

Значение пути в работе железных дорог, его основные элементы

Железнодорожный путь – это комплекс инженерных сооружений, предназначенный для пропуска по нему поездов с установленной скоростью.

К путевому хозяйству железнодорожного транспорта относятся путь, его сооружения и устройства, комплекс производственных подразделений и хозяйственных предприятий, предназначенных для обеспечения бесперебойной работы железнодорожного пути и проведения его планово-предупредительного ремонта.

Путевое хозяйство – одна из наиболее важных отраслей железнодорожного транспорта, от которой в значительной мере зависит выполнение перевозочного процесса.

Удельный вес путевого хозяйства в системе железнодорожного транспорта весьма значителен: на его долю приходится более 50 % всех основных средств железных дорог и свыше 20 % общей численности работников.

Верхнее строение пути

По функциональному назначению конструкция железнодорожного пути разделяется на

- верхнее строение пути;
- земляное полотно, его водоотводные, противодеформационные, защитные и укрепительные сооружения, расположенные в полосе отвода;
- искусственные сооружения.

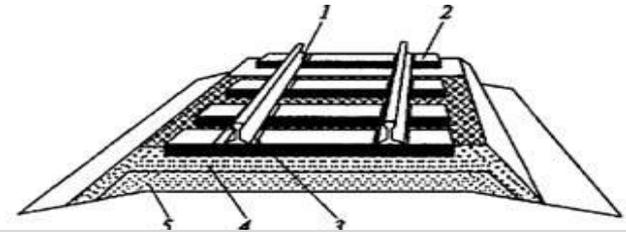
Значение пути в работе железных дорог, его основные элементы

Железнодорожный путь

Нижнее строение пути

включает в себя земляное полотно (насыпи, выемки, полунасыпи, полувыемки, полунасыпи-полувыемки) и искусственные сооружения (мосты, тоннели, трубы, подпорные стены и др.)

Верхнее строение пути



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

Согласно Правилам технической эксплуатации (ПТЭ) все элементы железнодорожного пути (земляное полотно, верхнее строение и искусственные сооружения) по прочности, устойчивости и техническому состоянию **должны обеспечивать безопасное и плавное движение пассажирских и грузовых поездов со скоростями, установленными на данном участке.**

Требования к конструкции верхнего строения пути

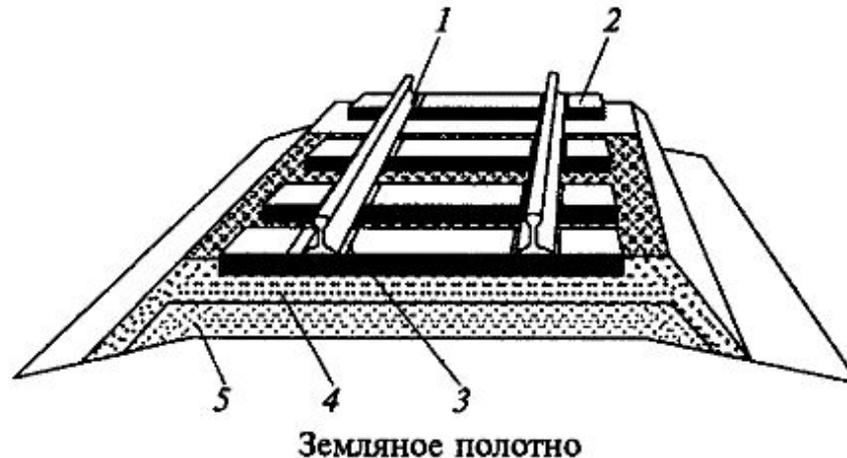
Конструкция верхнего строения пути должна обеспечивать:

- 1) равномерное распределение на земляное полотно и искусственные сооружения нагрузки от железнодорожного подвижного состава;
- 2) стабильность геометрических параметров рельсовой колеи,
- 3) прочность и надежность всех составных элементов, а также устойчивость рельсошпальной решетки от сдвига в горизонтальной и вертикальной плоскостях под воздействием внешних и внутренних сил.

Верхнее строение пути

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

Верхнее строение пути представляет собой комплексную конструкцию, включающую в себя балластный слой, шпалы, рельсы, рельсовые скрепления, противоугоны, стрелочные переводы, глухие пересечения, мостовые и переводные брусья.



