

**РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЙ**

---



**ВОЕННАЯ КАФЕДРА**

**Дисциплина : Восстановление искусственных сооружений**

**Тема №16 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ**

**Лекция**

**Подполковник Сапоговский Роман Андреевич**

# УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация труб
2. Виды разрушений труб
3. Способы восстановления труб
4. Производство работ по сооружению труб

## Литература:

- Альбом "Восстановление водопропускных труб".
- Учебник сержанта железнодорожных войск, часть III, стр. 460-468.
- Завацкий, "Восстановление мостов, труб и тоннелей на железных дорогах", том II, стр. 14-37.
- ВМ – 67, стр. 307-323.

## 1 ВОПРОС

# Классификация труб

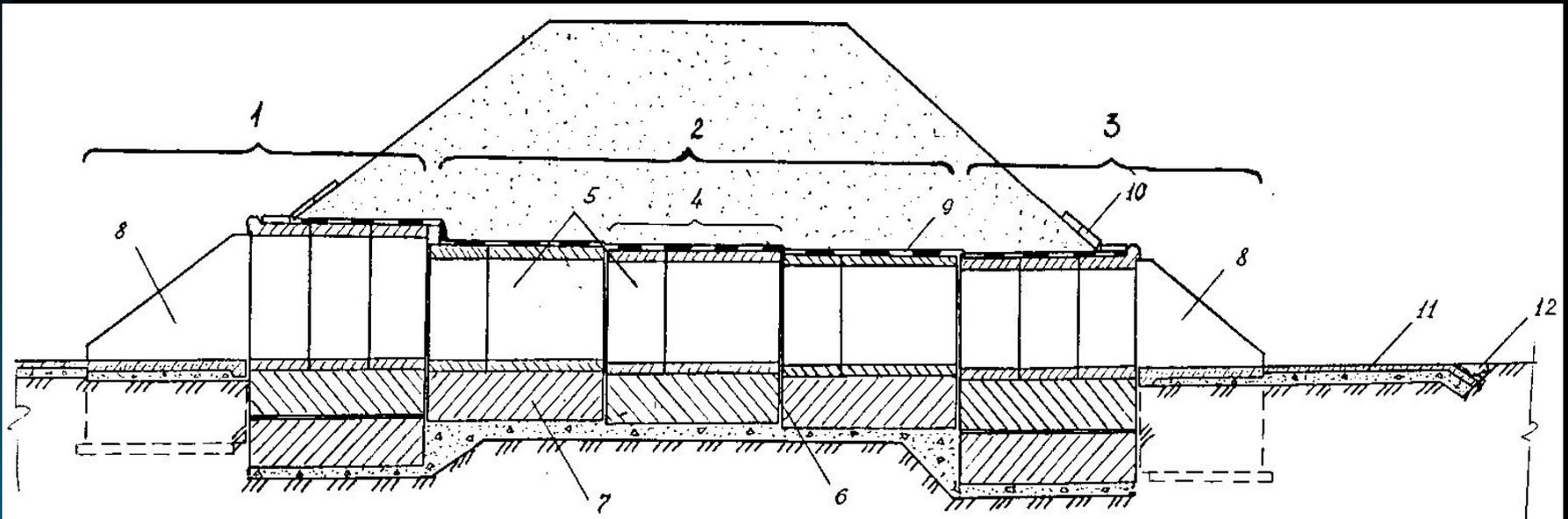
- **Труба** это малое искусственное сооружение, устраиваемое в теле насыпи для пропуска ливневых вод на суходолах, ручьёв, речек, иногда местных дорог. Земляное полотно над трубой не прерывается. Толщина засыпки над трубой, считая от её верхней поверхности до подошвы рельса, обычно не менее 1 метра.
- Трубы располагают, как правило, под прямым углом к оси пути. Трубы являются наиболее простыми в эксплуатационном отношении водопропускными сооружениями. При небольших расходах воды часто оказываются более экономичными, чем мосты.

