

Практическая работа № 4

Верхнее строение пути

Верхнее строение пути является единой комплексной конструкцией, состоящей из рельсов, креплений с противоугонами, рельсовых опор, балласта, мостового полотна, стрелочных переводов, башмакосбрасывателей и других специальных устройств.

Верхнее строение пути (далее ВСП) предназначено для восприятия нагрузок от подвижного состава, передачи их на земляное полотно и искусственные сооружения, а также для направления движения подвижного состава. Конструкция ВСП должна быть прочной, устойчивой, стабильной, износостойкой, экономной, обеспечивать безопасное и плавное движение поездов с установленными скоростями.

Рельсы и рельсовые крепления.

Назначение рельсов — создать поверхности с наименьшими сопротивлениями для качения колес подвижного состава, непосредственно воспринимать и упруго передавать нагрузки от колес на шпалы и брусья, направлять движение колес подвижного состава, проводить сигнальный и обратный тяговый ток на участках с автоблокировкой и электрической тягой.

Для надежной работы рельсы должны быть достаточно прочными, долговечными, износоустойчивыми, твердыми и в то же время нехрупкими, так как они воспринимают динамическую нагрузку. Материалом для рельсов служит высокопрочная углеродистая сталь. В зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяются на типы Р50, Р65 и Р75. Буква Р означает «рельс», а цифра – округленную массу 1 м в килограммах. Новые рельсы могут быть стандартной длины 25 м и 12,5 м. Для кривых изготавливают укороченные рельсы длиной 24.92 и 24.84 м, 12.46 и 12.38 м. Основные типы рельсов представлены Рисунок 3.1.

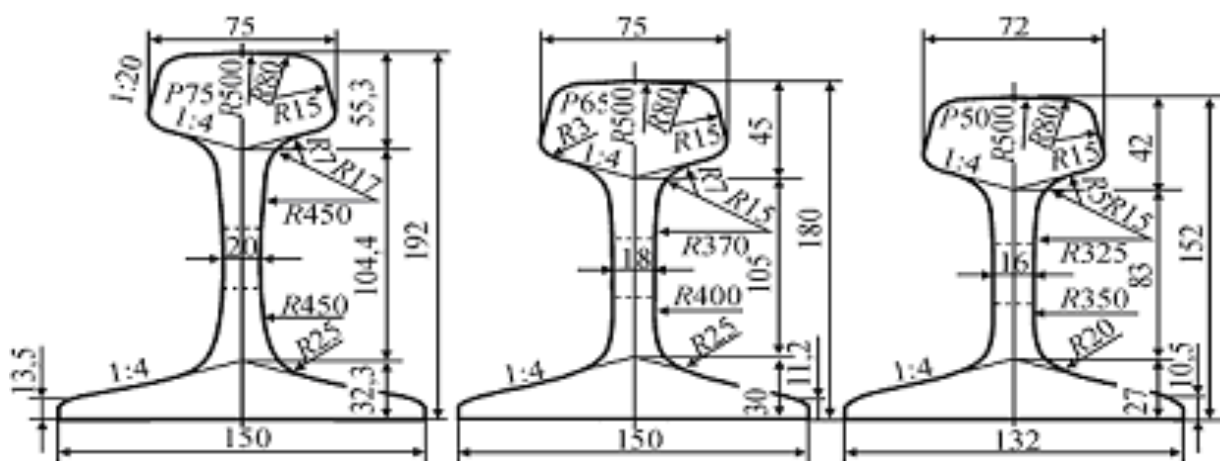


Рисунок 3.1 – Основные типы рельсов

Бесстыковой путь по сравнению со звеньевым является более прогрессивной конструкцией. Отсутствие в рельсовых плетях стыков

позволяет улучшить плавность движения поездов, продлить сроки службы элементов верхнего строения пути, снизить расходы на содержание пути, ремонт подвижного состава и на тягу поездов, повысить надежность электрических рельсовых цепей, снизить уровень шума из-за отсутствия ударов колес в стыках.