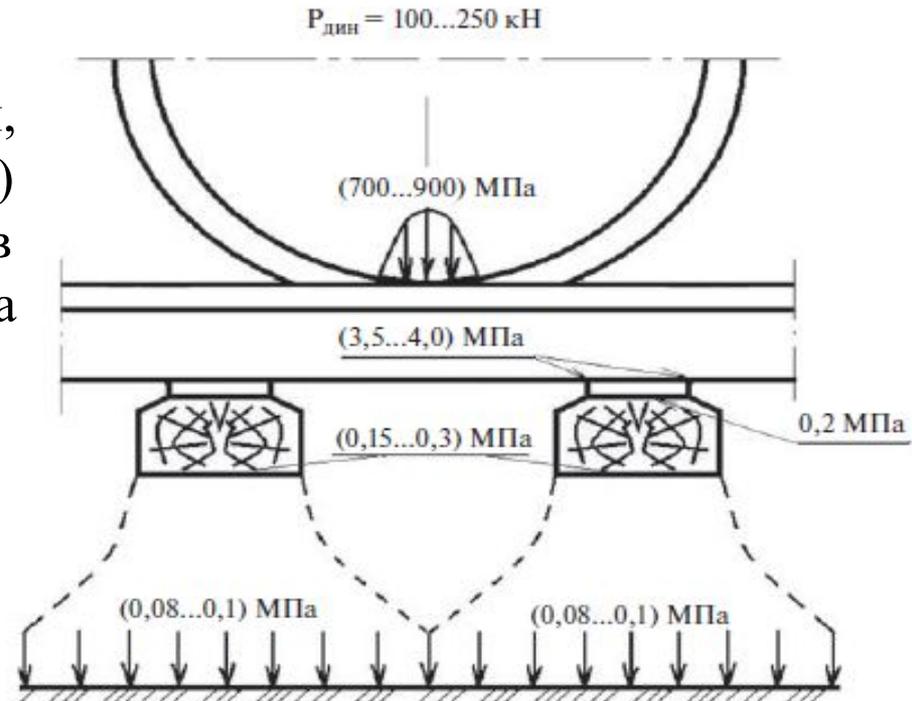
Элементы верхнего строения пути:

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

Верхнее строение пути

Рельсы непосредственно воспринимают нагрузку от подвижного состава, которая через шпалы и балластный слой передается на земляное полотно. Толщина балластного слоя и расстояние между шпалами должны быть такими, чтобы давление на земляное полотно не превышало величины, обеспечивающей его упругую осадку, исчезающую после снятия нагрузки

