

**Устройство  
верхнего  
строения пути  
(ВСП)**

Верхнее строение пути включает:

1. Линейные конструкции;
2. Конструкции для пересечения  
и соединения путей.

# Линейные конструкции ВСП

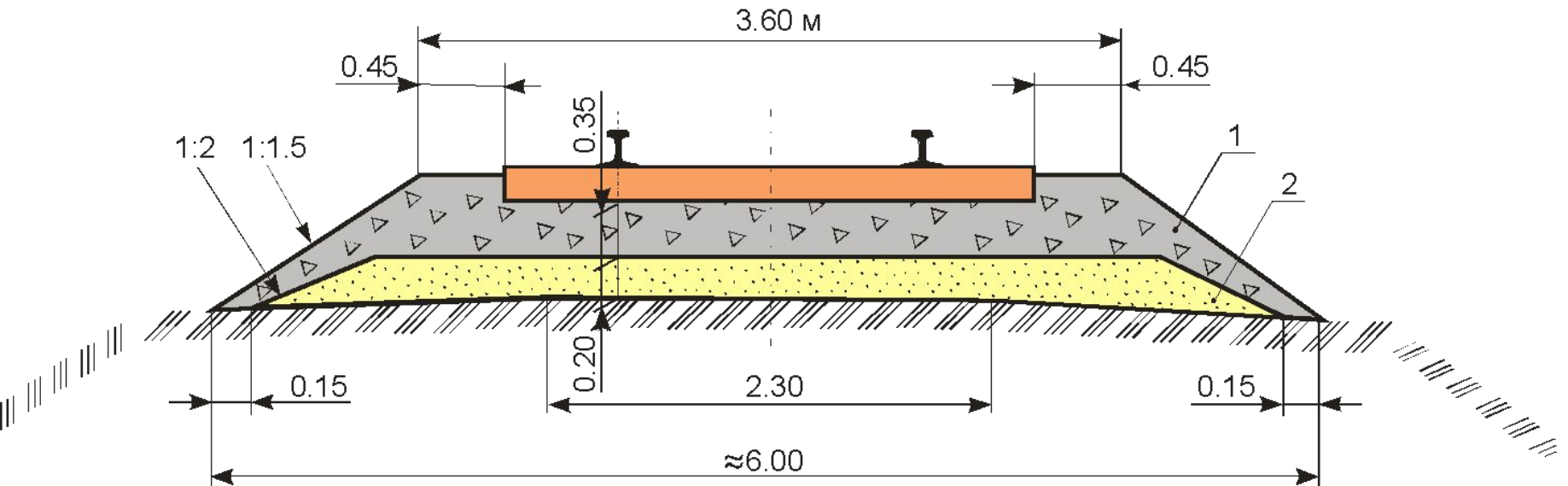






# Верхнее строение в целом

В прямом участке пути на деревянных шпалах



# Элементы ВСП

- 1. Рельсы
- 2. Подрельсовое основание
- 3. Промежуточные скрепления
- 4. Стыковые скрепления
- 5. Балластный слой
- 6. Противоугоны

# Назначение ВСП

- 1. Формирование колеи для направления колес экипажей .
- 2 Обеспечение пространственной устойчивости колеи
- 3. Передать нагрузку от колес на земляное полотно

# Классификация путей

Группа путей	Грузонапряженность млн. т км брутто/км в год	Категории пути – допускаемые скорости движения поездов (числитель – пассажирские, знаменатель – грузовые)						
		С	1	2	3	4	5	6
		$\frac{141-200}{до140}$	$\frac{121-140}{до100}$	$\frac{101-120}{до90}$	$\frac{81-100}{до80}$	$\frac{61-80}{до60}$	$\frac{41-60}{до60}$	<b>40 и менее</b>
		Главные пути						
<b>А</b>	<b>Более 80</b>	1	1	1	1	2	2	3
<b>Б</b>	<b>51 - 80</b>	1	1	1	2	2	3	3
<b>В</b>	<b>26 - 50</b>	1	1	2	2	3	3	4
<b>Г</b>	<b>11 - 25</b>	1	1	2	3	3	4	4
<b>Д</b>	<b>6 - 10</b>	1	2	3	4	4	4	4
<b>Е</b>	<b>5 и менее</b>	-	-	-	4	4	5	5



# Рельсы

- Назначение :
  - - сформировать колею;
  - - передать давления колес на подрельсовые опоры.
- Основные требования:
  - - хорошо сопротивляться износу и усталостным разрушениям;
  - - хорошо сопротивляться корродированию.

# Рельсы

- Основные характеристики:
- 1. Погонный вес
- 2. Длина
- 3. Химический состав
- 4. Поперечный профиль

# Классификация

---

Рельсы подразделяют:

- по типам:

Р50,

Р65,

Р65К (для наружных нитей кривых участков пути),

Р75;

- по категориям качества:

В — рельсы термоупрочненные высшего качества,

Т1, Т2 — рельсы термоупрочненные,

Н — рельсы нетермоупрочненные;

- по наличию болтовых отверстий:

с отверстиями на обоих концах,

без отверстий;

- по способу выплавки стали:

М — из мартеновской стали,

К — из конвертерной стали,

Э — из электростали.

# Химический состав рельсовой стали в процентах (осредненно)

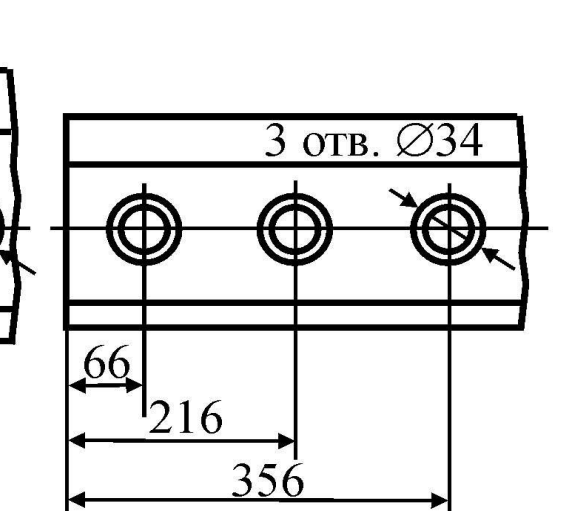
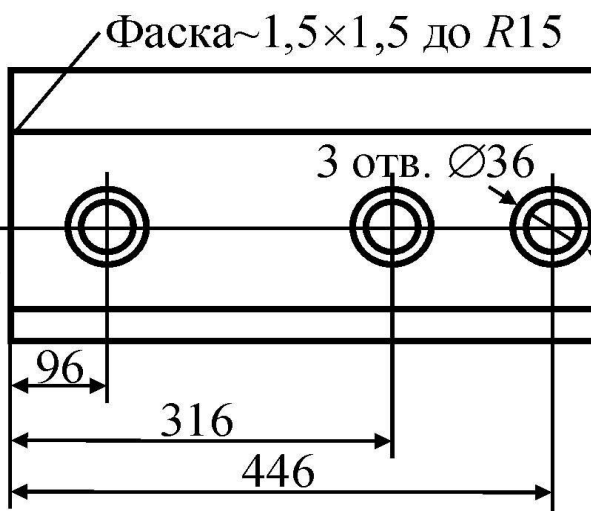
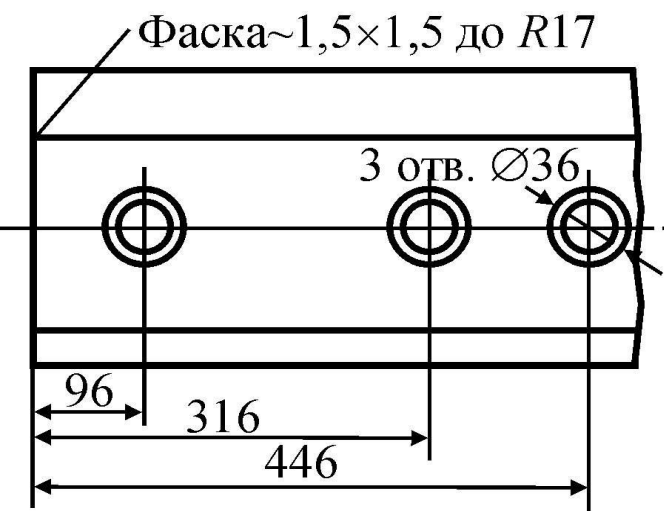
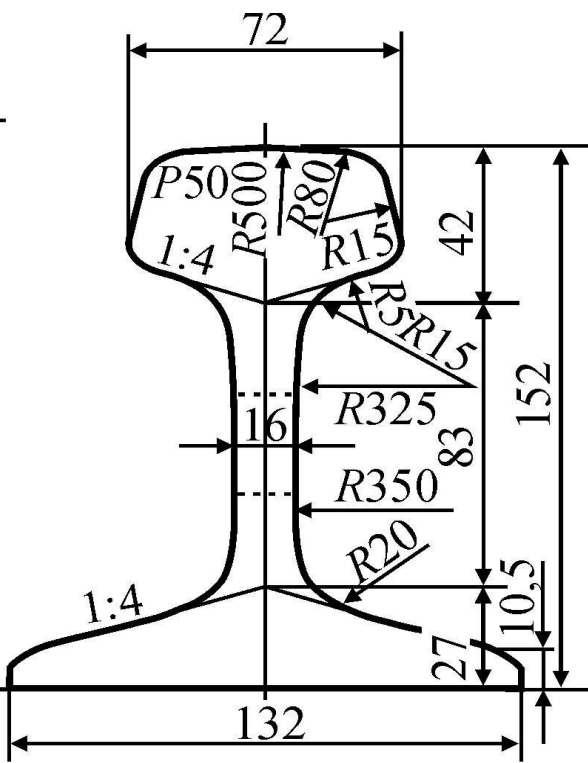
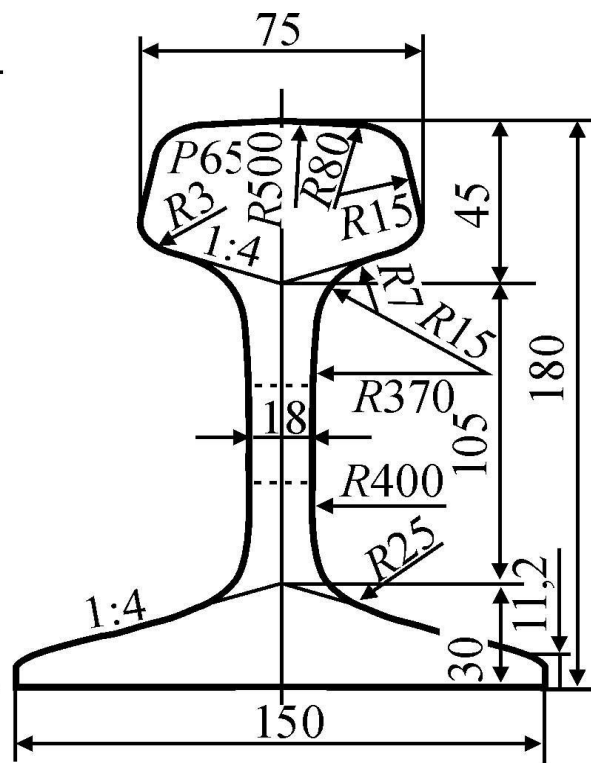
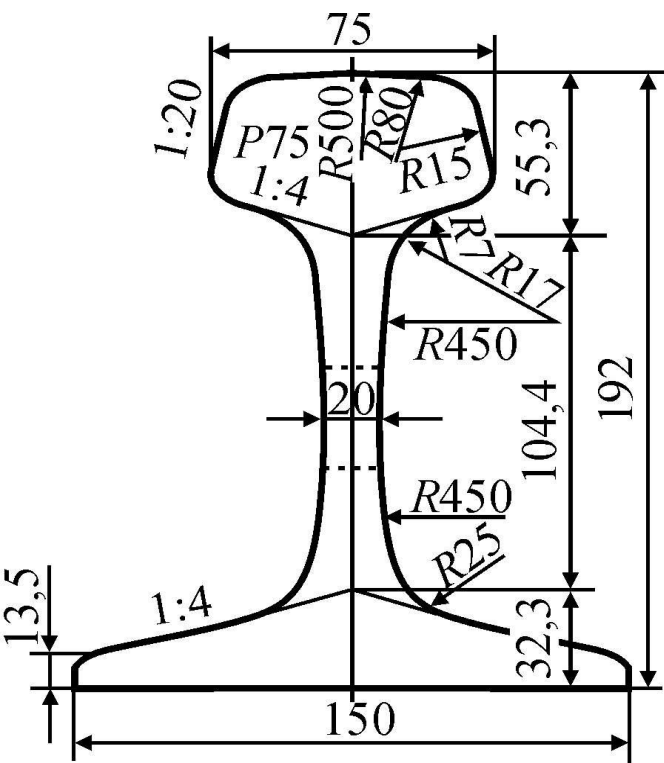
- Углерод - 0,71-0,82
- Марганец - 0,75-1,05
- Кремний - 0,25-0,45
  
- Микродобавки ванадия, титана, хрома

# Вредные добавки

- Фосфор – создает хладноломкость
- Сера - вызывает красноломкость
- Алюминий –вызывает образования силикатов (неметаллических включений провоцирующих образование трещин)

<b>Показатель/тип рельса</b>	<b>P50</b>	<b>P65</b>	<b>P65K</b>	<b>P75</b>
<i>Высота рельса, Н, мм</i>	152	180	181	192
<i>Высота шейки, h, мм</i>	83	105	105	104
<i>Ширина головки b, мм</i>	72	75	75	75
<i>Ширина подошвы, В мм</i>	132	150	150	150
<i>Толщина шейки, e, мм</i>	16	18	18	20
<i>Высота пера, т, мм</i>	10,5	11,2	11,2	13,5





# Основные причины выхода рельсов из строя

1. Контактно-усталостные и усталостные трещины
2. Боковой износ в кривых
3. Волнообразный износ
4. Коррозия подошвы

# Направления повышения надежности рельсового хозяйства

1. *Термическая обработка*
2. *Повышение чистоты металла (вакуумирование в ковше, продувка в ковше аргоном)*
3. *Периодическая шлифовка головки*
4. *Лубрикация*
5. *Укладка бесстыкового пути*
6. *Повторная укладка отремонтированных рельсов*
7. *Разработка методов ремонта рельсов в пути*
8. *Совершенствование поперечного профиля*

# Скрепления

- Промежуточные
  - Стыковые

# Промежуточные скрепления

## Назначение:

- - прикрепить рельс к опорам, создав устойчивую колею;
- - распределить силы от подошвы рельса на шпалу;

## *Дополнительно при ж.б. шпалах:*

- - обеспечить рациональную жесткость пути;
- - обеспечить электроизоляцию одной рельсовой нити от другой;
- - обеспечить выправку колеи в профиле за счет карточек.

