развития доменного цеха продольного типа

погрузка колошниковой пыли от доменных печей. Пути 9, 10 и 11 являются ходовыми.

На рис. 249 показана схема путевого развития доменного цеха продольного типа. На пути 1 производится погрузка жидкого шлака от двух доменных печей, пути 2 и 3 являются ходовыми для перевозки шлака. Кокс грузят на пути 4, колошниковую пыль на пути 5. Жидкий чугун от двух доменных печей грузят на путях 6 и 7, пути 8 и 9 являются ходовыми для перевозки жидкого чугуна. Колошниковую пыль и прочие грузы грузят на пути 10.

На рис. 250 показана схема путевого развития второго типа доменного цеха. Принципиальное отличие доменных

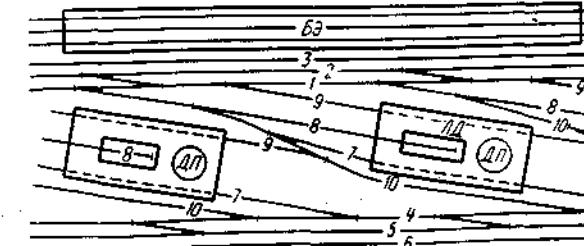


Рис. 250. Схема путевого развития доменного цеха второго типа

цехов второго типа заключается в соединении ходовых чугуновозных и шлаковозных путей между собой в районе каждой доменной печи. Ходовые пути проходят с двух сторон литьевых дворов, расположенных под углом по отношению к продольной оси доменного цеха. Поэтому погрузочные пути чугуна и шлака и пути, обслуживающие литьевые дворы, также расположены под углом к ходовым путям.

С шлаковозной стороны вдоль оси доменного цеха проходят следующие три пути: 1 — ходовой для груженых ковшей; 2 — ходовой для порожних ковшей; 3 — для погрузки кокса. С чугуновозной стороны вдоль оси доменного цеха проходят такие пути: 4 — ходовой для груженых ковшей; 5 — ходовой для порожних ковшей; 6 — для погрузки колошниковой пыли из пылеуловителей всех печей.

Между шлаковой и чугуновозной сторонами проходят сквозные пути: 7 — для погрузки чугуна от доменной печи в чугуновозные ковши; 8 — для обслуживания литьевого двора, имеет выход только на шлаковозную сторону; 9 — для погрузки шлака от доменной печи в специальные ковши; 10 — ходовой путь для соединения обеих сторон цеха.

Последняя схема более удобна, маневренна и обладает рядом преимуществ:

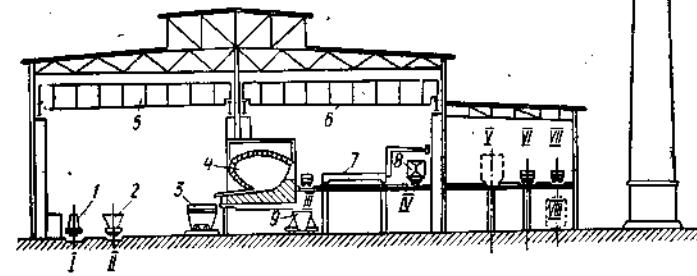
- основные погрузочно-разгрузочные операции у каждой доменной печи выполняют на обособленных путях (кроме погрузки колошниковой пыли и кокса);
- пути погрузки чугуна и шлака сквозные, позволяющие производить подачу составов с локомотивом как в голове, так и в хвосте состава;
- литейный двор у каждой доменной печи имеет специальный путь;
- сквозной проезд между литьевыми дворами увеличивает возможности маневрирования транспорта.

Развитие доменного производства требует дальнейшего совершенствования схемы путевого развития у доменных печей. У доменных печей с объемом 3200 и 5000 м<sup>3</sup> происходит непрерывный выпуск чугуна и шлака, поэтому необходимо обеспечить постоянное наличие емкостей для приема чугуна и шлака, т. е. постоянную подачу чугуновозных и шлаковозных ковшей. В соответствии с этим и схема путевого развития должна обеспечить непрерывную подачу чугуновозных и шлаковозных ковшей.

Основная часть жидкого чугуна доменных печей поступает для производства стали. Жидкий чугун перевозят со станции Доменная на станцию Мартен или Конверторная в миксерное отделение сталеплавильного цеха. Миксерное отделение обычно располагают в здании, примыкающем к сталеплавильному цеху. Миксеры служат для сохранения чугуна в жидком виде, выравнивания его состава и температуры. Если применяют специаль-

Рис. 251. Главное здание маркеновского цеха:

1 — слитковозная тележка; 2 — шлаковозный ковш; 3 — сталеразливочный ковш; 4 — маркеновская печь; 5, 6 — мостовые края; 7 — завалочная машина; 8 — чугуновоз; 9 — шлаковоз; I — разливочный путь; II — шлаковозный путь; III — завалочный путь; IV — чугуновозный путь; V ... VII — пути для мульдовых поездов; VIII — ремонтный путь



ные чугуновозные ковши миксерного типа, то миксерные отделения не строят.

На рис. 251 показан поперечный разрез главного здания маркеновского цеха.

Сталь из чугуна в маркеновских печах получается вследствие взаимодействия чугуна с флюсами (известняк, известь, боксит, плавиковый шпат) и раскислителями (ферромарганец, ферросилиций) и др. Эти составные шихты также должны быть поданы в маркеновский цех.

Завалку шихты в маркеновские печи осуществляют завалочными машинами с помощью емкостей — мульд.

Сталь и шлак из маркеновских печей выпускают в специальные ковши. Из ковшей сталь разливают в изложницы или на установках непрерывной разливки стали (УНРС). Шлак в ковшах вывозят на грануляционные установки или в отвал.

Для выплавки стали в маркеновских печах в качестве топлива используется природный, доменный, коксовый газы и жидкое топливо.

За одну плавку из маркеновской печи выпускается до 900 т стали. Наряду с маркеновскими печаами изготовление стали может производиться в конверторах.

На рис. 252 показан разрез конверторного цеха. Конвертор грушевидной формы вращается вокруг горизонтальной оси. Шихта в конвертор загружается сверху. После загрузки в конвертор подается кислород под давлением. По окончании плавки для выпуска шлака и стали конвертор поворачивают вокруг горизонтальной оси. За одну плавку выпуск стали из конвертора достигает 400 т.

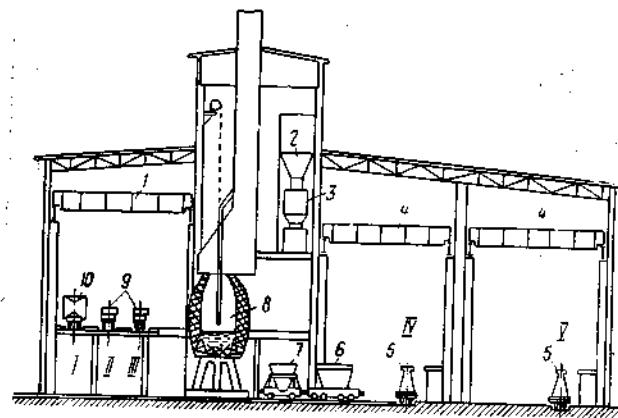


Рис. 252. Конверторный цех:

1 и 4 — мостовые краны; 2 — бункер сыпучих материалов; 3 — весы; 5 — тележки с изложницами; 6 — самоходная сталевозная тележка; 7 — шлаковоз; 8 — конвертор; 9 — чугуновоз; 10 — чугуновозный путь; II, III — завалочные пути; IV, V — разливочные пути

Конверторный способ выплавки стали — более экономичный, он обеспечивает более высокую производительность труда, чем мартеновский. Поэтому в настоящее время производство стали кислородно-конверторным способом растет.

Выплавка стали производится также в электропечах. Она основана на использовании энергии электрического тока для нагрева и расплавления шихты в электропечах.

Сталеплавильное производство при любом способе заканчивается разливкой стали. Для разливки применяют два способа: в изложницы и на установках непрерывной разливки стали. Способ разливки стали в изложницы связан с организацией и содержанием сложного хозяйства по подготовке и ремонту изложниц, содержанию парка подвижного состава и железнодорожных путей для перевозки изложниц и слитков в изложницах. Способ непрерывной разливки стали является более совершенным.

Основной вид транспорта, обслуживающий сталеплавильное производство, — железнодорожный. Металлошахта и сыпучие материалы для шихты подаются в вагонах общего пользования или парка завода. К сталеплавильным агрегатам шихта перевозится в специальных коробках (мульдах) на вагонетках или в совках на платформах.

Сталь от сталеплавильных агрегатов перевозят на сталевозных тележках различной грузоподъемности.

Все операции по железнодорожному обслуживанию сталеплавильного производства выполняют на внутризаводских районных станциях Мартен или Конверторная в зависимости от способа выплавки металлургических заводов.

На рис. 253 показана схема путевого развития внутризаводской районной станции Мартен. Пути от доменного цеха входят в миксерное отделение 1, расположенное в одном здании с основным корпусом 2 мартеновского цеха. Шихтовый двор 3 расположен последовательно с основным корпусом мартеновского цеха. На шихтовом дворе сосредоточена металлическая шихта и сыпучие материалы, поступающие с заводской сортировочной станции. Шихта, подготовленная на шихтовом дворе, в мульдах на тележках перевозится в основной сталеплавильный корпус 2.

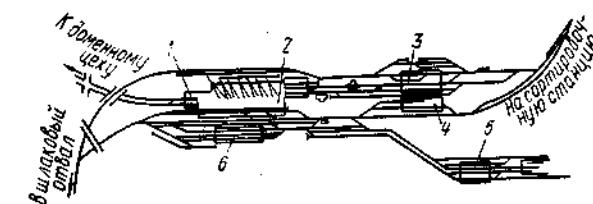


Рис. 253. Схема станции Мартен

В цехе 6 изложницы готовят для разлива готовой стали и подают под разлив стали на пути основного корпуса 2. Изложницы, залитые сталью, подаются в цех 5 разливания слитков. Слитки далее идут на прокатные станы или на склад готовых слитков 4. Здесь слитки гружаются в вагоны общего парка и подаются на сортировочную станцию для формирования отправительских маршрутов и отправления на станцию примыкания МПС.