Рельсы, соединенные со шпалами, образуют рельсошпальную (путевую) решетку. При этом шпалы заглубляются в балластный слой, укладываемый на основную площадку земляного полотна



Распределение напряжений между элементами ВСП

Верхнее строение пути

Назначением балластного слоя:

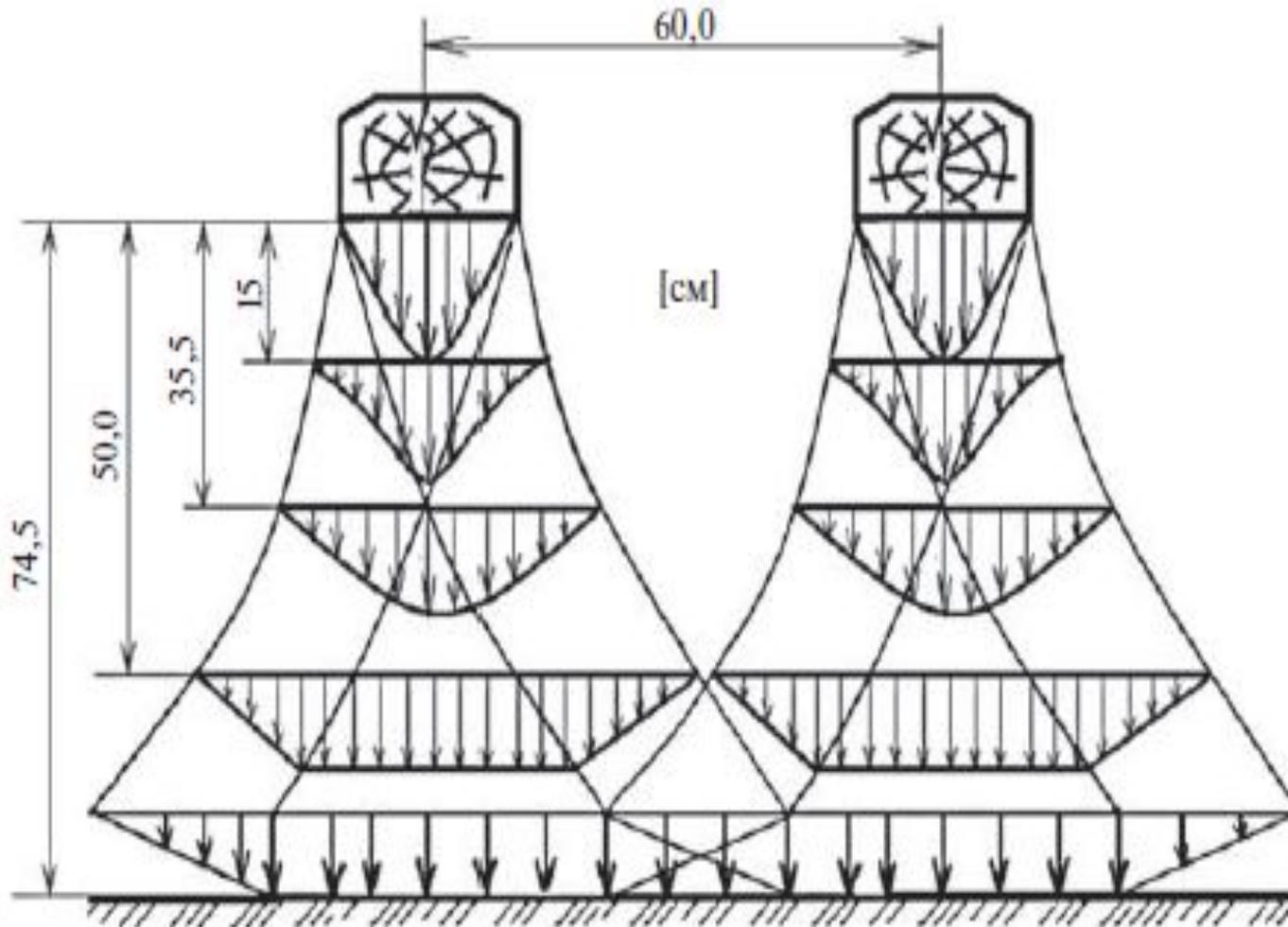
- ✓ восприятие давления от шпал и равномерное распределение его по основной площадке земляного полотна;
- ✓ обеспечение устойчивости шпал, находящихся под воздействием вертикальных и горизонтальных сил, упругости подрельсового основания и возможности выравнивания рельсошпальной решетки в плане и профиле;
- ✓ отвод от нее поверхностных вод.

