



■ **УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

■ **Кафедра «Путь и железнодорожное строительство»**

# **ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ**

## ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

Верхнее строение пути является единой комплексной конструкцией, состоящей в зависимости от её типа из рельсов, стыковых и промежуточных креплений, шпал, земляного полотна, балластного слоя, стрелочных и специальных устройств.

Оно предназначено для восприятия нагрузок от подвижного состава, передавая их на нижнее строение пути, а также для обеспечения устойчивости и безопасности движения поездов. Конструкция ВСП должна быть прочной, долговечной, обеспечивать безопасное и эффективное движение поездов.

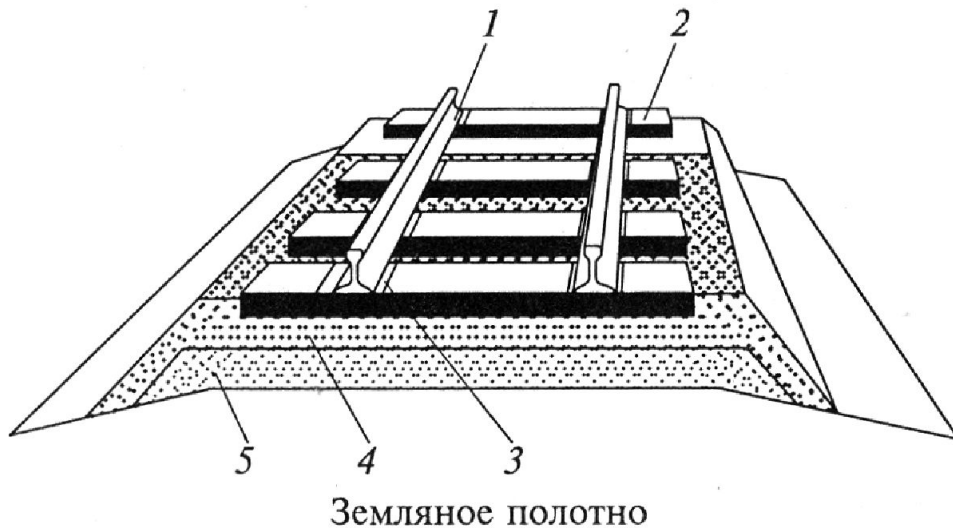


Рисунок 1 – Элементы верхнего строения пути  
1- рельс; 2- шпала; 3- промежуточное рельсовое  
крепление; 4- щебеночный балласт; 5- песчаная  
подушка



**Рельсы** создают поверхность с наименьшими сопротивлениями для качения колес подвижного состава, непосредственно воспринимают и упруго передают нагрузку от подвижного состава через шпалы и балластный слой на земляное полотно.

На участках с автоблокировкой и электрической тягой рельсы проводят сигнальный и обратный тяговый ток.

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.

Промышленность для железной дороги выпускает 3 основных типа рельсов: Р-75; Р-65; Р-50.

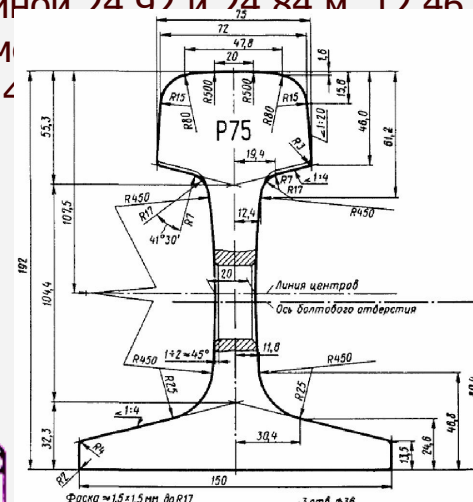
где Р – рельс; цифра – это примерная масса одного погонного метра рельса в кг.

Стандартная длина рельса – 25 и 12.5 м. Для кривых участков пути изготавливают укороченные рельсы длиной 24.92 и 24.84 м, 12.46 и 12.38 м.

Для сокращения числа стыков при этом рельсы как правило сваривают в плети длиной 400 м.