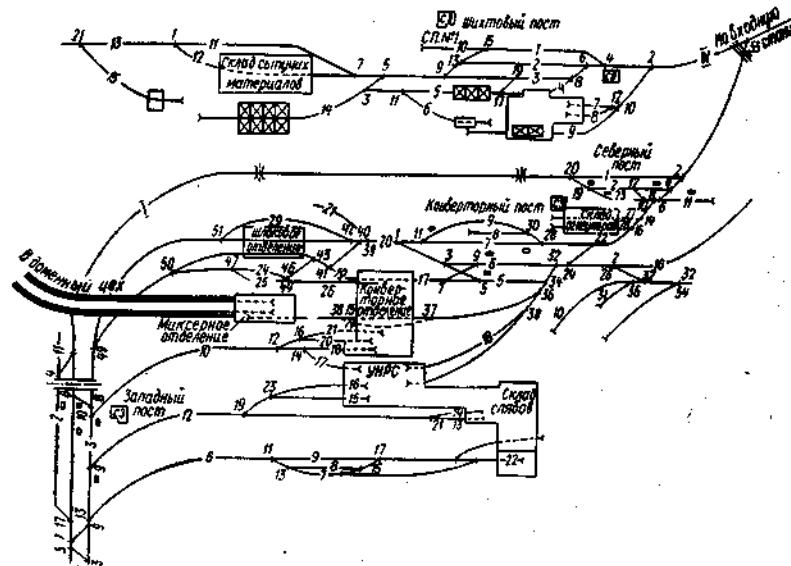
На рис. 254 показана схема путевого развития внутризаводской районной станции Конверторная с установкой для непрерывной разливки стали (УНРС).

Охлажденные слитки (слябы) с установки непрерывной разливки стали идут на склад готовой продукции. Со склада слябы гружаются в вагоны МПС для отправления на общую сеть или подаются к прокатным станам. Эти операции выполняются уже без участия железнодорожного транспорта.

Металлургическое производство на заводе заканчивается прокатным переделом. В прокатных цехах слитки стали перерабатываются в изделия определенных размеров и профиля — в готовую продукцию завода.

Процесс обработки металла заключается в том, что металлу под давлением при прокатке придается определенная форма требуемых размеров. Разогретый металл в нагревательных колодцах пропускают несколько раз между врачающимися валками стана, на поверхности которых нанесена конфигурация готового изделия в соответствии с технологией прокатки.

Номенклатура профилей проката с каждым годом увеличивается в соответствии с требованиями строительства и машиностроительной промышленности.



материалов и нерудных полезных ископаемых. Открытые разработки ведутся непосредственно с земной поверхности. Сначала удаляется верхний, наносной слой, растительный грунт, пустые породы для обнажения полезного ископаемого. Этот процесс носит название вскрышных работ, после окончания которых начинается разработка самого полезного ископаемого, разработка карьера. В зависимости от рельефа местности разработка может вестись либо с поверхности земли с постепенным углублением карьера (рис. 256), либо (в сильно холмистой и горной местности) снизу вверх (рис. 257).

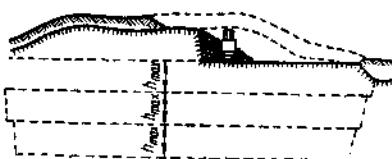


Рис. 256. Разработка карьера сверху вниз



Рис. 257. Разработка карьера снизу вверх

В настоящее время проводится большая работа по охране природы и сохранению плодородных земель. Поэтому при разработке карьеров производятся работы по землеванию и рекультивации земель. При землевании слой чернозема снимается с поля карьера и перевозится на тонкие почвы для улучшения их плодоносности. При рекультивации слой чернозема снимается с поля карьера и складывается во временные отвалы.

Вскрышные породы, вывозимые из карьеров, складируются в отвалы, расположенные в оврагах, складках местности; они выравнивают поверхность земли, так как отвалы ведутся ровными. На выровненную поверхность земли ровным слоем кладут чернозем с временных отвалов и таким образом восстанавливают плодородные почвы.

Исходя из горногеологических условий месторождений полезных ископаемых, в карьерах применяют различные виды транспорта: железнодорожный, автомобильный, конвейерный, гидравлический.

Транспортирование горной массы — один из основных производственных процессов в технологии открытой добычи полезных ископаемых. Доля конвейерного транспорта в себестоимости полезного ископаемого достигает 35 ... 50%, а удельный вес транспорта в трудоемкости добычи — 40 ... 60% всех трудовых затрат на карьере.

Железнодорожный транспорт является наиболее распространенным видом транспорта, особенно на карьерах средней и большой производительности. Объемы перевозок железнодорожным

транспортом на крупных карьерах достигают 60 ... 80 млн. т в год.

Широко применяется комбинированный транспорт, т. е. автомобильный с железнодорожным, конвейерный с железнодорожным и др.

Железнодорожный транспорт надежен при работе в любых условиях, у него большой срок службы подвижного состава, он может работать в карьерах любой производительности.

К основным особенностям железнодорожного транспорта открытых разработок следует отнести:

- а) относительно небольшие расстояния транспортирования горной массы между пунктами погрузки в карьере (забое) и приемными пунктами, достигающие только в отдельных случаях 10 ... 15 км;
- б) большое количество перевозимого груза и в связи с этим высокая интенсивность движения;
- в) необходимость подъема груза или опускание его (при разработке высокогорных месторождений) под возможно максимальным углом, требующим применения уклонов на железнодорожном транспорте до 60%;
- г) постепенное увеличение расстояния перевозки при развертывании фронта работ;
- д) сравнительно небольшие скорости движения поездов;
- е) небольшая их длина;
- ж) систематическое движение поездов вагонами вперед, согласно правилам ведения горных работ;
- з) передвижные пути на рабочих горизонтах карьера и яруса отвалов;
- и) стесненность условий движения на рабочих горизонтах, укладка железнодорожных путей на слабые основания и балластировка их местным грунтом;
- к) большие ударные нагрузки, воспринимаемые подвижным составом при погрузке крупнокусковых скальных пород, применение специального подвижного состава;
- л) большое количество кривых малого радиуса.

При проектировании карьерного транспорта эти особенности должны быть учтены, чтобы обеспечить заданный объем перевозок полезного ископаемого вскрышных работ при бесперебойной работе погрузочных механизмов в карьере, при минимальной себестоимости перевозок и максимальной производительности труда.

## § 2. Классификация железнодорожных путей открытых разработок

Железнодорожные пути горнодобывающих предприятий бывают таких видов:

- 1) забойные погрузочные пути, на которых производится погрузка горной массы в вагоны;

2) откаточные или вывозные пути, по которым поезда с горной массой следуют на отвалы или приемные бункеры обогатительных фабрик, щебеночных заводов, погрузочных пунктов;

3) пути на отвалах, где разгружают пустую породу;

4) стационарные пути, устраиваемые для обеспечения нормального технологического цикла по вывозке горной массы железнодорожным транспортом. При открытых горных разработках стационарные пути по их обслуживанию группируются в распределительные станции.

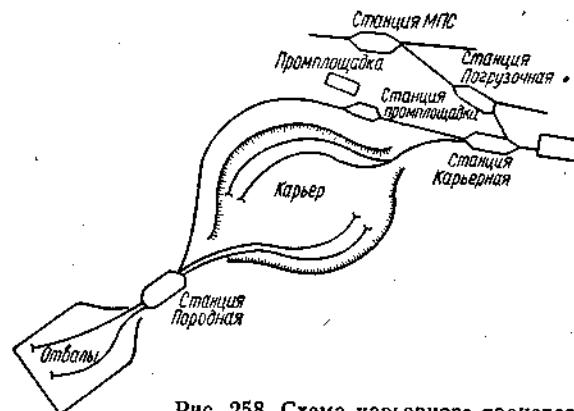


Рис. 258. Схема карьерного транспорта

На рис. 258 показана возможная схема путевого развития карьерного транспорта. Другая возможная схема была приведена на рис. 230.

### § 3. Погрузочные пути

Погрузочные места открытых разработок — карьеров — находятся непосредственно в карьерах, в забое и называются забойными путями. Вследствие постоянного перемещения фронта работ (забоев) по вскрыше карьера и добыче полезного ископаемого забойные пути также перемещают вслед за фронтом работ и устраивают передвижными.

Для обеспечения нормальной и бесперебойной работы забоя схемы путевого развития должны быть запроектированы таким образом, чтобы время на уборку уже погруженных вагонов и на подачу порожних было минимальным, что обеспечивает минимальный перерыв в работе экскаваторов или других погрузочных средств.

Передвижка или перекладка железнодорожных путей в процессе перемещения фронта работ производится непрерывно без остановки процесса добычи ископаемого.

Передвижные пути в забое укладывают на неподготовленную поверхность уступа карьера. Земляным полотном для передвиж-

ных путей является материал добываемого ископаемого или вскрышной породы. Эти же материалы используются и в качестве балластного слоя. Элементы верхнего строения пути в процессе перемещения путевой конструкции подвергаются дополнительным силовым воздействиям, износ их в карьерах выше, чем на других путях.

Разработка карьера в зависимости от мощности вскрышной породы и полезного ископаемого (глубина залегания и толщина слоя полезного ископаемого) обычно ведется несколькими уступами, горизонтами. Высота каждого уступа определяется возможностями экскаваторов или других средств, применяемых для разработки горной массы. На каждом рабочем горизонте должны быть уложены железнодорожные пути (рис. 259).

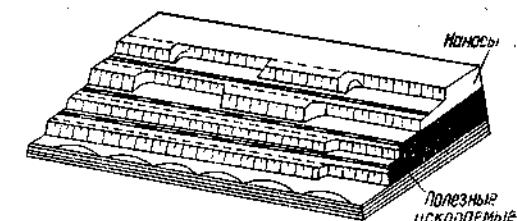


Рис. 259. Схема разработки карьера

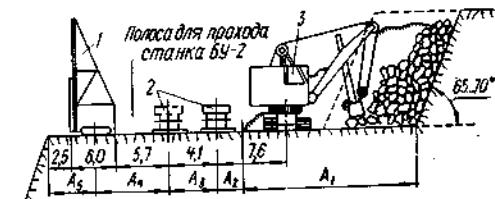


Рис. 260. Схема уступа с размещением путей и оборудования

Количество путей зависит от схемы транспортного обслуживания. Карьерные пути на уступах могут быть уложены по колцевой и тупиковой схемам. Если уступ образован по всему периметру разработки, порожние вагоны на забойные пути подают всегда в одном направлении, а загруженные должны продолжать движение в том же направлении. Такая схема подачи вагонов называется колцевой. Она обеспечивает ритмичную подачу вагонов к забою, исключает встречные потоки вагонов. Однако такая схема не всегда может быть осуществлена на месте. Тогда прибегают к тупиковой схеме. Эта схема требует на уступе увеличения количества путей, на которых порожние вагоны



Рис. 261. Путевое развитие при кольцевой схеме обслуживания

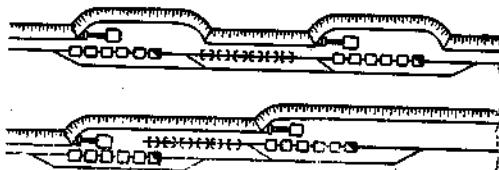


Рис. 262. Тупиковые схемы

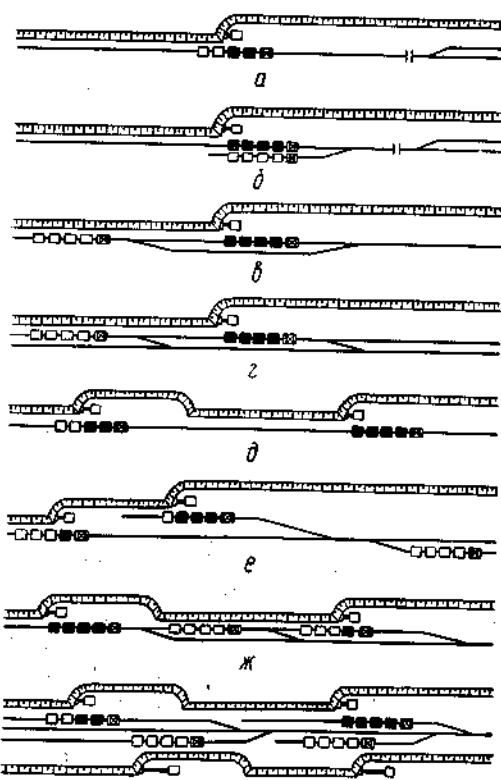


Рис. 263. Схемы путевого развития

ожидают погрузки или груженые — отправки.