# Требования к промежуточным скреплениям.

Скрепление должно быть:

- 1. малодетальным*
- 2. неметаллоемким*
- 3. простым в изготовлении и эксплуатации*
- 4. ремонтпригодным*
- 5. экономичным*



# Скрепления для деревянных шпал

Классификация:

1 - бесподкладочные

2 - подкладочные:

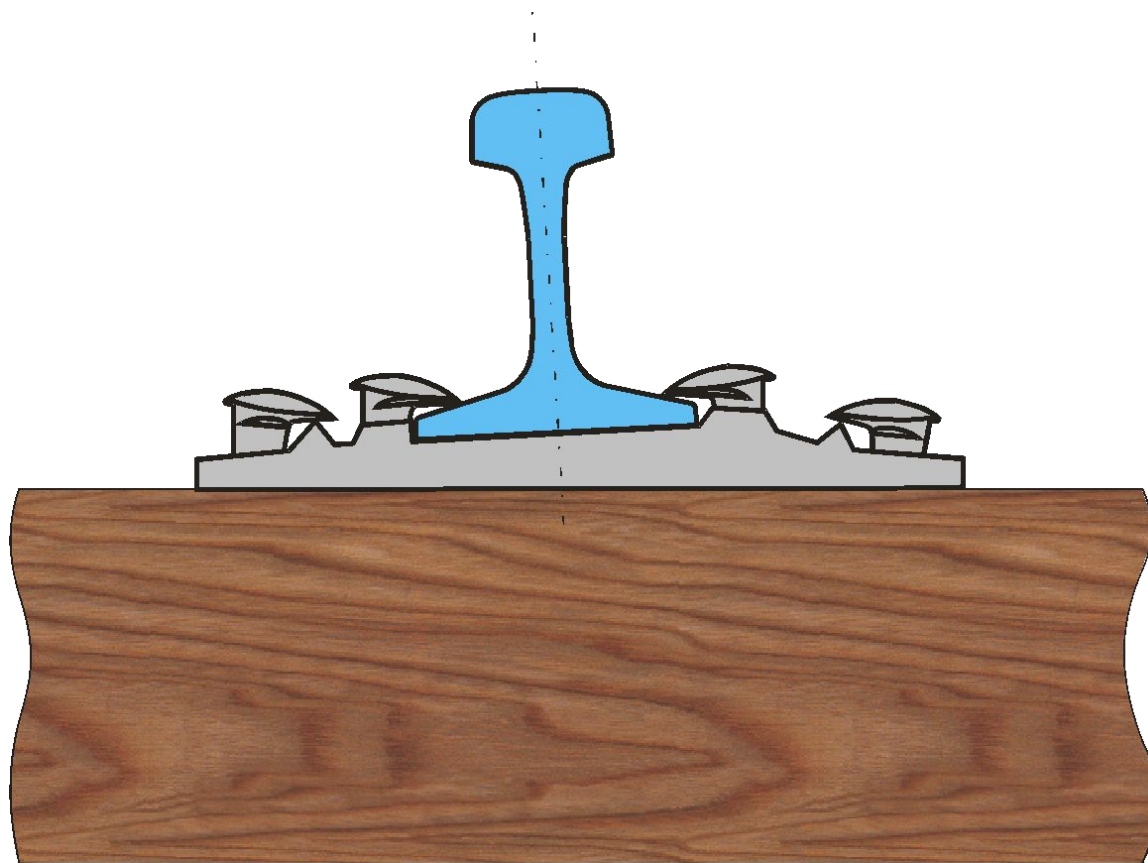
*2.1. - раздельное*

*2.2. - нераздельное*

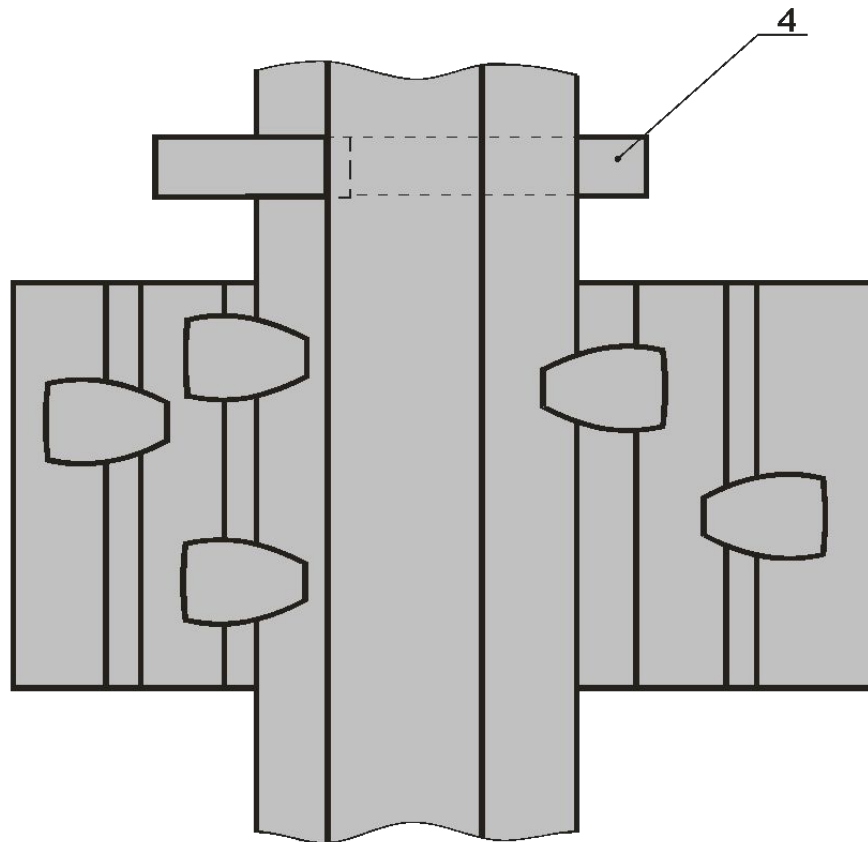
*2.3. - смешанное*

- Подкладочные скрепления обеспечивают подуклонку 1/20

# Смешанное костыльное скрепление



# Вид сверху

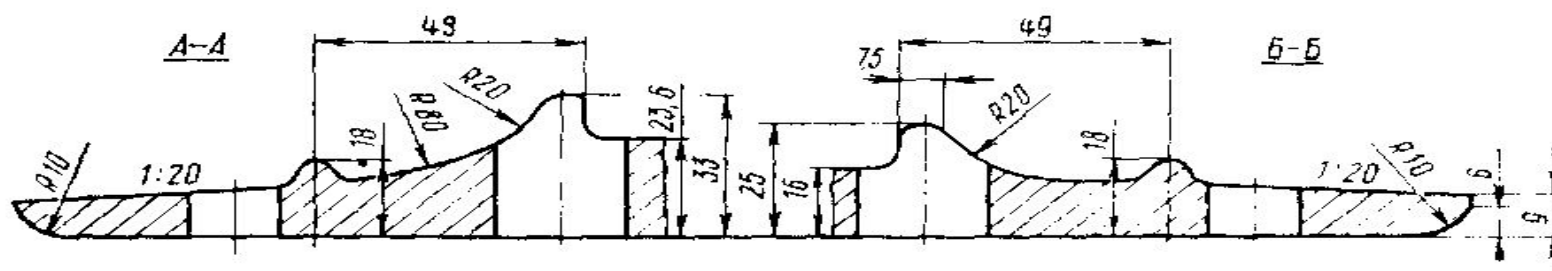
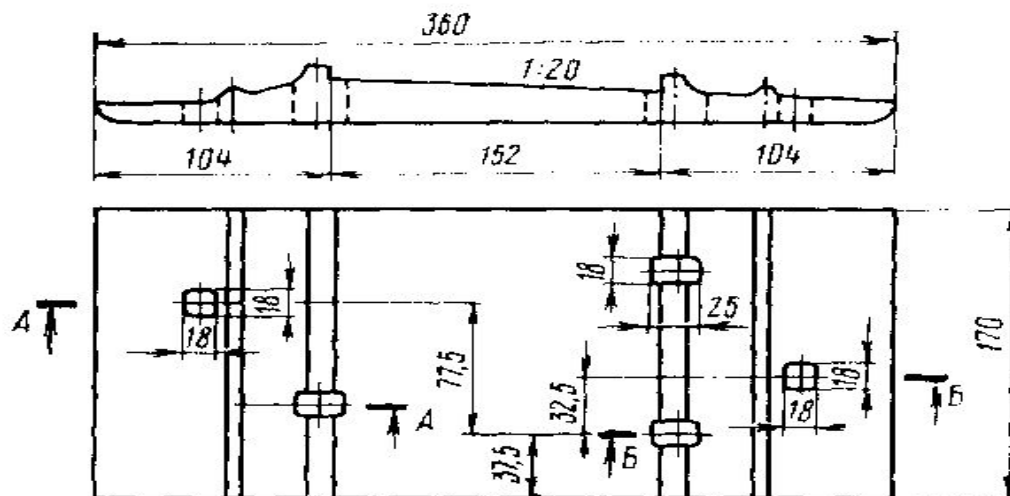


1. Подкладка  
2. Костыль обшивочный

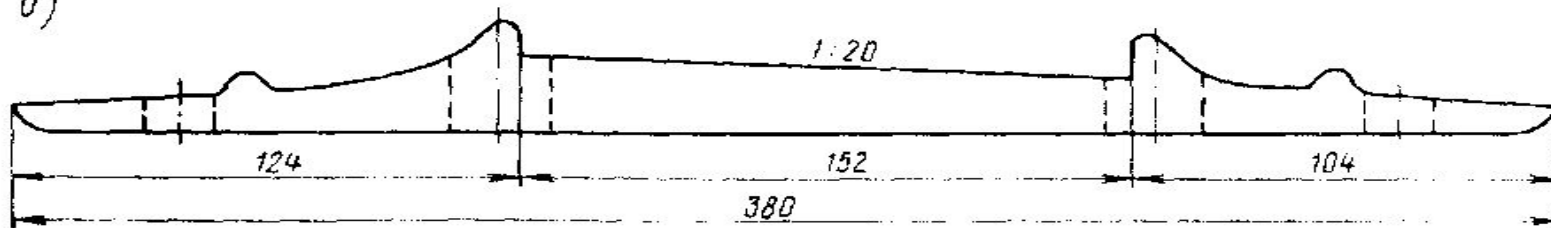
3. Костыль основной  
4. Противоугон пружинный

# Металлическая подкладка костыльного скрепления

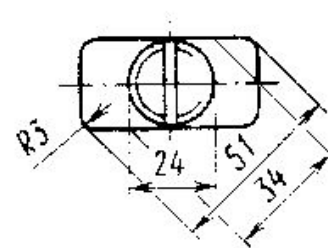
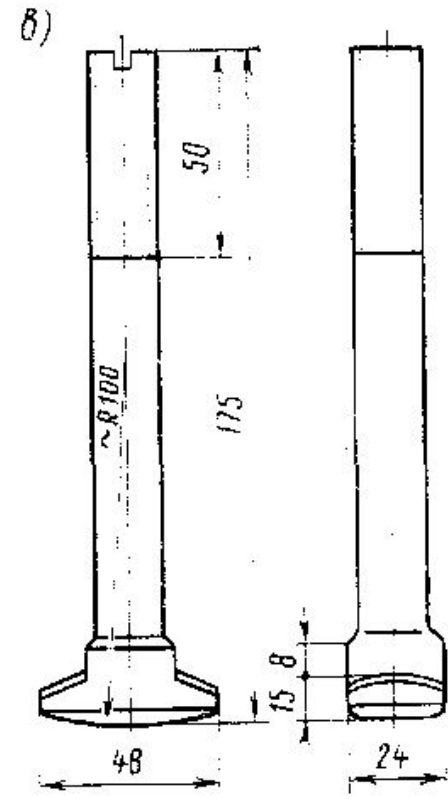
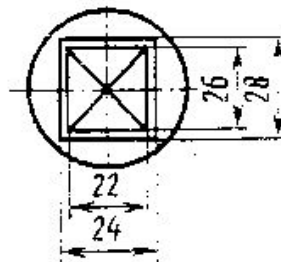
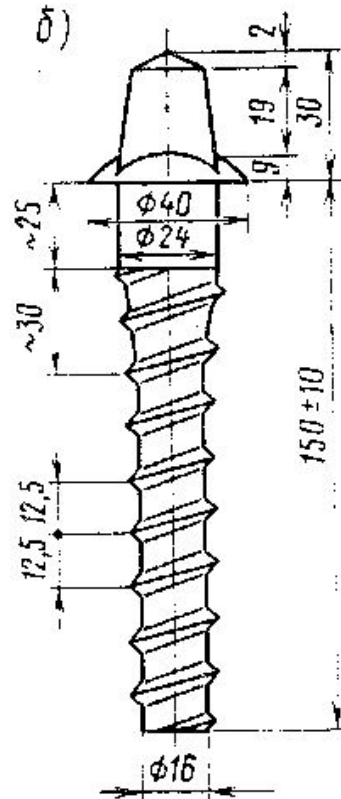
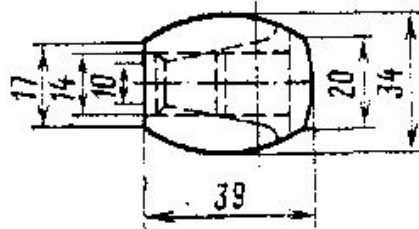
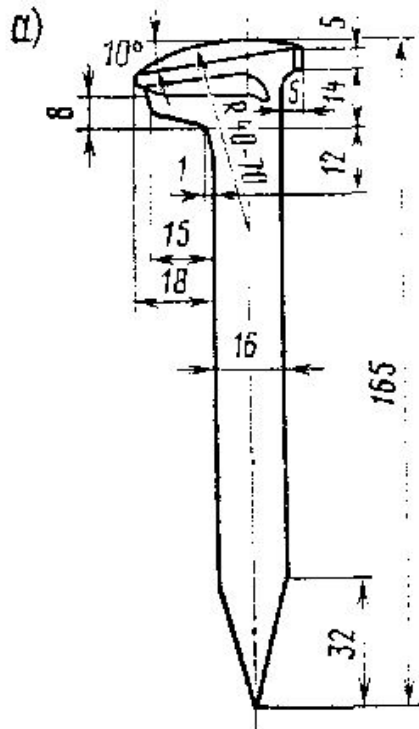
а)



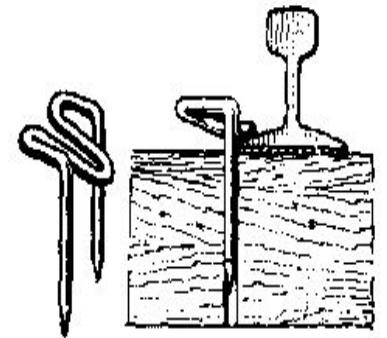
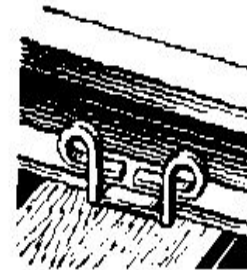
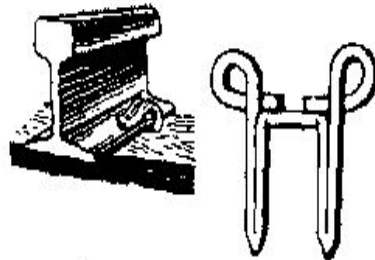
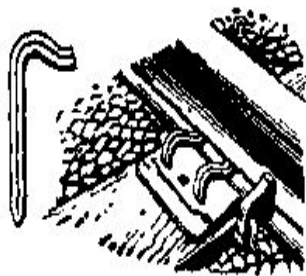
б)