Рисунок 2 – Основные типы рельсов



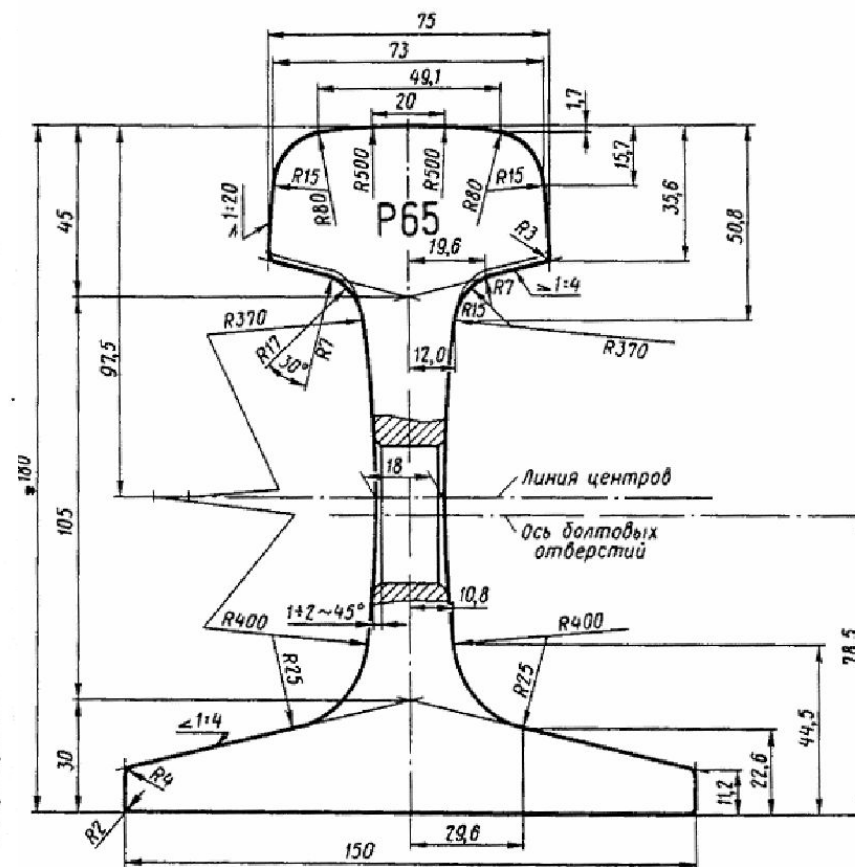
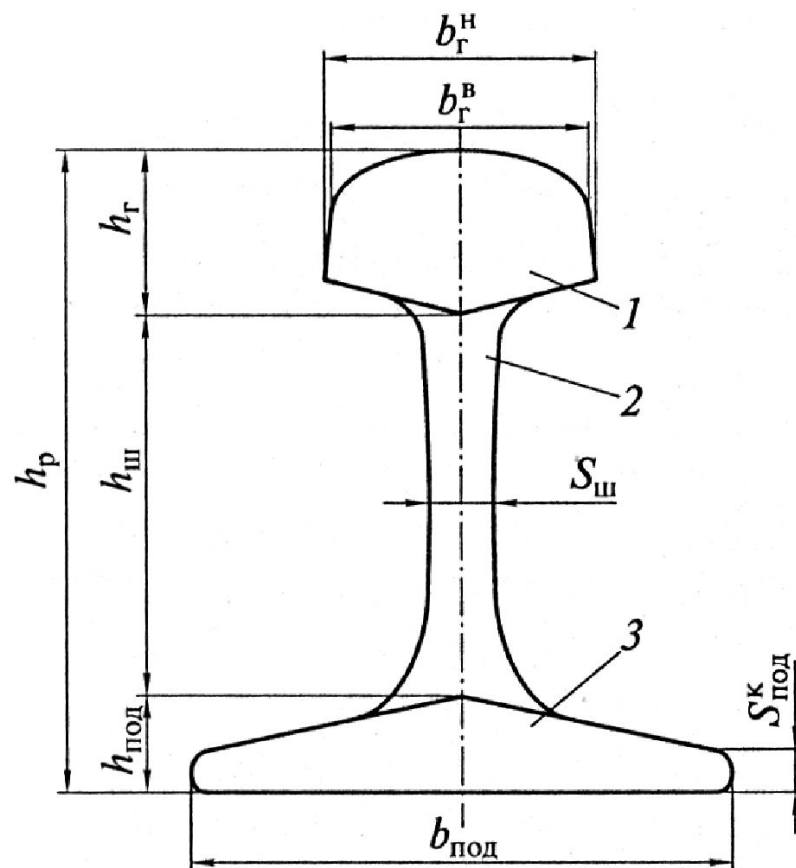
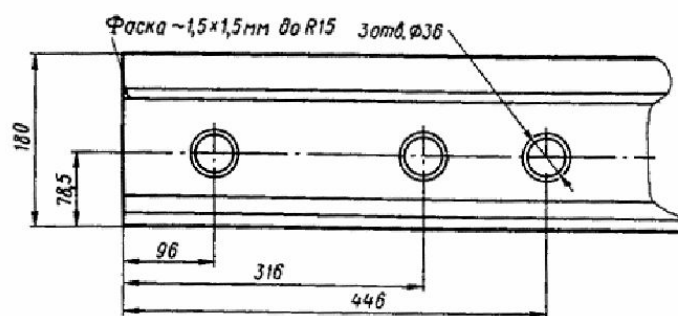


Рисунок 16 – Поперечное сечение рельса:  
 1 – головка рельса; 2 – шейка; 3 – подошва;  $h_p$  – высота рельса;  $h_{\Gamma}$  – высота головки;  $h_{\text{ш}}$  – высота шейки;  $h_{\text{под}}$  – высота подошвы;  $b_{\Gamma}^H$  – ширина нижней части головки;  $b_{\text{под}}$  – ширина подошвы;  $b_{\Gamma}^B$  – ширина верхней части головки;  $S_{\text{ш}}$  – толщина шейки;  $S_{\text{под}}^{\text{к}}$  – толщина подошвы у края



Для сокращения числа стыков применяют **бесстыковой путь**, при этом рельсы как правило сваривают в плиты длиной 400-800 м.

**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 плиты не могут изменять свою длину при изменении температуры, кроме небольших перемещений концевых частей бесстыковых плетей.

При колебаниях температуры возможно изменение длины концевых участков плетей. Для того, чтобы это изменение длины было возможно, между смежными плетями укладывают уравнильные рельсы (12,5 м), образующие уравнильный пролет

*На ряде дорог имеется опыт укладки плетей длиной в блок-участок и даже на целый перегон. За рубежом есть плиты длиной 30–40 км, когда пути перегона, стрелочные переводы и станционные пути сварены в единое целое.*

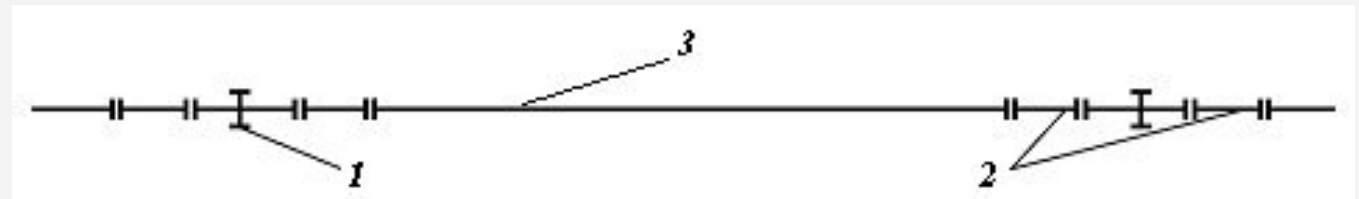


Рисунок 3 – Схема расположения уравнильных пролетов:  
1-изолирующий стык, 2-уравнильный пролет, 3-плеть  
бесстыкового пути

**Рельсовая колея** — это две нити рельсов, уложенных на шпалах. Расстояние между внутренними гранями головок рельсов, измеряемое на уровне 13 мм ниже поверхности катания, называется **шириной рельсовой колеи** (1520 мм) с допусками по уширению +8 мм и по сужению — 4 мм.

На прямых участках и на кривых радиусом 350 м и более ширина рельсовой колеи должна быть 1520 мм. В кривых меньшего радиуса ширина колеи увеличивается согласно Правилам технической эксплуатации (ПТЭ).