Количество путей на уступе зависит также от количества работающих экскаваторов.

На рис. 261 показана схема путевого развития при кольцевой схеме обслуживания. При одном экскаваторе на уступе достаточно одного пути, при двух экскаваторах для их независимой работы необходимо укладывать вторые пути и тупики.

При тупиковой схеме (рис. 262) всегда требуется дополнительный путь.

Разные схемы путевого развития приведены также на рис. 263: *a, б, в, г* — для тупиковых схем при одном экскаваторе; *д, е, ж, з* — для кольцевых схем при работе двух экскаваторов. Наиболее сложной является схема «*з*», где предусматривается путевое развитие для обслуживания двух забойных горизонтов.

В зависимости от допускаемого давления на грунт на 1 км пути укладываются от 1600 до 2000 шпал (1600, 1840, 1920 и 2000).

На рис. 264 показаны рельсовые скрепления с прижимами. Они состоят из шпальных болтов с гайками *1*,

рельсовых прижимов *2*, плоской подкладки *3*, плоской контрподкладки *4*.

На рис. 265 показаны клиновые рельсовые скрепления. Они состоят из контрподкладки *1*, подкладки *2*, рельсовых зажимов *3*, клиньев *4*, шпальных болтов *5*.

На рис. 266 показано рельсовое скрепление ВУГИ прижимного типа.

Приведенные скрепления пока серийно не изготавливаются.

Нормы содержания рельсовой колеи передвижных путей отличаются от норм содержания постоянных путей, имеют увели-

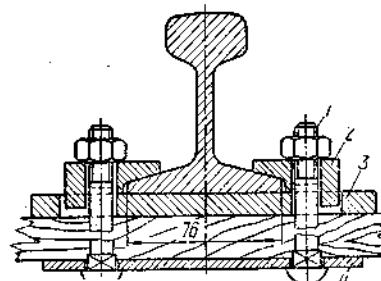


Рис. 264. Скрепления с прижимами

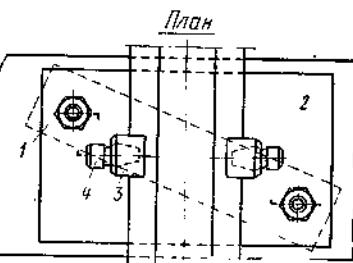
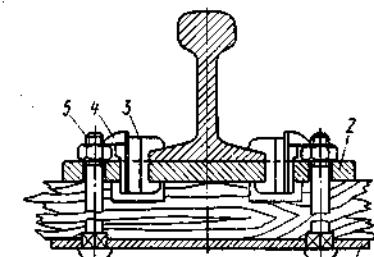


Рис. 265. Клиновые скрепления

Таблица 46. Нормы и допуски содержания рельсовой колеи передвижных путей

Радиус кривой, мм	Ширина колеи		Возышение наружного рельса		
	Нормальная, мм	Допускаемые отклонения, мм	Максимальное, мм	Допускаемые отклонения, мм	
	постоянное	передвижное	постоянное	передвижное	
350 м и более	1524	+10, -4	150	8	20
349...150 м	1535	+10, -4	150	8	20
149 м и менее	1545	+8, -4	150	8	20

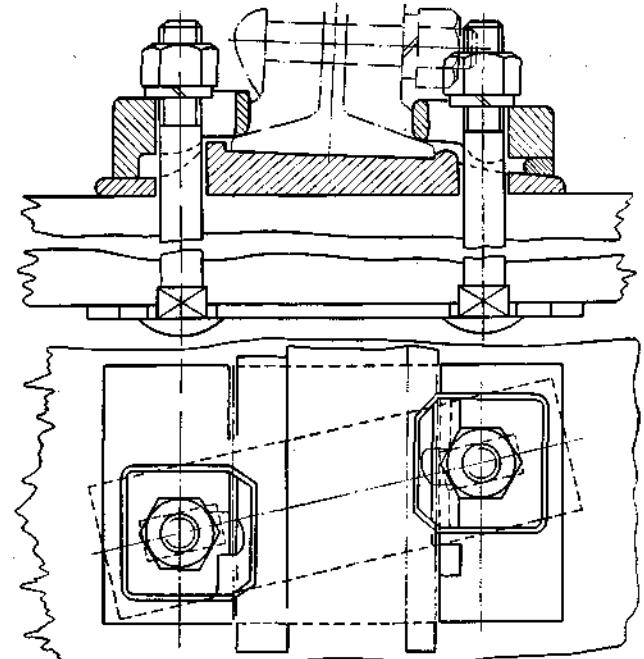


Рис. 266. Скрепление ВУГИ

ченные допуски по уровню и ширине колеи. В табл. 46 приведены нормы и допуски содержания рельсовой колеи передвижных путей в забоях и на отвалах.

#### § 4. Вывозные и отвальные пути

К *вывозным*, или *главным откаточным*, путям относятся постоянные непередвижные пути на уступах и на поверхности, по которым производится перевозка из карьера полезного ископаемого на фабрики или пустой породы на отвалы.

Вывозные, или главные откаточные, пути имеют такое же устройство, как и постоянные пути железных дорог общего пользования. Поскольку на вывозных путях много кривых малого радиуса, на участках этих кривых рекомендуется укладывать контррельсы, чтобы уменьшить боковой износ наружных рельсов и предотвратить сходы подвижного состава.

Балластная призма вывозных, или главных откаточных, путей интенсивно засоряется сыпучими грузами и быстро теряет свои дренирующие свойства. Поэтому необходимо достаточно часто производить работы по очистке или замене балластного слоя.

Отвалы бывают внутренние (пустая порода вывозится в выработанное пространство карьера) и внешние (пустая порода вывозится за пределы поля карьера).

На рис. 267 показаны план и поперечный разрез отвалов. Вывозимой в отвал породой они постепенно наращиваются, наращивание ведется уступами с передвижкой пути.

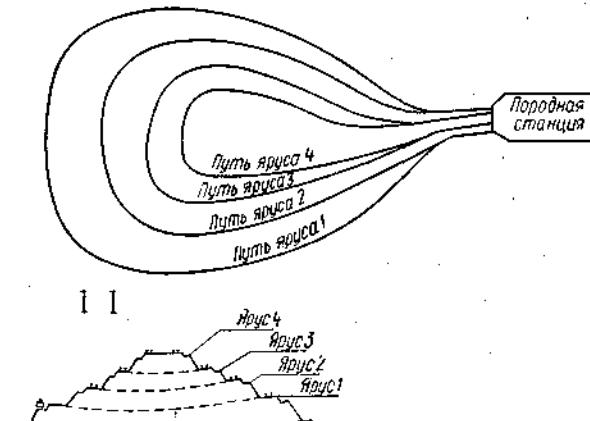


Рис. 267. План и разрез отвальных плетей

Основание железнодорожного пути на отвалах слабое, дающее большую осадку. В качестве балласта применяется местный материал (песок и др.), на экскаваторных отвалах рекомендуется применять щебень.

Минимальное расстояние железнодорожного пути до бровки отвала должно быть не менее 1,6 ... 1,8 м. Оно зависит от высоты отвала, рода грунта и грузонапряженности транспортных сосудов.

#### Глава 24. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ

##### § 1. Назначение распределительных станций и операции, выполняемые на них

При разработке полезных ископаемых открытым способом железнодорожные составы из карьера могут следовать по различным назначениям — из забоя с полезным ископаемым, из забоя с пустыми породами, причем при крупных месторождениях и те, и другие могут поступать с разных горизонтов разработки. Составы с полезными ископаемыми могут следовать на станции МПС, обогатительные фабрики, дробильные заводы (например, при добыче гранитов и известняков). Выходов из карьеров может быть несколько. В отдельных случаях с одного и того же

выхода могут поступать ископаемые и порода, иногда выходы из карьера могут специализироваться по роду груза.

Чтобы регулировать движение поездов разного направления и назначения, при крупных карьерах устраивают распределительные станции, предназначенные для обслуживания перевозок всей горной массы из карьера (полезного ископаемого и вскрышной породы). Распределительные станции должны обеспечить выполнение следующих операций:

- 1) безопасный пропуск, прием и отправление поездов;
- 2) технический осмотр составов, локомотивов, а иногда их экипировку без отцепки от состава;
- 3) мелкий безотцепочный ремонт вагонов и локомотивов;
- 4) быструю подачу на пути отвалов и забоев путевой техники и техники для обслуживания контактной сети (на участках с электрической тягой);
- 5) маневровую работу по отцепке и прицепке вагонов и локомотивов, а также по подаче хозяйственных грузов для карьера.

При одном выходе из карьера распределительные станции обслуживаются перевозки полезного ископаемого и вскрышной породы. При двух и более выходах из карьера одни распределительные станции обслуживаются перевозки только полезного ископаемого, а другие — только вскрышной породы.

Следовательно, распределительные станции регулируют движение поездов на участке забой — отвал или забой — обогатительная фабрика.

Распределительные станции обычно устраивают на поверхности, однако в крупных и глубоких карьерах с большими грузооборотами станции могут располагаться в карьере на транспортных площадках.