Основным отличием бесстыкового пути от звеньевого является то, что рельсовые плети не могут изменять свою длину при изменении температуры, кроме небольших перемещений концевых частей бесстыковых плетей. Это вызывает дополнительные сжимающие или растягивающие температурные напряжения в рельсовых плетях, равные 2,5 МПа на каждый градус повышения или понижения температуры рельсовой плети по сравнению с температурой ее при укладке (закреплении). Длина рельсовых плетей зависит от расположения изолирующих стыков, больших металлических мостов, переездов, стрелочных переводов и других местных условий. Стандартная длина плетей 400 и 800 м.

При колебаниях температуры возможно изменение длины концевых участков плетей. Для того, чтобы это изменение длины было возможно, между смежными плетями укладывают уравнительные рельсы, образующие уравнительный пролет (Рисунок 3.2). Число уравнительных рельсов зависит от климатических условий и может составлять две или три пары рельсов длиной 12.5 м. В конце блок-участка при автоблокировке в зоне уравнительных рельсов размещают изолирующий стык. Укладка уравнительных рельсов обеспечивает также проведение в случае необходимости разрядки температурных напряжений в плетях при ремонтных и других работах. Для этого ослабляют скрепление плетей со шпалами, предварительно снимая уравнительные рельсы. В результате плеть укорачивается или удлиняется. После этого плеть закрепляют и укладывают уравнительные рельсы нужной длины.

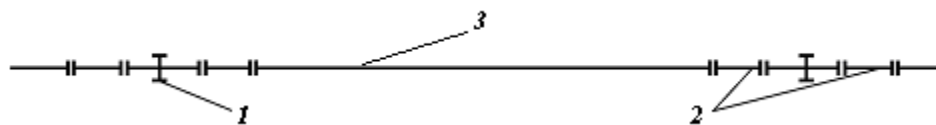


Рисунок 3.2 – Схема расположения уравнительных пролетов:
1-изолирующий стык, 2-уравнительный пролет, 3-плеть бесстыкового пути

Следует отметить, что **чем длиннее плети, тем очевиднее преимущества бесстыкового пути**. На ряде дорог имеется опыт укладки плетей длиной в блок-участок и даже на целый перегон. За рубежом есть плети длиной 30–40 км, когда пути перегона, стрелочные переводы и станционные пути сварены в единое целое.

Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии друг от друга. Это обеспечивается за счет крепления рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев между собой.

Соединение рельсовых звеньев между собой осуществляется с помощью **стыковых скреплений**. Стыковые скрепления прочно соединяют рельсы в непрерывную нить. Места соединения называют *рельсовыми стыками*. Концы рельсов перекрываются *накладками*, которые через имеющиеся отверстия стягивают болтами. Под гайки болтов ставят пружинные или тарельчатые шайбы (Рисунок 3.3).

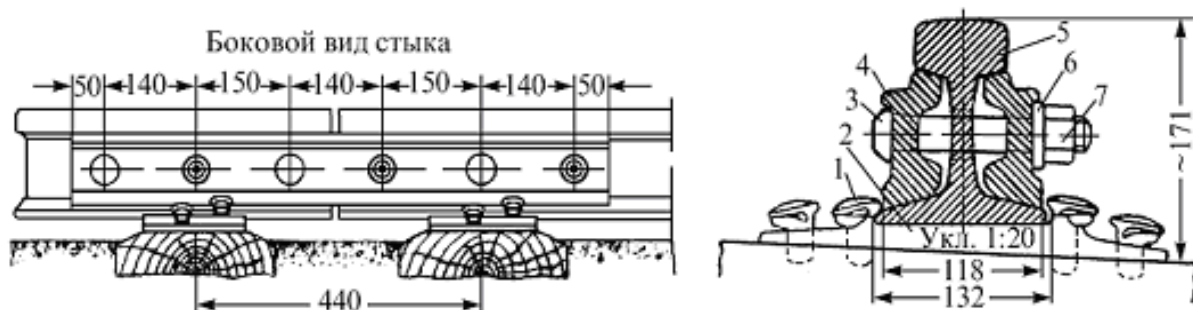


Рисунок 3.3 – Рельсовый стык: 1 – костыль; 2 – подкладка; 3- болт; 4 – накладка; 5 – рельс; 6 – шайба; 7 - гайка