В качестве балласта используют сыпучие, хорошо дренирующие упругие материалы: щебень, гравий, песок, ракушечник.

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

Верхнее строение пути

Балластный слой укладывают в виде призмы, которая имеет откосы крутизной, 1:1,5. Ширина ее верхней части устанавливается техническими условиями.



Размеры балластной призмы должны обеспечивать устойчивость рельсошпальной решетки и напряжения на поверхности земляного полотна не выше допустимых

Требования к балластной призме

Балластная призма должна содержаться в соответствии с типовыми поперечными профилями.

Номинальные размеры балластной призмы в зависимости от класса пути, см

Класс пути	Толщина слоя балласта в подрельсовой зоне без учета песчаной подушки	Ширина плеча призмы
1С, 2С	40	45
1 и 2	40	45
3	40	40
4	30	40
5	20	40

Под слоем щебня нормируемой толщины могут находиться песчаная подушка толщиной 20 см, слой песчано-гравийной смеси или щебня фракций 5-25 мм. Вместо подушки также может быть уложен защитный разделительный слой из геотекстиля и геосинтетического материала.

*

Конструкция бесстыкового пути

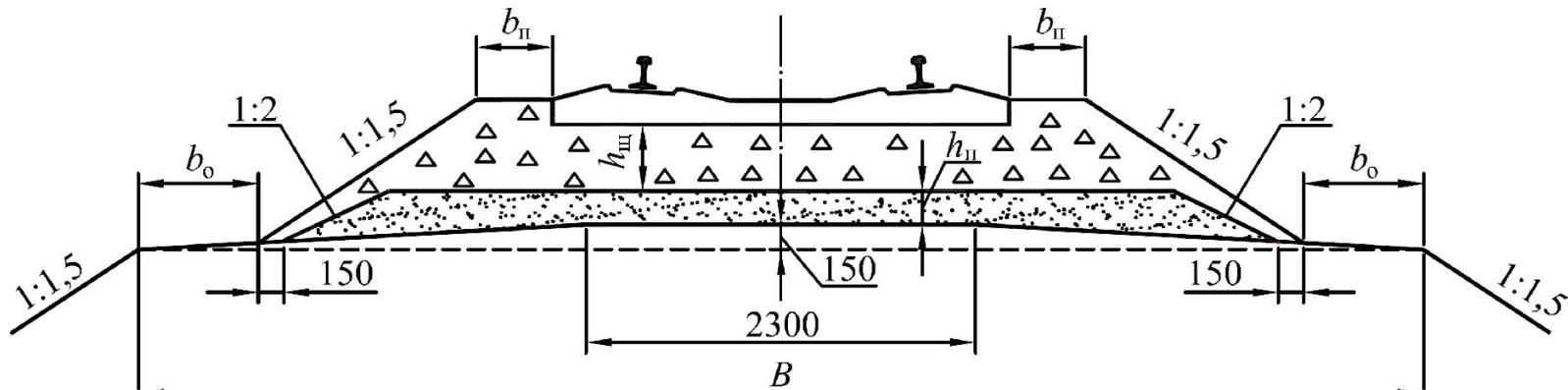
Балластный слой

Характеристика пути	Обозначение специализации линий	Вид балласта	Толщина слоя балласта, см	Ширина плеча балластной призмы, см	
Путь скоростной подгруппы С1	С	ГОСТ 7392-2014 Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия	Не менее 35/40	40/45	
Путь особогрузонапряженный, $\Gamma > 80$ млн.т.км бр./км в год	О				
Путь скоростной подгруппы С2	С				
Путь 1 и 2 классов	П или Г			-/40	-/45
Путь с тяжеловесным движением	Т				
Путь 3 класса					
Путь 4 класса					
Путь 5 класса	Г	Все виды щебня твердых пород фракций 25-60 мм	20/20	20/40	
Пути малодетальные	М				

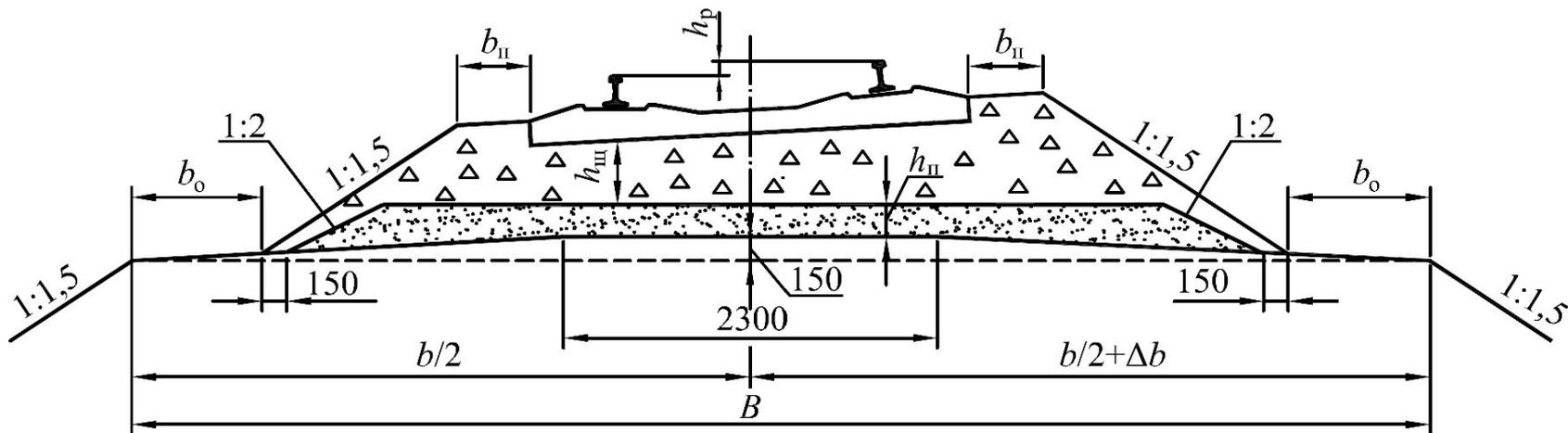
*

Поперечные профили типовой двухслойной балластной призмы

а)



б)



h_p – возвышение наружного рельса; $b_п$ – плечо балластной призмы;
 $b_о$ – ширина обочины земляного полотна

Поперечный профиль двухслойной балластной призмы на однопутном участке: а – в прямой; б – в кривой

Поперечные профили типовой двухслойной балластной призмы

а)

б)

Поперечный профиль двухслойной балластной призмы на двухпутном участке: а – в прямой; б– в кривой