**Подуклонка рельсов.** В прямых участках пути рельсы устанавливают 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 «влияние» подвижного состава и чувствительность к неисправностям пути.

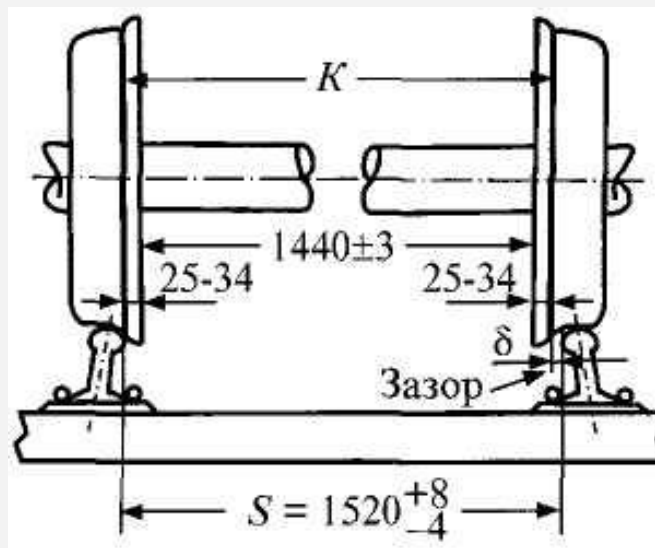


Рисунок 15 – Соотношение размеров и допусков колесной пары или ширины колеи

**Рельсовые скрепления** необходимы для соединения рельсов между собой и со шпалами.

Скрепления разделяют на **стыковые** и **промежуточные**.

**Стыковые рельсовые скрепления** состоят из накладок, соединяющих концы рельсов в стыке; болтов с шайбами (пружинными или тарельчатыми) и гайками, закрепляющими накладки на шейке.

Между **рельсовыми стыками** оставляют зазоры для возможности удлинения или сужения концов рельса (плети) в зависимости от температуры. 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.

Все остальные стыки на перегонах являются токопроводящими. Для улучшения токопроводимости применяют **рельсовые соединители**: стыковые, стрелочные, междурельсовые и междупутные.

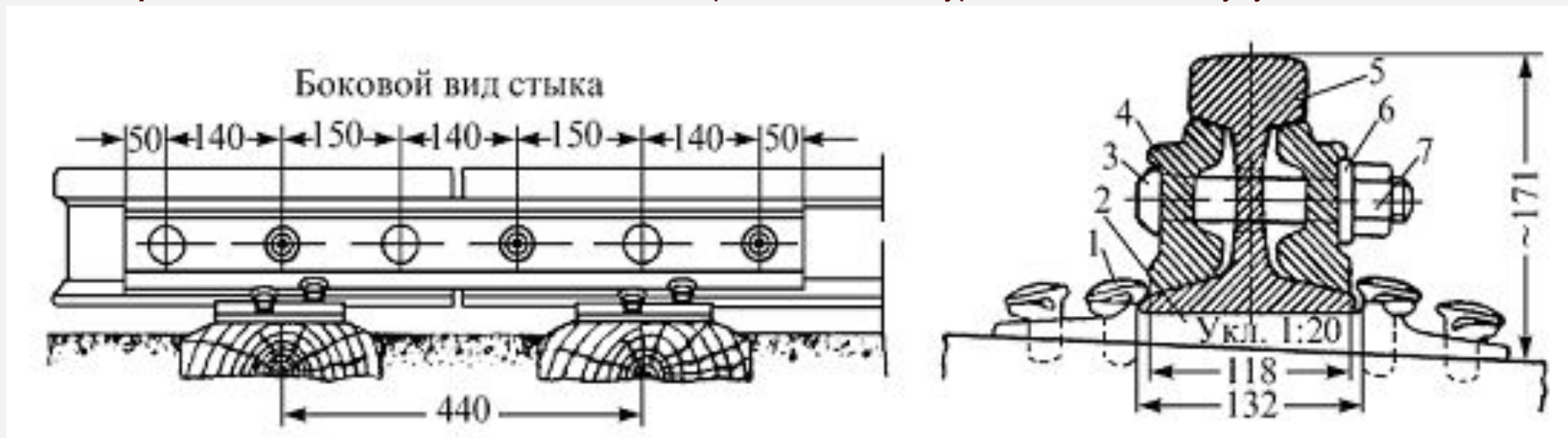


Рисунок 4 – Рельсовый стык:

1 – костыль; 2 – подкладка; 3 – болт; 4 – накладка; 5 – рельс; 6 – шайба; 7 – гайка

По способу прикрепления к рельсам **стыковые рельсовые соединители** делятся на *штепсельные, приварные и пружинные*