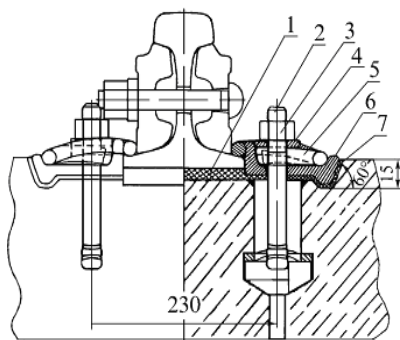
По расположению относительно шпал различают стыки на весу, на шпалах и на сдвоенных шпалах. В качестве стандартных приняты стыки на весу, обеспечивающие большую упругость и удобство подбивки балласта под стыковые шпалы.

Так как с изменением температуры длина рельсов меняется, между торцами рельсов в стыках оставляют зазор, наибольшая величина которого во избежание сильных ударов колес подвижного состава не должна превышать 35 мм. Каждой температуре рельсов соответствует определенный стыковой зазор. Величина конструктивного (нормального) зазора должна быть в пределах 21-22 мм.

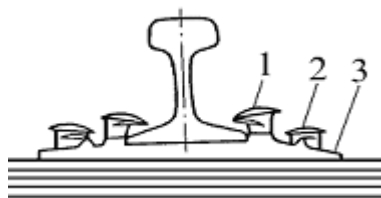
На линиях с автоблокировкой на границах блок-участков устраивают *изолирующие стыки*, чтобы электрический ток не мог пройти от одного из соединяемых рельсов к другому. Для разделения рельсовых цепей на электрически изолированные друг от друга участки применяются изолирующие стыки следующих конструкций: сборные с объемлющими металлическими накладками; сборные с двухголовыми металлическими накладками; клееболтовые с двухголовыми металлическими накладками; клееболтовые с полнопрофильными металлическими накладками; клееболтовые с металлокомпозитными накладками; сборные с композитными накладками.

Все остальные стыки на перегонах являются *токопроводящими*. Для улучшения токопроводимости применяют **рельсовые соединители**: *стыковые, стрелочные, междурельсовые и междупутные*. По способу прикрепления к рельсам **стыковые соединители** делятся на *штепсельные, приварные и пружинные*. Штепсельные и приварные стальные соединители применяют на неэлектрифицированных участках, оборудованных автоблокировкой. Медные стыковые приварные соединители применяют на участках электрической тяги с автоблокировкой.

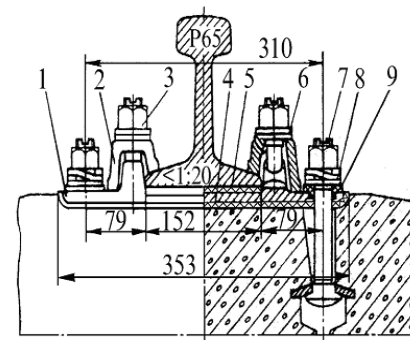
Рельсы к шпалам крепят с помощью **промежуточных креплений**, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую связь рельсов со шпалами, сохранять постоянство ширины-колеи и необходимую подуклонку рельсов, не допускать продольного смещения и опрокидывания рельсов. При железобетонных шпалах они должны, кроме того, обеспечивать электрическую изоляцию рельсов и шпал. Промежуточные крепления бывают трех основных видов: нераздельные, смешанные и раздельные. При нераздельном креплении (Рисунок 3.4, а) рельс и подкладки, на которые он опирается, крепятся к шпалам одними и теми же прикрепителями, а при смешанном креплении (Рисунок 3.4, б) подкладки, кроме того, крепятся к шпалам дополнительными прикрепителями. Его преимуществами являются простота конструкции, небольшая масса, сравнительная легкость зашивки, перешивки и разборки пути. Однако такое крепление не гарантирует постоянства ширины колеи и способствует механическому износу шпал. При раздельном креплении (Рисунок 3.4, в) рельс крепится к подкладкам жесткими или упругими клеммами и клеммными болтами, а подкладки к шпалам - болтами или шурупами. Достоинствами раздельных креплений являются возможность смены рельсов без снятия подкладок, большое сопротивление продольным усилиям, обеспечение постоянства ширины колеи. Кроме того, раздельное крепление не требует дополнительного закрепления пути от угона.