- Трубы могут быть каменными, бетонными, железобетонными или металлическими. При временном восстановлении могут изготавливаться деревянные трубы.
- Все трубы состоят из тела трубы, фундамента, входного и выходного оголовка. Размеры поперечного сечения трубы определяются требуемой пропускной способностью. По количеству отверстий для пропуска воды трубы называются одноочковыми, двухочковыми и т.д.
- По форме поперечного сечения трубы могут быть круглые, прямоугольные и овоидальные. Деревянные временные трубы могут иметь треугольную форму. Дну всех труб придаётся продольный уклон.

# Железобетонные трубы

- Железобетонные трубы подразделяются по форме сечения на круглые, прямоугольные и овоидальные.
- Типовые проекты предусматривают устройство одночковых и двухчковых железобетонных безфундаментных круглых труб с диаметром звеньев в свету 1; 1,25; 1,5; 2,0 и 2,5м. Высота насыпи над трубой должна быть 2-4 метра, в зависимости от диаметра трубы. Чем больше диаметр, тем выше насыпь. (Справочник офицера –мостовика, табл.120.)
- Эти трубы можно укладывать при восстановлении без фундаментов и без оголовков, но с возможностью устройства оголовков, в случае необходимости, во вторую очередь.

# Элементы водопропускной трубы

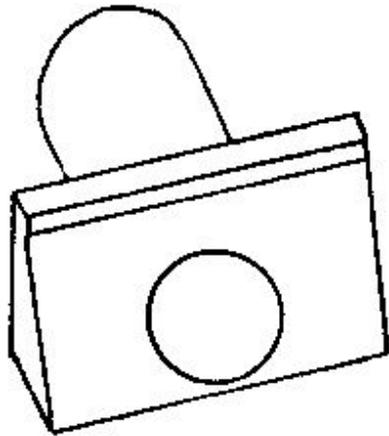


Конструктивные элементы водопропускной трубы:

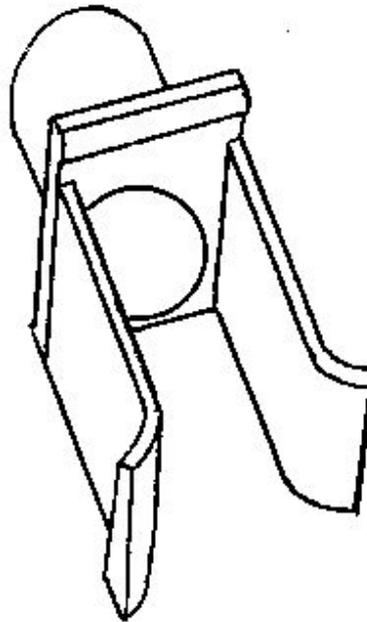
- 1 – входной оголовок; 2 – средняя часть; 3 – выходной оголовок; 4 – секция; 5 – звенья;
- 6 – деформационный шов; 7 – фундамент;
- 8 – откосные крылья; 9 – гидроизоляция;
- 10 – укрепление насыпи; 11 – укрепление русла;
- 12 – рисберма.

# Классификация по типу оголовка

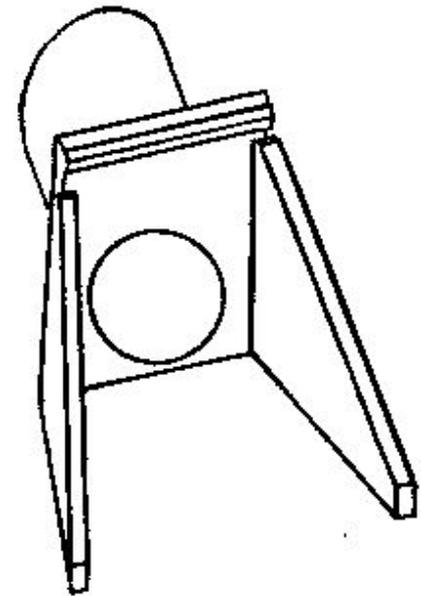
а)



