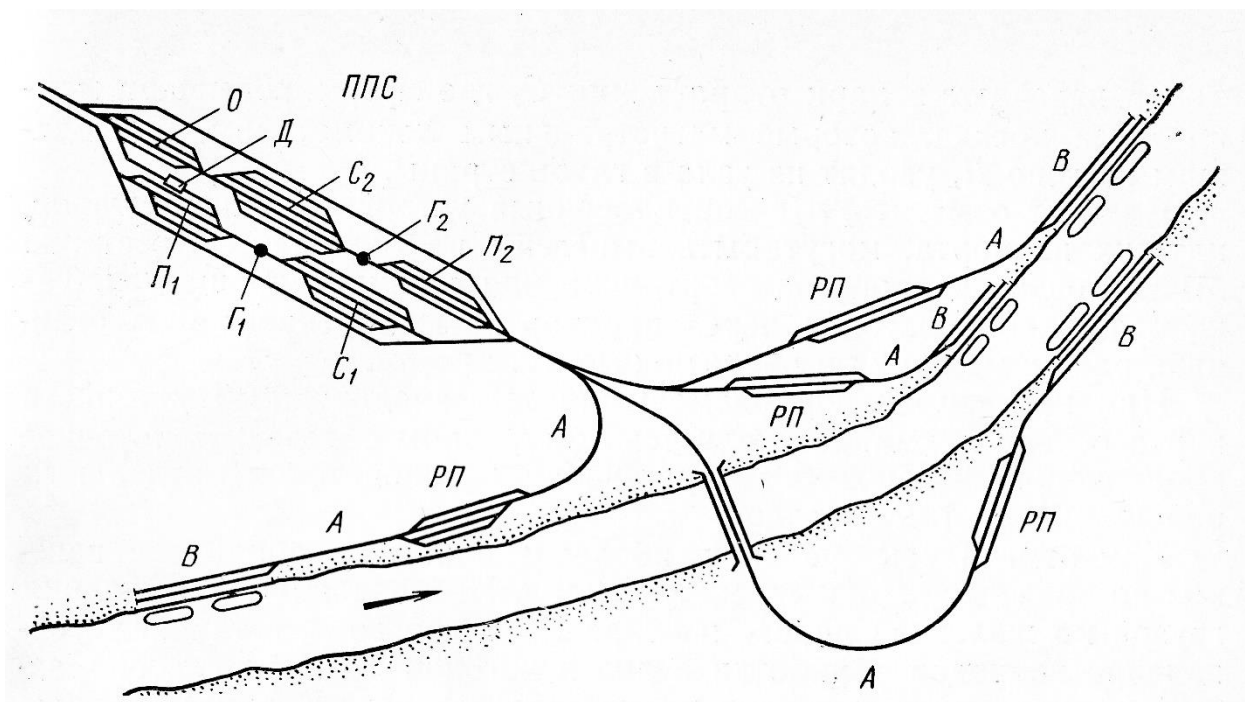


ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ПОРТА

Принципиальная схема общего состава железнодорожных устройств по обслуживанию портов



А – соединительные железнодорожные пути;

В – оперативные железнодорожные пути (ОП).

Железнодорожный комплекс включает:

- **предпортовую железнодорожную станцию (ППЖС)**, предназначенную для приема составов грузовых вагонов с магистральных путей (МП) в парк прибытия (П₁). Здесь магистральный тепловоз (электровоз) оставляет состав и следует в депо (Д) для осмотра и дальнейшей работы или ремонта.

Вагоны в железнодорожном составе расположены, как правило, по одному или группами с различными грузами. Исключения составляют целевые поезда, отправляемые из определенного пункта в адрес порта (например, поезда с углем, зерном, нефтью), но и в этих составах могут быть вагоны с различными сортами и марками этих грузов. Порт общего пользования требует,

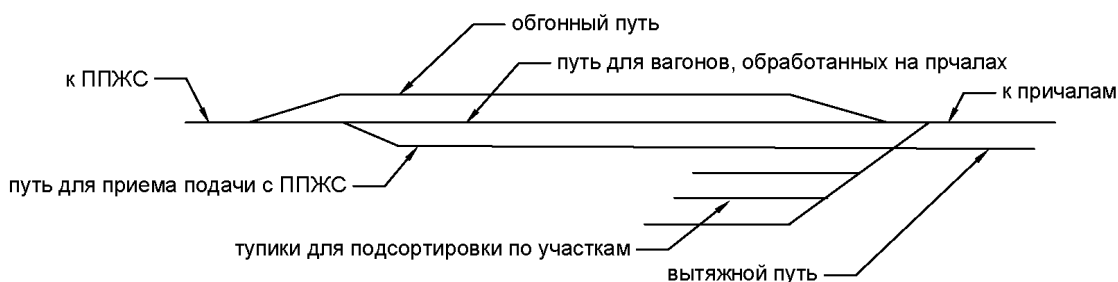
чтобы в каждый его район поступали вагоны только с определенным (или за определенным) видом груза.

Вагоны прибывшего в парк прибытия Π_1 грузового состава расцепляют и маневровый тепловоз проталкивает состав к сортировочной горке Γ_1 . Скатывающейся с горки вагон оператор направляет на тот путь сортировочного парка C_1 , где накапливаются вагоны с данным видом груза. Таким образом на ППЖС осуществляют подготовку прибывающих в порт с МП грузовых вагонов. Обработанные в порту вагоны следуют через ППЖС в последовательности: парк прибытия вагонов, загруженных (разгруженных) в порту Π_2 ; сортировочная горка Γ_2 , сортировочный парк C_2 – перегруппировка вагонов по направлениям отправления грузов; парк O – ожидания отправления сформированного грузового состава на МП в пункт назначения.

ППЖС обычно расположена за пределами территории порта на расстоянии до 5 км и более, в зависимости от местных условий;

• **районные парки (РП)** - предназначенные для обеспечения «подач» групп вагонов на оперативные (прикордонные и тыловые) железнодорожные пути под погрузку или разгрузку. Подача — это группа вагонов, которые одновременно можно установить вдоль причального фронта или вдоль склада. Районные железнодорожные парки размещают ближе к перегрузочным фронтам районов порта (обычно на расстоянии 0,5...1,0 км), на территории много-районных портов или вне территории порта, но близко к ней;

Схема районного парка



Длина оперативных путей должна быть равна:

$$L_n = B_n L_{\text{в}} + 40$$

B_n — число вагонов в подаче из сортировочной станции;
 $L_{\text{в}}$ — длина вагона, м.