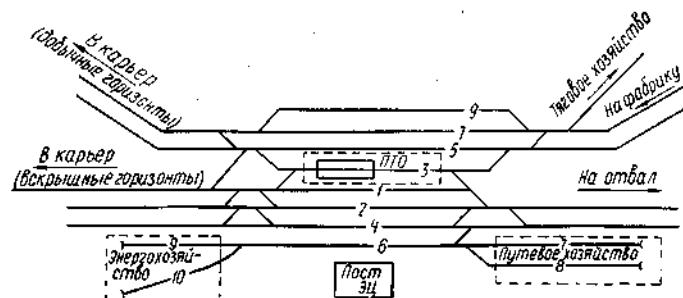


Рис. 268. Схема распределительной станции Карьерная

На рис. 268 показана схема распределительной станции, которая позволяет регулировать движение поездов по горизонтам карьера, ярусам отвала и т. д.

С распределительной станции Карьерная идут в карьера три пути по южному борту карьера на вскрышные горизонты и два

пути по северному борту на горизонты добычи полезного ископаемого. С противоположной горловины станции два пути идут на отвалы, перед которыми имеется еще станция Отвальная, и два пути — на дробильно-сортировочную фабрику, которая находится от станции на расстоянии 1 км. Парк путей 1, 2, 4 обеспечивает пропуск со станции породных вертушек, идущих с карьера в отвал и обратно, и хозяйственных поездов. Пути 5, 7 и 9 обеспечивают пропуск думпкарных вертушек с полезным ископаемым из карьера на ДСФ и порожних обратно, а также пропуск маневровых и хозяйственных поездов. На пути 3 осуществляется технический осмотр и безотцепочный ремонт локомотивов и думпкаров, работающих на вывозке вскрыши и вывозке полезного ископаемого, а также экипировке локомотивов.

Пути 7, 8, 9, 10 — хозяйственные для путевого и энергетического хозяйства.

## § 2. Основные виды распределительных станций и их размещение

В зависимости от рода перевозимых грузов распределительные станции делят на *породные, рудные, угольные и объединенные*.

*Породные станции* устраивают для обеспечения перевозок вскрышной породы. При незначительных расстояниях перевозки вскрыши породные станции располагают между карьером и площадью отвалов. Они носят название Породная. При расстояниях перевозки вскрыши более 3 ... 4 км устраивают две Породные станции. Одну располагают ближе к забоям и дают название Карьерная, а вторую ближе к ярусам и дают название Отвальная.

Станция Карьерная регулирует движение поездов по горизонтам карьера (забоям) и направляет груженые поезда на станцию Отвальная, а станция Отвальная распределяет груженые поезда по ярусам отвалов и порожние поезда направляет на станцию Карьерная.

На станции Породная или Карьерная при необходимости устраивают пункты технического осмотра (ПТО) подвижного состава и пункты по экипировке локомотивов.

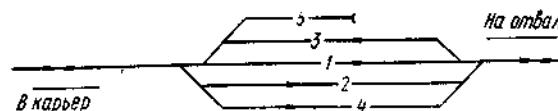


Рис. 269. Породная станция со сквозным движением

В зависимости от сложности рельефа местности и профиля вывозных путей Породные станции могут быть двух типов:

1) со сквозным движением поездов через станцию, проходной тип (рис. 269);

2) с изменением направления движения поездов на станции (с угловым заездом), тупиковые станции (рис. 270).

На породных станциях должны предусматриваться пути для стоянки машин, технических средств по обслуживанию контактной сети (при электротяге).

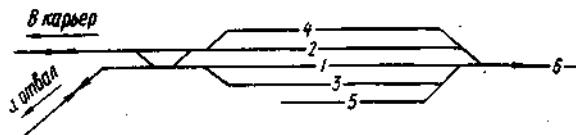


Рис. 270. Породная станция с угловым заездом

*Рудные или угольные распределительные станции* (в зависимости от добываемого полезного ископаемого) предусматриваются для регулирования движения поездов по горизонтам карьеров (забоям полезного ископаемого) и направлениям обогатительных фабрик. Располагают их обычно на поверхности ближе к забоям.

По устройству рудные или угольные станции аналогичны породным станциям. Породные, рудные или угольные станции строят отдельно при двух и более выходах из карьера, когда полезное ископаемое перевозится по одной выездной траншее в направлении фабрик, а пустая порода — по другой выездной траншее на отвалы.

При одном выходе из карьера, общем для перевозки полезного ископаемого и вскрыши, строят одну *объединенную станцию* (Карьерная). Объединенная станция по своему устройству аналогична ранее описанным станциям, но имеет самостоятельные выходы к фабрикам и отвалам пустых пород.

### 6.3. Типовые схемы распределительных станций

Путевая схема распределительной станции зависит от рельефа местности, взаимного расположения карьера, отвалов и обогатительных фабрик, производительности карьера и количества выходов из карьера.

В основном строят распределительные станции проходного типа. Однако при сложном рельефе местности или в целях сокращения затрат на устройство строят станции тупикового типа. На рис. 271 показана схема путевого развития распределительной станции тупикового типа с телескопическим вытяжным путем.

Станция оборудована устройствами электрической централизации (ЭЦ), прилегающие перегоны — автоматической блокировкой. На схеме стрелками показано направление движения поездов. Если для движения поездов закрыт один из путей в карьер или на отвал, работа организуется по одному пути с помощью съездов 9 ... 11, 13 ... 15 или 1 ... 3,5 ... 7.

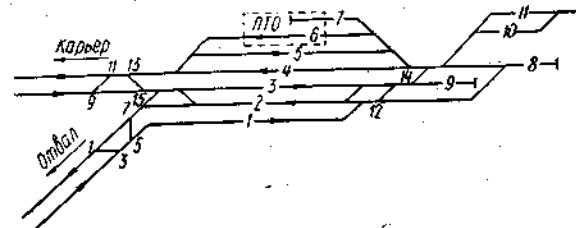


Рис. 271. Путевое развитие распределительной станции тупикового типа

Вытяжной путь 9 и съезды 12 ... 14 позволяют производить одновременный прием и отправление поездов, которое предусмотрено на путях 1, 2, 3, 4 и 5.

На путях 6 и 7 находится пункт технического осмотра и экипировки подвижного состава.

Путевые машины размещаются на путях 10 и 11. С этих путей обеспечивается быстрый пропуск путевых машин для работы в карьере и на отвале.

На рис. 272 показана схема путевого развития породной станции проходного типа.

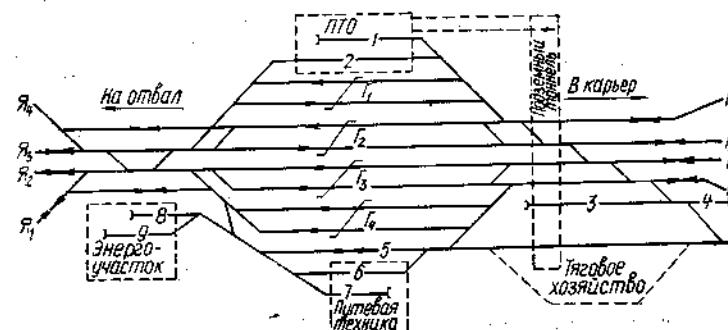


Рис. 272. Путевое развитие породной станции проходного типа

На ней предусматривается одновременная работа четырех рабочих горизонтов ( $\Gamma_1 \dots \Gamma_4$ ) в карьере и четырех ярусов ( $Я_1 \dots Я_4$ ) на отвале. При этом на каждом рабочем горизонте в карьере могут работать два экскаватора по погрузке наносов, а на каждом ярусе отвала по два экскаватора. Такая схема обеспечивает: 1) самостоятельные, независимые подходы со стороны рабочих горизонтов карьера и ярусов отвала; 2) специализацию путей по горизонтам карьера и ярусам отвала при высокой пропускной способности; 3) технический осмотр подвижного состава и экипировку локомотивов; 4) отцепку больных вагонов и прицепку исправных к породным составам; 5) быстрый

Схему рис. 275, а рекомендуется применять, когда поезда отправляются в карьер с локомотивом в голове. Когда в карьер поезда отправляются вагонами вперед, поездному локомотиву приходится пересекать путь приема поездов со станции примыкания МПС при следовании из парка приема под порожний состав для отправления в карьер.

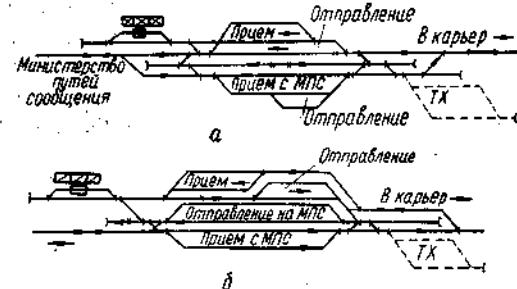


Рис. 275. Центральная сборочная станция с параллельным расположением парков

По схеме рис. 275, б обеспечивается любое расположение локомотива в поезде (в голове или хвосте).

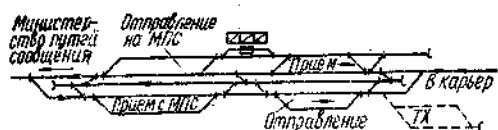


Рис. 276. Центральная сборочная станция с последовательным расположением парков

станий применяются при незначительном объеме сортировочной работы по формированию поездов.

На рис. 276 показана схема центральной сборочной станции с последовательным расположением парков приема и отправления.

Приведенные схемы центральных сборочных

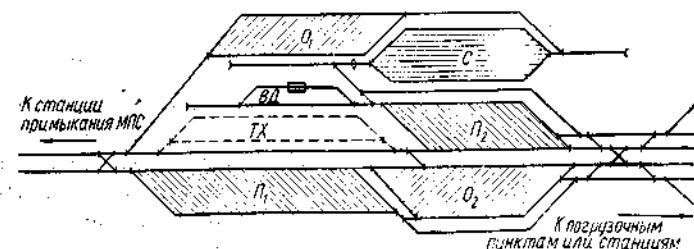


Рис. 277. Сборочная станция с сортировочным парком:  
 П<sub>1</sub> — парк приема со станции МПС; П<sub>2</sub> — то же с наружных пунктов;  
 П<sub>3</sub> — парк отправления; П<sub>4</sub> — то же на наружном пути; С — сортировочный парк;  
 TX — тяговое хозяйство; ВД — вагонное депо

Когда на центральную сборочную станцию прибывает много групп вагонов с различными классами готовой продукции (угля или руды), приходится выполнять большую сортировочную работу по подборке групп вагонов для формирования маршрутов с готовой продукцией. Это возможно лишь при наличии сортировочного парка с механизированной горкой (рис. 277).