б)

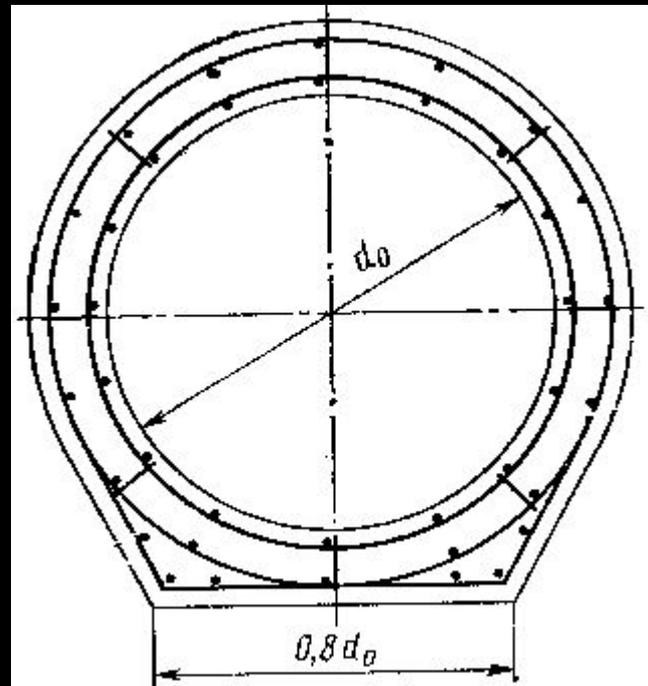


в)



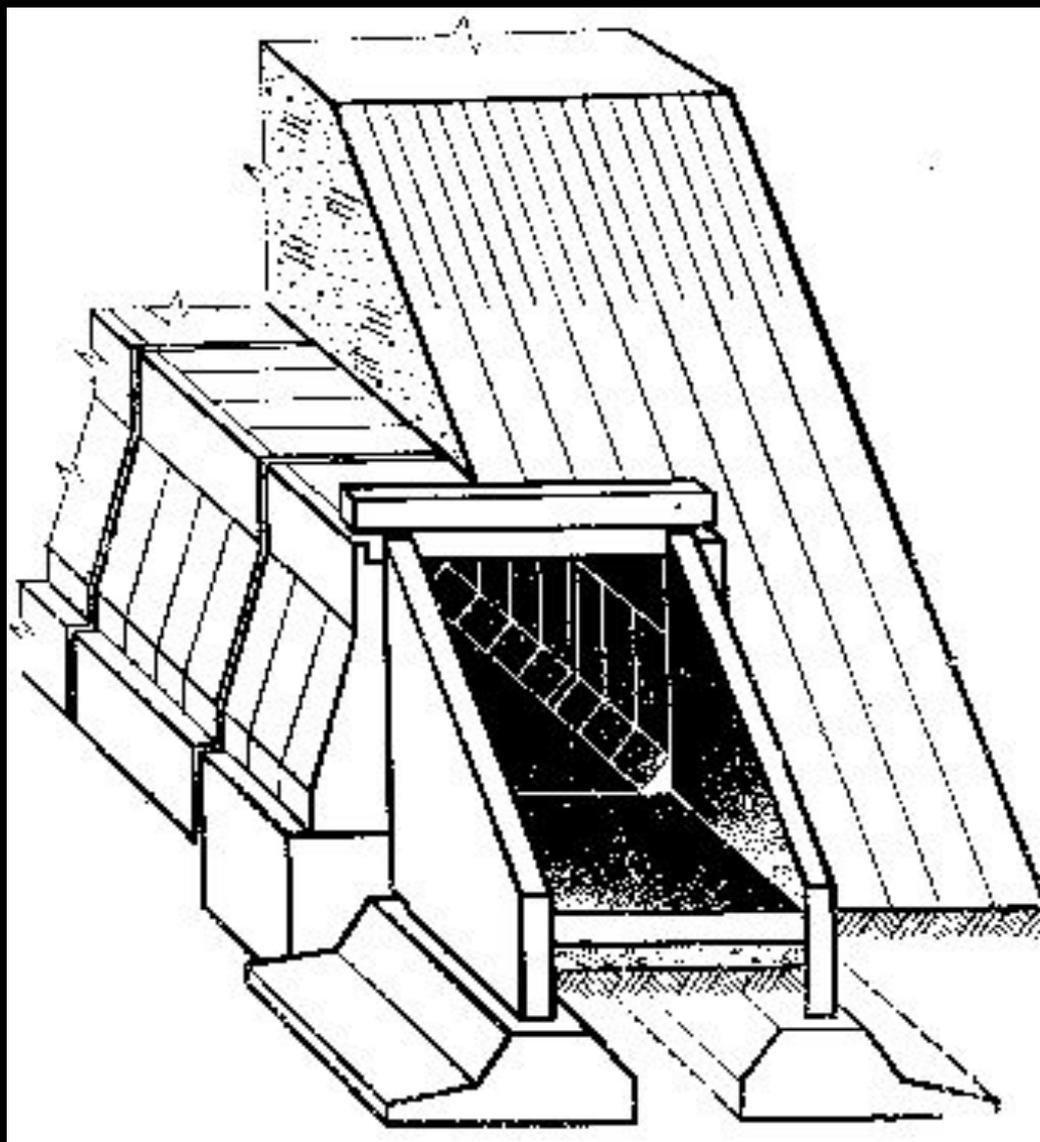
Типы оголовков водопропускных труб:  
а – порталный; б – коридорный; в – раструбный.