а). Крепление ЖБР-65:
1 – прокладка; 2 - болт; 3 - гайка; 4 –скоба; 5 – пружинная клемма; 6 – упорная скоба; 7 –упругая прокладка



б) Общий вид костыльного (смешанного) крепления ДО: 1 – основной (рабочий) костыль; 2 – обшивочный костыль; 3 – подкладка.



в) Раздельное клеммно-болтовое крепление для железобетонных шпал: 1 – подкладка; 2 - клемма; 3 - гайка; 4 –прокладка под подкладку; 5 – прокладка под подошву рельса; 6, 8 – шайбы; 7 – закладной болт; 9 – втулка изоляционная

Рисунок 3.4.1 – Промежуточные рельсовые крепления

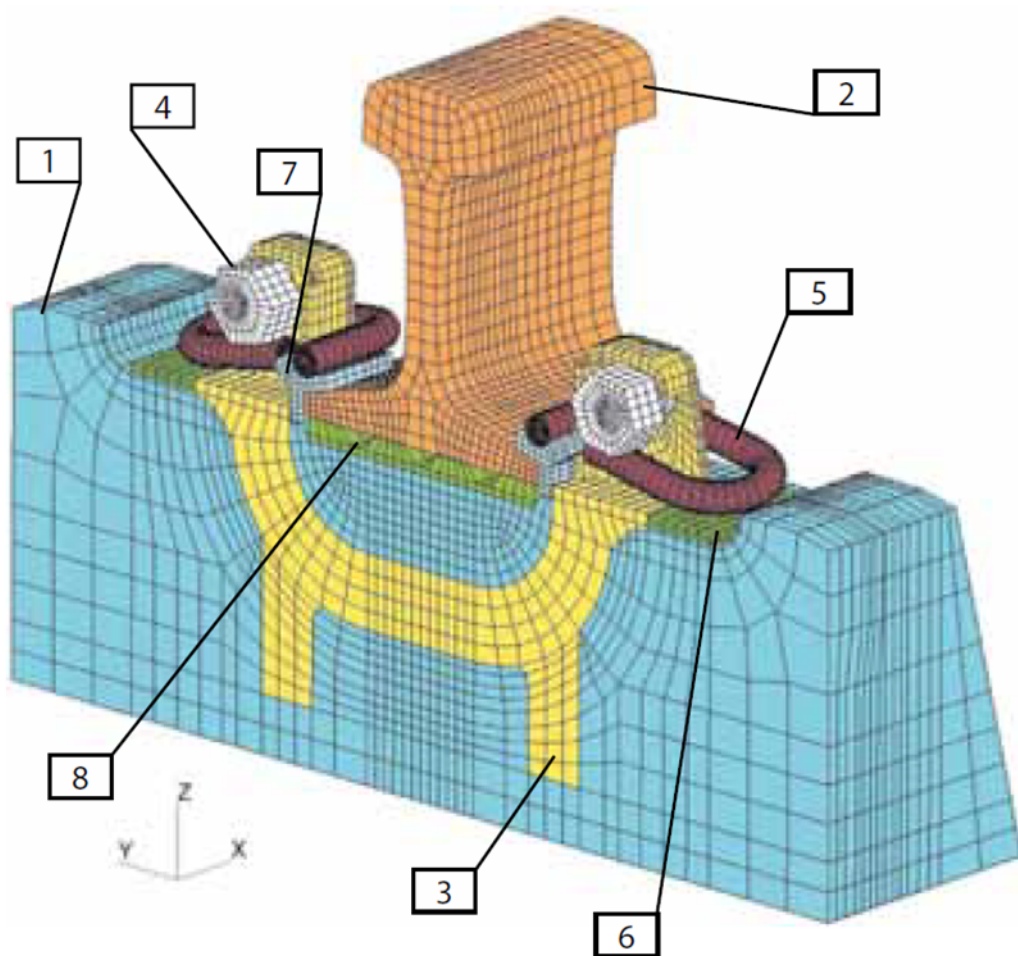


Рисунок 3.4.2 – Промежуточные рельсовые крепления АРС: 1 – железобетонная шпала; 2 – рельс; 3 – анкер; 4 – монорегулятор; 5 - клемма; 6 – подклемник; 7 – уголок изолирующий; 8 – прокладка.