### § 3. Специализация путей. Взаимное расположение устройств центральных сборочных станций

Железнодорожные пути центральных сборочных станций по назначению объединяют в следующие парки: 1) приема поездов со станции примыкания МПС; 2) отправления поездов в пункты погрузки или угольные станции, на погрузочные станции; 3) приема поездов с пунктов погрузки или угольных станций, погрузочных станций; 4) отправления поездов на станции примыкания МПС; 5) сортировки и формирования поездов.

Кроме того, имеются вытяжные, соединительные, тракционные, специальные и другие пути.

Необходимость двух парков приема и двух парков отправления вызвана спецификой работы центральной сборочной станции. Со станции примыкания МПС прибывают и отправляются на нее поезда с весовой нормой и длиной, соответствующими нормам поездов, обращающихся на дороге, к которой примыкают подъездные пути предприятия, а на погрузочные пункты (угольные или погрузочные станции) отправляются поезда с весовой нормой и длиной, соответствующей технологическим перевозкам внутри предприятия. На центральных сборочных станциях распределяют порожние вагоны по пунктам погрузки, а далее их собирают гружеными, сортируя и формируя отправительские маршруты.

Необходимое количество путей в каждом парке определяют расчетом.

Все устройства ЦСС располагают таким образом, чтобы обеспечить выполнение всех операций с минимальными затратами времени. Парки станции располагают так, чтобы было меньше пересекающихся маршрутов приема или отправления с маневровыми передвижениями.

Как правило, парки приема поездов с погрузочных пунктов или станций и отправления поездов на станцию примыкания располагают последовательно. Аналогично располагают между собой и парки приема со станции примыкания МПС и отправления на погрузочные пункты или станции. Эти группы парков между собой располагают параллельно.

На горнодобывающих предприятиях устройства по взвешиванию вагонов и дозировке груза располагают обычно на погрузочных станциях, поэтому на центральные сборочные станции вагоны прибывают уже взвешенными и дозированными.

Сортировочный парк целесообразно располагать со стороны парков приема поездов от погрузочных пунктов или станций и парка отправления поездов на станцию примыкания МПС.

Центральные сборочные станции обеспечиваются хозяйствами, необходимыми для нормальной работы станции. Это путевое хозяйство, хозяйство СЦБ и связи, энергетическое хозяйство, грузовое и коммерческое хозяйство, тяговое хозяйство.

Размещение отдельных хозяйств и устройств станции, а также стационарных зданий определяется размерами и рельефом площадки, технологией работы станции.

## Глава 26. ГРУЗОВЫЕ СТАНЦИИ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### § 1. Назначение грузовых станций и выполняемые на них операции

Грузовые станции устраивают в местах массовой погрузки угля или руды на поверхности карьеров, шахт или обогатительных фабриках. Их строят почти на всех промышленных узлах и в районах горнодобывающей промышленности. На крупных промышленных узлах устраивают несколько грузовых станций для обслуживания отдельных промышленных зон. По характеру работы грузовые станции общего пользования и промышленные не имеют больших различий. Станции общего пользования выполняют работу, связанную с организацией пропуска сквозных вагонопотоков (кроме работы с местными вагонами). Промышленные грузовые станции выполняют операции по переработке вагонов, прибывших в данную промышленную зону узла.

Грузовые станции проектируют в зависимости от характера и объема работы. Например, если полезное ископаемое выдают из карьера конвейерами, то станции обслуживаются погрузочные бункера, установленные на поверхности карьера, и промежуточный склад. Когда нет вагонов МПС, полезное ископаемое подается на буферный склад. Грузовые станции на обогатительных фабриках предназначены для массовой погрузки готовой продукции. Они имеют отдельные парки путей (приема-отправления, погрузки и выгрузки).

На грузовых станциях выполняются такие операции с вагонами общего пользования и подвижным составом предприятия:

- 1) прием порожних вагонов с центральных сборочных станций или станций МПС;
- 2) подача порожних вагонов к погрузочным фронтам;
- 3) погрузка вагонов с готовой продукцией, взвешивание и дозировка груза в вагонах;

4) проведение профилактических мер, предотвращающих промерзание груза к днищу и стенкам вагона и смерзание всей массы груза;

5) уборка погруженных вагонов с фронтов погрузки и накопление для отправки на центральные сборочные станции;

6) отправление груженых вагонов на центральные сборочные станции, а при их отсутствии формирование отправительских маршрутов и отправление их на станцию примыкания МПС;

7) прием, разгрузка и отправление специализированных поездов из подвижного состава предприятия, когда грузовая станция совмещена с обогатительной фабрикой полезного ископаемого.

На грузовых станциях также выполняются операции по обработке вагонов, прибывающих с хозяйственными грузами.

Грузовые станции углерудодобывающих районов в зависимости от назначения могут иметь различные схемы.

### § 2. Основные виды грузовых станций

Грузовые станции бывают шахтные погрузочные, погрузочные и погрузочные станции обогатительных фабрик.

**Шахтные погрузочные станции.** При подземной добыче полезное ископаемое поднимается на поверхность подъемниками, установленными в стволах шахт, и подается в погрузочные бункера (погрузочные воронки) или промежуточные склады для последующей погрузки в вагоны. Для обслуживания таких шахт строят грузовые шахтные станции.

На рис. 278 показана схема путевого развития погрузочной станции тупикового типа и сквозного типа. Уголь или руда с шахтного подъема I по конвейерным лентам поступает в попечную галерею, далее на бункерную эстакаду II и загружается в погрузочные бункера. Состав порожних вагонов, прибывающих с центральной сборочной станции, принимается на путь 3. Локомотив через тупик 5 по пути 4 заходит в хвост состава и через вытяжной путь 6 ставит вагоны на погрузку под бункера на пути 1 и 2. Если на путях 1 и 2 до этого были вагоны, то их предварительно убирают, пропуская через весы и выставляя на путь 4 для отправления.

На станции располагают склады: центральный хозгрузов III и рудничной стойки IV.

При отсутствии вагонов уголь или руду направляют на промежуточный (резервный) склад, оборудованный конвейерной эстакадой и грейферным краном. Если нет промежуточных

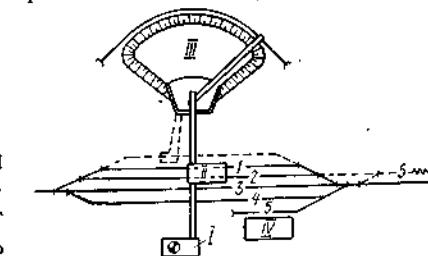


Рис. 278. Схема погрузочной шахтной станции

складов, то по договоренности с железной дорогой устраивается так называемый обменный (резервный) парк вагонов.

При тупиковой схеме состав с центральной сборочной станции прибывает на шахтную погрузочную станцию вагонами вперед.

На схеме штриховой линией показана возможность переделки погрузочной шахтной станции тупикового типа в сквозную.

На рис. 279 показана схема автоматизированной погрузочной станции. На шахте имеются выгрузочные пути 17...20 центрального лесного склада (ЦЛС) и пути 13...16 районной механизированной выгрузочной базы (РМВБ). От шахтного подъема *a* уголь или руда поступают на конвейер с погрузочными стрелками *b*. Вагоны передвигаются без локомотива. Пути парка приема расположены на таком уклоне, при котором вагоны в составе постоянно сжаты и задерживаются вагонозамедлителями *c*, установленными в конце пути. По мере отцепки вагонов под погрузку на расцепочном мосту *d* состав продвигается по пути под влиянием собственного веса. Вагоны от первой тормозной позиции ко второй (у погрузочных устройств) продвигаются также под действием собственного веса, так как горловина и часть погрузочных путей расположены на уклоне. После погрузки на путях *6* и *7* вагоны через инерционный тупик *8* скатываются на удлиненные пути накопления-отправления *9* и *10*.

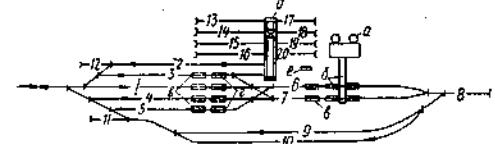


Рис. 279. Схема автоматизированной погрузочной шахтной станции

гонон под погрузку на расцепочном мосту *d* состав продвигается по пути под влиянием собственного веса. Вагоны от первой тормозной позиции ко второй (у погрузочных устройств) продвигаются также под действием собственного веса, так как горловина и часть погрузочных путей расположены на уклоне. После погрузки на путях *6* и *7* вагоны через инерционный тупик *8* скатываются на удлиненные пути накопления-отправления *9* и *10*.

На пути лесного склада и выгрузочной базы вагоны с пути *3* подаются тележкой *d*,двигающейся поперек путей. После выгрузки вагоны этой же тележкой выставляются на путь накопления-отправления *2*. Вдоль выгрузочных фронтов и по пути накопления-отправления *HO* вагоны передвигаются вагоноосаживателями.

Управление стрелками, сигналами, вагонными замедлителями, расцепочными мостами и вагоноосаживателями производится дистанционно с одного диспетчерского пункта *e*. В этих условиях локомотив участвует при доставке порожних вагонов на шахтную погрузочную станцию и вывозе груженых.

**Погрузочные станции** обычно строят в местах погрузки угля или руды, добывших подземным или открытым способом (если требуется обогащение, то погрузка осуществляется со складов готовой продукции обогатительных фабрик).

На рис. 280 показана схема грузовой погрузочной станции, расположенной у карьера. Полезное ископаемое подается в погрузочные бункера конвейерами с добычных горизонтов карье-

ра, где расположена передвижная дробилка. Составы с порожними вагонами прибывают на погрузочные пути *1* и *2* с центральной сборочной станции вагонами вперед. Пути аварийного склада *3* и *4* являются одновременно погрузочными и путями для приема составов с порожними вагонами для подачи на погрузку под бункера.

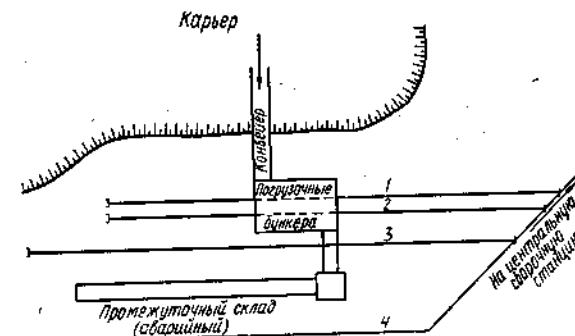


Рис. 280. Схема погрузочной станции у карьера

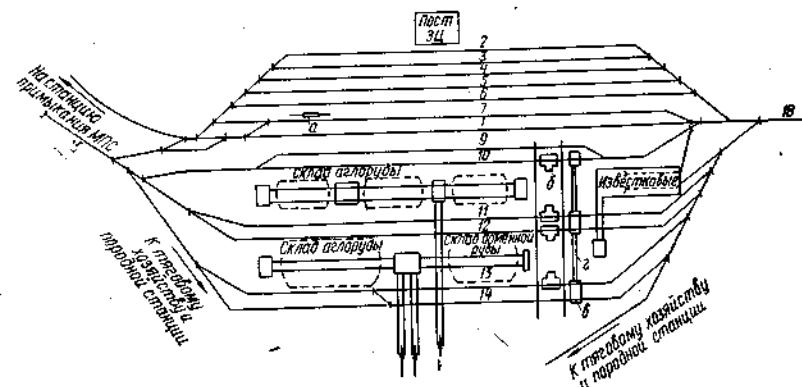


Рис. 281. Схема погрузочной станции для обслуживания открытых складов

На рис. 281 показана схема погрузочной станции, предназначенной для обслуживания открытых складов при погрузке экскаваторами.