# Прикрепители

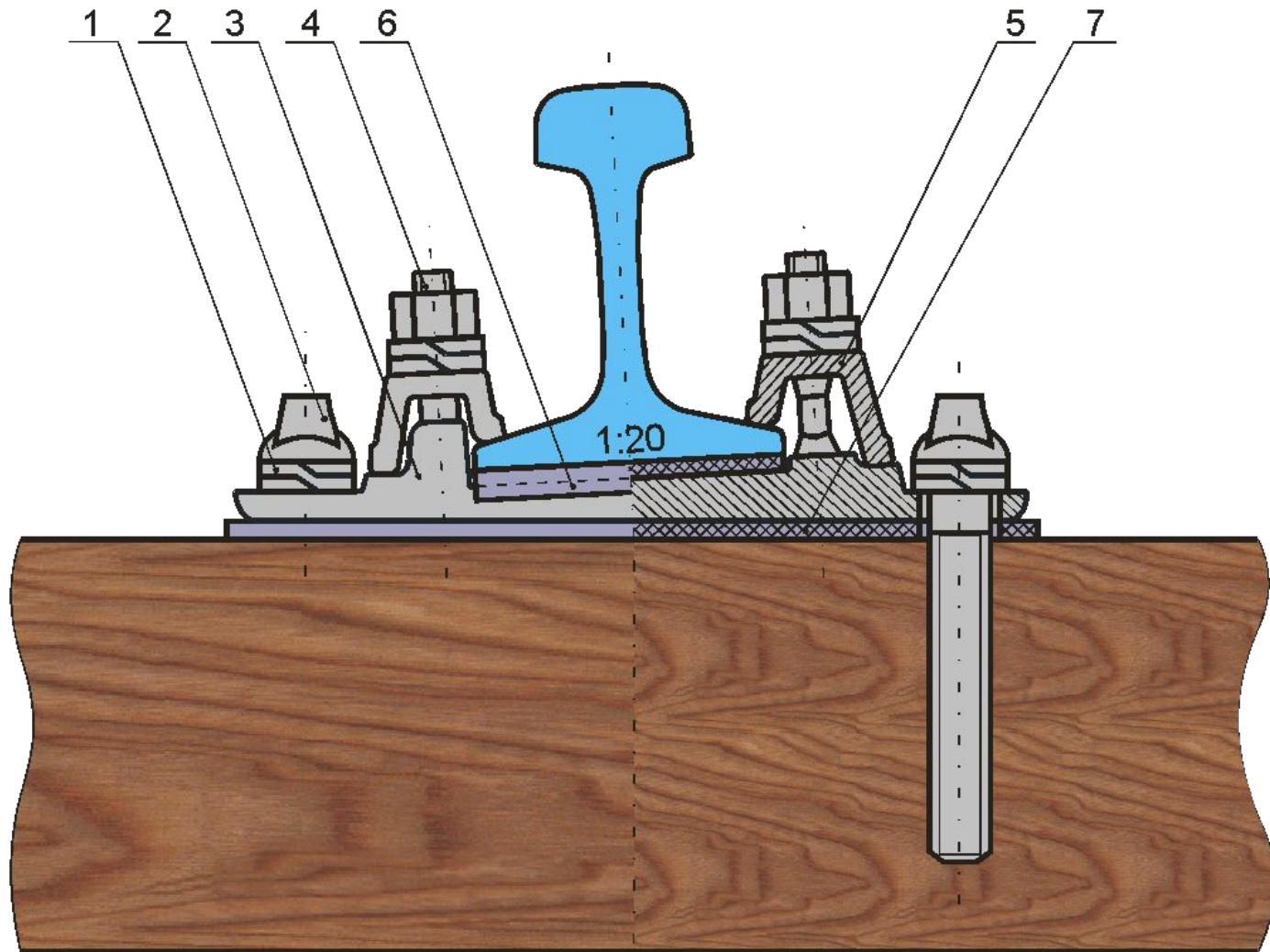


# Пружинные крепежи





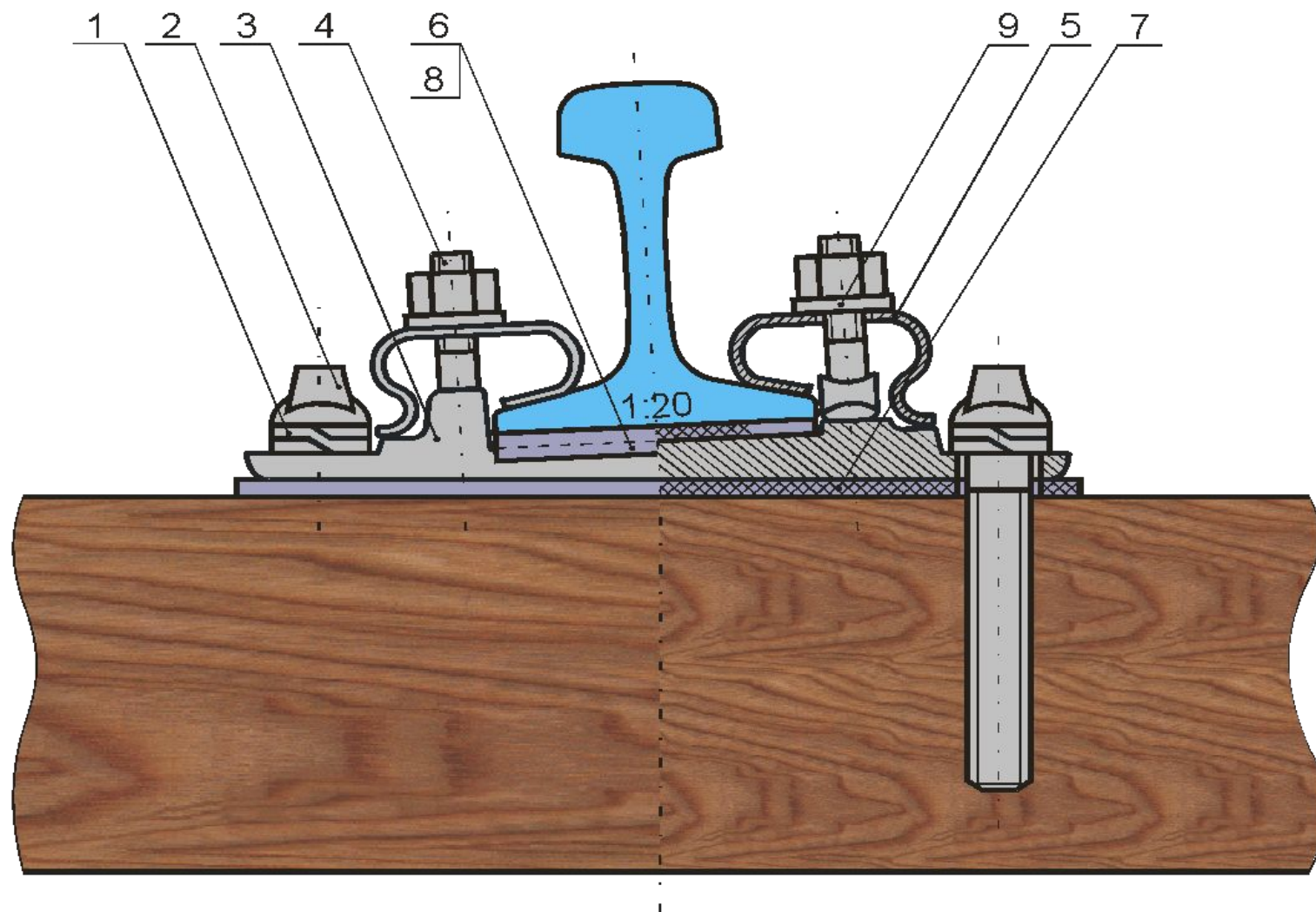
# Раздельное крепление КД



1. Двухвитковая шайба
2. Шуруп
3. Подкладка
4. Клеммный болт

5. Клемма
6. Подрельсовая прокладка
7. Прокладка под подкладку

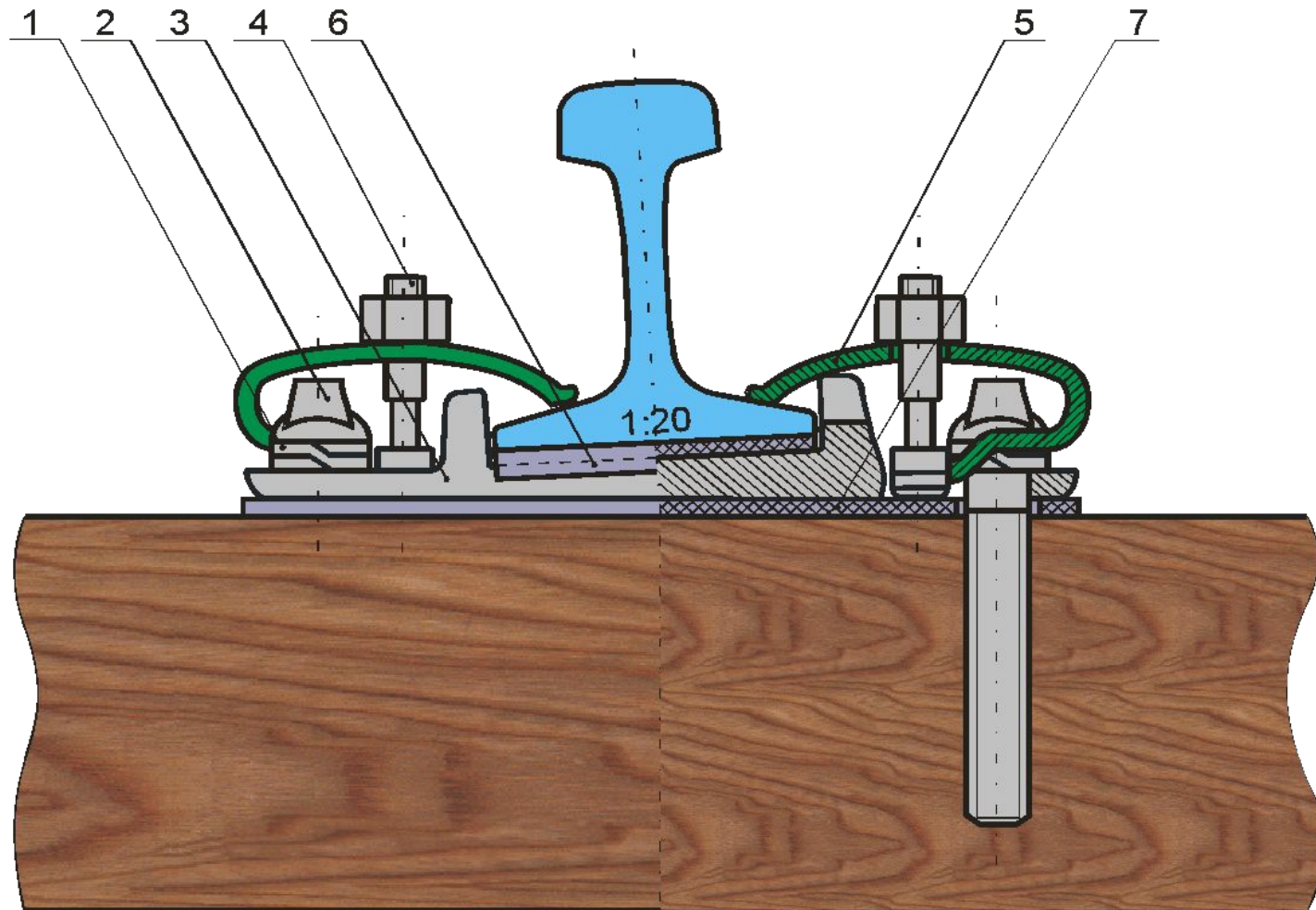
# Раздельное крепление КД



1. Шайба двухвитковая
2. Шуруп
3. Подкладка
4. Клеммный болт
5. Клемма пружинная

6. Прокладка ПР 65
7. Прокладка КД 65
8. Прокладка КД 65
9. Шайба черная

## Скрепление типа Д4

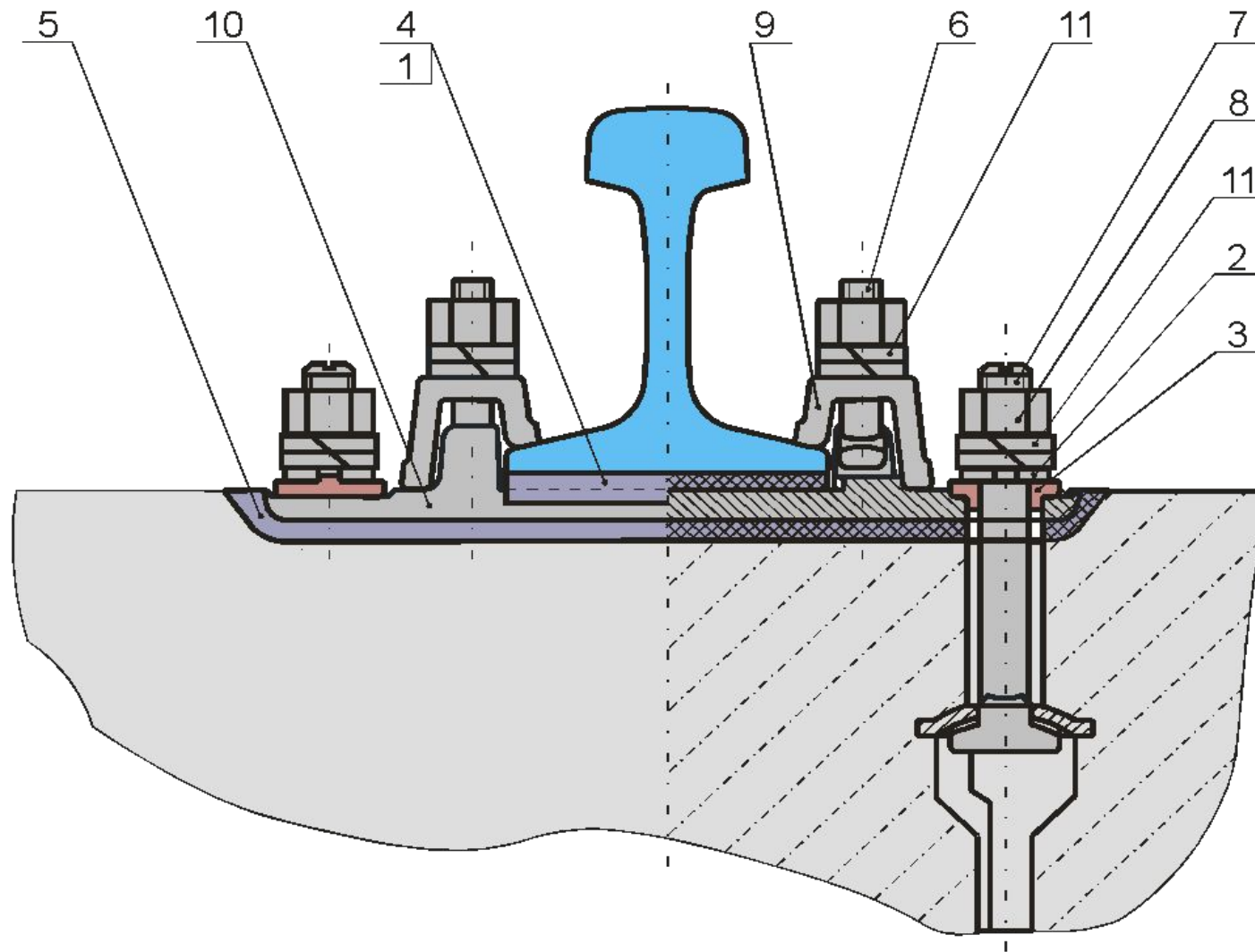


1. Двухвитковая шайба
2. Шуруп
3. Подкладка
4. Клеммный болт

5. Клемма
6. Подрельсовая прокладка
7. Прокладка под подкладку

# Скрепления для железобетонных шпал

# Раздельное крепление КБ-65

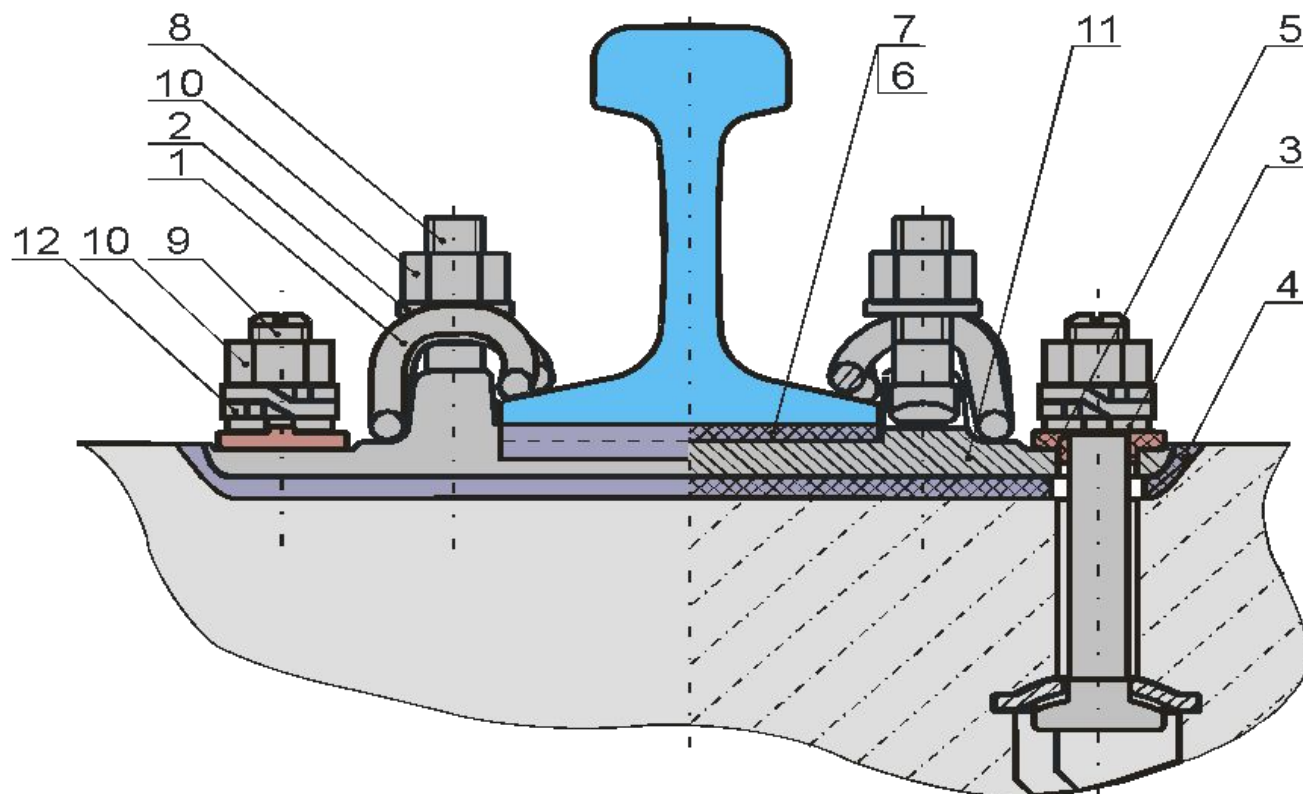


1. Прокладка ПР65
2. Скоба для изолирующей втулки КБ
3. Втулка изолирующая КБ
4. Прокладка ПБР 65x7