• **оперативные железнодорожные пути (ОП)** – предназначенные для стоянки вагонов при их разгрузке или загрузке грузом. Это прикордонные и тыловые пути.

Соединительные железнодорожные пути связывают ППЖС с районными парками, а последние — с оперативными путями (причальными и складскими фронтами).

Расчет железнодорожных путей

1. Расчет прикордонных железнодорожных путей заключается в определении числа ниток железнодорожных путей, необходимых для обеспечения грузооборота по «прямому» варианту, а именно:

$$x_{\text{прик}} = \frac{(q_{\text{сут}})_p (1 - \alpha) \cdot l_{\text{ваг}}}{g_{\text{ваг}} \cdot k_{\text{исп}} \cdot C_{\text{П}} \cdot l_{\text{возм.уст.в}}} + 1_{\text{обг.путь}}$$

где $(q_{\text{сут}})_p \cdot (1 - \alpha)$ - расчетная масса груза, проходящая через порт по «прямому» варианту, в сутки, t ;

α - коэффициент складирования;

$l_{\text{ваг}}$ - длина вагона габаритная (по осям автосцепов), m ;

$g_{\text{ваг}}$ - грузоподъемность вагона, t ;

$k_{\text{исп}}$ - коэффициент использования грузоподъемности вагона;

$C_{\text{П}}$ - 3, 6, 9 – число подач вагонов из районного парка на прикордонные пути в сутки (кратна числу смен работы порта в сутки, но не более трех подач в смену);

$l_{\text{возм.уст.в}}$ - длина возможной установки вагонов вдоль причального фронта ($\approx 0,8L_{\text{прич.фр}}$);

$1_{обг.путь}$ - обгонный путь необходим для обеспечения независимой смены вагонов на каждом причале, если пути проходят через несколько причалов. В этом случае между причалами устраивают железнодорожные съезды.

2. Расчет тыловых железнодорожных путей заключается в определении числа железнодорожных ниток, необходимых, в отличие от прикордонных путей, для перегрузки груза, проходящего через склад:

$$x_{тыл} = \frac{(q_{сут})_p \cdot \alpha \cdot l_{ваг}}{g_{ваг} \cdot k_{исп} \cdot C_{П} \cdot l'_{возм.уст.в}} + 1_{обг.путь},$$

где: $C_{П}$ - 3, 6, 9 – число подач вагонов из районного парка на тыловые пути;

$l'_{возм.уст.в}$ - длина возможной установки вагонов вдоль складов ($\approx 0,8l_{скл}$).

Специальные пункты для обработки вагонов

В случаях специальных складов, размеры которых не привязаны к длине причального фронта применяют «интенсивную» обработку вагонов, обеспечивающую практически непрерывную перегрузку грузов.

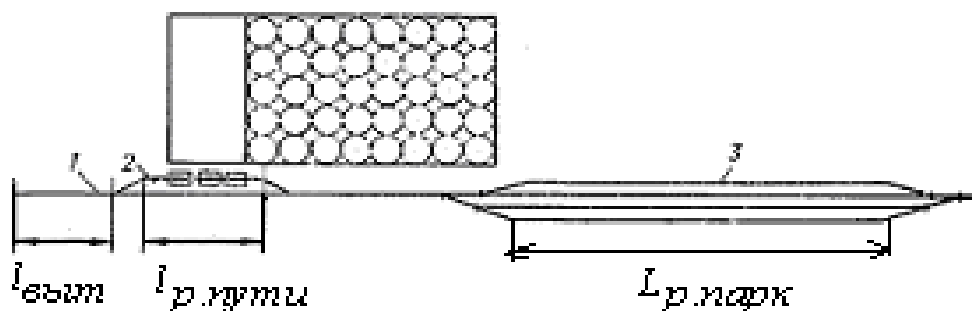


Схема железнодорожных путей

для «интенсивной» обработки вагонов по перегрузке зерна.

1 – вытяжной путь (вытяжка); 2 – рабочий путь; 3 – районный парк (РП).

Прибывшие с ППЖС в РП вагоны расцепляют на группы (по $x_{ваг}$ в каждой группе). Далее маневровый тепловоз подает первую группу вагонов на рабочий путь под погрузку (разгрузку).

Оставив вагоны, тепловоз выкатывается на вытяжку и по обгонному пути следует в РП за следующей группой вагонов. Зацепив, тепловоз тащит их за собой к рабочему пути. За время маневрирования тепловоза вагоны первой группы загружены (разгружены). Он проталкивает обработанные вагоны на вытяжку, оставляет новую группу вагонов на рабочем пути, сам выкатывается на вытяжку и направляется в РП на путь комплектации состава. Затем прицепив новую группу вагонов тепловоз тащит их на рабочий путь.

Цикл повторяется, обеспечивая практически непрерывную перегрузку груза.

Расчет железнодорожных путей заключается в определении числа железнодорожных ниток в районном парке, длины вытяжки ($l_{\text{выт}}$) и рабочего пути ($l_{\text{р.пути}}$).

Число путей в районном парке равно

$$x_{\text{р.парке}} = \frac{(q_{\text{сут}})_p \cdot \alpha \cdot l_{\text{ваг}}}{g_{\text{ваг}} \cdot k_{\text{исп}} \cdot C_{\text{Пр.парк}} \cdot L_{\text{р.парк}}} + 2$$

где $C_{\text{Пр.парк}}$ - число подач железнодорожных вагонов с ППЖС в районный парк (как правило до 3);

$L_{\text{р.парка}}$ - расчетная длина районного парка (обычно от 100 до 300 м);

Цифра 2 означает – один обгонный путь плюс путь для формирования состава.