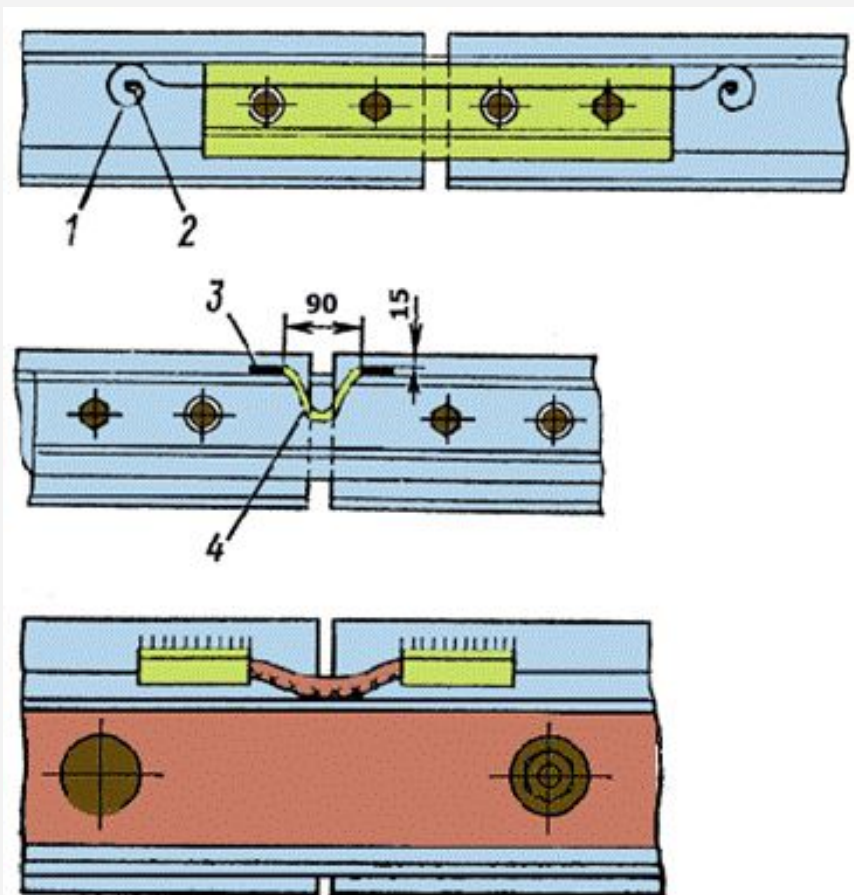


Рисунок 5 – Рельсовые соединители:  
1 – штепсель; 2, 4 – токопроводящий кабель; 3 – место сварки.

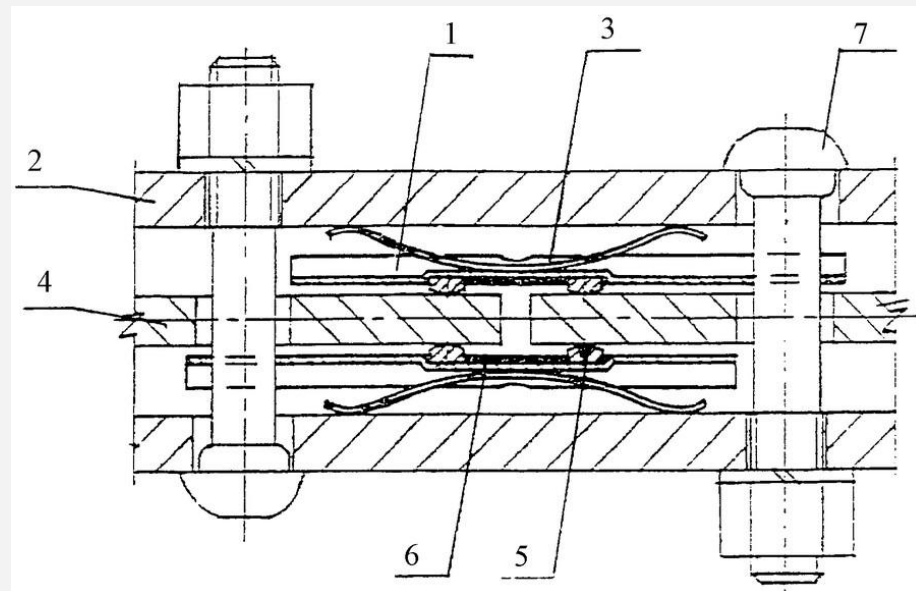


Рисунок 6 – Пружинный рельсовый соединитель:

1 – токопроводящая пластина;  
2 – накладка, 3 – пружинный элемент;  
4 – шейка рельса; 5 – контактные элементы; 6 – перемычка.

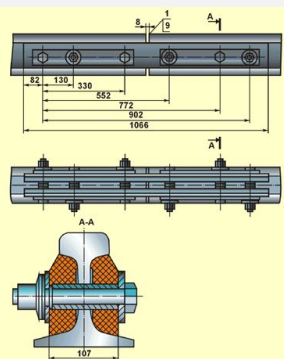
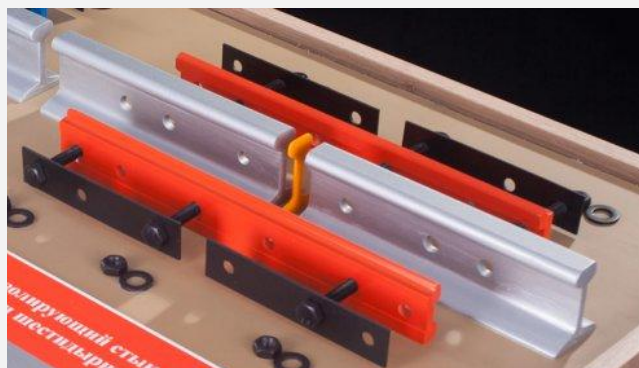
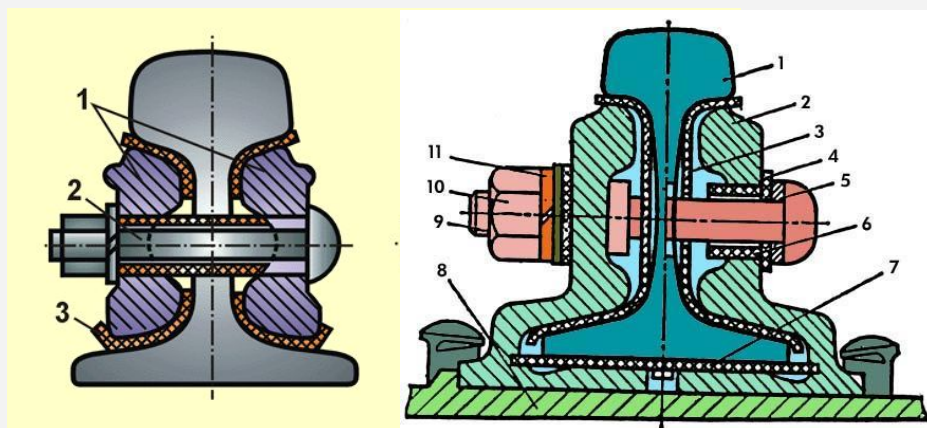