Движение поездов, особенно на двухпутных участках, вызывает *угол пути* — продольное перемещение рельсов, иногда вместе со шпалами, обычно в направлении движения поездов. Причины угона – волнообразный изгиб рельсов под поездом, трение между колесами и рельсами, удары колес в стыках, торможение поездов. Угон расстраивает путь и может привести к выбросу пути.

Наилучшее средство борьбы с угоном — применение промежуточного крепления, при котором рельс клеммами сильно прижат к каждой шпале.

При костыльном креплении приходится применять *противоугоны*. Наиболее простыми являются пружинные противоугоны (Рисунок 3.5).

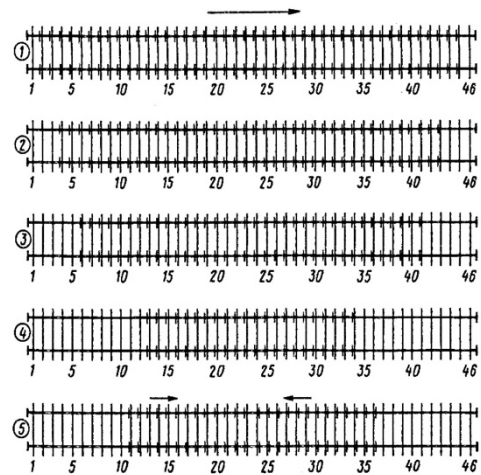
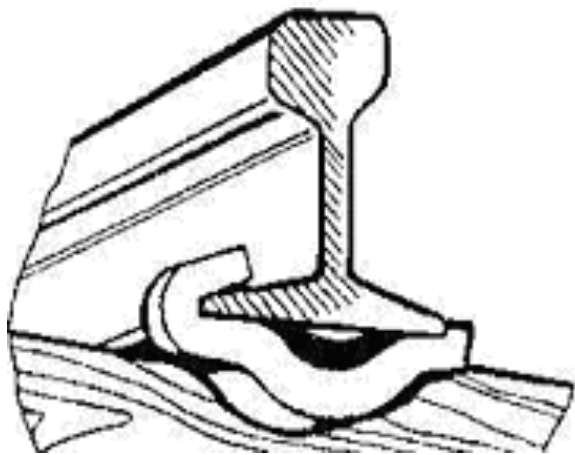


Рисунок 3.5 – Пружинный противоугол и раскладка противоуголов в зависимости от направления и интенсивности движения поезда

На звено длиной 25 м их ставят от 18 до 44 пар в зависимости от грузонапряженности, вида балласта и условий движения поездов.

Шпалы служат для восприятия давления, от рельсов и передачи его на балластный слой, для крепления к ним рельсов и обеспечения постоянства ширины колеи. Помимо шпал, к подрельсовым основаниям относятся мостовые и переводные брусья, отдельные опоры в виде полушпал, а также сплошные опоры в виде плит и рам. Шпалы должны быть прочными, упругими, дешевыми и обладать достаточным сопротивлением электрическому току. Материалом для шпал служит дерево, железобетон, металл.

Деревянные шпалы. Их изготавливают из сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра и березы. В путь их укладывают только после пропитки масляными антисептиками. По форме поперечного сечения деревянные шпалы подразделяются на три вида: *обрезные*, *полуобрезные* и *необрезные* (Рисунок 3.6 а, б, в).