Длина вытяжки равна длине рабочего пути:

$$l_{\text{выт}} = l_{\text{р.пути}} = x_{\text{ваг}} \cdot l_{\text{ваг}} + l_{\text{лок}},$$

где $l_{\text{лок}}$ - длина маневрового локомотива (≈ 20 м);

$x_{\text{ваг}}$ - группа (число) вагонов, которую необходимо одновременно ставить под погрузку (разгрузку) определяется по формуле:

$$x_{\text{ваг}} = n_{\text{ваг}} / \bar{n}_{\text{ваг}},$$

где $n_{ваг}$ - число вагонов, которое порт должен загрузить (или разгрузить) в сутки;

—
 $n_{ваг}$ - число вагонов, которое за сутки сможет загрузить (разгрузить) одна перегрузочная машина (перегрузочный пункт);

$$n_{ваг} = \frac{(q_{сум})_p \cdot \alpha}{g_{ваг} \cdot k_{исп}}$$
$$n_{ваг} = \frac{t_{p.n}}{t_{погр(разгр)} + t_{всп}}$$

где $t_{p.n}$ - время работы порта в сутки, ч;

$t_{погр(разгр)}$ - время погрузки (разгрузки) груза, ч;

$t_{всп}$ - время на вспомогательные операции, связанные с погрузкой (или разгрузкой) груза: снятие пломбы, открытие люков, раскрепление вагона, открытие дверей, установка вибраторов и т.п.);

$$t_{погр(разгр)} + t_{всп} \approx (0,2 \dots 0,5) \text{ ч.}$$

Расчет соединительных железнодорожных путей

Соединительные пути могут быть однопутными и двухпутными. Для однопутного соединительного пути, если протяжение его превышает 0,5 км, пропускная способность определяется, как для обычного перегона между двумя станциями, числом пар поездов в сутки из выражения:

$$n_{пар} = \frac{24 \cdot 60}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

где t_1 - время хода нечетного поезда по перегону, мин;

t_2 - время хода четного поезда по перегону, мин;

t_3, t_4 - интервал между прибытием на станцию поезда одного направления и отправлением на тот же перегон поезда другого направления (4 -10 мин);

$$t_1 = t_2 = 4 + \frac{l_{\text{соед}} \cdot 60}{v}$$

где 4 – время на разгон и замедление, мин;

v - скорость движения, 10-15 км/ч.

Число пар поездов $n_{\text{нар}}$ сравниваем с числом составов, которые необходимо пропустить по соединительному пути. Расчет выполняется приближенно исходя из тягового усилия F маневрового локомотива.

Сопротивление движению состава будет равно

$$W = (Q_{\text{сост}} + P)(w_o + w_i + w_R),$$

где $Q_{\text{сост}}$ - масса состава, т;

P — масса локомотива в рабочем состоянии, т;

w_o — основное удельное сопротивление движению, равное около 30 Н/т;

w_i — дополнительное удельное сопротивление при движении на уклоне, равное $\pm 10000i$, Н/т;

w_r — дополнительное удельное сопротивление при движении по кривой радиуса R ,

равное $7000/R$ Н/т.

Приравнявая W тяговому усилию F , определяем предельную массу состава:

$$Q_{\text{сост}} = \frac{F}{w_o + w_i + w_R} - P.$$

Число вагонов в составе будет равно:

$$n_{\text{ваг}} = \frac{Q}{m_{\text{ваг}} + g_{\text{ваг}} k_{\text{исп}}}$$

Число составов:

$$N = \frac{B}{n_{\text{ваг}}}$$

Число соединительных путей:

$$A = \frac{N}{n_{\text{нар}}}$$

с округлением в большую сторону.

Конструкция железнодорожного полотна

Железнодорожные пути, обслуживающие порт подразделяются на подъездные и внутрипортовые.

Подъездные пути соединяют порт с предпортовой сортировочной станцией или с ближайшей железнодорожной станцией и другими промышленными объектами.

К внутрипортовым путям относятся все пути, находящиеся на территории порта.

Железнодорожный путь в общем случае состоит из земляного полотна и верхнего строения, состоящего из балласта, шпал и рельс.

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

Верхнее строение пути включает:

- балластный слой,
- шпалы,
- рельсы и рельсовые скрепления,
- противоугоны,
- стрелочные переводы,
- мостовые и переводные брусья.

Рельсы, соединенные со шпалами, образуют рельсошпальную (путевую) решетку.

Шпалы заглубляются в балластный слой, укладываемый на основную площадку земляного полотна.

К земляному полотну железной дороги предъявляются следующие требования:

- быть прочным, устойчивым, надежным и долговечным;
- все поверхности земляного полотна, устройства в полосе отвода должны быть спланированы и защищены так, чтобы нигде не

застаивалась атмосферная вода, был обеспечен максимальный ее отток в сторону, текущая вода не должна размывать откосы и основание;

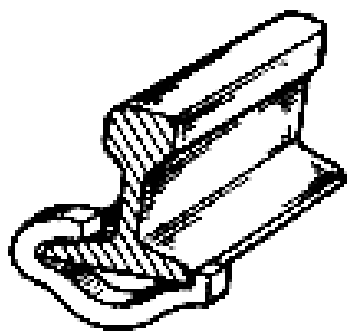
- конструкция земляного полотна должна обеспечивать минимальные расходы на ее сооружение и эксплуатацию.

Назначение балластного слоя:

- восприятие давления от шпал и равномерное распределение его на основную площадку земляного полотна,
- обеспечение устойчивости шпал под воздействием вертикальных и горизонтальных сил,
- обеспечение упругости подрельсового основания и возможности выправки рельсошпальной решетки в плане и профиле,
- отвод от нее поверхностных вод.

Материал для балласта должен быть прочным, упругим, устойчивым под нагрузкой и атмосферными воздействиями, дешевым. Он не должен дробиться при уплотнении, пылить при проходе поездов, раздуваться ветром, размываться дождями, прорастать травой.

Для справки: Противоугол — это пружинная скоба, которая устанавливается на подошву рельса и упирается в шпалу, препятствуя движению рельсов по шпалам. Противоугоны устанавливаются симметрично, на обеих нитках пути, а их количество на каждом участке рассчитывается согласно проекту.



Назначение верхнего строения — передача давления на земляное полотно, упругое поглощение динамических воздействий и обеспечение постоянства рельсовой колеи.

Назначение балласта - сопротивляться продольному и поперечному смещению шпал и способствовать удалению атмосферных вод с поверхности пути.