5. Прокладка КБ-10
6. Болт М22-8G-75.48

7. Болт М22-8G-175.36
8. Гайка М22-7Н.5
9. Клемма ПК
10. Подкладка
11. Шайба двухвитковая 25



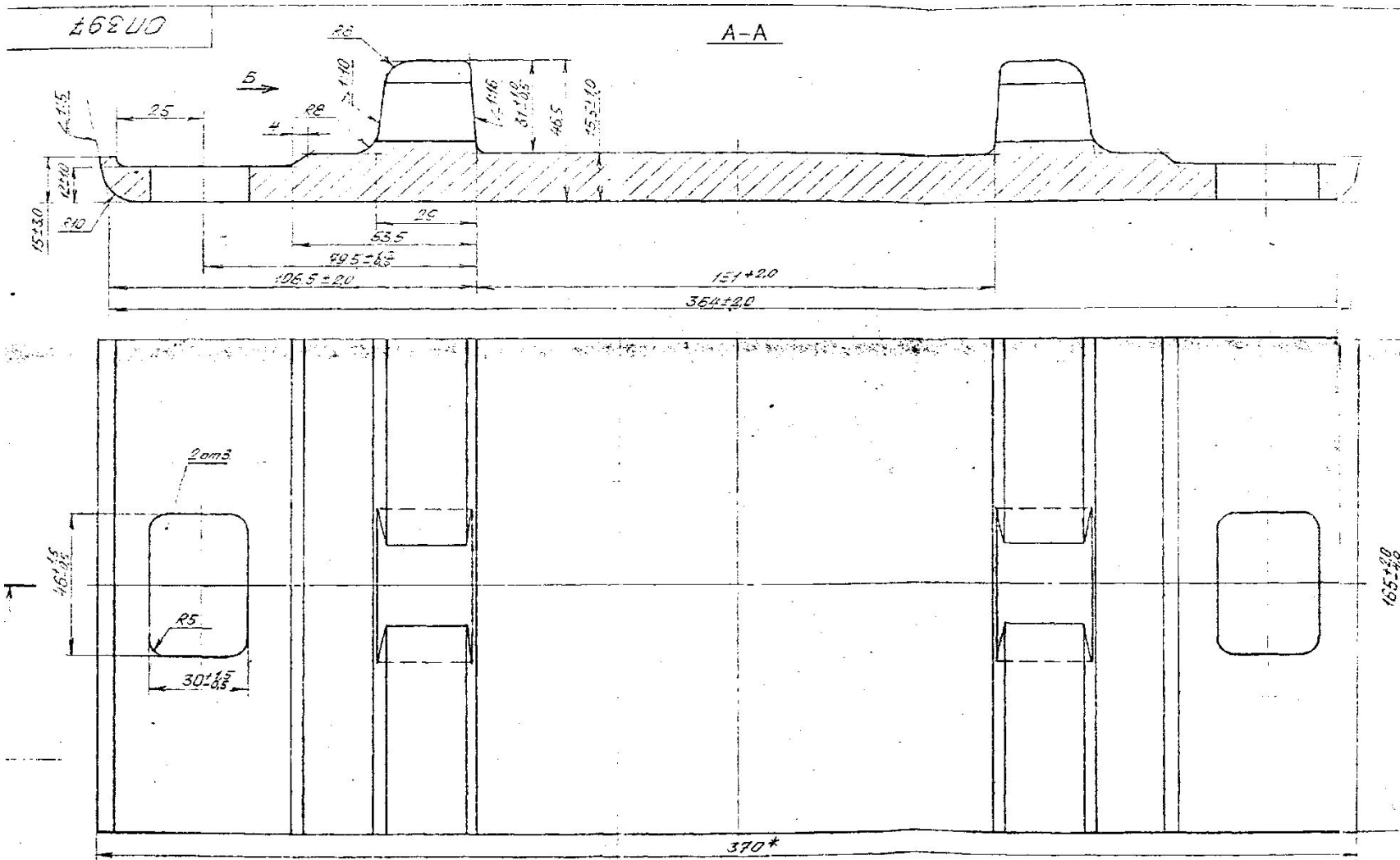
# Раздельное крепление КБ-65 (с прутковой клеммой)



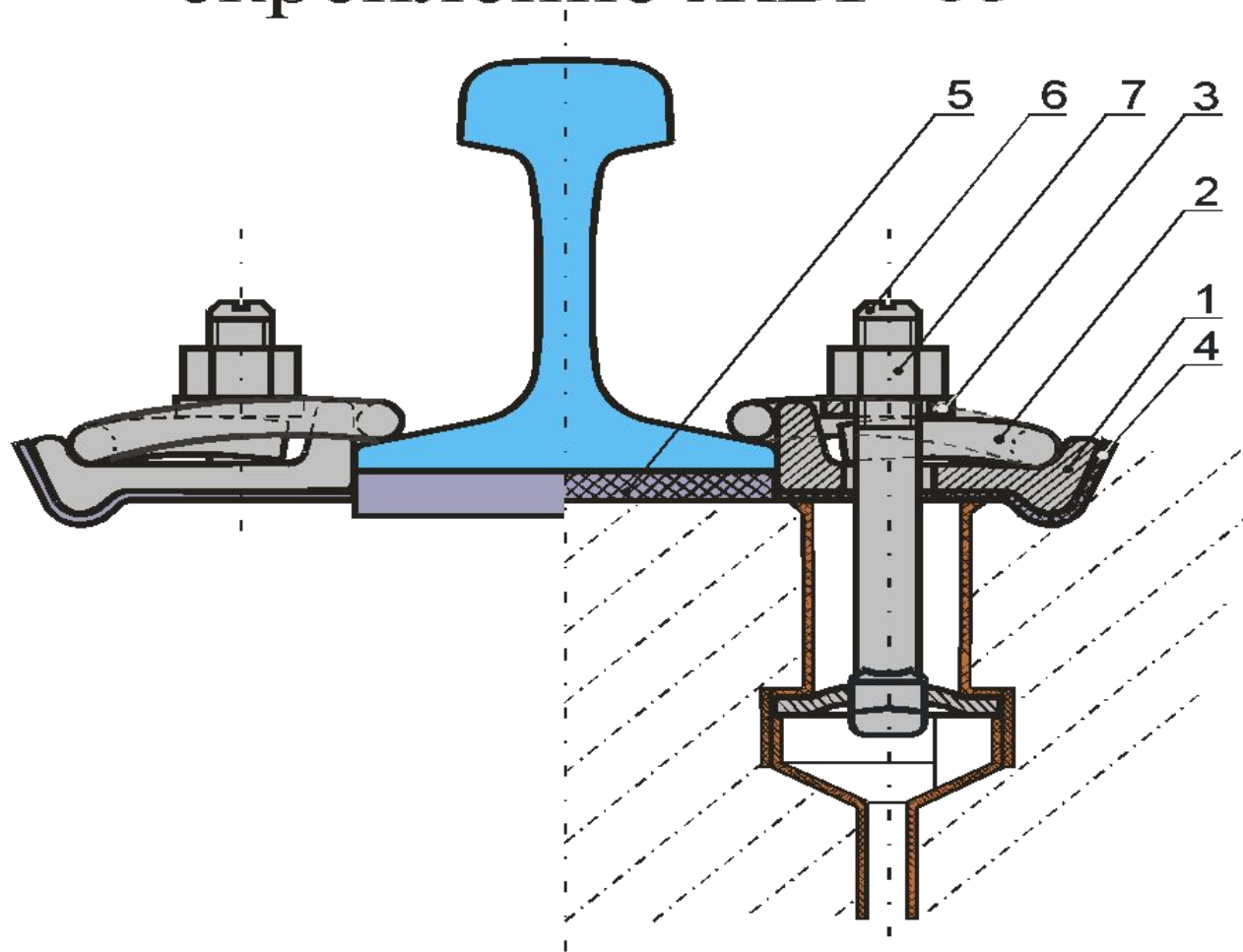
1. Клемма пружинная прутковая КБ 65П
2. Шайба черная 22
3. Скоба для изолирующей втулки
4. Прокладка КБ 65
5. Втулка изолирующая
6. Прокладка ПР 65

7. Прокладка ПБР 65
8. Болт СМ 22-8G-65.48
9. Болт СМ 22-8G-175.48.0115
10. Гайка СМ 22-7Н.5
11. Подкладка КБ 65
12. Шайба двухвитковая 24

# Подкладка КБ



# Бесподкладочное пружинное скрепление ЖБР-65



1. Скоба упорная
2. Клемма пружинная ЖБР-3
3. Скоба
4. Прокладка упругая

5. Прокладка ЖБР
6. Болт М22-175.48
7. Гайка М22-7Н.5



*Варианты конструкций*  
*зарубежных* *промежуточных*  
*скреплений для ж.б. шпал*

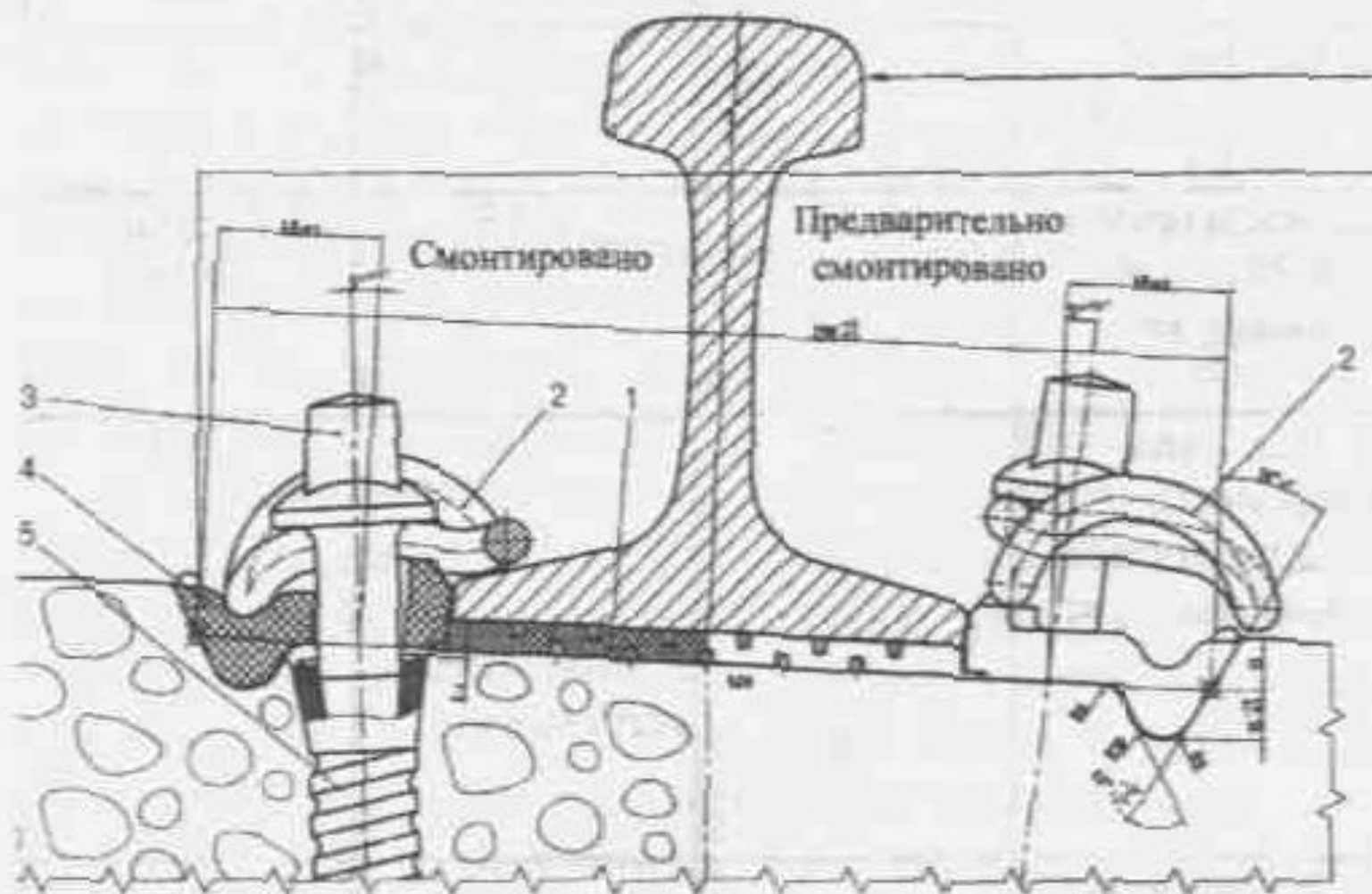
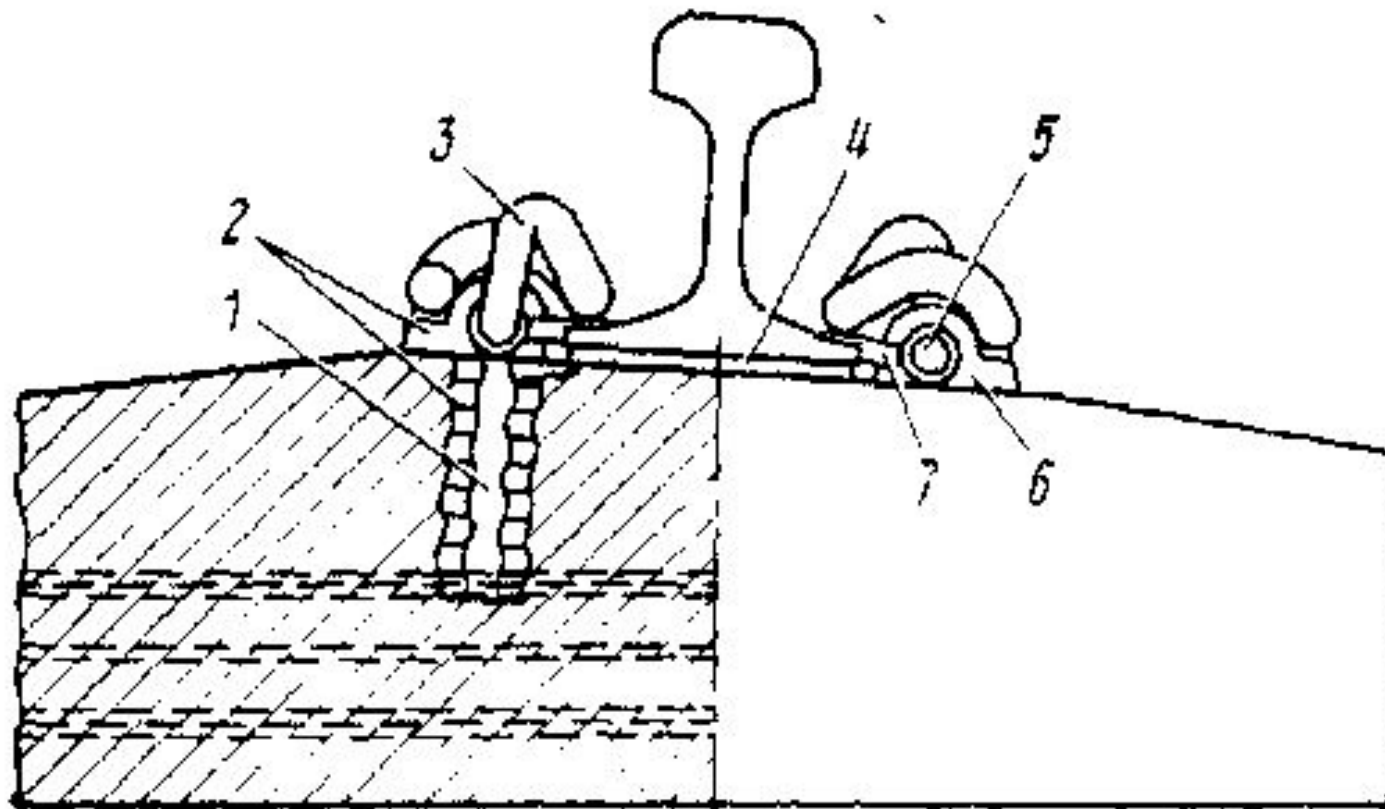