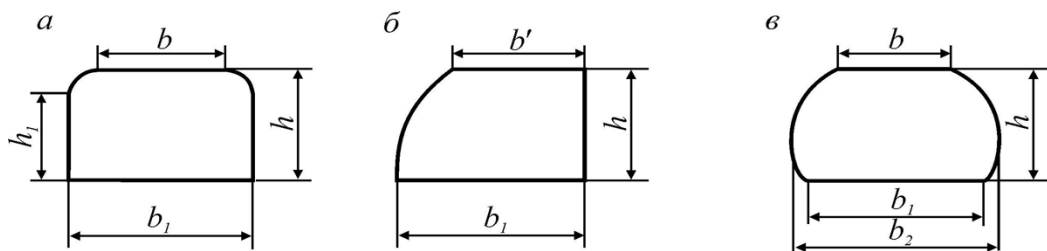


Рисунок 3.6 – Поперечное сечение деревянных шпал: а – обрезная; б – полуобрезная; в – необрезная

Шпалы по назначению подразделяются на три типа (табл. 3.1):

I тип — для главных путей 1-го и 2-го классов;

II тип — для главных путей 3-го и 4-го классов, подъездных, приемоотправочных и сортировочных путей;

III тип — для любых путей 5-го класса.

Таблица 4.1 – Размеры деревянных шпал, мм

Тип шпал	Толщина, h	Ширина, b	Длина, l
I	180	250	2750
II	160	230	2750
III	150	230	2750

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

Достоинство деревянных шпал: они упруги, легко обрабатываются, неэлектропроводны, устойчивы в балласте. В то же время деревянные шпалы стали очень дефицитными и дорогими, срок службы — небольшой, они выходят из строя из-за износа, трещин и гниения.

Переводные деревянные брусья бывают *обрезные* и *необрезные* трех типов. Длина переводных брусьев должна быть от 3.0 до 5.5 м с градацией 0.25 м. Они изготавливаются комплектами в зависимости от назначения путей, типа рельсов и марки стрелочных переводов. Перед укладкой переводные брусья пропитываются также масляным антисептиком. **Мостовые брусья** имеют прямоугольную форму поперечного сечения размером 200x240 мм и 220x260 мм, длина этих брусьев 3250 мм; пропитка обязательна.

Железобетонные шпалы. С 1956 г. в нашей стране началась массовая укладка железобетонных шпал. Арматура таких шпал состоит из 44 стальных проволок диаметром 3 мм. Эти проволоки до бетонирования подвергают сильному натяжению. После твердения бетона с проволоками последние освобождают от растягивающих сил, и они, стремясь возвратиться к своей первоначальной длине, сжимают бетон. Создается предварительное напряжение, предохраняющее шпалы от появления трещин во время эксплуатации.

Железобетонные шпалы имеют одинаковые размеры (Рисунок 3.7), что положительно сказывается на плавности движения поездов, они не боятся воды, солнца, мороза и не гниют.

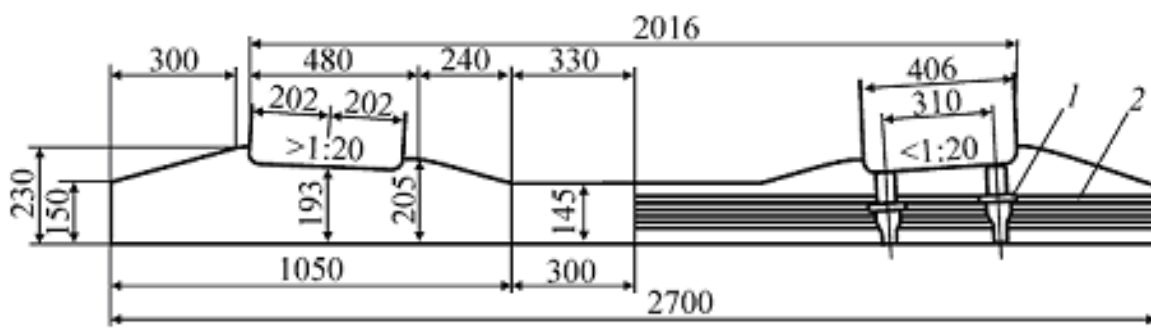


Рисунок 3.7 – Железобетонная шпала Ш-1-1: 1 – закладная шайба; 2 - арматура

Срок их службы предположительно 50 лет. Для уменьшения жесткости пути и электропроводности шпал под металлические подкладки и под рельсы

укладывают резиновые упругие прокладки, а скрепления рельсов с железобетонными шпалами дополняются электроизолирующими деталями. Для бесстыкового пути, как правило, применяют железобетонные шпалы, укладывая их только на щебеночный или асбестовый балласт. Эпюра укладки железобетонных шпал принята такой же, как и для деревянных шпал. В настоящее время для ширины колеи 1520 мм серийно выпускают железобетонные шпалы типов Ш-1-1, Ш-2-1, Ш-2-2, что обозначает: Ш — шпала железобетонная, 1-1 — под скрепления типа КБ, 2-1, 2-2 — под другие скрепления. Длина шпалы 2700 мм, масса — 270 кг.