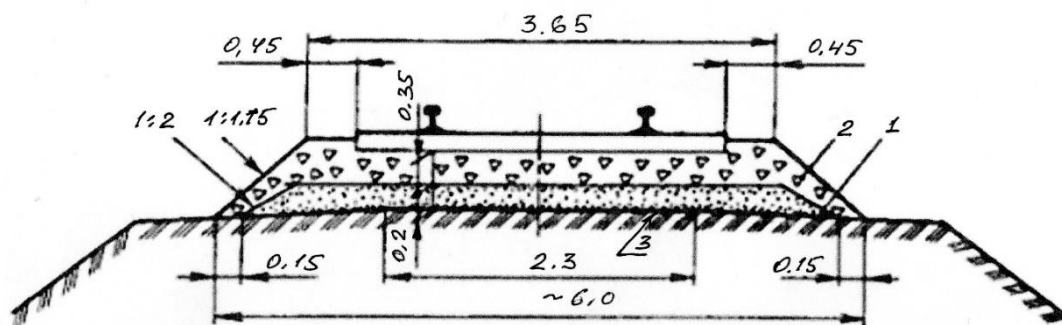
В качестве балласта применяется щебень, гравий и песок. Толщина балластного слоя, а также расстояния между шпалами должны быть такими, чтобы давление на земляное полотно не превышало величины, обеспечивающей его упругую осадку, исчезающую после снятия нагрузки.

Поперечный профиль земляного полотна может иметь самое различное очертание. Поперечный уклон земляного полотна составляет около 0,04. Ширина земляного полотна зависит от числа путей и ряда других факторов.

Поперечный профиль железнодорожного полотна

Железнодорожные пути, обслуживающие порт, подразделяются на подъездные и внутрипортовые. Подъездные пути соединяют порт с предпортовой сортировочной станцией, железнодорожной станцией или с промышленными объектами.

К внутрипортовым путям относятся все станционные, соединительные, погрузочно-разгрузочные и другие пути на территории порта.



Верхняя часть земляного полотна, на которую укладываются балласт, шпалы, рельсы, называется основной площадкой.

На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции шириной поверху 2,3 м и высотой 0,15 м.

На двухпутных - форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м.

На железнодорожных путях укладывают деревянные и железобетонные шпалы. Стандартные деревянные или железобетонные шпалы укладывают в количестве 1840 шт. (на 1 км пути) на прямых и 2000 шт. на кривых участках (эпюра шпал). Стандартная длина деревянных шпал 2750 мм.

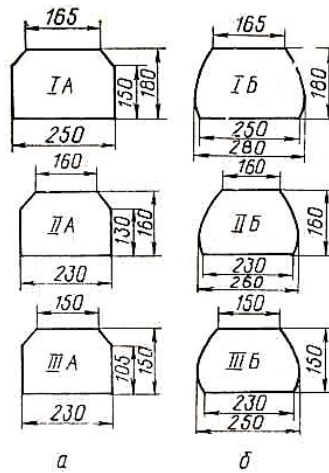


Рис. 1. Стандартные типы деревянных шпал:
а — обрезные; б — необрезные

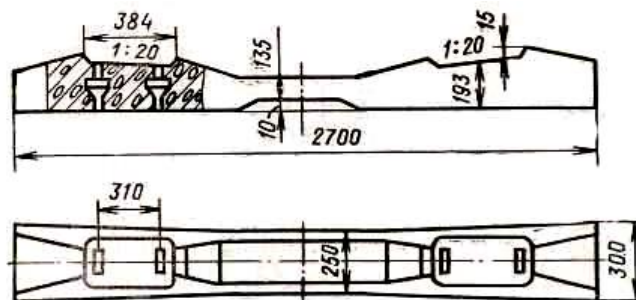
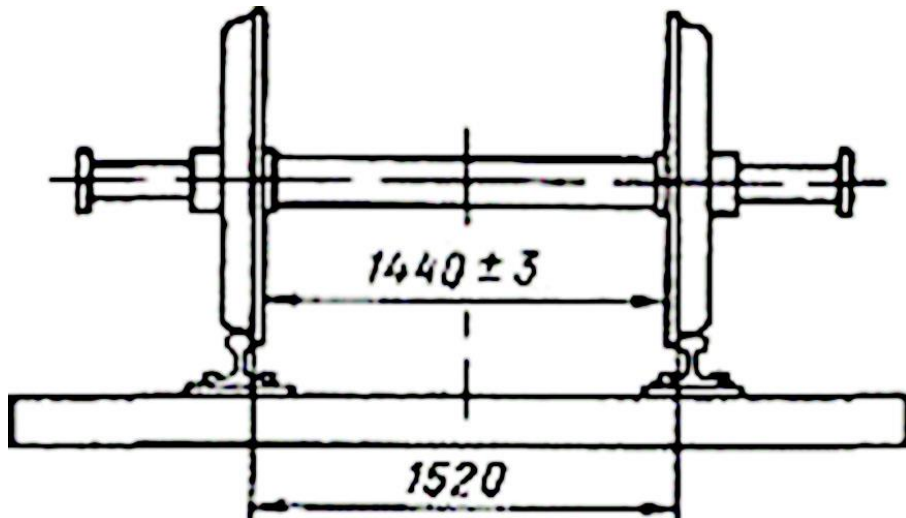
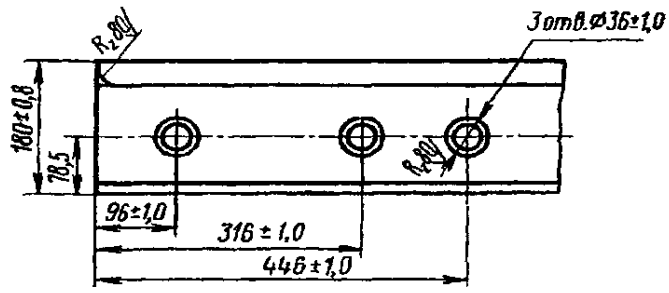
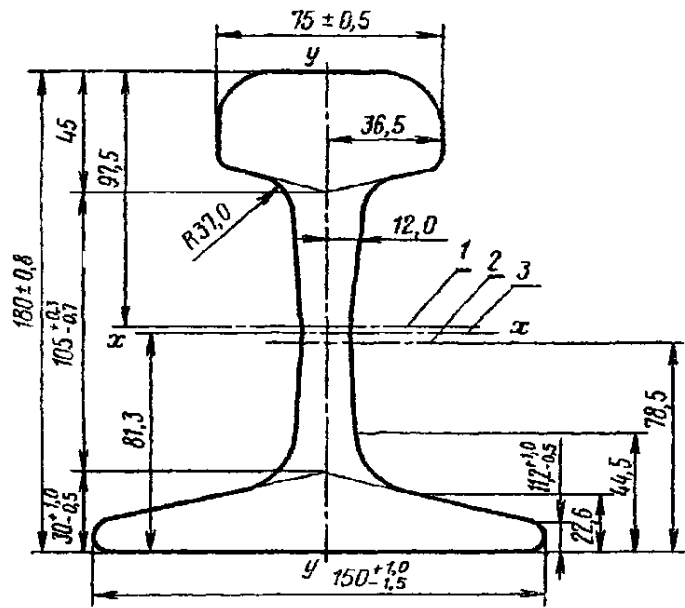
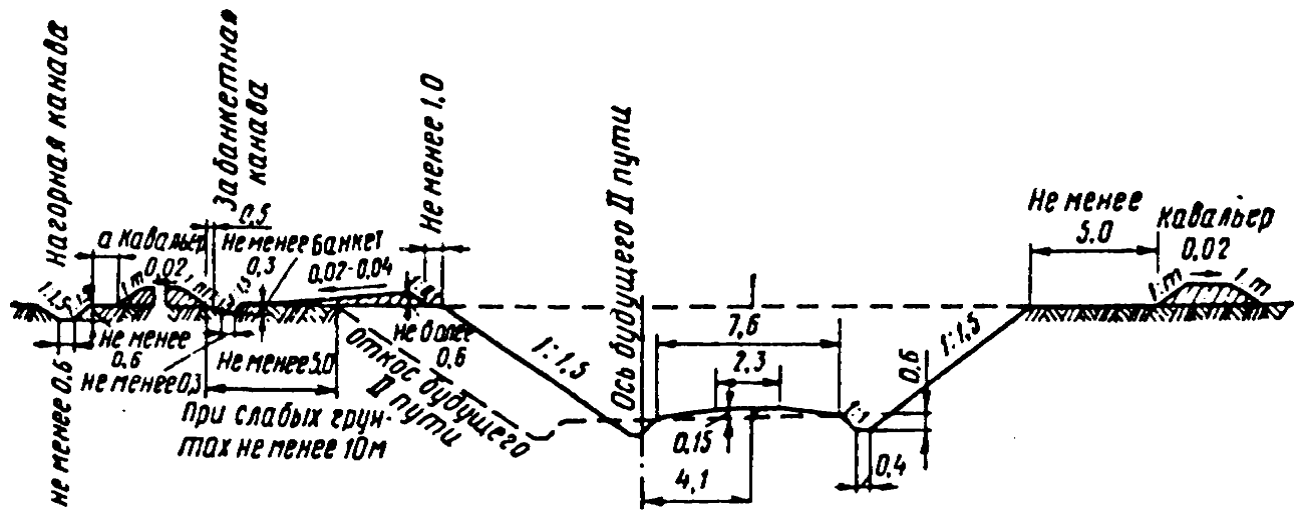