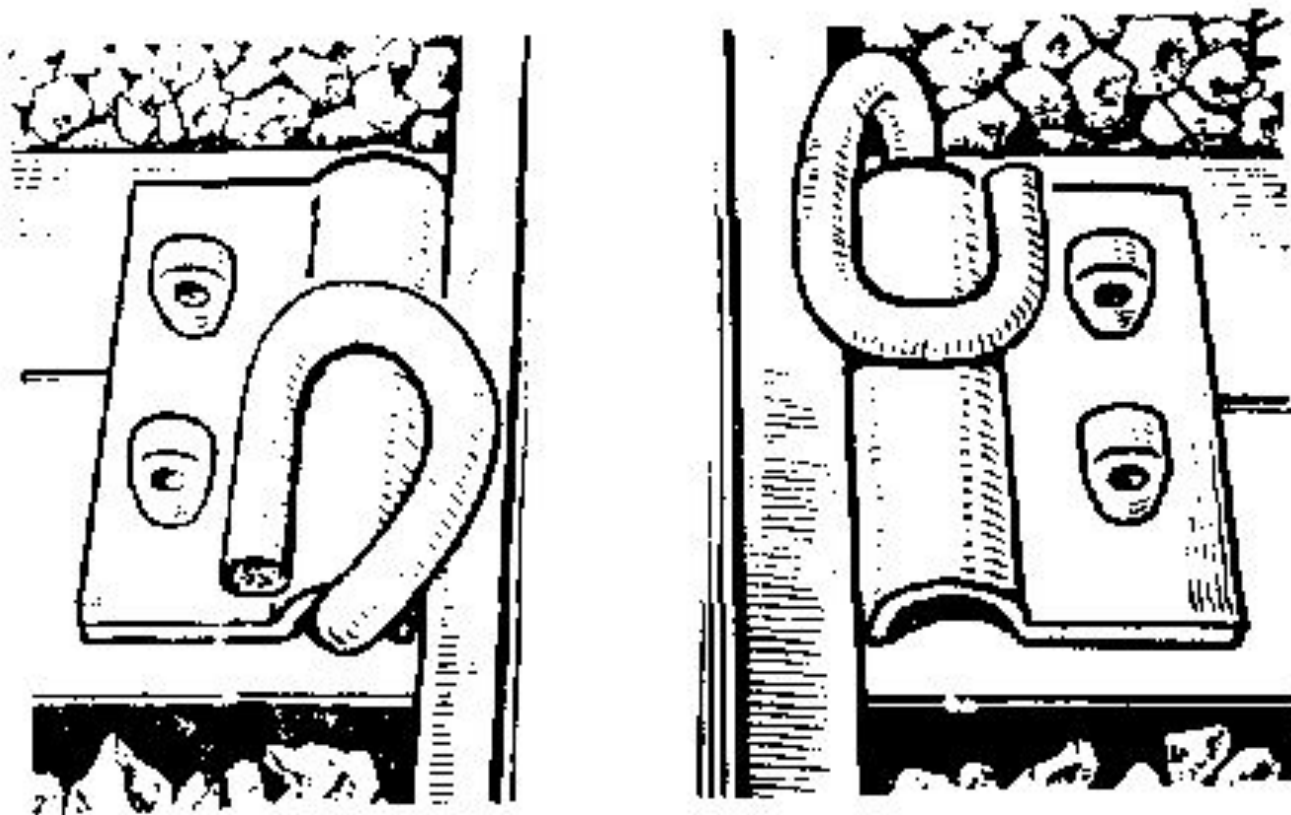
Рис. 2. Крепление W-14 (Vossloh):

- 1 — подрельсовая прокладка; 2 — пружинная клемма; 3 — шуруп;  
 4 — углонаправляющая плитка; 5 — пластмассовый дюбель

# Скрепление Пендрол для Ж.б. шпал

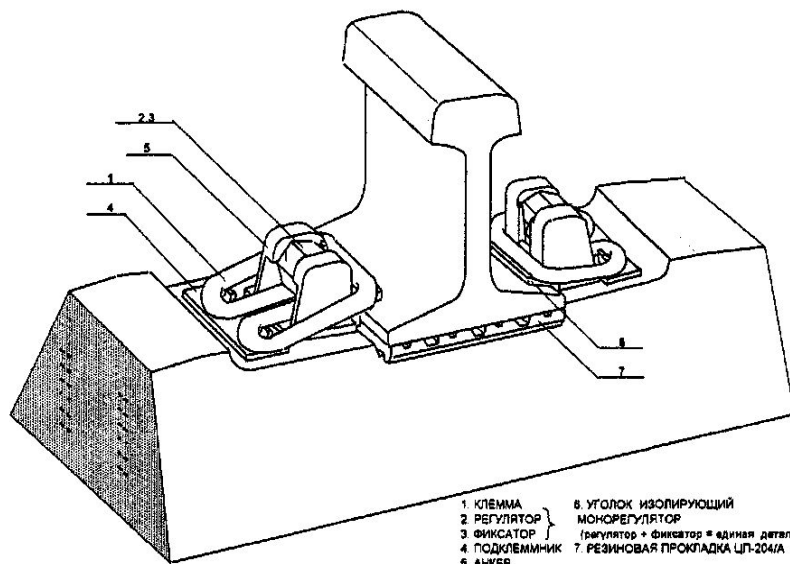


# Скрепление Pandrol



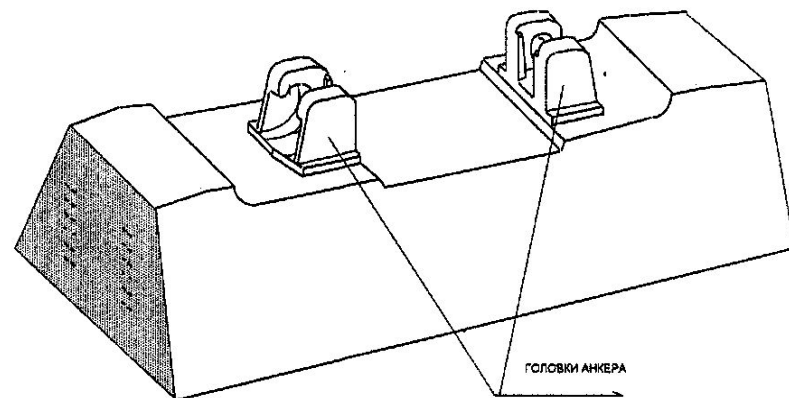
# АНКЕРНОЕ РЕЛЬСОВОЕ СКРЕПЛЕНИЕ АРС-4

## УЗЕЛ СКРЕПЛЕНИЯ АРС-4



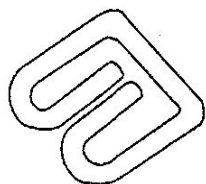
- 1 КЛЕММА
  - 2 РЕГУЛЯТОР
  - 3 ФИКСАТОР
  - 4 ПОДКЛЕММНИК
  - 5 АНКЕР
  - 6 УГОЛОК ИЗОЛИРУЮЩИЙ
  - 7 РЕЗИНОВАЯ ПРОКЛАДКА ЦП-204А
- МОНОРЕГУЛЯТОР  
(регулятор + фиксатор = единая деталь)

## ПОДРЕЛЬСОВАЯ ЗОНА АНКЕРНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ШПАЛЫ



## СЪЕМНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УЗЛА АРС-4

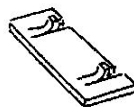
КЛЕММА



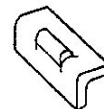
МОНОРЕГУЛЯТОР  
(РЕГУЛЯТОР + ФИКСАТОР)



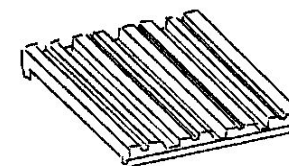
ПОДКЛЕММНИК



ИЗОЛЯТОР



ПОДРЕЛЬСОВАЯ ПРОКЛАДКА  
ЦП-204/А



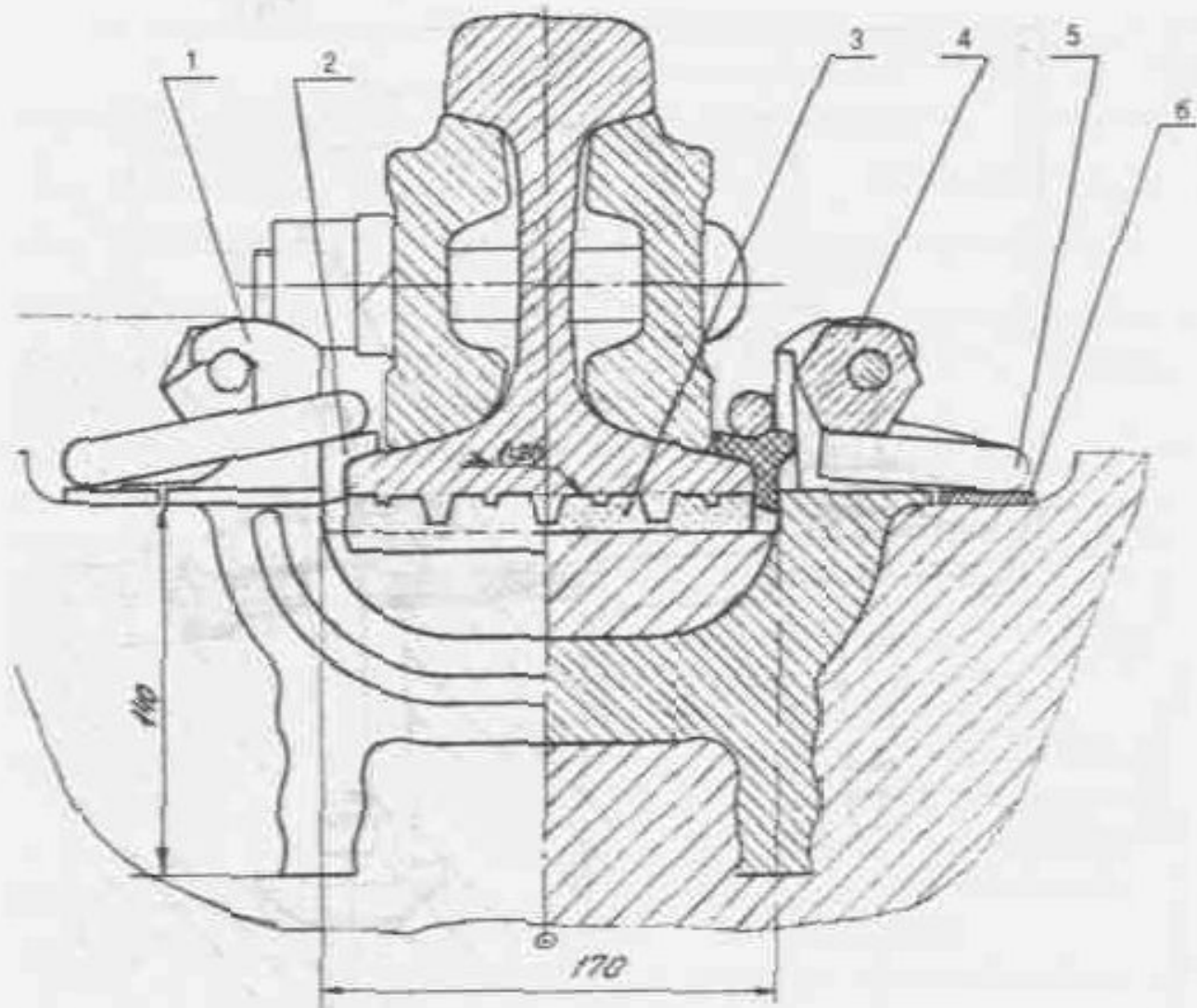


Рис. 1. Скрепление АРС:

1 — анкер; 2 — изолирующий уголок; 3 — подрельсовая прокладка; 4 — монорегулятор; 5 — клемма; 6 — подклеммник

# Стыковые скрепления

- **Назначение:** соединить рельсы в единую нить.
- **Классификация:**
  - 1. Электропроводный (механический, температурный)
  - 2. Изолирующий (для электрического разделения двух блок-участков на линиях СЦБ)