Рисунок 6 – Виды изолирующих рельсовых стыков

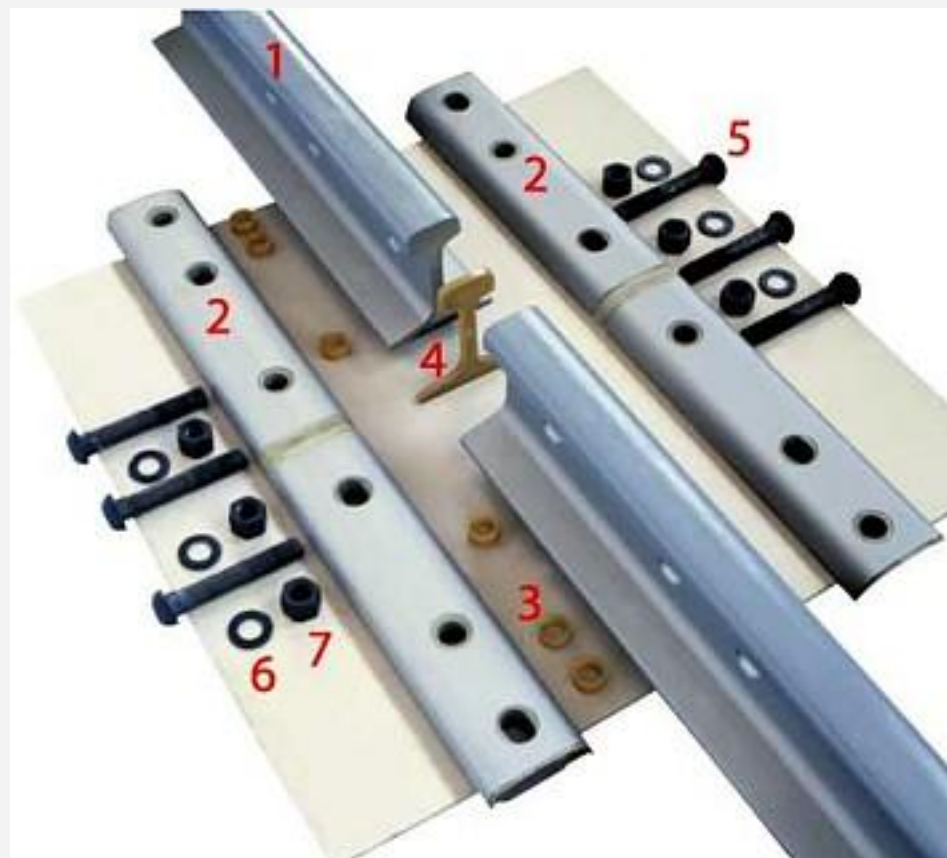


Рисунок 7 – Изолирующий рельсовый стык АпАТЭК:  
1 – рельс; 2 – накладка; 3 – изолирующие втулки; 4 – изолирующая пластина; 5 – болт; 6 – шайба; 7 – гайка

При стыковании разных типов рельсов, используются **специальные переходные накладки**.

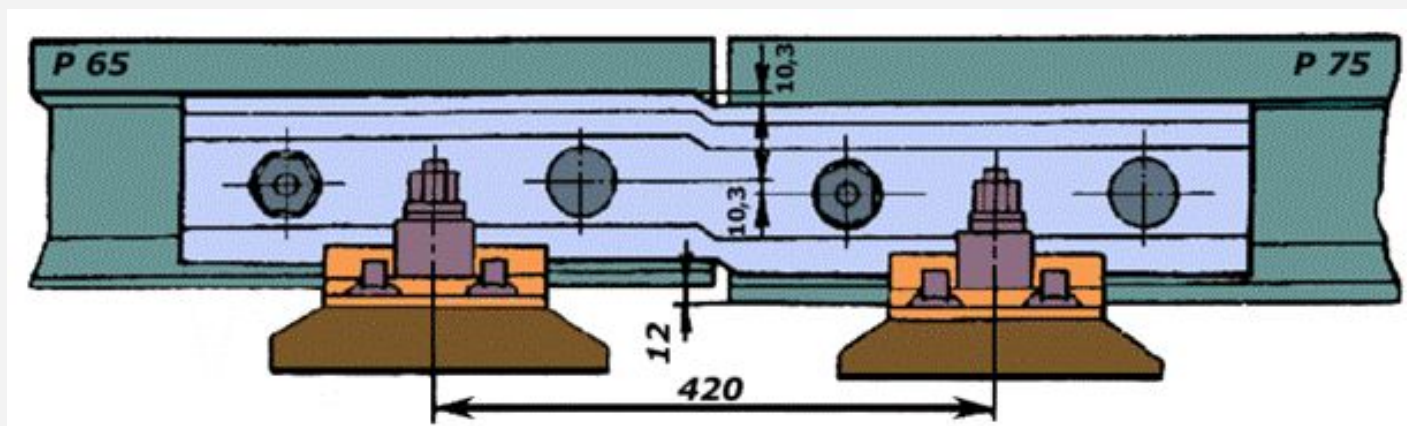
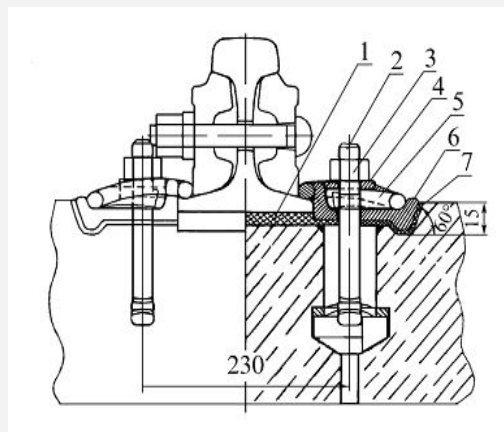


Рисунок 8 – Переходная накладка Р65 - Р75

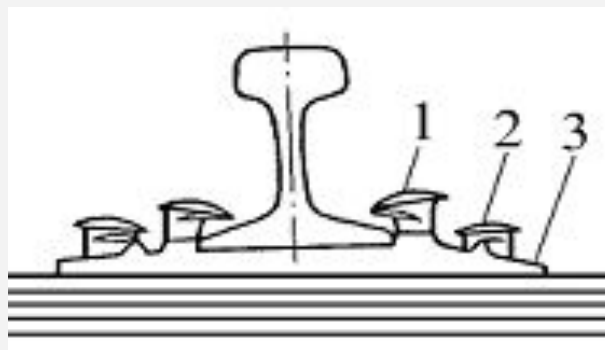


**Промежуточные рельсовые скрепления** состоят из подкладок и прокладок, воспринимающих нагрузку от рельсов и передающих ее на шпалу; костылей (шурупов, болтов), которыми рельсы и подкладки прикрепляются к шпалам.