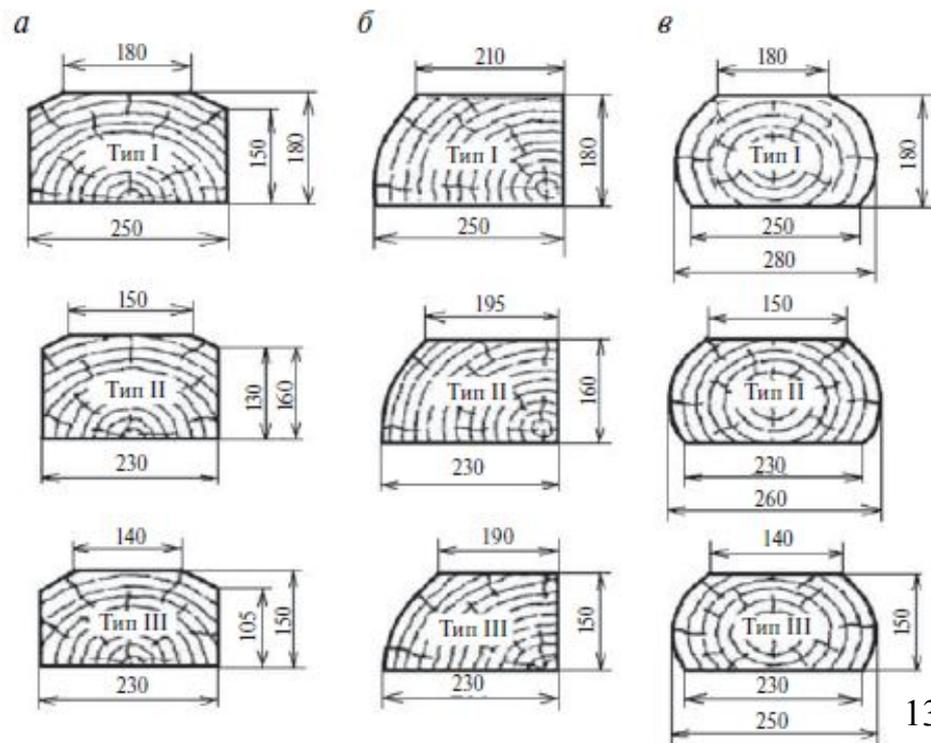
Верхнее строение пути

Шпалы являются основным видом подрельсовых оснований и служат для восприятия давления от рельсов и передачи его на балластный слой.

Шпалы должны быть прочными, упругими и обладать достаточным сопротивлением электрическому току. Материалом для шпал служит дерево (сосна, ель, пихта, лиственница, кедр, бук, береза), железобетон и металл.

По форме поперечного сечения деревянные шпалы делятся на обрезные, полуобрезные и необрезные.

Порядок расположения шпал по длине рельсового звена называют эapurой шпал. На железных дорогах России применяют четыре эапуры, соответствующие укладке 1440, 1600, 1840 и 2000 шпал на 1 км пути



Верхнее строение пути

В зависимости от назначения деревянные шпалы изготавливают трех типов:

Тип I - для главных путей первого и второго классов магистральных железных дорог, и для путей 3 класса при грузонапряженности более 50 млн. т-км брутто /км или скорости движения более 100 км/ч;

Тип II – для главных путей 3 и 4 классов, станционных и подъездных путей с интенсивной работой;

Тип III – для любых путей 5 класса, в том числе станционных малодеятельных подъездных и прочих путей.

Тип шпалы	Толщина h	Высота пропиленных боковых сторон h_1	Ширина			
			Верхней части		Нижней части b_1	Средней части b_2
			b	b'		
I	180	150	180	210	250	280
II	160	130	150	195	230	260
III	150	105	140	190	230	250

Подрельсовое основание

В настоящее время применяются и укладываются при ремонтах железнодорожного пути железобетонные шпалы

Их достоинствами являются долговечность (40...50 лет), обеспечение высокой устойчивости пути и плавности хода поездов, что обусловлено одинаковыми размерами и равной упругостью шпал.

К недостаткам железобетонных шпал относятся большая масса, наличие электропроводности, высокая жесткость и сложность крепления рельсов к ним.

Верхнее строение пути

Шпалы

- На участках пути должны применяться железобетонные шпалы.
- **Эпюры шпал на путях линий 1 - 3-го классов должны быть:**
 - в прямых и в кривых радиусом более 1200 м - 1840 шт./км,
 - радиусом 1200 м и менее - 2000 шт./км;
- **на путях 4 - 5-го класса:**
 - в прямых и кривых радиусом более 1200 м - 1600 шт./км,
 - радиусом 1200 м и менее - 1840 шт./км.

Конструкции современных железобетонных шпал

ШПАЛА ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННАЯ
ТИПА Ш1 для рельсовых скреплений КБ



Техническая характеристика

Длина, мм	2700
Ширина, мм	300
Масса, кг	270
Объем бетона, м ³	0,108
Класс бетона	B40
Морозостойкость	F200
Армирование	проволока Ø 3 мм

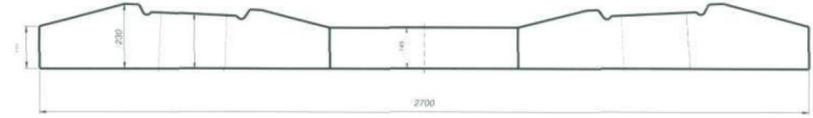
Ш1 — для подкладочного раздельного клеммно-болтового рельсового скрепления КБ с болтовым креплением рельса к шпале.

Применение:

Прямые участки пути и кривые радиусом более 350 м на всех железнодорожных линиях в главных, станционных и прочих путях, а также подъездных путях промышленных предприятий с шириной колеи 1520 мм, по которым обращается типовой подвижной состав общей сети железных дорог Российской Федерации под осевую нагрузку до 25 тн.