Рис. 3. Предварительно напряженная струнбетонная шпала типа С-56-2



Величины отклонений от номинальных размеров ширины колеи, не требующие устранения, на прямых и кривых участках железнодорожного пути не должны превышать по сужению -4 мм, по уширению +8 мм.



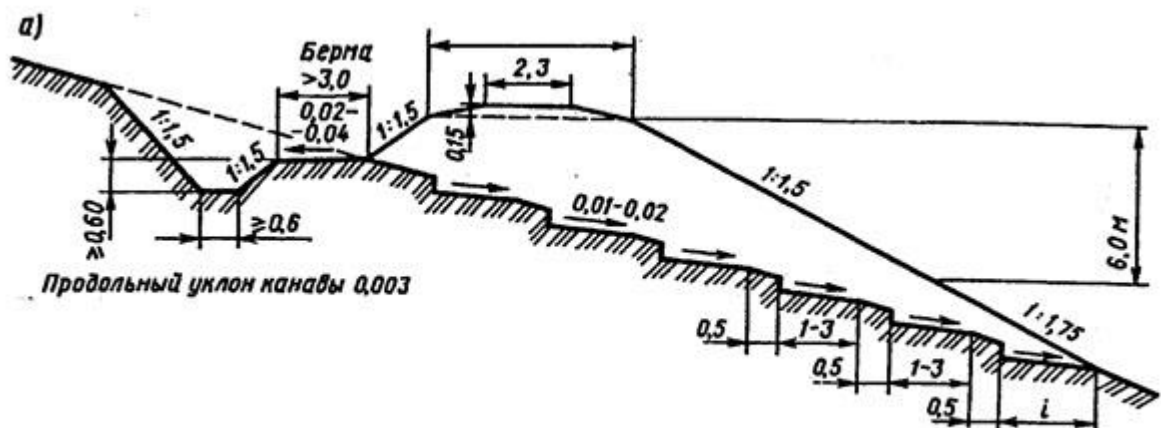
Выемка глубиной до 12 м с шириной основной площадки 7,6 м при поперечном уклоне местности не круче 1:3

При устройстве железнодорожного пути на насыпи грунт для нее часто берут из резервов - траншей, расположенных по бокам насыпи.

Откосы насыпи принимают с уклоном 1 : 1,5.

При высоте насыпи более 6 м уклон откоса нижней части уменьшают до 1:1,75. Такие же откосы принимают при расположении дороги в выемке.

Для защиты земляного полотна от воды устраивают специальные кюветы по бокам полотна и нагорные канавы. Грунт не используемый для насыпей остается в виде кавальеров по бокам выемки.