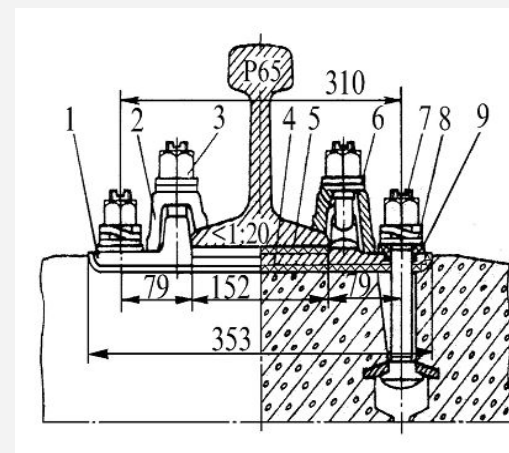
**Промежуточные рельсовые скрепления** должны обеспечивать надежную и достаточно упругую связь рельсов со шпалами, сохранять постоянство ширины колеи и необходимую подуклонку рельсов, не допускать продольного смещения и опрокидывания рельсов. При железобетонных шпалах они должны, кроме того, обеспечивать электрическую изоляцию рельсов и шпал. Промежуточные скрепления бывают трех основных видов: нераздельные, смешанные и раздельные.



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



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



в) Раздельное клеммно-болтовое (КБ-65) скрепление 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 9 – Промежуточные рельсовые скрепления

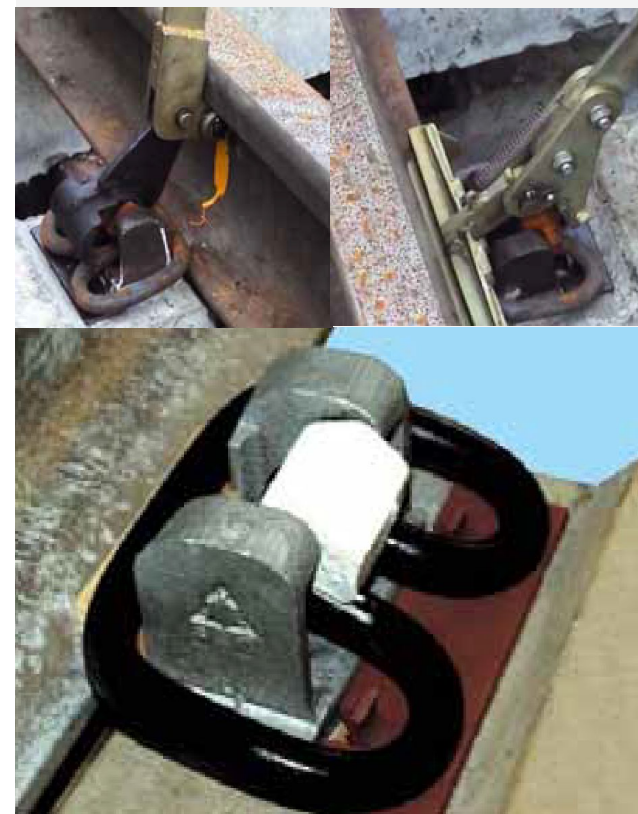
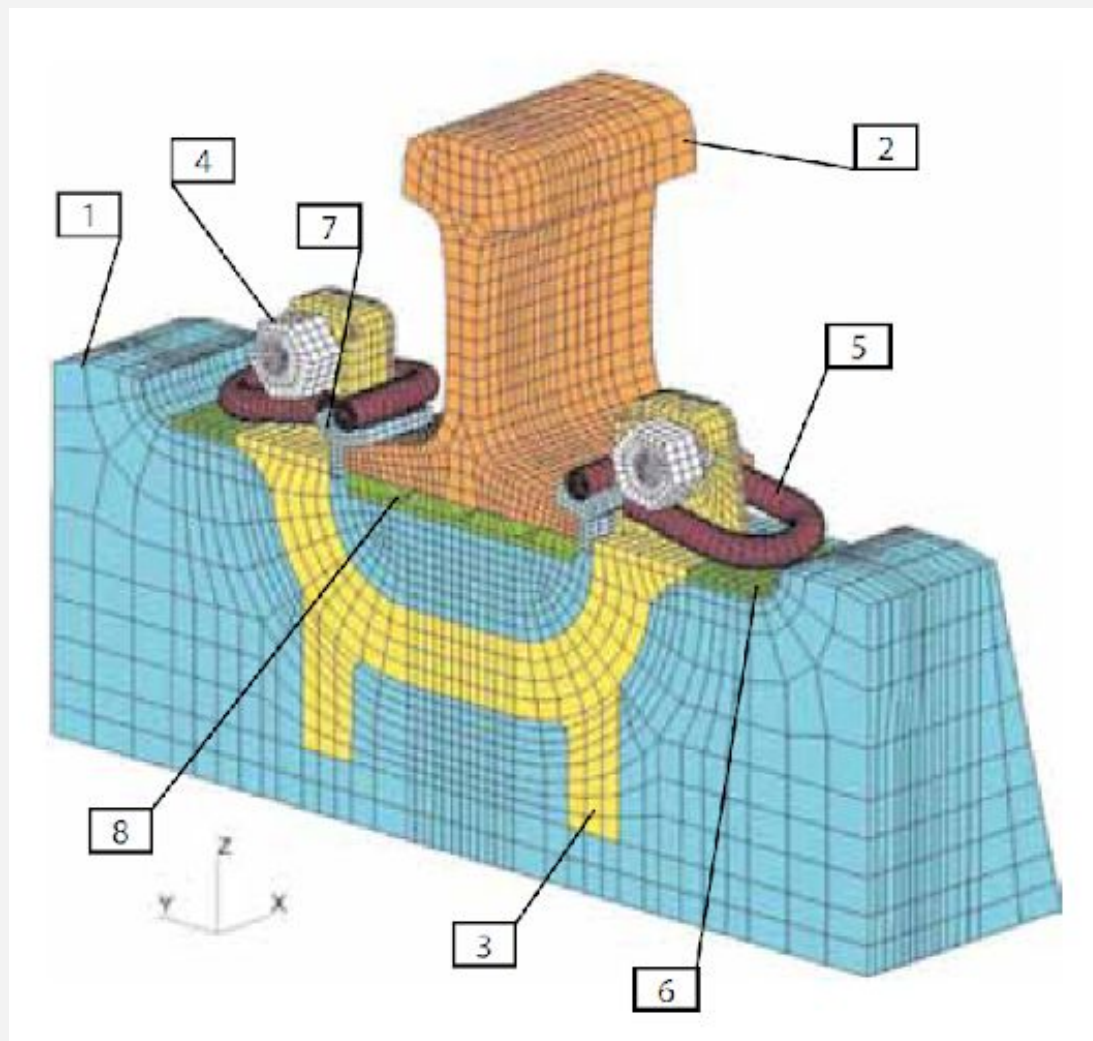