Модификации шпалы укладываются на мостах (тоннелях) с элементами для крепления охранных приспособлений (Ш1-М) и на мостах (тоннелях) с элементами для крепления охранных приспособлений, где требуется обустройство челноков (Ш1-Ч).

ШПАЛА ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННАЯ
ТИПА Ш3 для рельсовых скреплений ЖБР-65



Техническая характеристика

Длина, мм	2700
Ширина, мм	300
Масса, кг	270
Объем бетона, м ³	0,108
Класс бетона	B40
Морозостойкость	F200
Армирование	проволока Ø 3 мм

Ш3 — для бесподкладочного нераздельного клеммно-болтового рельсового скрепления ЖБР-65 с болтовым креплением рельса к шпале.

Применение:

Прямые участки пути и кривые радиусом более 350 м на всех железнодорожных линиях в главных, станционных и прочих путях, а также подъездных путях промышленных предприятий с шириной колеи 1520 мм, по которым обращается типовой подвижной состав общей сети железных дорог Российской Федерации под осевую нагрузку до 25 тн.

В кривых участках пути радиусом от 349 м до 300 м и менее с шириной рельсовой колеи в круговых кривых 1530 мм (Ш3-К).

На мостах (тоннелях) с элементами для крепления охранных приспособлений (Ш3-М) и на мостах (тоннелях) с элементами для крепления охранных приспособлений, где требуется обустройство челноков (Ш3-Ч).



Конструкции современных железобетонных шпал

ШПАЛА ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННАЯ ТИПА ШЗ-Д ШУРУПНО-ДЮБЕЛЬНОГО СКРЕПЛЕНИЯ ЖБР-65Ш



Техническая характеристика

Длина, мм	2700
Ширина, мм	300
Масса, кг	270
Объем бетона, м ³	0,108
Класс бетона	B40
Морозостойкость	F200
Армирование	проволока Ø 3 мм арматура 9,6/10

Применение:

Прямые участки пути и кривые радиусом более 350 м на всех железнодорожных линиях в главных, станционных и прочих путях, а также подъездных путях промышленных предприятий с шириной колеи 1520 мм, по которым обращается типовой подвижной состав общей сети железных дорог Российской Федерации под осевую нагрузку до 25 тн.

В кривых участках пути радиусом от 349 м до 300 м и менее с шириной рельсовой колеи в круговых кривых 1530 мм (ШЗ-ДК).

На мостах (тоннелях) с элементами для прикрепления охранных приспособлений (ШЗ-ДМ) и на мостах (тоннелях) с элементами для прикрепления охранных приспособлений, где требуется обустройство челоков (ШЗ-ДЧ).

ШЗ-Д — для бесподкладочного и подкладочного нераздельного шурупно-дюбельного скрепления ЖБР-65Ш с шурупным креплением рельса к шпале.

Подтипы **ШЗ-Д 4х10**, **ШЗ-СД** – шпалы, армированные стержневой арматурой диаметром 9,6 мм, изготавливаемые на автоматизированных технологических линиях «OLMI».



ШПАЛА ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННАЯ ТИПА Ш5-ДФ ПОД РЕЛЬСОВОЕ СКРЕПЛЕНИЕ ТИПА W30 «ФОССЛО»



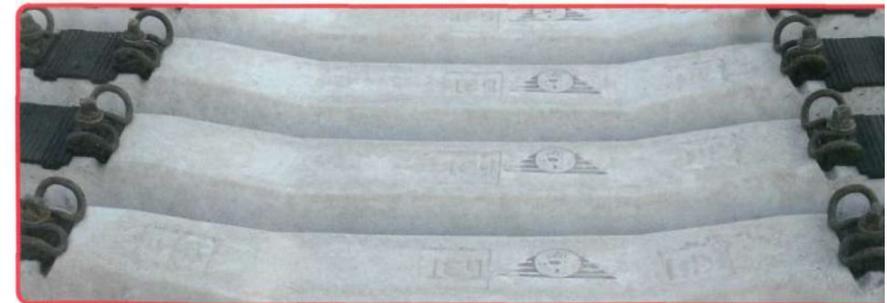
Техническая характеристика

Длина, мм	2700
Ширина, мм	300
Масса, кг	276
Объем бетона, м ³	0,11
Класс бетона	B40
Морозостойкость	F200
Армирование	проволока Ø 3 мм

Применение:

Прямые участки пути и кривые радиусом более 350 м на всех железнодорожных линиях в главных, станционных и прочих путях, а также подъездных путях промышленных предприятий с шириной колеи 1520 мм, по которым обращается типовой подвижной состав общей сети железных дорог Российской Федерации под осевую нагрузку до 25 тн.

Ш5-ДФ — для бесподкладочного нераздельного шурупно-дюбельного скрепления типа W30 VOSSLOH с шурупным креплением рельса к шпале.