На путях *1* и *2* прибывают поезда с порожними вагонами со станции примыкания МПС. На этих путях имеется установка *a* по обработке вагонов профилактическими средствами от промерзания груза к днищу и стенкам вагона перед погрузкой (в зимнее время). Порожние вагоны партиями по 12...15 вагонов локомотив подает через вытяжной путь *15* на погрузочные пути *10*, *11*, *12* и *13*, где экскаватор загружает их готовой продукцией. На каждом погрузочном пути имеются весы *b*, возможна дози-

ровка грузов в вагонах с помощью мостовых кранов *в*,двигающихся по эстакаде *г*, перекрывающей все погрузочные пути. Погруженные, взвешенные и отдоцированые вагоны этот же локомотив через вытяжной путь *15* подает на пути накопления- отправления *3, 4, 5* и *6*. На путях накопления-отправления *3, 4, 5* и *6* с помощью вытяжного пути *18* формируются отправительские маршруты, которые отправляют на станцию примыкания МПС.

**Погрузочные станции обогатительных фабрик.** Большая часть добывающего угля или руды обогащается до отправления потребителям.

На обогатительные фабрики полезное ископаемое подается из шахт или привозится транспортом предприятия с карьеров или шахт. Получаемую готовую продукцию после обогащения полезного ископаемого грузят в вагоны и отправляют на станцию примыкания МПС.

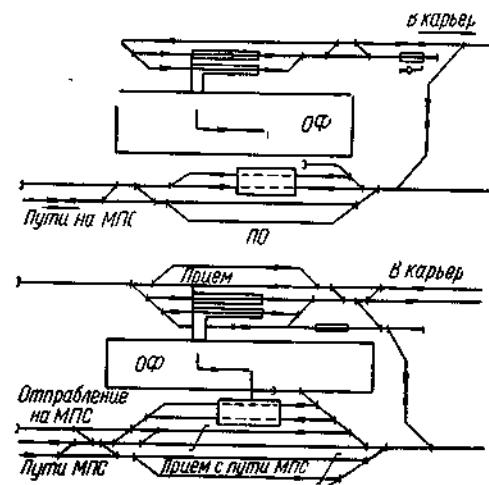


Рис. 282. Схема погрузочной станции обогатительной фабрики при карьере

ми. Габаритная длина погрузочных путей принята равной удвоенной длине подаваемых групп вагонов, а погрузочные устройства расположены посредине пути. Поскольку парки приема ПП и погрузки П расположены последовательно, такая станция требует длинную горизонтальную площадку. В схеме станции предусмотрены пути отправления *От 6 ... 8* при развитии на перспективу.

На рис. 284 показана схема погрузочной станции обогатительной фабрики сквозного типа. К станции примыкают три пути *B*, *B*, *G* предприятия, идущие к шахтам или карьерам. На этой крупной станции допускается независимая параллельная работа следующих четырех устройств:

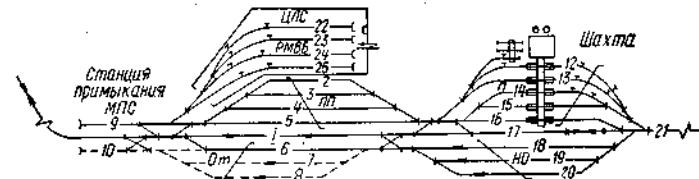


Рис. 283. Схема погрузочной станции обогатительной фабрики при шахте

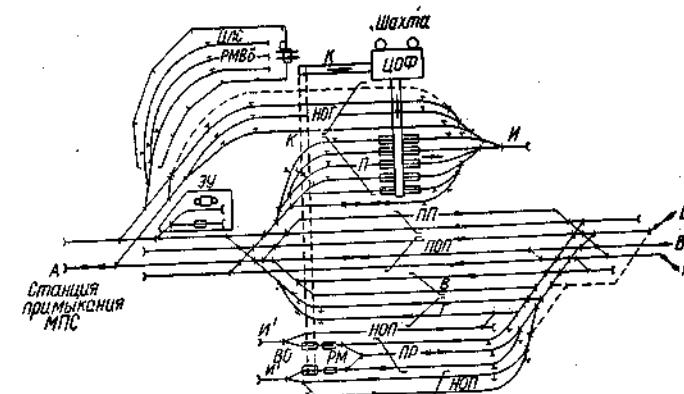


Рис. 284. Схема погрузочной станции обогатительной фабрики сквозного типа

- 1) прием на пути *ПОП* и отправление с них проходящих через станцию поездов, прием на пути *ПП* порожних вагонов под погрузку, формирование и отправление маршрутов с готовой продукцией на станцию примыкания *МПС*;
  - 2) подача на пути *П* под погрузку, погрузка и накопление груженых вагонов;
  - 3) прием с шахт или карьеров вертушек с полезным ископаемым на пути *ПР*, выгрузка, подача полезного ископаемого конвейерами *К* на обогатительную фабрику *ЦОФ* и отправление порожних вагонов собственного парка под погрузку на шахты или в карьеры;
  - 4) подача, расстановка и уборка вагонов с погрузочно-разгрузочных путей *ЦЛС* и *РМВБ*.

На станции имеется экипировочное устройство ЭУ, широко применены перекрестные стрелочные переводы для сокращения длины горловин, а следовательно, и площадки под станцией.

После расцепки вагонов на расцепочном мосту РМ, разгрузки на вагоноопрокидывателях ВО (приемных бункерах) вагоны скатываются через инерционно-горочные туники И' на пути накопления-отправления порожних вагонов НОП. Обогащенный уголь (или руда) с обогатительной фабрики ЦОФ поступает на

конвейер К, загружается в вагоны на путях П. Груженые вагоны скатываются через инерционный тупик И на пути накопления-отправления НОГ. Пути В и Г служат для приема с шахт или карьеров вертушек с полезным ископаемым, подлежащим направлению на станцию примыкания МПС без обогащения.

## Глава 27. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНЦИЙ

### § 1. Исходные данные и основные требования к проектам

Проекты станций разрабатываются при сооружении новых железнодорожных линий, усилении пропускной и перерабатывающей способности существующих станций, электрификации линий, а на промышленном транспорте при строительстве новых предприятий или промышленных районов. Развитие существующих станций обычно связано с удлинением путей для повышения весов поездов на направлениях, увеличением количества путей, концентрацией сортировочной работы на крупных сортировочных станциях и грузовой работы на крупных грузовых станциях.

Разработке проектов развития станций предшествует сбор данных о намечаемых размерах грузовых и пассажирских перевозок, материалов съемки планов станций или трассы новой линии, продольных и поперечных профилей, материалов инженерно-геологических обследований и других данных.

Экономические данные, которые включают размеры местной работы станции по погрузке и выгрузке грузов, отправлению пассажиров, размеры транзитных грузовых и пассажирских перевозок, разрабатывают на пятый и десятый годы эксплуатации, а для крупных станций и узлов и на перспективу — 15...20 лет. Для объектов промышленного транспорта необходимы данные о внешних и внутренних потоках грузов.

К проектам станций предъявляются следующие требования:

- 1) обеспечение требуемой пропускной и перерабатывающей способности, удобного обслуживания пассажиров, благоприятных условий для выполнения грузовой работы, удобной связи с другими видами транспорта;
- 2) соблюдение условий безопасности движения поездов, маневровой работы, а также безопасности пассажиров и работников станции;
- 3) соответствие нормам и требованиям ПТЭ, ИПС, техническим условиям по проектированию отдельных устройств (связи и СЦБ, локомотивного хозяйства и др.), а также противопожарным и санитарным нормам и требованиям охраны труда;
- 4) учет возможности развития сооружений и устройств станции за пределами расчетных сроков;
- 5) наиболее полное и рациональное использование существующих сооружений и устройств, а также возможность выполнения строительных работ без нарушения эксплуатационной работы;

6) увязка путевого развития промышленных станций с технологическим процессом предприятия, схемами путевого развития производственных объектов (цехов, складов).

Обычно развитие станций и узлов осуществляется постепенно — в две или несколько очередей соответственно росту размеров работы.

Во всех проектах следует избегать излишеств и необоснованных резервов мощности устройств, добиваться минимума капитальных затрат и эксплуатационных расходов и устанавливать наиболее рациональную очередь развития станции.

### § 2. Порядок и стадии проектирования

Техническое задание на разработку проектов выдает Министерство путей сообщения СССР, а по объектам промышленного транспорта — соответствующее отраслевое министерство. В задании на проектирование станций обычно указывают полезную длину путей и весовые нормы грузовых поездов, количество главных путей, вид тяги и тип локомотива, примыкание новых линий и др.

Проектирование новых и реконструкцию существующих станций осуществляют в две стадии: составляется технический проект и рабочие чертежи. Для объектов, строительство которых предполагается осуществлять по типовым проектам, составляют технорабочий проект.

Разработке проектов крупных и сложных объектов (узлов, станций) предшествуют составление и утверждение технико-экономических обоснований (ТЭО), включающих генеральную схему развития станции (узла) в увязке с развитием города, промышленного района, другими видами транспорта и обоснование экономической целесообразности выполнения первоочередных работ.

В технический проект станции (узла) входят:

- а) схема узла в масштабе 1:10000 или 1:5000 (для особо крупных узлов — 1:20000), проектный план станции в масштабе 1:2000 (для сложных станций — 1:1000), планы развязок подходов в масштабе 1:2000 или 1:5000, а также продольные профили главных путей;

б) чертежи сооружений и устройств, которые необходимы для обоснования проектных решений и определения сметной стоимости (для зданий и сооружений, строительство которых намечено по типовым проектам, приводится перечень этих проектов);

в) пояснительная записка, включающая характеристику существующего раздельного пункта и его недостатков, расчеты размеров работы и необходимой мощности устройств, описание

рассматриваемых вариантов развития с технико-экономическим обоснованием выбора лучшего из них, технико-экономические показатели проекта;

### г) проект организации строительства и смета.

Строительство объектов ведется по рабочим чертежам, которые составляют на основе утвержденного технического проекта с привязкой к местным условиям типовых проектов.