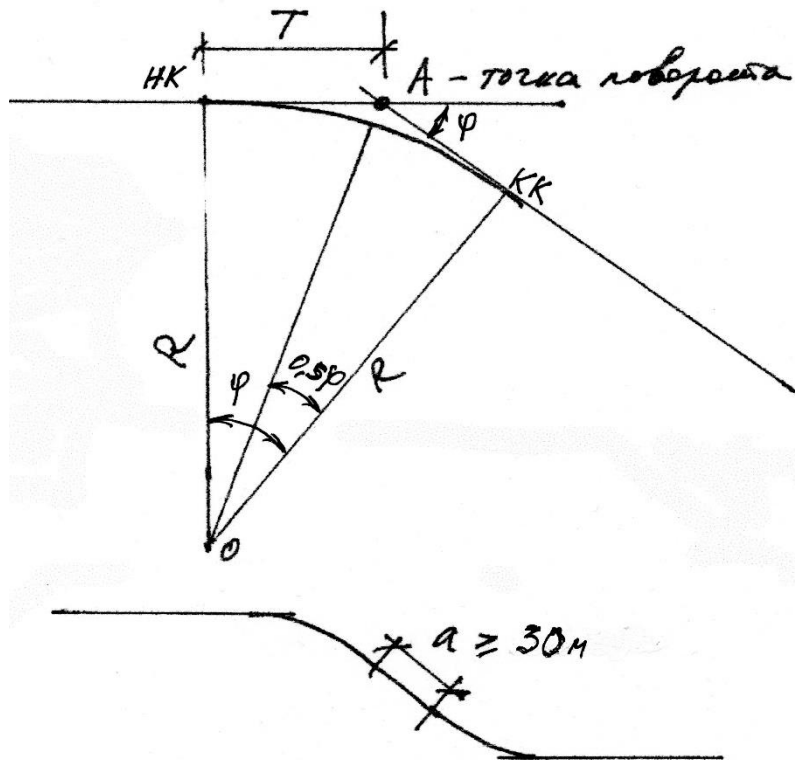
План и продольный профиль железной дороги

В плане железнодорожный путь состоит из прямолинейных участков, сопрягаемых круговыми кривыми.

Основные параметры кривой: угол поворота φ , зависящий от условий местности, радиус R , обусловленный категорией линии, длина кривой K и тангенс T - расстояние от начала и конца кривой до вершины угла поворота.

На подъездных путях рекомендуется минимальный радиус кривой 200 м. Для плавности перехода с прямой на кривую круговые кривые сопрягают с прямыми участками посредством переходных кривых.

Прямые вставки принимают величиной от 30 до 150 м в зависимости от категории линии и направления кривых



СП 119.13330.2017 "ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ КОЛЕИ 1520 мм"

4.4 Кривые участки пути вновь строящихся железнодорожных линий следует принимать равными 4000, 3000, 2500, 2000, 1800, 1500, 1200, 1000, 800, 700, 600, 500, 400, 350, 300, 250, 200, 180 м.

Кривые радиусом менее 300 м на главных путях новых железнодорожных линий и подъездных путях допускается применять при соответствующем технико-

экономическом обосновании с учетом максимально допустимой для конкретного участка трассы скорости.

Прямые и кривые участки пути, а также смежные круговые кривые различных радиусов следует сопрягать посредством переходных кривых длиной, назначаемой по расчету с учетом обеспечения безопасности и комфортности движения, определяемых необходимым возвышением наружного рельса для поездов, движущихся с расчетной скоростью на данном участке, и допускаемым значением непогашенного ускорения.

Радиус кривых при проектировании дополнительных главных путей устанавливают в зависимости от намечаемых скоростей движения пассажирских и грузовых поездов и радиусов кривых существующего железнодорожного пути. Целесообразность переустройства существующих кривых, ограничивающих допустимые максимальные скорости движения для линии соответствующей категории, должна быть технико-экономически обоснована.

Радиусы кривых на станционных путях устанавливают не менее 200 м. В обоснованных случаях допускается уменьшение радиусов до 180 м, а на крайних пучках сортировочных горок и подъездных путях со скоростями движения не более 20 км/ч - до 140 м.

ТРАССИРОВАНИЕ Ж/Д ПУТИ НА ПОДХОДАХ К ПОРТУ

Наибольший допускаемый уклон на подходных путях равен 30‰.

$$i_{пред} \leq 0,03$$

Трассирование железной дороги на подходах ведется таким образом, чтобы обеспечить минимум приведенных затрат по ее строительству и эксплуатации. Выбираемый при этом руководящий уклон должен быть менее предельного.

Действительный уклон в сумме с фиктивным не должен превышать руководящего.

$$i_d + i_f \leq i_{рук} \ll i_{пред}$$

(фиктивный уклон определяется по эквивалентному сопротивлению при прохождении кривой)

Руководящий уклон – это наибольший уклон неограниченного протяжения, при движении по которому на подъем грузового поезда расчетной массы с принятым на данной линии типом локомотива устанавливается скорость поезда равная расчетной для данного типа локомотива.

На отечественной железной дороге приняты следующие значения руководящего уклона: на новых скоростных линиях не более 0,02, на особогрузонапряжённых — 0,009, I категории — 0,012, II категории — 0,015, III категории — 0,02, IV категории — 0,03

Железнодорожные пути на территории порта часто выполняют с заглубленным балластом.

Для отвода атмосферных вод предусматривают дренаж в виде траншеи, заполненной щебнем или гравием. По дну траншеи укладывают перфорированные асбоцементные трубы диаметром 100-200 мм. Дренажу придают продольный уклон не менее 0,005, а для его осмотра и очистки через 50—75 м делают смотровые колодцы.

На железнодорожных путях, за исключением причалов минерально-строительных грузов, должно быть обязательно твердое покрытие, головки рельсов железнодорожных путей должны быть на уровне покрытия территории