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

Основным назначением **балластного слоя** является 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. Балластный слой не должен задерживать на своей поверхности воду, предохранять основную площадку от переувлажнения. Материал для балласта должен быть прочным, упругим, устойчивым под нагрузкой и атмосферными воздействиями, дешевым. В качестве балласта используют сыпучие, хорошо дренирующие упругие материалы.

В качестве балласта применяют щебень из твердых горных пород, из дробленых валунов и гальки — это лучшие балластные материалы. Размеры щебенки от 25 до 60 мм.

Щебень хорошо пропускает воду, не смерзается в зимнее время, оказывает в 1,5 раза большее сопротивление продольному сдвигу и допускает в 2 раза большее вертикальное давление по сравнению с песчаным балластом, превышает срок службы балласта из любого другого материала. Однако щебень быстрее загрязняется различными сыпучими материалами (углем, торфом, рудой), просыпающимися на путь при перевозках. Для предохранения щебня от загрязнения грунтом при вдавливании в земляное полотно, а также для уменьшения расхода щебня его укладывают на песчаную подушку.

Кроме этих балластов, применяют асбестовый балласт, представляющий собой отходы обогатительных фабрик у месторождений хризотиласбеста.

Реже применяют гравийный, гравийно-песчаный, песчаный балласт, ракушку и металлургические шлаки.