# Работа пути в зоне стыка

Направление движения



$P$

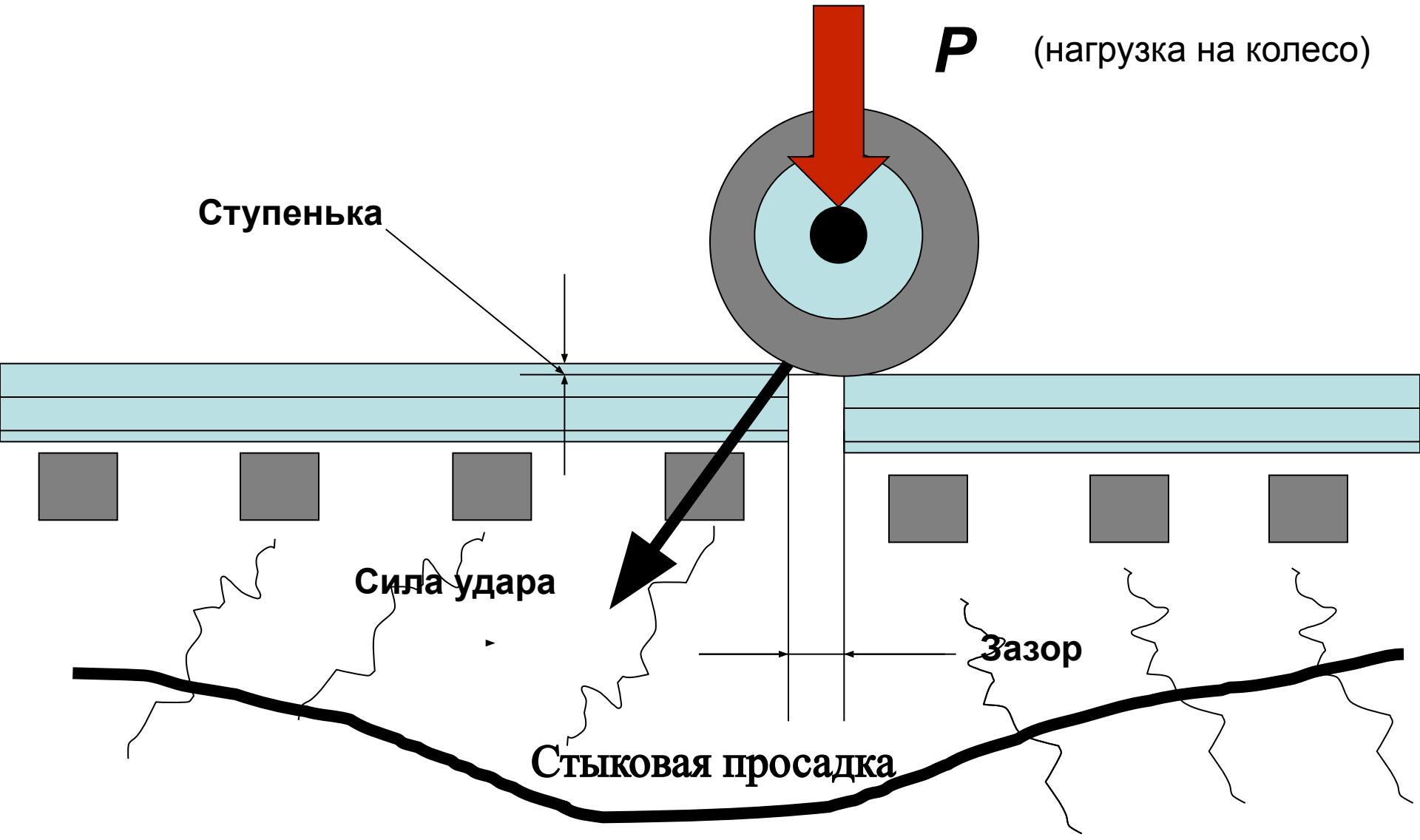
(нагрузка на колесо)

Ступенька

Сила удара

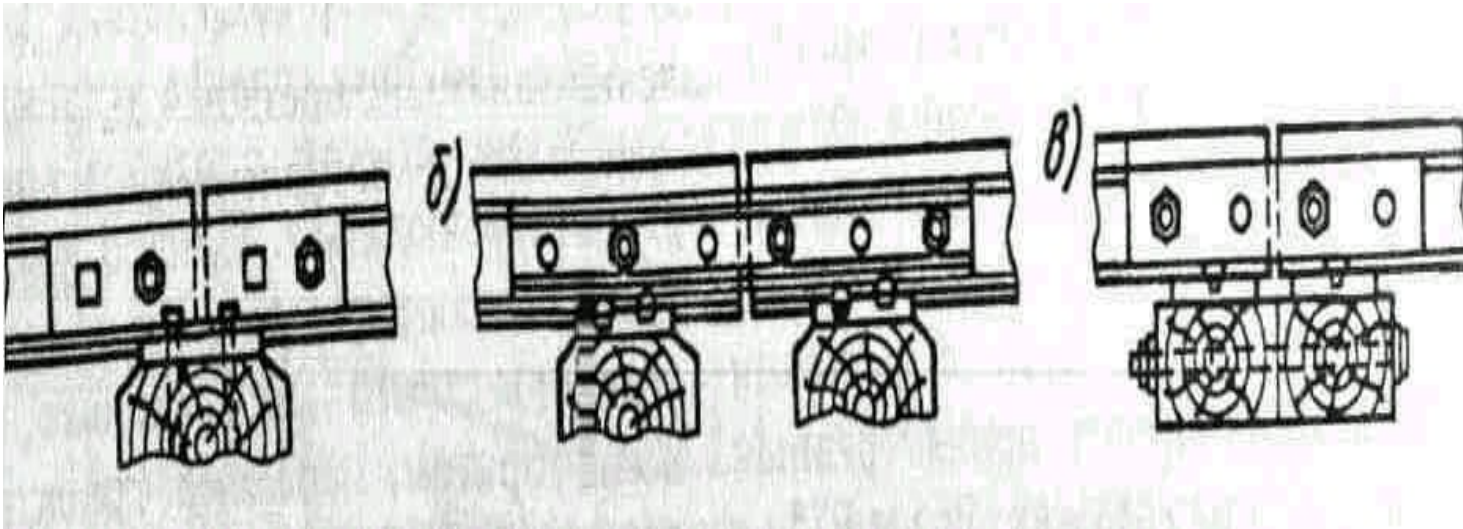
Зазор

Стыковая просадка





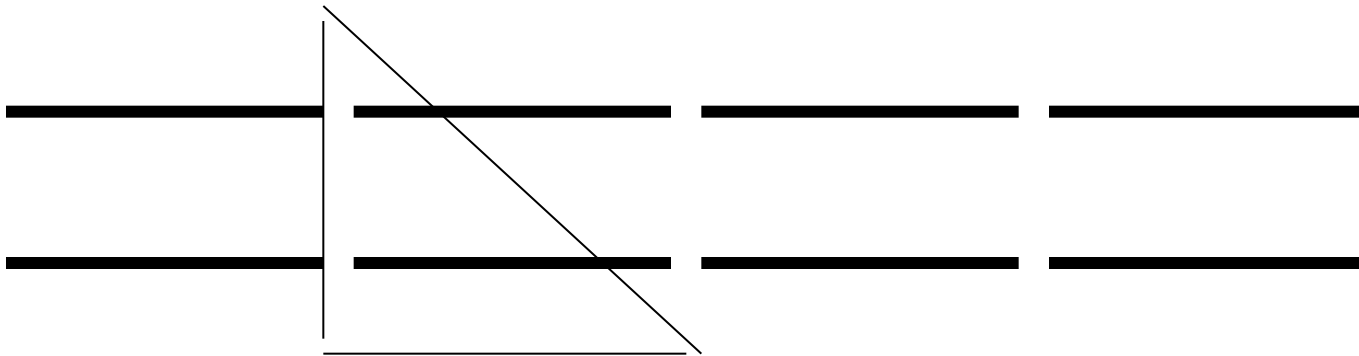
## Расположение стыка относительно шпал



В настоящее время принято располагать на сближенных шпалах с пролетом 420 мм

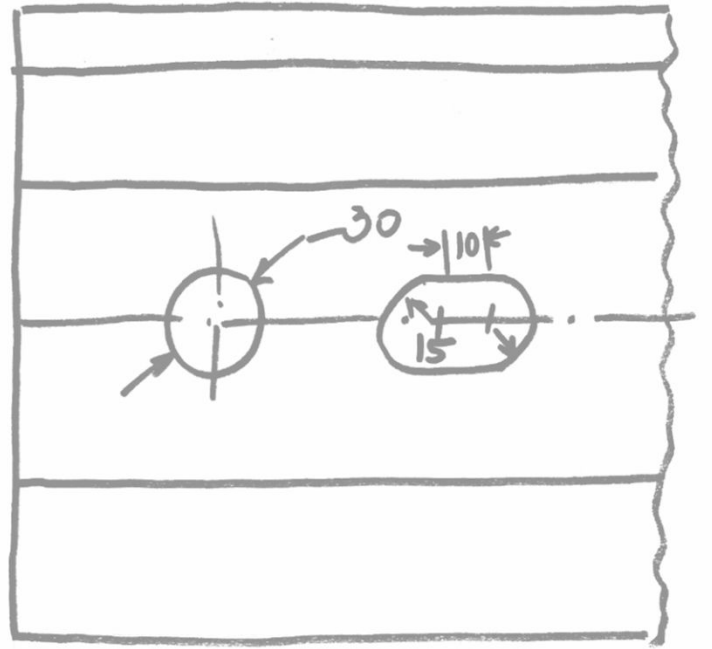
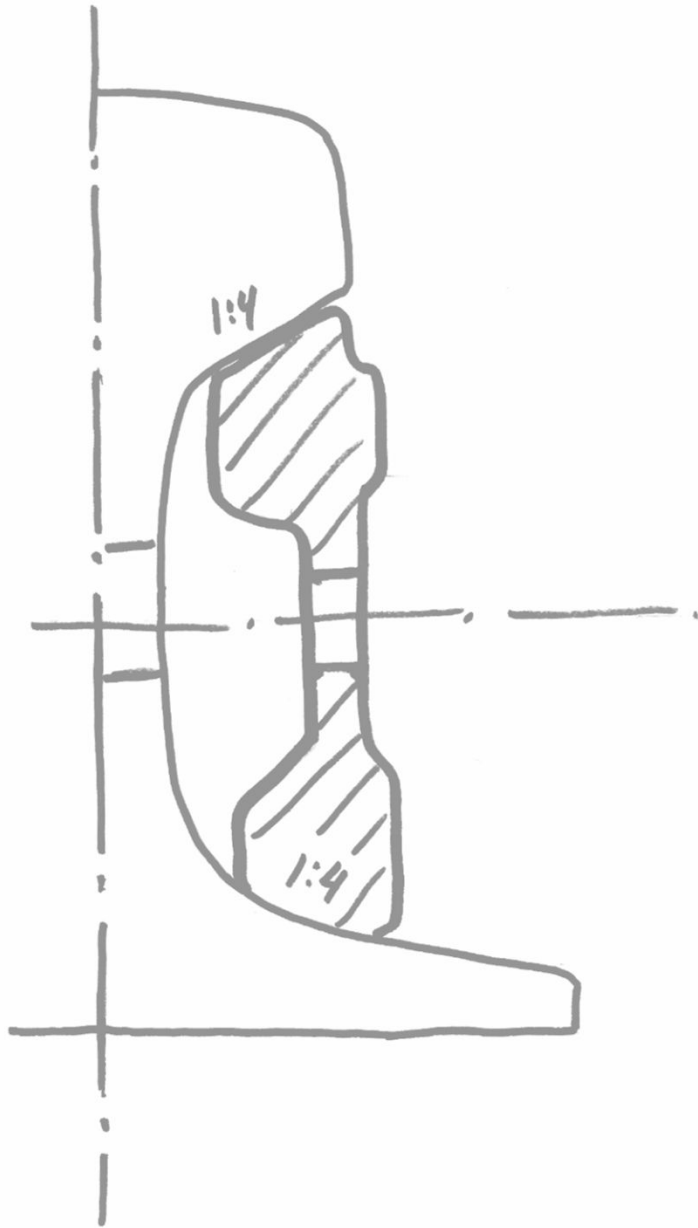
# Принципы расположения стыков в плане