Рабочие чертежи путевого развития станций составляют в масштабе 1:1000 или 1:2000 (сложные горловины в масштабе 1:500) с координатами элементов, приводят подробные продольные профили проектируемых путей, поперечные профили, чертежи водоотводных устройств.

На станции рабочего проектирования составляют ведомости объемов строительных и монтажных работ, а также сметы по отдельным объектам и видам работ.

Новые разъезды, обгонные пункты и промежуточные станции проектируются по типовым проектам с привязкой к профилю главного пути и плану местности. На всех раздельных пунктах, как правило, по типовым проектам сооружаются здания, искусственные сооружения, пассажирские, грузовые и другие устройства, что позволяет использовать конструкции, изготовленные заводским способом, ускорить и удешевить процесс проектирования и строительства.

Пути, сооружения, здания и различные устройства для однообразия и удобства чтения принято изображать на чертежах стандартными условными обозначениями. Для обозначения очередности строительства обычно изображают существующее развитие черным цветом, первую очередь — красным, перспективу — желтым или зеленым.

### § 3. Определение размеров работы станции

Исходными данными для определения размеров работы станции являются материалы экономического обследования, состав которых приведен в § I настоящей главы.

От транзитного и местного грузооборота, выраженного в тысячах тонн в год, переходят к суточному вагонообороту с учетом неравномерности перевозок, пользуясь формулой

$$B = \frac{1000 \Gamma_a}{365 q_n},$$

где  $\Gamma$  — годовой грузопоток, тыс. т;

$a$  — коэффициент неравномерности грузовых перевозок (отношение наибольшего месячного грузопотока к среднемесячному);

$q_n$  — средневзвешенная нагрузка вагона нетто, т.

Таблица 47. Вагонооборот станции К

На	А		Б		В		Грузооборотный район		Станция К		Итого	
	6п	сп	6п	сп	6п	сп	6п	сп	6п	сп	6п	сп
Из												
A	X	365/410	642	X	295/200	394/67	—	160	18	6	590/610	1220/67
B	X	700	X	—	X	238	310	90	2	770	1040	1040
C	460	410	—	—	151	—	X	110	4	310	689	689
Промышленный район	310	—	110	—	60/280	—	X	—	—	—	215/455	215/455
Грузовая станция	—	—	10	—	2	—	X	—	—	—	30/12	30/12
Станция К	—	—	3	—	2	—	X	—	—	—	6/6	6/6
Итого	770	1233	365/410	861/280	225/200	692/260	310	360	42	1670/610	3200/54	3200/54

Примечание. В знаменателе — порожние вагоны; бп — без переработки, сп — с переработкой.

Таблица 48. Поездооборот станции К

На	А		Б		В		Промышленный район		Грузовая станция		Итого	
	6п	сп	6п	сп	6п	сп	6п	сп	6п	сп	6п	сп
Из												
A	X	14	7,3/8,2	X	12,8	4,5/4	8/1,3	—	6	4	0,4	12/12
B	X	8,2	—	X	3,	—	4,8	X	2	2	0,2	21/21
Промышленный район	6,2	—	—	—	1,6	—	—	1/4	—	—	0,3	13/13
Грузовая станция	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4/10*
Итого	15	24	0,2	—	7/8	0,1	15/5	5/4	6	8*	1*	33/12

\* Переводочные поезда.

Количество вагонов определяют по примыкающим к станции подходам отдельно для транзитного без переработки и перерабатываемого потоков (включая и порожние вагоны) и оформляют в виде косой таблицы (табл. 47).

Зная расчетный вес поездов, средневзвешенную нагрузку вагона брутто и коэффициент использования расчетной весовой нормы, определяют количество вагонов в составе.

По данным табл. 47 и количеству вагонов в составе (например, 50) определяют количество транзитных и перерабатываемых поездов (табл. 48).

Для наглядности данные таблицы поездооборота можно представить в виде схемы поездопотоков. Данные табл. 47 и 48 используются в дальнейшем для выбора типа и схемы станции, при определении количества путей в парках, расчете загрузки горловин, устройств локомотивного хозяйства, обосновании типа развязок подходов и др.

При определении размеров работы промышленных станций следует учитывать повторную переработку вагонов, групп и составов, а также условия взаимодействия с другими станциями предприятия.

#### § 4. Разработка и технико-экономическое сравнение вариантов

Проекты новых или проекты развития существующих станций разрабатывают обычно в нескольких вариантах, чтобы затем выбрать оптимальное решение на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Варианты разрабатывают на основании общих исходных данных: размеров пассажирского и грузового движения, единых нормативов и технических условий, эксплуатационных требований.

Для конкурентоспособных вариантов разрабатывают масштабные планы, по которым определяют капитальные вложения, эксплуатационные расходы, сравнивая их по экономическим, качественным и натуральным показателям \*.

К капитальным вложениям относятся как строительные расходы на сооружение земляного полотна, верхнего строения, искусственных сооружений, различного рода зданий, устройств СЦБ и связи, так и затраты на приобретение подвижного состава, средств механизации, оборудования для мастерских и т. д.

В эксплуатационные расходы входят затраты на заработную плату рабочих и служащих с начислениями, затраты на амортизацию и текущее содержание устройств, по пробегу поездов, локомотивов и вагонов, по их простою на станциях, по маневровой работе, расходы на топливо, электроэнергию и материалы и т. д.

\* При разработке курсового проекта сравнение вариантов производится по принципиальным схемам путевого развития станции.

Варианты развития станций достаточно сравнить только по тем элементам затрат, которые отличаются по вариантам.

Сравнение двух вариантов с одноэтапными капитальными вложениями и постоянными эксплуатационными расходами (не изменяющимися по годам) можно производить по сроку окупаемости варианта с большими капиталовложениями за счет экономии в эксплуатационных расходах:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_1 - K_2}{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}, \quad (27.1)$$

где  $T_{\text{ок}}$  — срок окупаемости, лет;  
 $K_1$  и  $K_2$  — капиталовложения соответственно по первому и второму вариантам, руб.;

$\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  — годовые эксплуатационные расходы соответственно по первому и второму вариантам, руб.

Срок окупаемости  $T_{\text{ок}}$  не должен превышать нормативный (допустимый)  $T_{\text{н}}$ , равный 8 ... 10 годам.

При наличии нескольких вариантов (более двух), одноэтапном строительстве и неизменных по годам эксплуатационных расходах сравнение вариантов рекомендуется производить по так называемым годовым приведенным расходам:

$$P_i = \mathcal{E}_i + E_n K_i, \quad (27.2)$$

где  $P_i$  — годовые приведенные расходы, руб.;  
 $\mathcal{E}_i$  — годовые эксплуатационные расходы по рассматриваемому варианту, руб.;

$K_i$  — капиталовложения по варианту, руб.;

$E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для сооружений железнодорожного транспорта равен 0,12 ... 0,10).

Наилучшим по денежным показателям в этом случае будет вариант, обеспечивающий минимум приведенных затрат.

Если капиталовложения хотя бы по одному из вариантов намечается осуществлять в несколько сроков (этапов), а эксплуатационные расходы изменяются из года в год по мере роста размеров работы и ввода в действие сооружаемых объектов, то рекомендуется затраты более поздних лет приводить к текущему моменту, умножая их на коэффициент приведения

$$K_{\text{пр}} = \frac{1}{(1 + E_{n, n})^t}, \quad (27.3)$$

где  $E_{n, n}$  — норматив для приведения разновременных затрат к исходному году, равный 0,08;

$t$  — число лет, предшествующих рассматриваемому году, считая от года, к которому приводятся затраты.

Для более полной оценки сравниваемых вариантов, а также при сравнении вариантов, которые по приведенным расходам равнозначны, необходимо сопоставить также качественные и натуральные показатели. К таким показателям относятся следующие: резервы пропускной и перерабатывающей способности станции; обеспечение требований безопасности движения; удобство обслуживания населения; компактность расположения устройств; удобство осуществления строительных работ; степень использования существующих устройств; уровень механизации и автоматизации процессов и др.

При выполнении курсового проекта и определении строительных и эксплуатационных расходов следует пользоваться укрупненными нормативами, приведенными в справочных руководствах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ленин В. И. Речь на конференции железнодорожников Московского узла 5 февраля 1920 г. — Поли. собр. соч., т. 40, с. 111—112.
2. Ленин В. И. Членам Совета Обороны. — Поли. собр. соч., т. 40, с. 81.
3. Материалы XXV съезда КПСС. — М.: Политиздат, 1976. — с. 256.
4. Амелин С. В., Дановский Л. М. Путь и путевое хозяйство. — М.: Транспорт, 1972. — 218 с.
5. Дегтяреко В. Н. Транспортные узлы промышленных районов. — М.: Стройиздат, 1974. — 303 с.
6. Дерибас А. Т. Промышленный транспорт. — М.: Транспорт, 1974. — 560 с.
7. Инструкция по проектированию станций и узлов на железных дорогах Союза ССР. — М.: Транспорт, 1978. — 174 с.
8. Каменский А. А., Граве И. П., Березовский М. В. Курс промышленных железных дорог. — Л., М.: ОНТИ НКПТ СССР, 1937. — 448 с.
9. Нехорошев Ю. П., Бейнарович С. И., Кипаренко Б. П. Железные дороги промышленных предприятий. — Минск: Вышэйшая школа, 1976. — 272 с.
10. Проектирование железнодорожных станций. Справочник/Под ред. Г. З. Верцимана. — М.: Транспорт, 1963. — 443 с.
11. Правила ремонта и содержания железнодорожного пути. Минчермет СССР. — М.: МЧМ, 1974. — 165 с.
12. Рыжкин М. О. Транспорт на заводах черной металлургии. — М.: Металлургиздат, 1960. — 294 с.
13. Савченко И. Е., Земблинов С. В., Страковский И. И. Железнодорожные станции и узлы. — М.: Транспорт, 1973. — 463 с.
14. Скалов К. Ю., Цуканов П. П. Устройство пути и станций. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Транспорт, 1976. — 488 с.
15. Скородумов Г. Е. Устройство и содержание железнодорожного пути узкой колеи. — М.: Транспорт, 1961. — 263 с.
16. Справочник инженера-путепроводчика: В 2-х т. — М.: Транспорт, 1972. — Т. 1. — 768 с., т. 2. — 520 с.
17. СНиП II-39-76. Железные дороги колеи 1520 мм. — М.: Стройиздат, 1977. — 68 с.
18. Тымовский Л. Г. Рельсовый транспорт на карьерах. — М.: Углехимиздат, 1951. — 255 с.
19. Фришман М. А., Белых К. Д., Яковлев В. Ф., Конаков А. Н. Железнодорожные пути металлургических заводов. — М.: Металлургия, 1975. — 272 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>Раздел первый</b>	
<b>ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ</b>	
<b>Глава 1. План и профиль железнодорожного пути</b>	<b>7</b>
§ 1. План железнодорожного пути	7
§ 2. Профиль железнодорожного пути	12
§ 3. Изображение профиля и плана линии	15
§ 4. Габариты	18
<b>Глава 2. Земляное полотно</b>	<b>21</b>
§ 1. Поперечные профили земляного полотна	21
§ 2. Грунты для сооружения земляного полотна	24
§ 3. Устройство земляного полотна в особых случаях	25
§ 4. Отвод воды от земляного полотна	32
§ 5. Болезни и деформации земляного полотна	37
<b>Глава 3. Искусственные сооружения</b>	<b>42</b>
§ 1. Виды искусственных сооружений	42
§ 2. Устройство мостов	46
§ 3. Верхнее строение путей на мостах	49
<b>Глава 4. Верхнее строение пути. Устройство внутризаводских путей</b>	<b>51</b>
§ 1. Типы верхнего строения пути	51
§ 2. Рельсы	52
§ 3. Рельсовыестыки и стыковые скрепления	60
§ 4. Бесстыковой путь	65
§ 5. Подрельсовые основания	68
§ 6. Прикрепление рельсов к шпалам	75
§ 7. Балластный слой	77
§ 8. Противоугонные устройства	80
§ 9. Особенности устройства внутризаводских путей	83