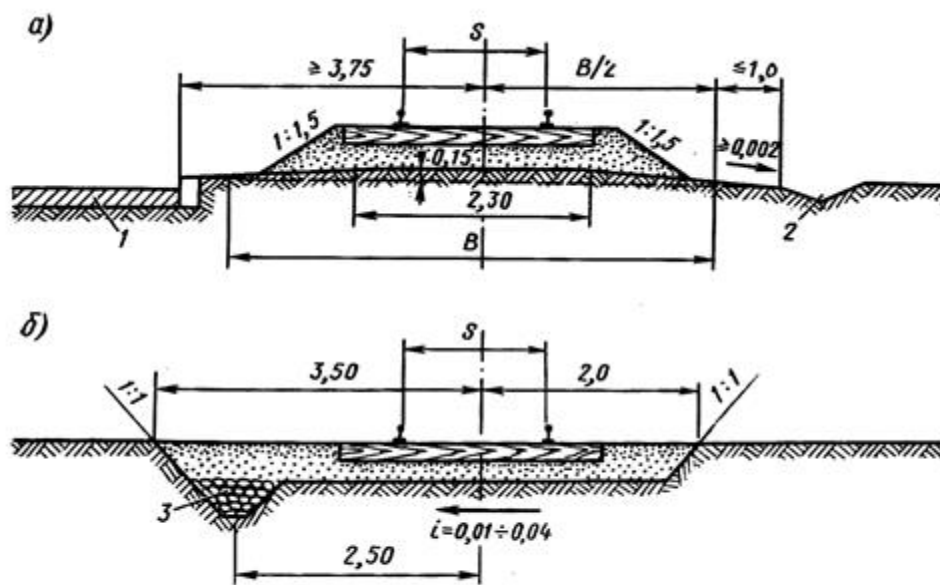
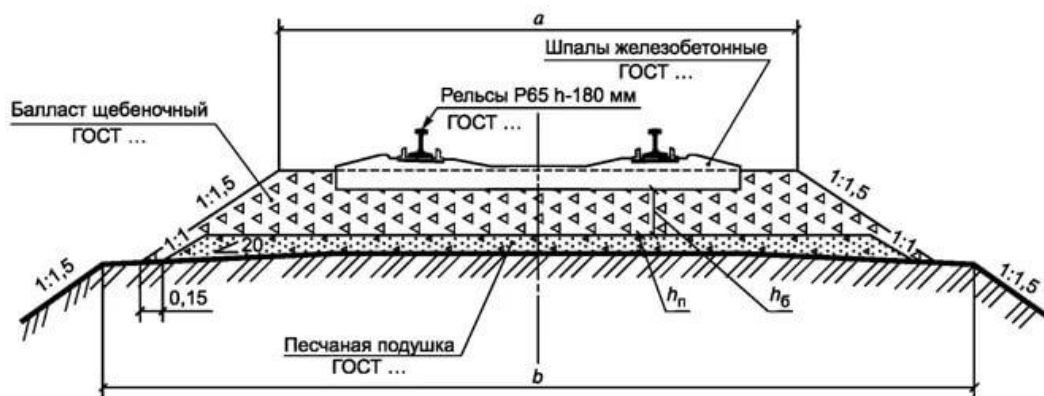


Рис.8.13. Поперечные профили железнодорожного полотна на территории порта: а — в нулевых отметках; б — с заглубленным балластом; 1 — дорога; 2 — лоток или кювет; 3 — дренаж



Поперечный профиль ж/д магистрали

СТЕЛОЧНЫЕ ПЕРЕВОДЫ

Схема одиночного стрелочного перевода

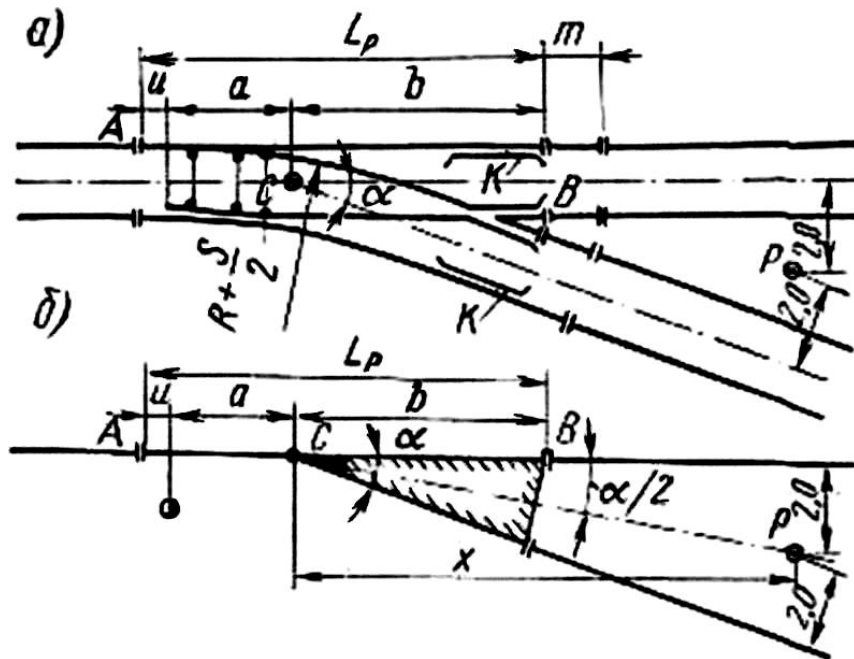
На внутрипортовых путях применяют наиболее простые и надежные одиночные стрелочные переводы.

Основная характеристика стрелочного перевода – марка крестовины М.

$$M = 2 \operatorname{tg}(\alpha/2)$$

Крестовины: 1/4,5; 1/6; 1/7; 1/9; 1/11; 1/18; 1/22.

Чем меньше марка крестовины, тем длиннее стрелочный перевод, и наоборот.



рот.

На внутрипортовых путях обычно применяют марки 1/9, а в стесненных условиях – 1/7.

а — изображение колеи двумя нитками;

б — изображение колеи ее осью при масштабе 1:1000 и менее;

С — центр перевода;

А — начало рамного рельса;

u — расстояние от стыка рамного рельса до начала остряков;

a — расстояние от конца остряков до центра стрелочного перевода;

б — расстояние от центра перевода до конца крестовины;

м — прямая вставка для приведения длины стрелочного перевода в соответствие с длиной рельсовых звеньев

В — конец крестовины;

α — угол крестовины;

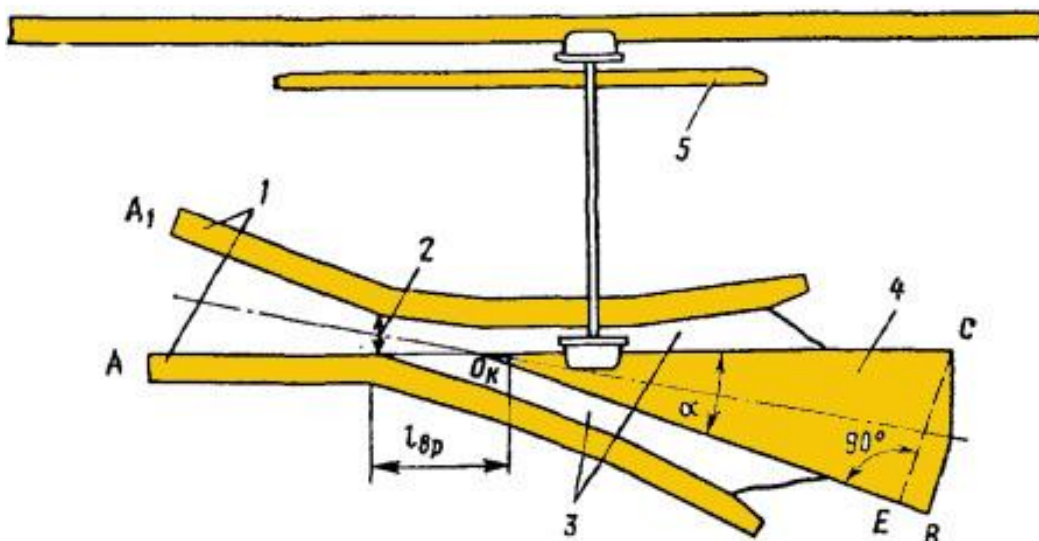
R — радиус переводной кривой;