## *кжбт с плоским опиранием*





пбт

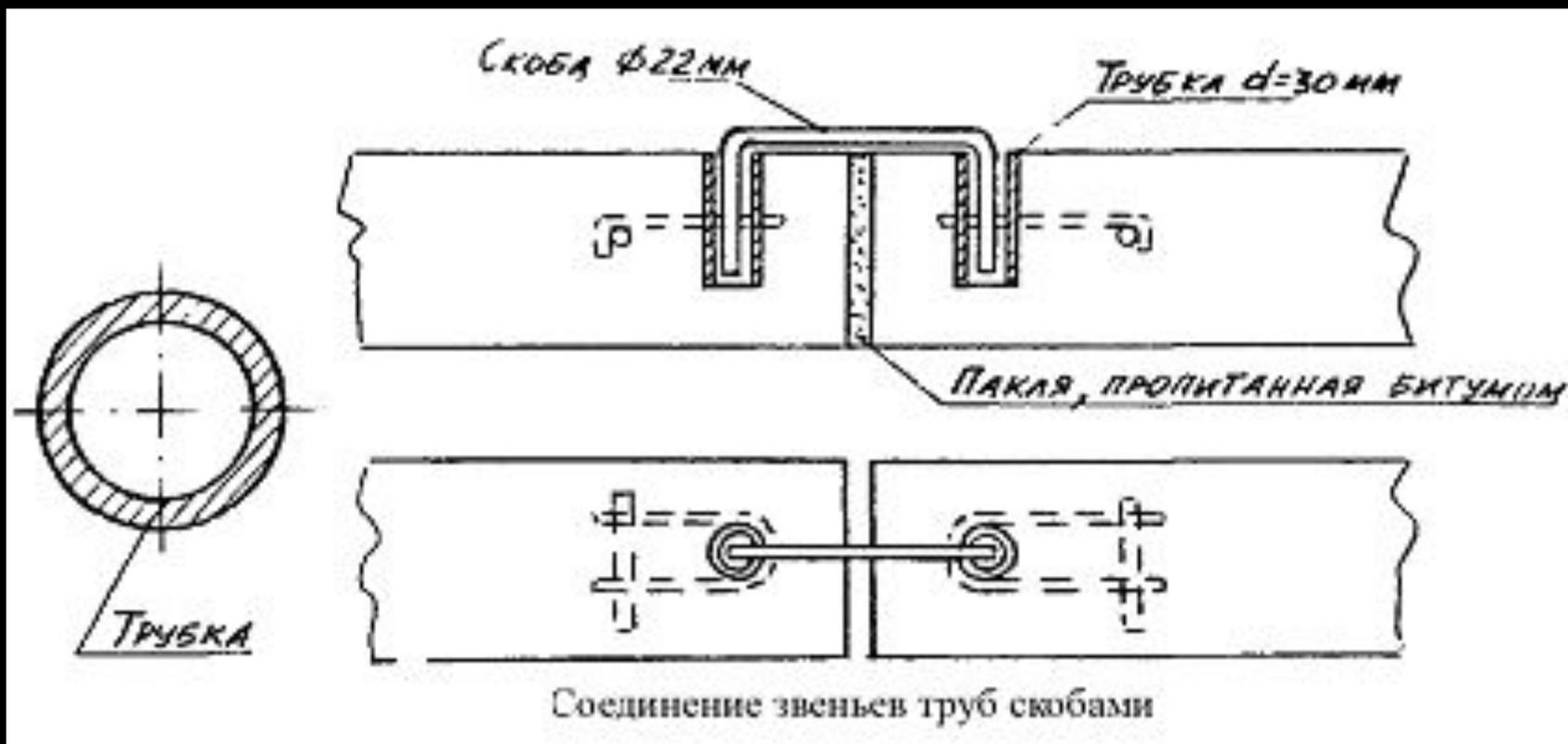




- Наиболее распространены порталный и раструбный оголовки.
- Русло перед оголовками и часть откосов насыпи для защиты их от размыва укрепляются мощением.
- У выхода из трубы, где скорость воды наибольшая, иногда устраивают рисберму, т.е. отсыпку из камня взамен вынутого грунта.
- Звенья укладываются со строительным подъемом в середине трубы:
  - при песчаных грунтах –  $1/80$ ;
  - при глинистых грунтах -  $1/50$ .
- При более высоком стоянии уровня грунтовых вод и глинистых грунтах эти грунты заменяются песчаными на 0,5 м. ниже подошвы подушки.
- Толщина гравийно-песчаных подушек, считая от внутренней поверхности звена (уровня естественной поверхности грунта), назначается в зависимости от допускаемого давления на грунт и при расположении уровня грунтовых вод ниже подошвы подушки на 0,3м. и более должна быть:
  - 40см. для железобетонных звеньев диаметром 1м.;
  - 55см. для железобетонных звеньев диаметром 1,5м.

- При использовании жесткого фундамента разрушенной трубы для укладки круглых железобетонных звеньев необходимо устраивать выделку в этом фундаменте соответствующего лотка или укладывать звенья на слой сырой бетонной смеси толщиной 10см.