Конструкции современных железобетонных шпал

ШПАЛА ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ АНКЕРНАЯ ТИПА ШС-АРС для бесподкладочного анкерного рельсового скрепления типа АРС-4



Техническая характеристика

Длина, мм	2700
Ширина, мм	300
Масса, кг	280
Объем бетона, м ³	0,11
Класс бетона	B40
Морозостойкость	F200
Армирование	проволока Ø 3 мм арматура 9,6/10

Применение:

Прямые участки пути и кривые радиусом более 350 м на всех железнодорожных линиях в главных, станционных и прочих путях, а также подъездных путях промышленных предприятий с шириной колеи 1520 мм, по которым обращается типовой подвижной состав общей сети железных дорог Российской Федерации под осевую нагрузку до 25 тн.

В кривых участках пути радиусом от 349 м до 300 м с шириной рельсовой колеи в круговых кривых 1528 мм (ШС-АРС-К).

Для укладки на мостах и в тоннелях.

Подтип **ША-05 4x10** – шпала армированная стержневой арматурой диаметром 9,6 мм, изготавливаемая на автоматизированных технологических линиях «OLMI».

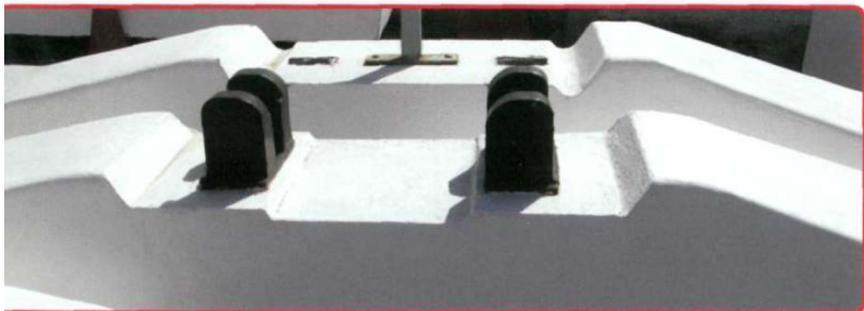
Ш-АРС-М — шпала для укладки на мостах (тоннелях) с элементами для прикрепления охранных приспособлений;

Ш-АРС-Ч — шпала для укладки на мостах (тоннелях) с элементами для прикрепления охранных приспособлений, где требуется обустройство челноков;

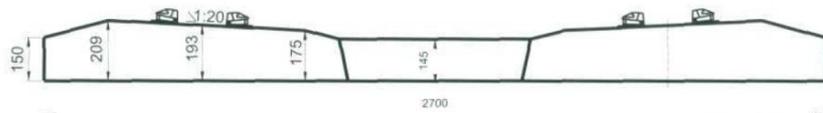
Ш-АРС-МК — шпала для укладки на мостах (тоннелях) с элементами для прикрепления охранных приспособлений в кривых участках пути радиусом от 349 м до 300 м;

Ш-АРС-ЧК — шпала для укладки на мостах (тоннелях) с элементами для прикрепления охранных приспособлений в кривых участках пути радиусом от 349 м до 300 м, где требуется обустройство челноков.

ШС-АРС-К — шпала для укладки в кривых участках пути.



ШПАЛА ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННАЯ ТИПА ШП-350 44x3 для нераздельного анкерного рельсового скрепления ПАНДРОЛ – 350



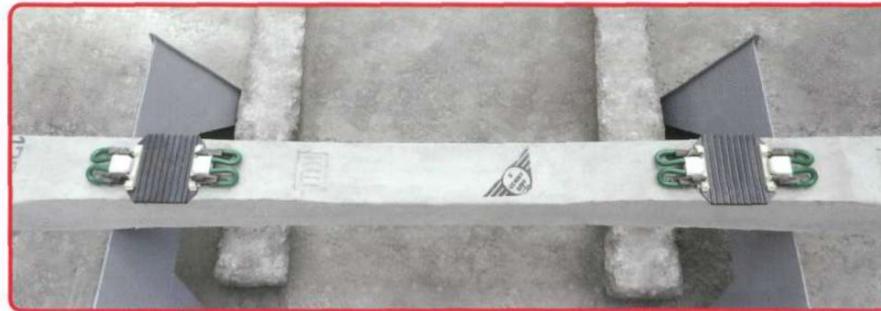
Техническая характеристика

Длина, мм	2700
Ширина, мм	300
Масса, кг	268
Объем бетона, м ³	0,107
Класс бетона	B40
Морозостойкость	F200
Армирование	проволока Ø 3 мм

Применение:

Для рельсовой колеи 1520 мм с установленными нагрузками и скоростями.

ШП-350 — для нераздельного анкерного рельсового скрепления типа ПАНДРОЛ – 350.