S — ширина рельсовой колеи;

P — предельный столбик;

L_p — полная длина стрелочного перевода;

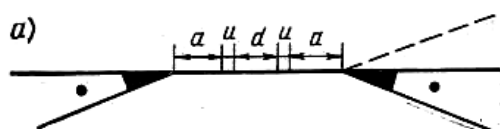
K - контррельс



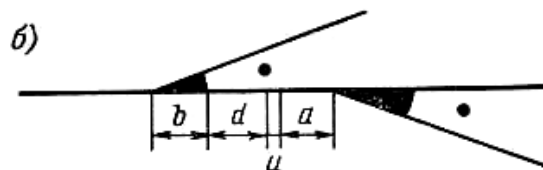
1 – усовики; 2 – горло; 3 – желоба; 4 – сердечник; 5 – контррельс

Сочетание стрелочных переводов

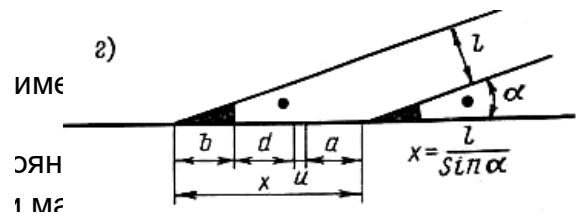
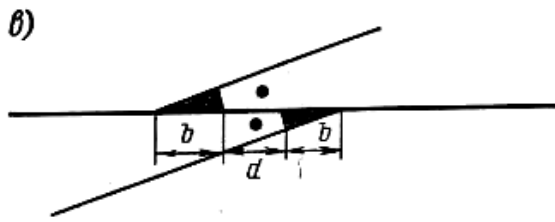
Встречные стрелки на главных приемо-отправочных и соединительных путях Между стыками рамных рельсов делается прямая вставка d длиной 6,25 м (так называемая «рубка» рельса). На остальных путях допускается укладка встречных переводов без прямой вставки.



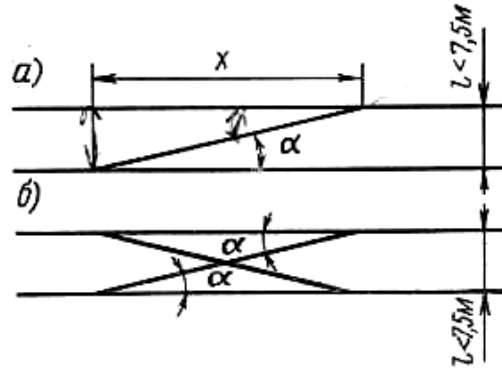
Попутные стрелки. $d = 4,5$ м. В стесненных условиях применяют укороченные рамные рельсы, благодаря чему несколько сокращается величина a , хотя и при этом расстояние между центрами стрелочных переводов остается не менее 25 м (при $M = 1/9$).



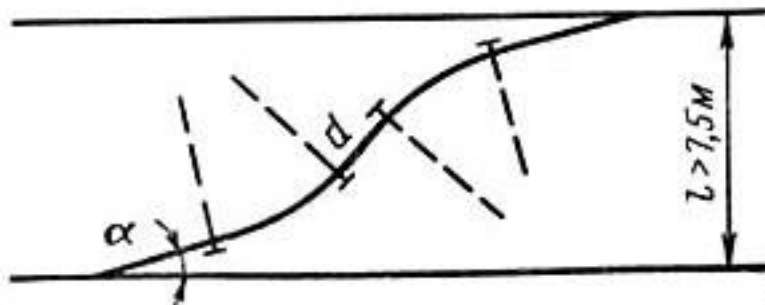
При укладке обратных стрелок или при параллельных ответвлениях путей размер прямой вставки между стрелочными переводами зависит от расстояния между осями параллельных путей l .



VI.

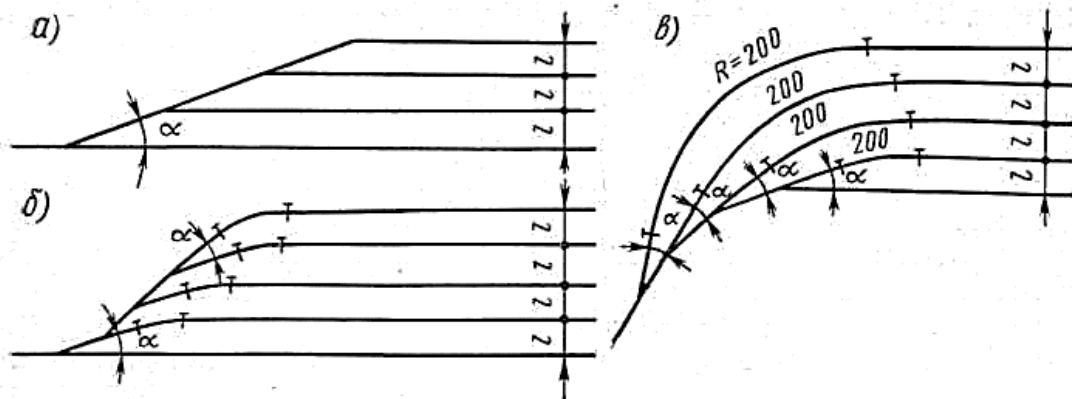


Если расстояние между параллельными путями превышает 7,5 м, то обычно делают сокращенный съезд. Схема такого съезда включает в себя две кривые, разделенные прямолинейной вставкой.



Так же, как и простые, сокращенные съезды могут делаться перекрестными. В последнем случае в центре съезда получается глухое пересечение путей. Глухих пересечений путей за пределами съездов следует по возможности избегать.

Стрелочные улицы



а – нормальная; б – сокращенная; в - веерная