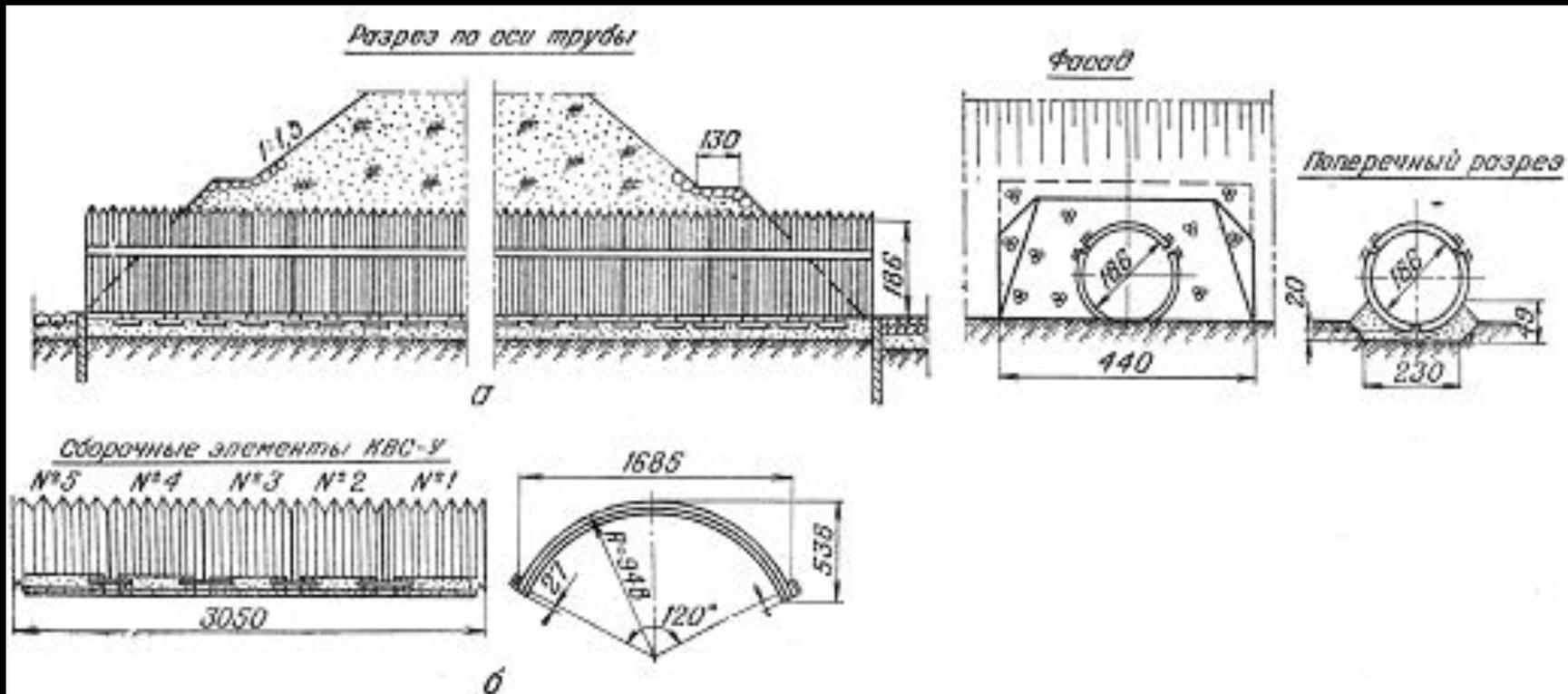
## Соединение звеньев жб труб



*Впервые трубы такого типа были применены на строительстве Закаспийской ж. д. в 1885 году. В период до 1914г. в России было уложено 5000 таких труб и было перекрыто 62.4 тыс. п.м.*

- Для труб применяется листовое железо толщиной 1,2-7,1мм. Сверху трубы оцинковываются. Гофрирование осуществляется на заводах в горячую.
- В 1972г. Были разработаны ОТТ на их изготовление. Вышли альбомы. Пионерами внедрения таких труб являются ЖДВ. ОТТФ-78 определены строительство 1,2-х и 3-х очковых труб при высоте насыпи  $H=6$ м. Практически все уложенные на БАМе трубы являются металлическими гофрированными.
- Гофрированные трубы строятся без фундамента, могут иметь оголовки, а могут их не иметь. Сечение трубы - круглое. Основание трубы может быть песчаное или песчано-гравийное, разрешается укладывать трубы прямо на мерзлый грунт с устройством песчаной подушки. При строительстве необходимо соблюдать строительный подъем  $1/80 - 1/50$ . При укладке 2-х или 3-х очковой трубы до подошвы рельс должно быть не менее 1 метра.
- Трубы рассчитываются на безнапорный режим работы. Сечение трубы 1; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5 метра. Труба состоит из отдельных листов. Листы соединены между собой внахлестку на болтах. Вес 1 п.м. трубы диаметром 1,5м. – 29кг. По верху трубы покрываются мастикой при агрессивных водах или простой битумной обмазкой в обычных условиях. Нижняя часть трубы бетонируется для гладкого пропуска воды.