Рельсы

Рельсы предназначены для направления движения колес подвижного состава, восприятия нагрузки от него и передачи ее на шпалы.

На участках с автоблокировкой рельсы служат проводниками сигнального тока, а при использовании электротяги – проводниками обратного тока.

В зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяют на несколько типов: Р50, Р65 и Р75.

Рациональной формой рельса считается двутавровая

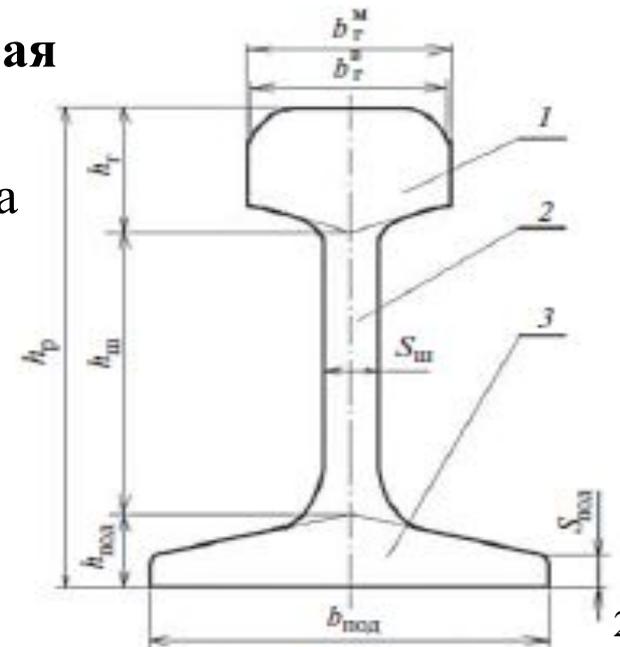
Поперечное сечение рельса:

1 – головка рельса; 2 – шейка; 3 – подошва; h_r – высота рельса; h_g – высота головки; $h_{ш}$ – высота шейки;

$h_{под}$ – высота подошвы;

b_g^H – ширина нижней части головки; $b_{под}$ – ширина подошвы;

b_g^B – ширина верхней части головки; $S_{ш}$ – толщина шейки; $S_{под}^K$ – толщина подошвы у края



Классификация и категории рельсов

Рельсы подразделяют:

по назначению:

а) рельсы общего назначения;

б) рельсы специального назначения:

1) рельсы низкотемпературной надежности (НН);

2) рельсы повышенной износостойкости и контактной выносливости (ИК);

3) рельсы для скоростного совмещенного движения (СС);

4) рельсы для высокоскоростного движения (ВС);

Рельсы

по типам:

- а) Р50;
- б) Р65;
- в) Р65К (для наружных нитей кривых участков пути);
- г) Р75;

по способу выплавки стали:

- а) в конвертере (К);
- б) в электропечи (Э);

по термическому упрочнению:

- а) термоупрочненные, подвергнутые дифференцированному упрочнению по сечению рельса (ДТ);
- б) термоупрочненные, подвергнутые объемной закалке и отпуску (ОТ);
- в) нетермоупрочненные (НТ);

Рельсы

по классу прочности (минимальной твердости):

- а) 370 (термоупрочненные);
- б) 350 (термоупрочненные);
- в) 320 (нетермоупрочненные);
- г) 300 (нетермоупрочненные);
- д) 260 (нетермоупрочненные);

**по классу точности изготовления профиля (классу
профиля):**

- а) X;
- б) Y;

по наличию болтовых отверстий на концах:

- а) с отверстиями;
- б) без отверстий.

Классификация и категории рельсов

Обозначение категории	Характеристика категории рельсов
ДТ370ИК	Дифференцированно термоупрочненные с прокатного/отдельного нагрева повышенной износостойкости и контактной выносливости
ОТ370ИК	Объемно термоупрочненные повышенной износостойкости и контактной выносливости
ДТ350ВС	Дифференцированно термоупрочненные с прокатного/отдельного нагрева для высокоскоростного пассажирского движения
ДТ350СС	Дифференцированно термоупрочненные с прокатного/отдельного нагрева для скоростного совмещенного движения
ОТ350СС	Объемно термоупрочненные для скоростного совмещенного движения
ДТ350НН	Дифференцированно термоупрочненные с прокатного/отдельного нагрева низкотемпературной надежности
ОТ350НН	Объемно термоупрочненные низкотемпературной надежности
ДТ350	Дифференцированно термоупрочненные с прокатного/отдельного нагрева общего назначения
ОТ350	Объемно термоупрочненные общего назначения
НТ320ВС	Нетермоупрочненные для высокоскоростного пассажирского движения
НТ320	Нетермоупрочненные высокой прочности общего назначения
НТ300	Нетермоупрочненные повышенной прочности общего назначения
НТ260	Нетермоупрочненные обычной прочности общего назначения

*