- 1. По наугольнику

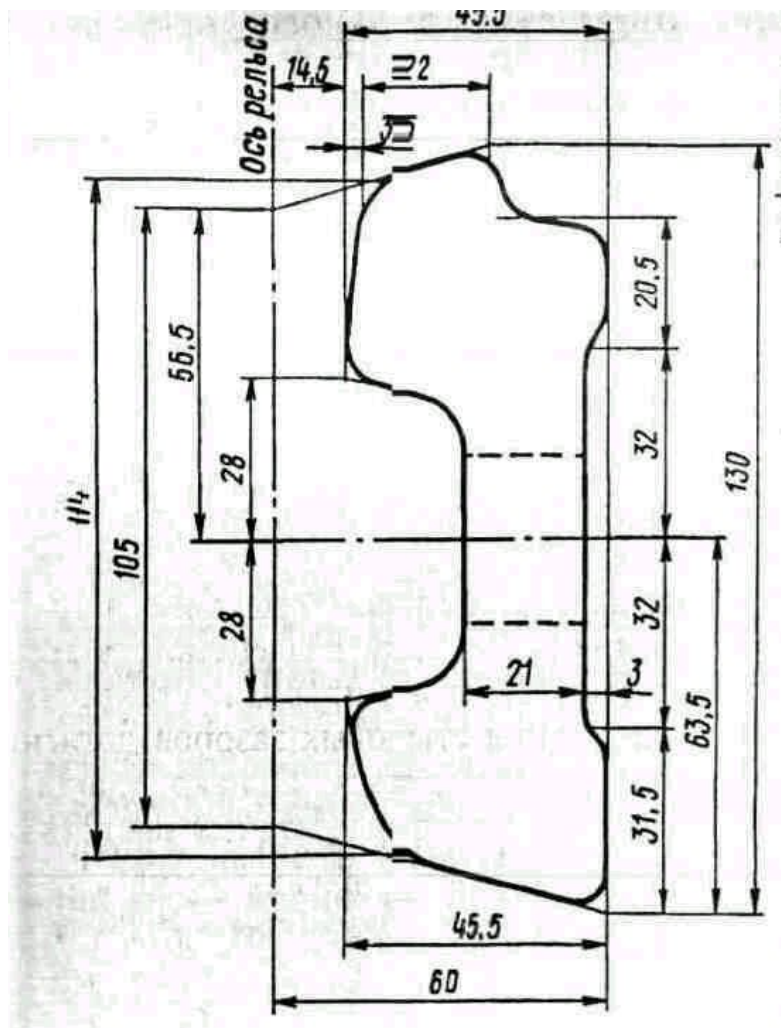


- 2 . Вразбежку

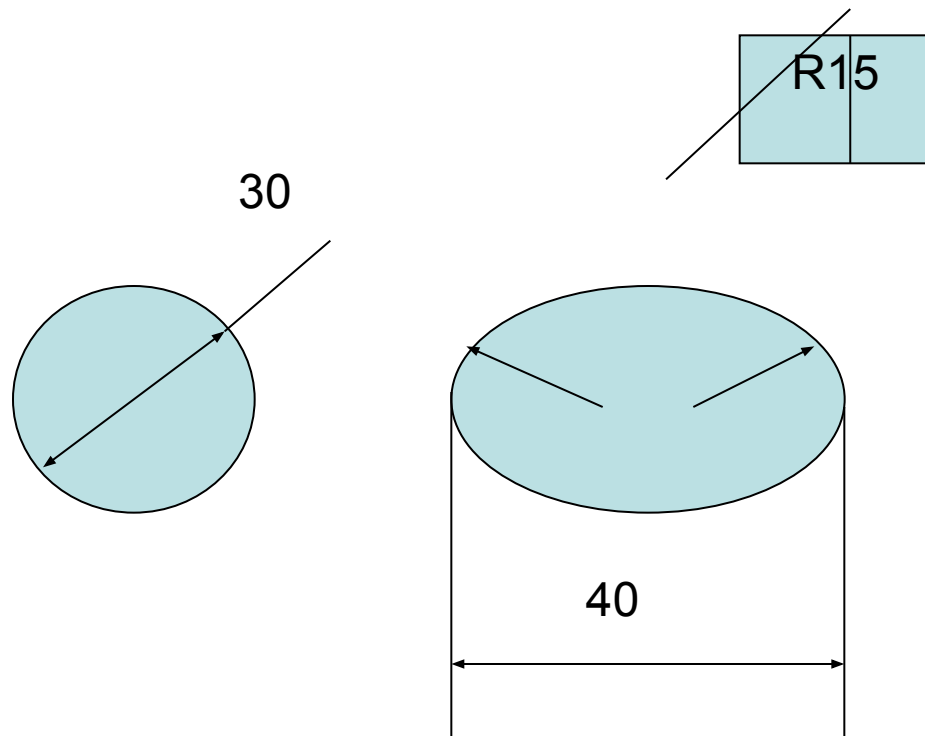




# Стыковая двухголовая накладка

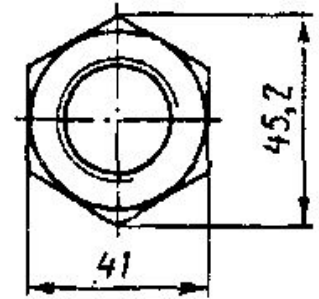
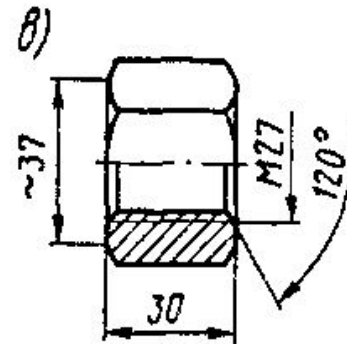
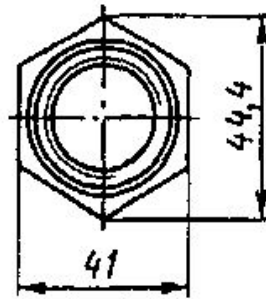
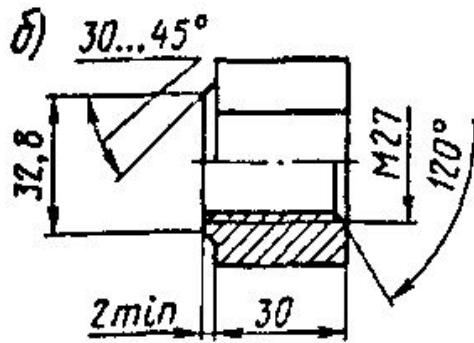
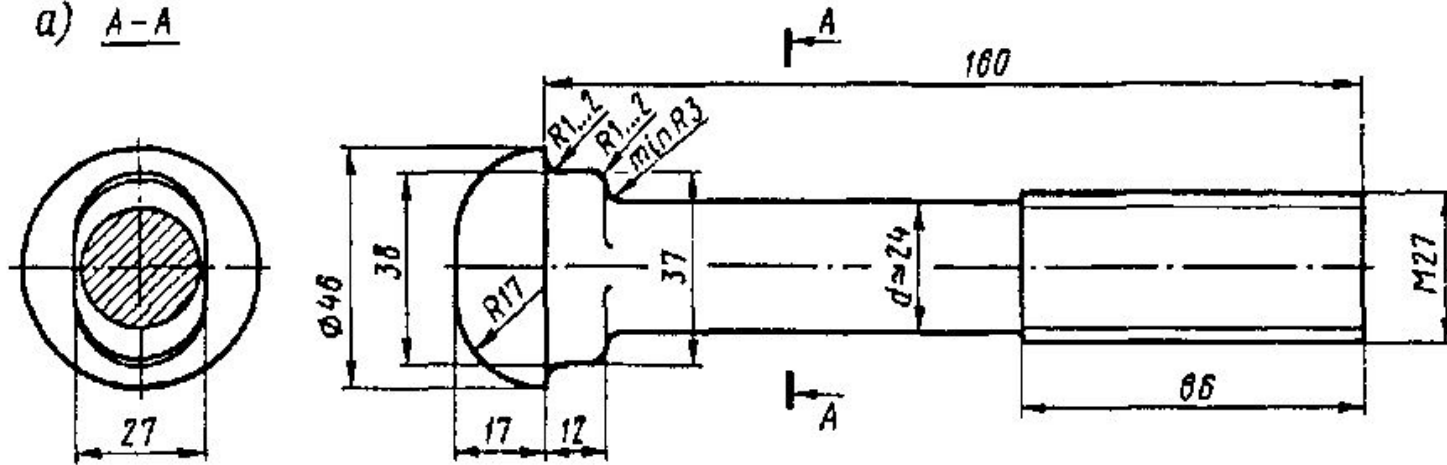


Накладки 4-х и 6- дырные

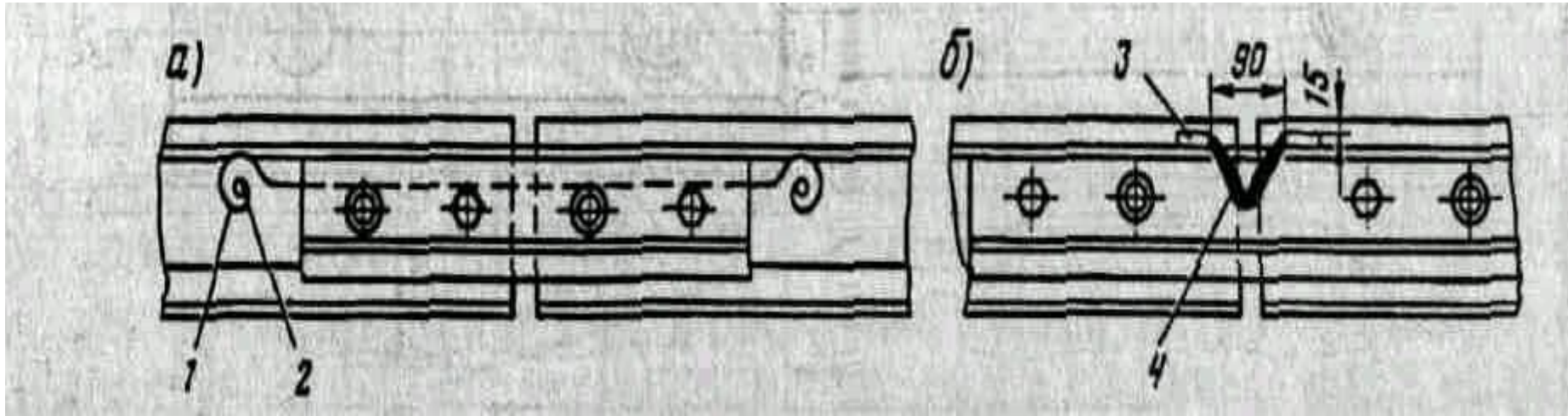


# СТЫКОВОЙ БОЛТ

a) A-A



# Рельсовые соединители



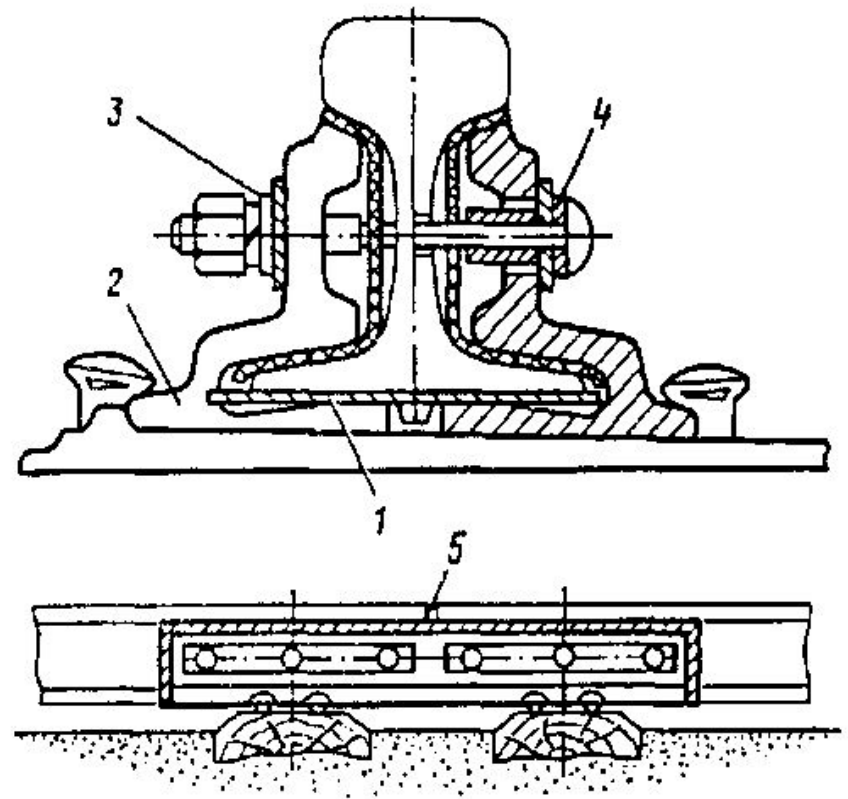
а – штепсельный; б – приварной.

1 – проволока; 2 – штепсель; 3 – манжета; 4 – трос.

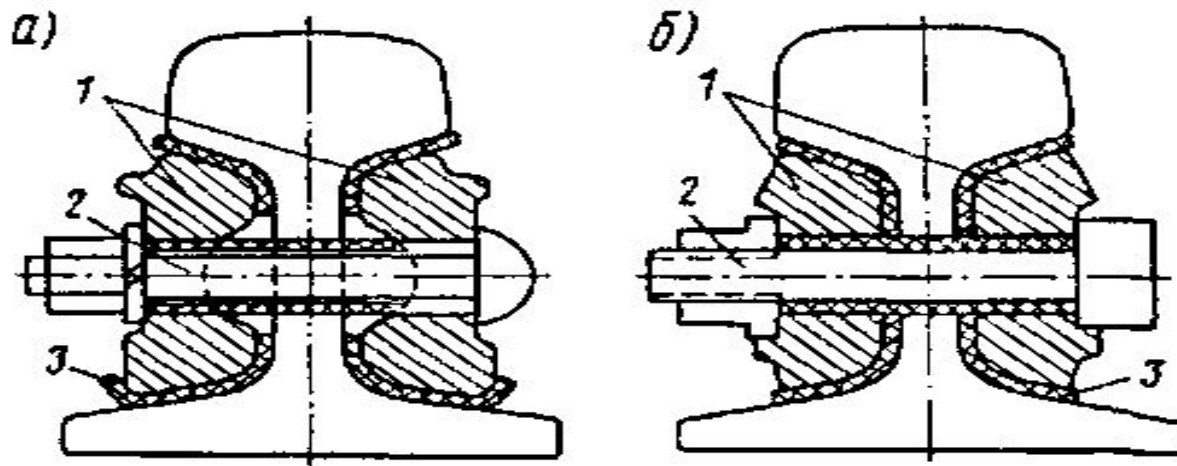
# Изолирующие стыки

- Изолирующий стык с объемлющими накладками

- 1 – изоляция;
- 2 – накладка;
- 3 – металлич. стопорная планка;
- 4 – изолирующая планка;
- 5 – прокладка торцевая.



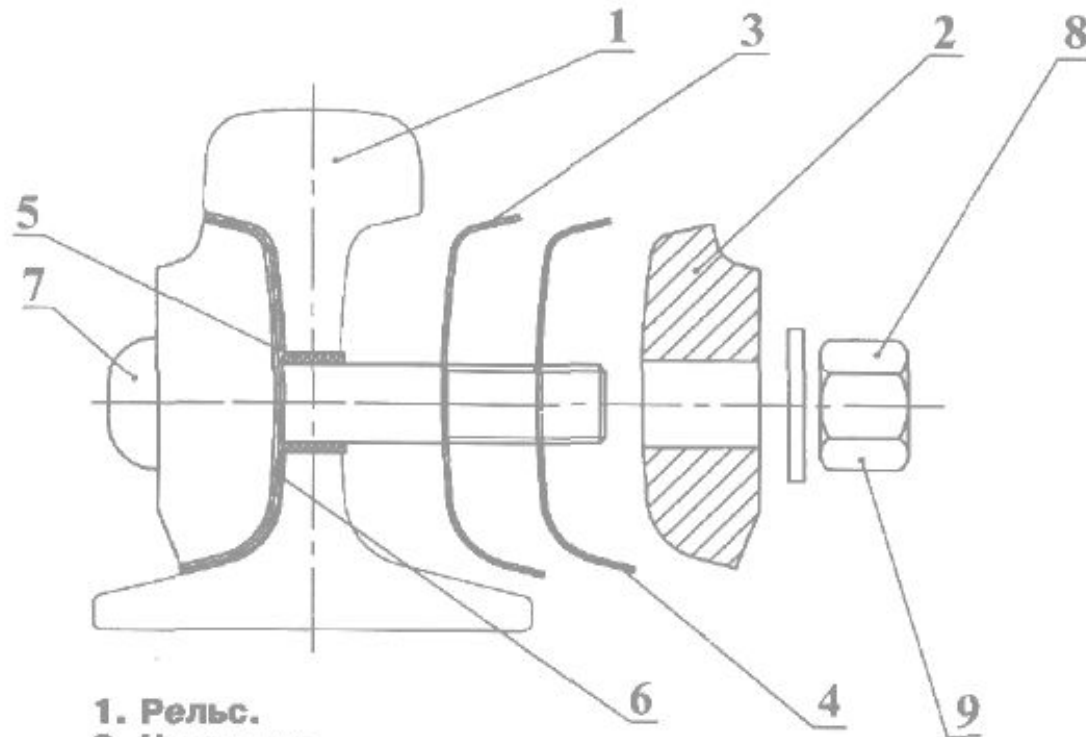
# Клееболтовой стык



а – с простроганными типовыми накладками; б- с полнопрофильными накладками; 1 – накладка; 2 – болты; 3 – изоляция из стеклоткани с клеевым соединением.



# Изолирующий стык фирмы «АпАТэК»



1. Рельс.
2. Накладка.
3. Изоляционная прокладка.
4. Металлическая обечайка.
5. Изоляционная втулка.
6. Клеящая паста.
7. Болт.
8. Гайка.
9. Шайба.

# Подрельсовые опоры

- **Назначение:**
- *обеспечение пространственной устойчивости (геометрической неизменности колеи).*
- *Достигается образованием рамной конструкции и распределением давлений на большую площадь балластного слоя.*

# Подрельсовые опоры

## Типы:

- 1. Шпалы (деревянные, железобетонные, металлические (Германия), полимерные)
- 2. Рамы и продольные лежни
- 3. Плиты
- 4. Монолит
- 5. Полимербетонные блочки (Московский метрополитен)

# Эпюра шпал, шт/1км

- *Выбор определяется из условий :*
- *- выравнивания давлений в балластном слое;*
- *- создания необходимого сопротивления в продольном и поперечном направлении.*
  
- На главных путях:
- - в прямых и кривых радиусом более 1200 м - 1840 ;
- - в кривых радиусом 1200 м и менее – 2000;
- - при скоростях более 140 км/ч при радиусе менее 2000 м - 2000.