Рисунок 10 – Скрепление APC:

1 – железобетонная шпала; 2 – рельс; 3 – анкер; 4 – монорегулятор; 5 – клемма; 6 – подклеммник; 7 – уголок изолирующий; 8 – прокладка

Движение поездов, особенно на двухпутных участках, вызывает угон 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 скрепления, при котором рельс клеммами сильно прижат к каждой шпале.

При костыльном скреплении приходится применять **противоугоны**. Наиболее простыми являются **пружинные противоугоны**.

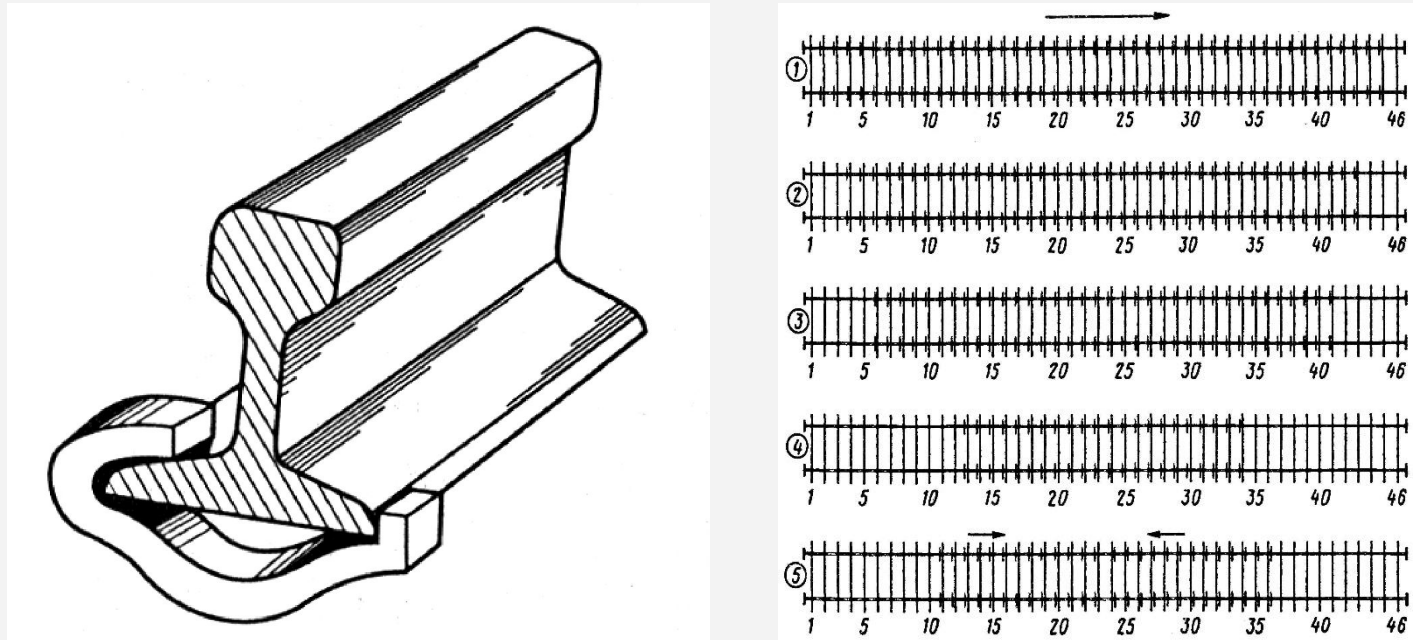


Рисунок 11 – Пружинный противоугон и его раскладка в зависимости от направления и интенсивности движения поезда.

**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.

Шпалы, служащие основанием для рельсов, изготавливают из железобетона длиной 2,7 м и дерева – 2,75 м с отклонениями не более  $\pm 2$  см и шириной поверху 150, 160 и 165 мм.

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

Изготавливают их из сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра, бука и березы.

Расположение шпал по длине рельсового звена называют эпюрой шпал. На железных дорогах применяют четыре эпюры, соответствующие укладке 1400, 1600, 1840 и 2000 шпал на 1 км пути.

Шпалы по назначению подразделяются на три типа:

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.

*Железобетонные шпалы* имеют одинаковые размеры, что положительно сказывается на плавности движения поездов, они не боятся воды, солнца, мороза и не гниют. Срок их службы предположительно 50 лет, в нашей стране массово используются с 1956 г.

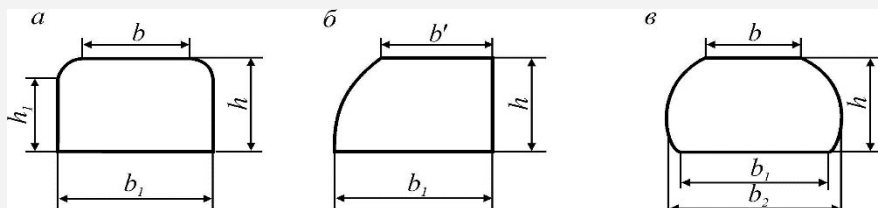


Рисунок 12 – Поперечное сечение деревянных шпал:

а – обрезная; б – полуобрезная; в – необрезная

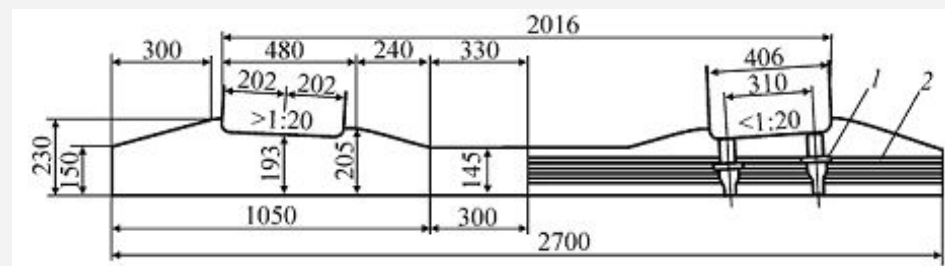


Рисунок 13 – Железобетонная шпала Ш-1-1:

1 – закладная шайба; 2 - арматура



### Рисунок 14 – Разновидности шпал и брусьев



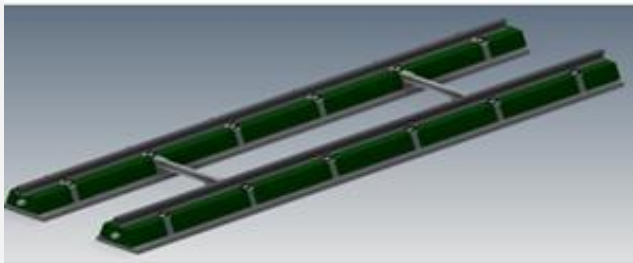
Рисунок 14 – Плиты безбалластного мостового полотна



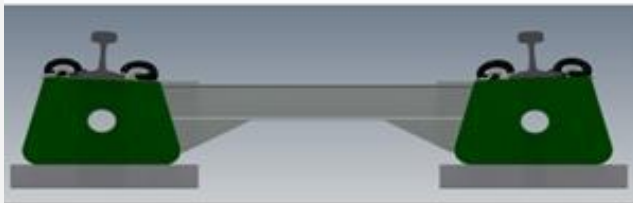
Рисунок 15 – Металлические шпалы

а) «Эпсилон» (Германия); б) Слиперы серии BS-500 (США, Китай)

Секция-модуль ТМТ длиной 6 метров



Вид поперечного сечения



Поперечная растяжка Фиксатор рельса

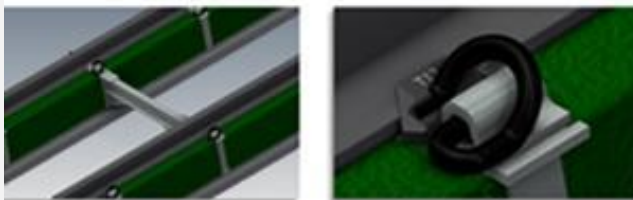


Рисунок 15 – Безбалластная система T-Track

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.

**Балластный слой** бывает щебеночный, гравийный, гравийно-песчаный, асбестовый или песчаный. Мощность верхнего строения пути должна соответствовать грузонапряженности линии.

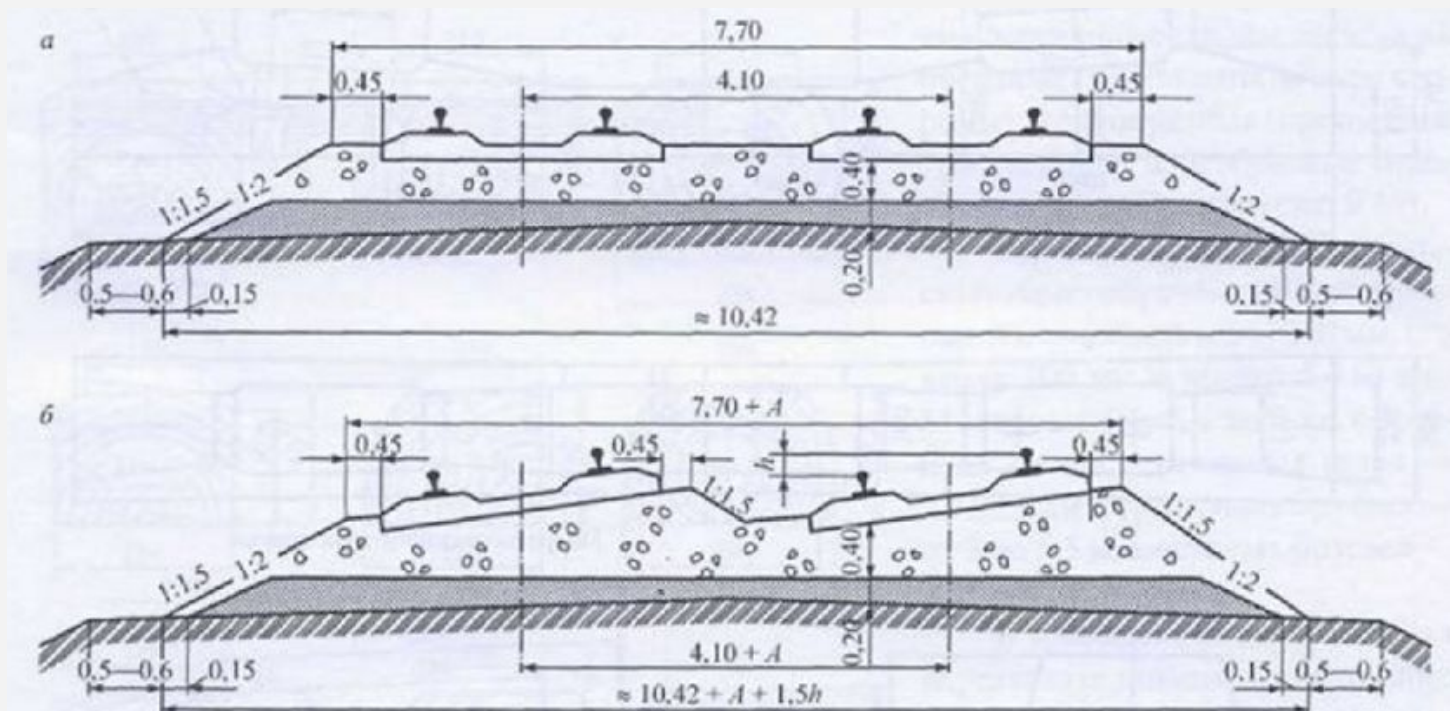


Рисунок 14 – Поперечный профиль балластного слоя для особогрузонапряженной категории двух путной ж.д. линии: а — в прямых участках пути; б — в кривых.

**Спасибо за внимание**