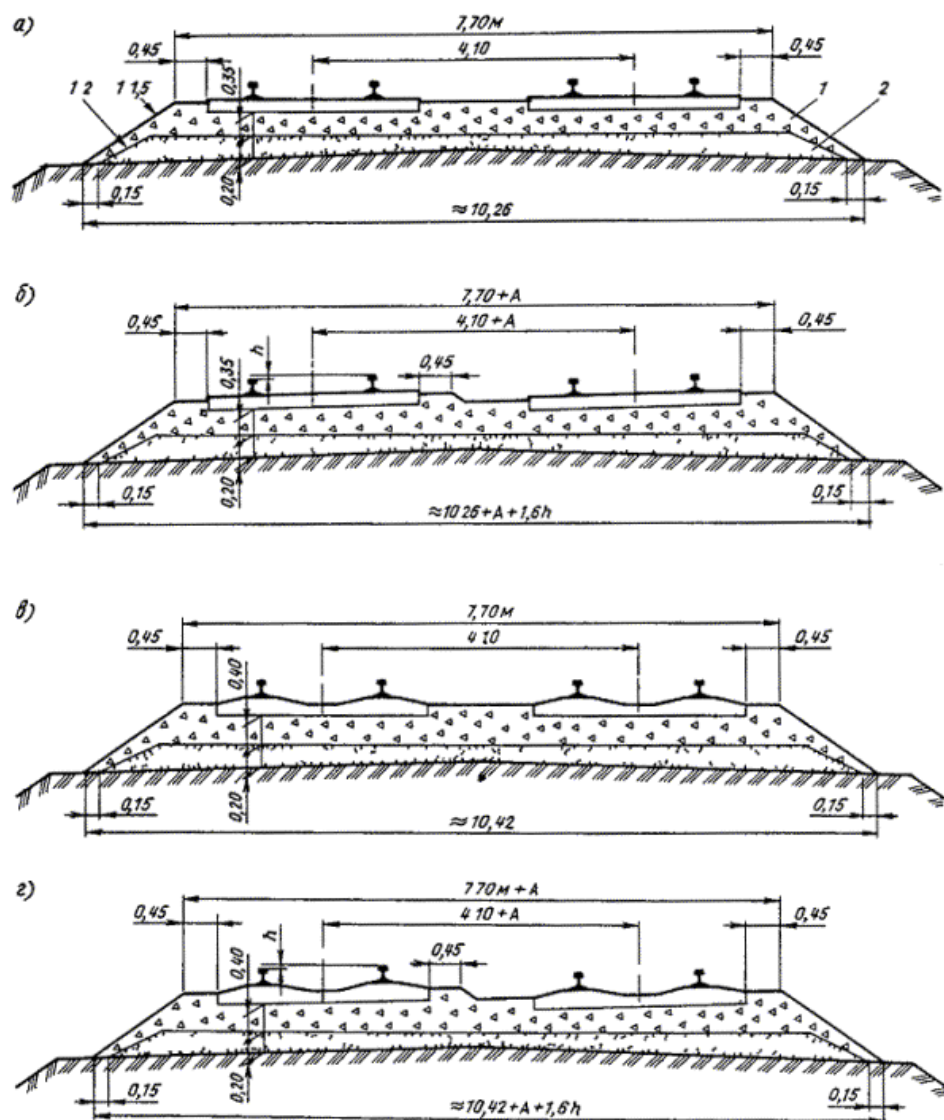


Рисунок 3.8 – Поперечные профили балластной призмы из щебня на песчаной подушке для особо тяжелого типа верхнего строения пути на двухпутных участках:
 а, б - соответственно в прямых и кривых на деревянных шпалах; в, г - то же на железобетонных шпалах; A - уширение междупутья в кривых; h - возвышение наружного рельса; 1 - щебень; 2 - песок

Расстояние между внутренними гранями головок рельсов, измеряемое на уровне 13 мм ниже поверхности катания, называется **шириной колеи**. Эта ширина складывается из расстояния между колесами (1440 +3 мм), двух толщин гребней колес (от 25 до 33 мм) и зазоров между колесами и рельсами, необходимых для свободного прохождения колесных пар. Ширина колеи на прямых участках пути и в кривых радиусом 350 м и более должна быть 1520 мм. В кривых меньшего радиуса ширина колеи увеличивается согласно Правилам технической эксплуатации (ПТЭ).

Допуски по ширине колеи установлены по уширению плюс 8 мм, по сужению колеи минус 4мм, а на участках, где установлены скорости 50 км/ч и менее разрешены допуски +10 по уширению, -4 по сужению (ПТЭ ЦРБ-756.2000 г.). В пределах допусков ширина колеи должна изменяться плавно.

Подуклонка рельсов. В прямых участках пути рельсы устанавливаются не вертикально, а с наклоном внутрь колеи, т. е. с подуклонкой 1:20 для передачи давления от конических колес по оси рельса. Коничность колес обусловлена тем, что подвижной состав с такими колесными парами оказывает гораздо большее сопротивление горизонтальным силам, направленным поперек пути, чем цилиндрические колеса, уменьшается «виляние» подвижного состава и чувствительность к неисправностям пути.

Переменная коничность поверхности катания колес от 1:20 к 1:7 придает во избежание появления желобчатого износа колес и для плавного перехода с одного пути на другой через стрелочный перевод. Рельсовые нити должны находиться в одном уровне. Допускаемые отклонения от нормы зависят от скорости движения поездов.

На длинных прямых разрешается содержать одну рельсовую нить постоянно на 6 мм выше другой.

Работа пути в кривых участках сложнее, чем в прямых, т.к. при движении подвижного состава по кривым появляются дополнительные боковые силы, например, центробежная сила.

К особенностям устройства колеи в кривых относятся: увеличение ширины колеи в кривых малых радиусов, возвышение наружной рельсовой нити над внутренней, соединение прямых участков с круговыми кривыми посредством переходных кривых, укладка укороченных рельсов на внутренней нити кривой. На двухпутных линиях в кривых увеличивается расстояние между осями путей. Уширение колеи на кривых участках наших дорог делается при радиусах менее 350 м. Необходимость **уширения** вызывается тем, что включенные в общую жесткую раму колесные пары, сохраняя параллельность своих осей, затрудняют прохождение тележек подвижного состава по кривым. При отсутствии уширения исчезает необходимый зазор между гребнями колес и рельсом и наступает недопустимое заклиненное прохождение подвижного состава. При этом возникает большое сопротивление движению поезда, а также дополнительный износ рельсов и колес, не обеспечивается безопасность движения.