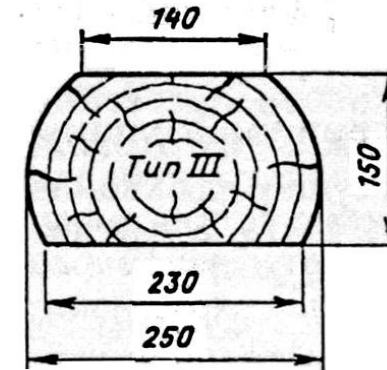
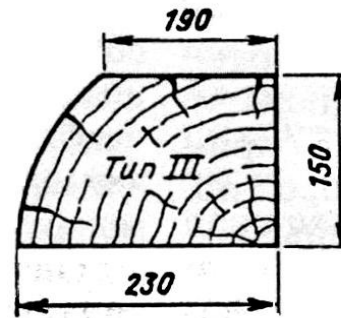
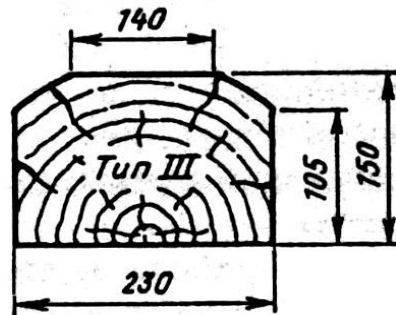
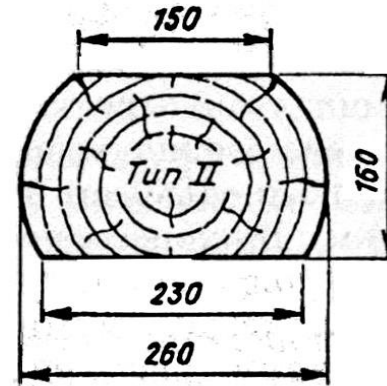
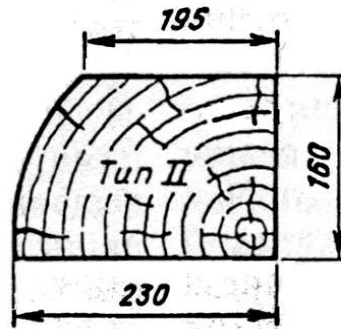
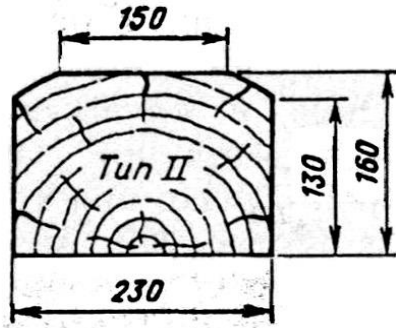
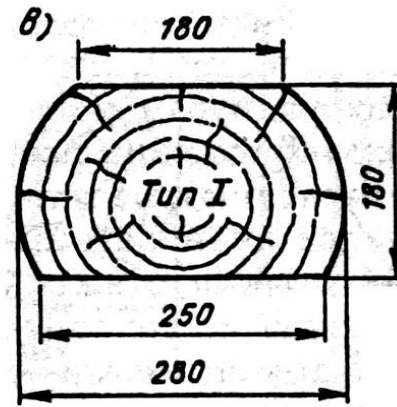
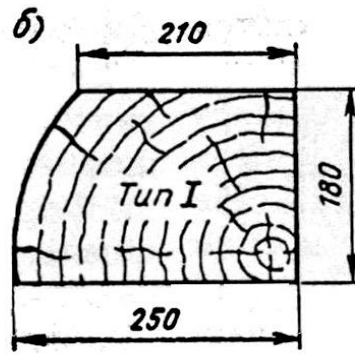
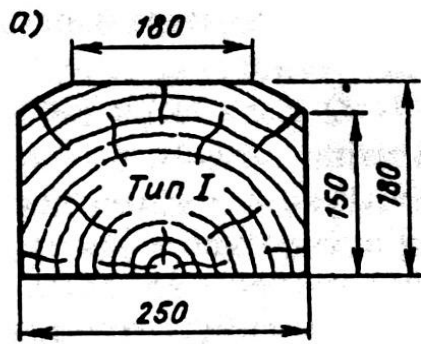
# Деревянные шпалы

## Достоинства:

- - легкость обработки при изготовлении
- - упругость
- - диэлектричность
- - небольшой вес (легко вытащить)
- - хорошее сцепление с щебнем

## Недостатки:

- - малый срок службы (в среднем 16 лет)
- - большой расход строевой древесины (1 га на 1 км) в возрасте 80 лет
- - неоднородность размеров, а следовательно, и упругости



## **Основные виды разрушения:**

### **1. Механический износ**

- растрескивание из – за усушки**
- размочаливание (увеличение влажности на 1% снижает прочность на 3%).**

### **2. Гниение**

**Эти процессы взаимосвязаны!!!**

## Продление сроков службы:

1. *Пропитка антисептиками*
2. *Хорошее просушивание перед пропиткой*
3. *Глубокая наковка древесины перед пропиткой для увеличения глубины проникновения антисептика*
4. *Укладка резиновых прокладок под подкладку, чтобы избежать разрушения древесины*
5. *Укрепление торцов шпалы обвязкой проволокой , металлической лентой, установкой скоб по торцам шпалы, укрепление металлическими или деревянными винтами*
6. *Сверление отверстий под костыли (диаметром 12 мм)*



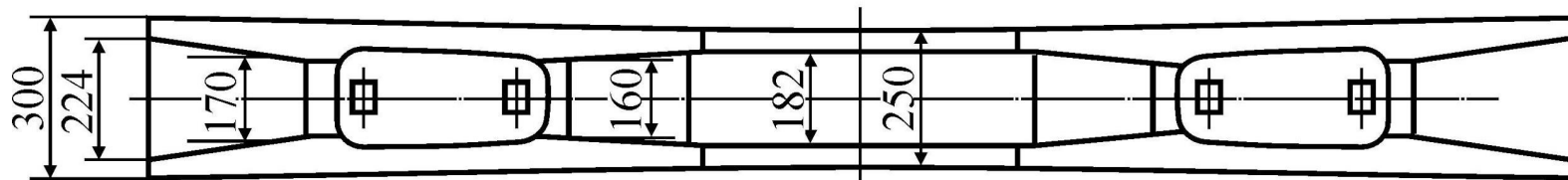
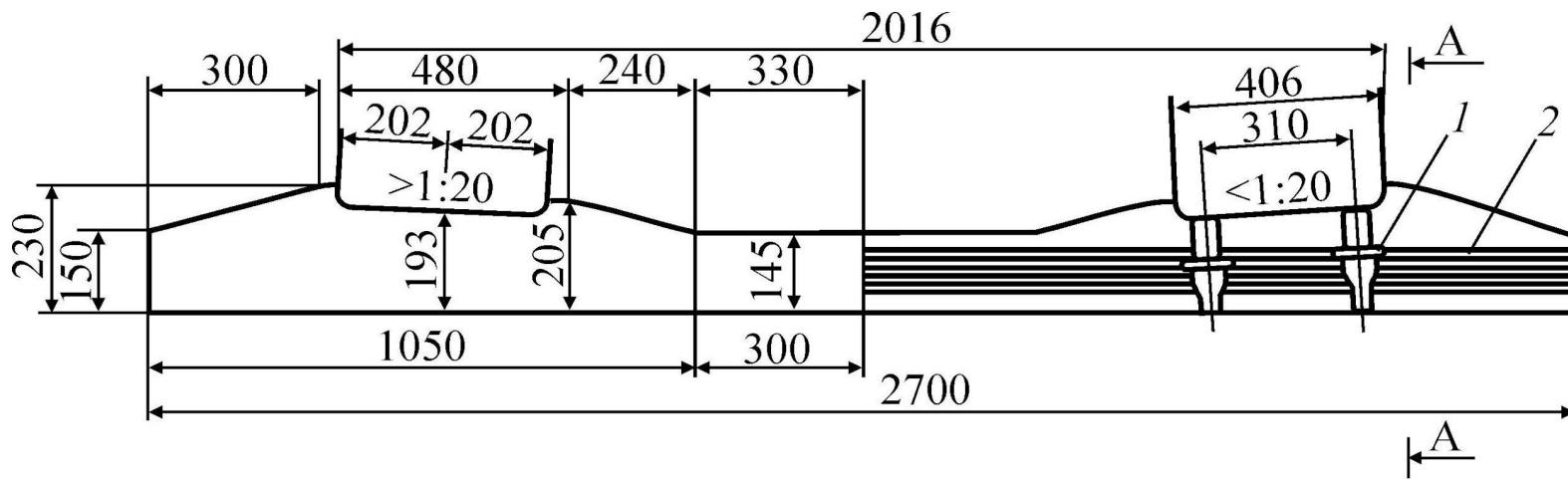
# Железобетонные шпалы

## Достоинства:

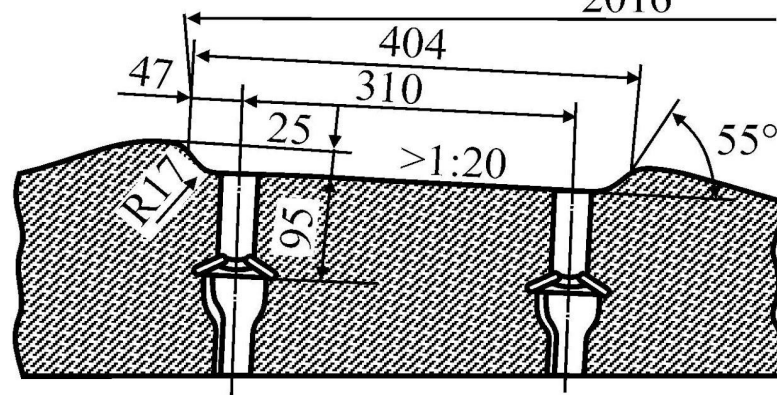
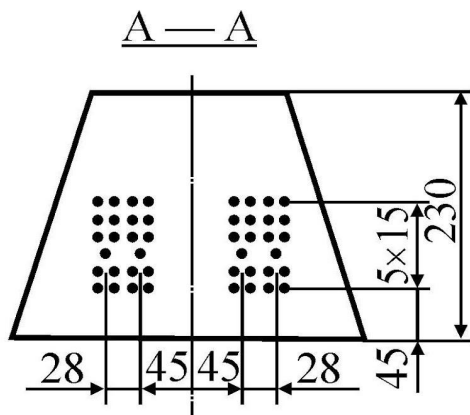
- большой срок службы
- однородность упругости пути
- высокая устойчивость пути в балласте
- устойчивость к атмосферным воздействиям

## Недостатки:

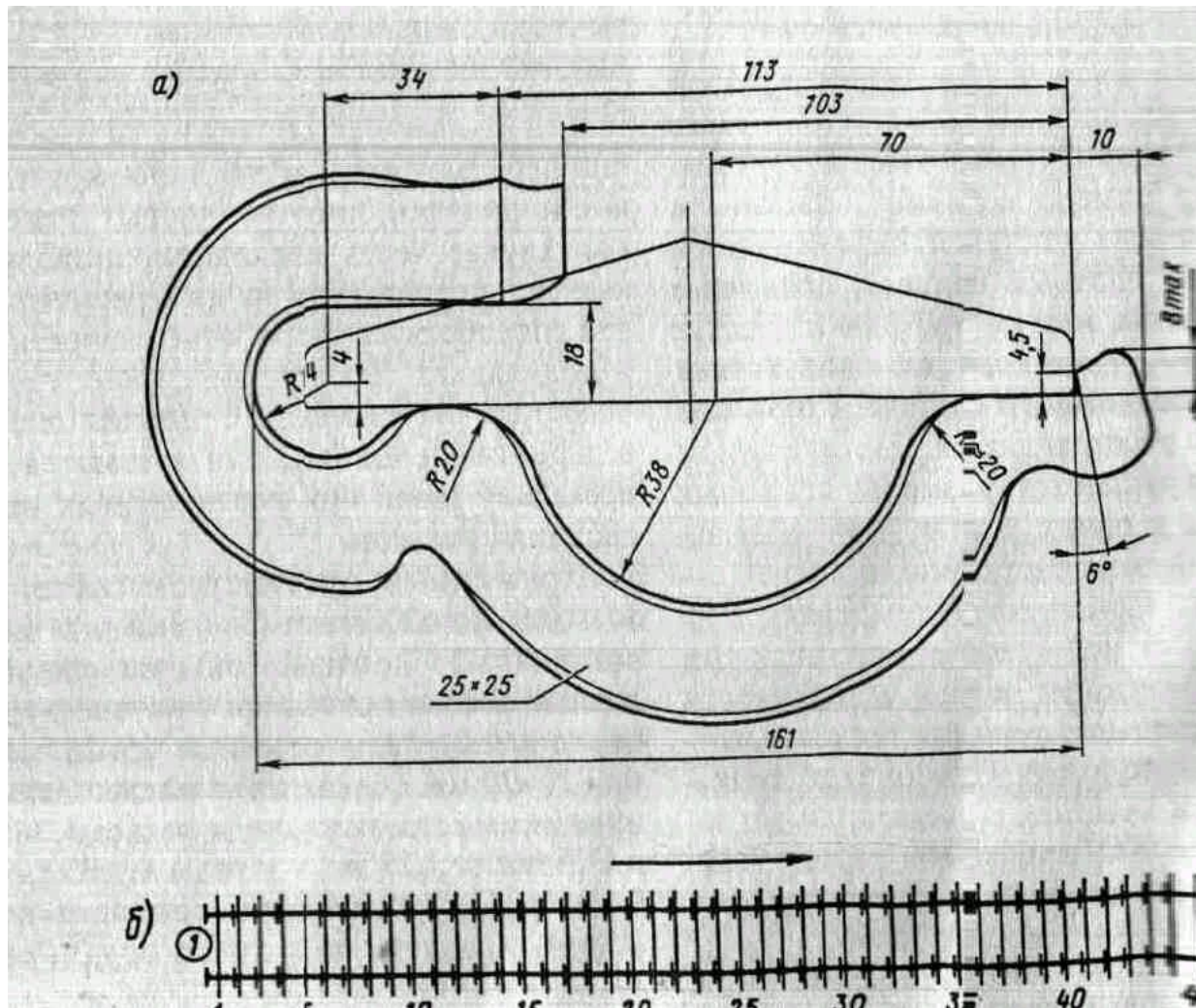
- высокая жесткость пути ( в 3-5 раз выше, чем у пути с деревянными шпалами)
- электропроводность
- большой вес
- хрупкость, чувствительность к ударам



Подрельсовая площадка шпалы  
2016



# Пружинный противоугол



# Балластный слой

## Назначение:

- *обеспечение устойчивости геометрических параметров колеи;*
- *распределение давлений на земляное полотно до допустимого уровня*

# Основные требования

- **1. Не задерживать воду;**
- **2. Прочность материала на истирание;**
- **3. Морозоустойчивость материала;**
- **4. Диэлектричность;**
- **5. Экономичность.**

# Материал

- 1. *Песок*
- 2. *Гравий карьерный или сортированный*
- 3. *Щебень*
- 4. *Отходы асбестовой промышленности*
- 5. *Металлургические шлаки*

# Шебень

Фракции:

- - 25 - 60 мм для главных путей;
- - 5 – 25 мм для станционных.
  
- Не допускается наличие глинистых частиц!!!;
- наличие некондиции по фракциям не более 15%

# Конструкция балластной призмы

## Типы:

1. Однослойные (песок, асбест, шлак);
2. Двухслойные (щебень и песчаная подушка толщиной 20 см);
3. Трехслойная (двухслойная с покрытием из ракушки и асбеста)



# Двухслойная балластная призма

- Щебень твердых пород – основной материал. (Хорошая сцепляемость частиц).
- Толщина щебня под шпалой зависит от класса пути.
- Песчаная подушка
  - - экономит щебень
  - - предотвращает попадания частиц грунта в щебень снизу.

# Меры повышения устойчивости балластной призмы.

Враги балласта: засорители в совокупности с водой.

**Методы повышения прочности:**

- *своевременная очистка;*
- *глубокая очистка;*
- *омоноличивание (латексом, битумом, отходами нефтепереработки);*
- *укладка геотекстиля;*
- *динамическая стабилизация после ремонтов;*
- *омоноличивание нижнего слоя и песчаной подушки смолами.*

# Распределение напряжений в балластном слое