<b>Глава 5. Устройство пути на прямых и кривых участках</b>	<b>88</b>
§ 1. Особенности устройства ходовых частей подвижного состава	88
§ 2. Устройство колеи в прямых участках пути	89
§ 3. Устройство колеи в кривых участках пути. Ширина колеи	90
§ 4. Воззвишение наружного рельса	92
§ 5. Переходные кривые	95
§ 6. Укладка укороченных рельсов	96
§ 7. Усиление пути в кривых	98
	100

<b>Глава 6. Стрелочные переводы</b>	<b>100</b>
§ 1. Устройство обыкновенного стрелочного перевода	100
§ 2. Способы изображения стрелочных переводов	108
§ 3. Виды стрелочных переводов	110
§ 4. Эпюры стрелочных переводов	116
§ 5. Требования к стрелочным переводам	120
	123

<b>Глава 7. Основы содержания и ремонта пути</b>	<b>123</b>
§ 1. Управление путевым хозяйством железнодорожного цеха	123
§ 2. Основные принципы организации ремонта и текущего содержания заводских путей	126
§ 3. Планирование путевых работ	127
§ 4. Виды ремонта пути	129
§ 5. Содержание стрелочных переводов	133
§ 6. Основные положения по технике безопасности при путевых работах	138
§ 7. Приборы контроля за состоянием пути	140
§ 8. Машины, механизмы и инструмент для путевых работ. Перспективы механизации	141

## Раздел второй

### ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ МПС И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

<b>Глава 8. Классификация раздельных пунктов МПС и промышленных станций</b>	<b>144</b>
§ 1. Классификация раздельных пунктов МПС	144
§ 2. Классификация промышленных станций	146
<b>Глава 9. Земляное полотно и верхнее строение пути на станциях. Нормы проектирования станционных путей в плане и профиле</b>	<b>147</b>
§ 1. Земляное полотно и водоотводные устройства	147
§ 2. Верхнее строение станционных путей	149
§ 3. Расположение станций в профиле и плане	150
<b>Глава 10. Станционные пути и их соединения</b>	<b>153</b>
§ 1. Классификация станционных путей	153
§ 2. Условия применения стрелочных переводов различных типов	154
§ 3. Взаимное расположение стрелочных переводов в горловинах станций	155
§ 4. Конечные соединения и съезды. Совмещение путей	156
§ 5. Стрелочные улицы	158
§ 6. Установка предельных столбиков и сигналов	162
§ 7. Полная и полезная длина путей	164
§ 8. Парки путей	165
§ 9. Горловины станций	166
	307

§ 10. Нумерация путей и стрелочных переводов. Ведомости путей и стрелочных переводов	167
<b>Г л а в а 11. Устройства для обслуживания грузовых и пассажирских перевозок и прочие устройства на станциях</b>	169
§ 1. Пассажирские устройства	169
§ 2. Устройства для грузовых операций	171
§ 3. Прочие виды устройств на станциях	172
<b>Г л а в а 12. Устройства локомотивного и вагонного хозяйств</b>	173
§ 1. Локомотивное хозяйство	173
§ 2. Вагонное хозяйство	177
§ 3. Ремонтное хозяйство промышленного транспорта	178
<b>Г л а в а 13. Посты, разъезды и обгонные пункты</b>	179
§ 1. Путевые и вспомогательные посты	179
§ 2. Разъезды	180
§ 3. Обгонные пункты	183
<b>Г л а в а 14. Промежуточные станции</b>	185
§ 1. Операции, выполняемые на промежуточных станциях, и их схемы	185
§ 2. Устройства на промежуточных станциях	189
<b>Г л а в а 15. Участковые станции</b>	190
§ 1. Назначение и работа участковых станций, их размещение	190
§ 2. Комплекс устройств участковых станций и их расположение	191
§ 3. Основные схемы участковых станций	193
§ 4. Особенности конструкции узловых участковых станций	196
<b>Г л а в а 16. Сортировочные станции</b>	197
§ 1. Назначение и работа сортировочных станций	197
§ 2. Виды сортировочных станций и их размещение на сети железных дорог	198
§ 3. Основные схемы сортировочных станций	199
<b>Г л а в а 17. Грузовые станции</b>	204
§ 1. Назначение, работа и устройства грузовых станций общего пользования	204
§ 2. Схемы грузовых станций общего пользования	206
§ 3. Перегрузочные станции	208
§ 4. Портовые станции	211
<b>Г л а в а 18. Станции примыкания</b>	214
§ 1. Общие требования к проектированию примыкания	214
§ 2. Примыкание к промежуточным, участковым, сортировочным и грузовым станциям	215

<b>Г л а в а 19. Заводские сортировочные станции (ЗСС)</b>	218
§ 1. Общие сведения	218
§ 2. Последовательное расположение ЗСС и предприятия	220
§ 3. Параллельное размещение ЗСС и предприятия	224
§ 4. Промышленные железнодорожные узлы	227
<b>Г л а в а 20. Путевое устройство заводских сортировочных станций и их расчет</b>	231
§ 1. Общие сведения	231
§ 2. Приемо-отправочные и выставочные парки	233
§ 3. Расчет количества приемо-отправочных и выставочных путей заводской сортировочной станции	234
§ 4. Расчет количества сортировочных путей и маневровых вытяжек	238
§ 5. Графическая проверка путевого развития станции	241
§ 6. Элементы наклонных вытяжек, их план и профиль	244
<b>Г л а в а 21. Сортировочные горки и полугорки</b>	246
§ 1. Краткая характеристика сортировочных устройств	246
§ 2. Силы, действующие на вагон при скатывании с горки	248
§ 3. Требования к конструкции головы сортировочного парка	252
§ 4. Расчет высоты горки	253
§ 5. Продольный профиль надвижной части горки	254
§ 6. Продольный профиль спускной части горки	255
§ 7. Тормозные средства на горках и полугорках	257
§ 8. Расчет мощности тормозных средств	259
§ 9. Особенности расчета полугорок	260
<b>Г л а в а 22. Внутризаводские районные станции</b>	262
§ 1. Назначение внутризаводских районных станций и содержание их работы	262
§ 2. Особенности путевого развития внутризаводских станций	264
§ 3. Схемы внутризаводских районных станций металлургического завода	265
<b>Г л а в а 23. Путевое развитие открытых разработок</b>	275
§ 1. Особенности работы транспорта открытых разработок	275
§ 2. Классификация железнодорожных путей открытых разработок	277
§ 3. Погрузочные пути	278
§ 4. Вывозные и отвальные пути	282
<b>Г л а в а 24. Распределительные станции</b>	283
§ 1. Назначение распределительных станций и операции, выполняемые на них	283
§ 2. Основные виды распределительных станций и их размещение	285
§ 3. Типовые схемы распределительных станций	286
<b>Г л а в а 25. Центральные сборочные станции</b>	288
§ 1. Назначение центральных сборочных станций	288
§ 2. Типовые схемы центральных сборочных станций	289
	309

§ 3. Специализация путей. Взаимное расположение устройств центральных сборочных станций	291
<b>Г л а в а 26. Грузовые станции горнорудной промышленности</b>	<b>292</b>
§ 1. Назначение грузовых станций и выполняемые на них операции	292
§ 2. Основные виды грузовых станций	293
<b>Г л а в а 27. Основы проектирования станций</b>	<b>298</b>
§ 1. Исходные данные и основные требования к проектам	298
§ 2. Порядок и стадии проектирования	299
§ 3. Определение размеров работы станции	300
§ 4. Разработка и технико-экономическое сравнение вариантов	302
<b>Список литературы</b>	<b>305</b>

ВИКТОР ИВАНОВИЧ АНГЕЛЕИКО,  
ВЯЧЕСЛАВ КОНСТАНТИНОВИЧ ДМИТРИЕВ,  
АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ ПЕРЦЕВ

Железнодорожный путь  
и станции промышленных предприятий

Редактор Е. Ф. Воробьева

Литредактор Н. Г. Кириллова

Переплет художника Д. С. Бродского

Художественный редактор С. В. Анненков

Технический редактор Т. И. Трофимова

Корректор И. П. Кричникова

Информ. бланк № 3908  
Сдано в набор 29.09.79. Подп. в печать 6.02.80. БФ 06537.  
Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага типогр. № 2. Лит. гарн. Выс. печать.  
19,5 печ. л. 19,67 уч.-изд. л. Тираж 1500 экз. Изд. № 3819.  
Зак. № 908. Цена 1 р.

Головное издательство издательского объединения «Вища школа», 252054, Киев-54, ул. Гоголевская, 7.

Белэнерговская книжная фабрика республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Государственного комитета Украинской ССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, 256400, г. Белая Церковь, ул. Карла Маркса, 4.

В.И.Ангеленко, В.К.Дмитриев, А.Н.Перцев

# ЖЕЛЕЗНО- ДОРОЖНЫЙ ПУТЬ

## и станции промышленных предприятий

Допущено Министерством черной металлургии УССР  
в качестве учебника для учащихся техникумов  
промышленного железнодорожного транспорта

Киев  
Головное издательство  
издательского объединения «Вища школа»  
1980