# Металлические трубы



**СБОРНАЯ МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ТРУБА  
ДИАМЕТРОМ 1,86 м**

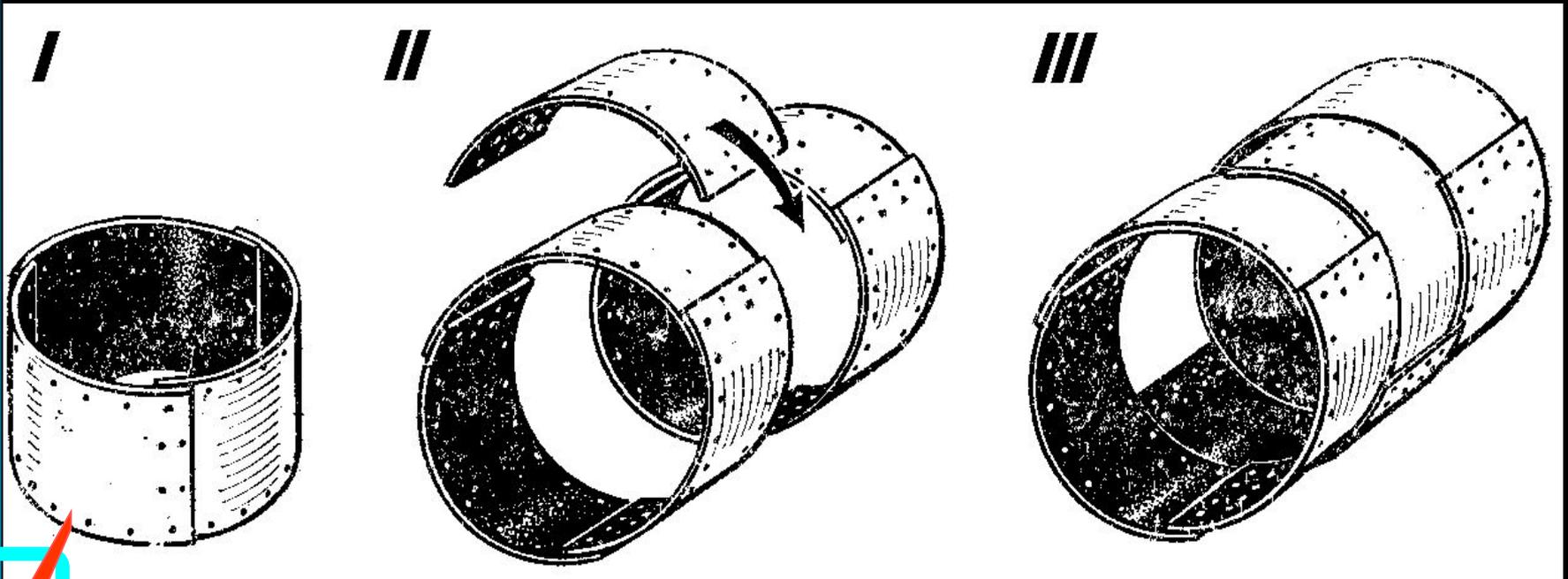
**а) Общий вид**

**б) Сборочные элементы**

**Типовой проект 3.501.3-133 «Трубы  
водопрпускные круглые отв. 1,5÷3,0  
м из гофрированного металла для  
железных и автомобильных дорог»**

<b>Отверстие трубы, м</b>	<b>Толщина листа, мм</b>	<b>Предельная высота насыпи, м</b>
<b>1,5; 2×1,5; 3×1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>9,1</b>
<b>-,-</b>	<b>2,5</b>	<b>10,7</b>
<b>2,0; 2×2,0; 3×2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>4,5</b>
<b>-,-</b>	<b>2,5</b>	<b>7,6</b>
<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>4,7</b>

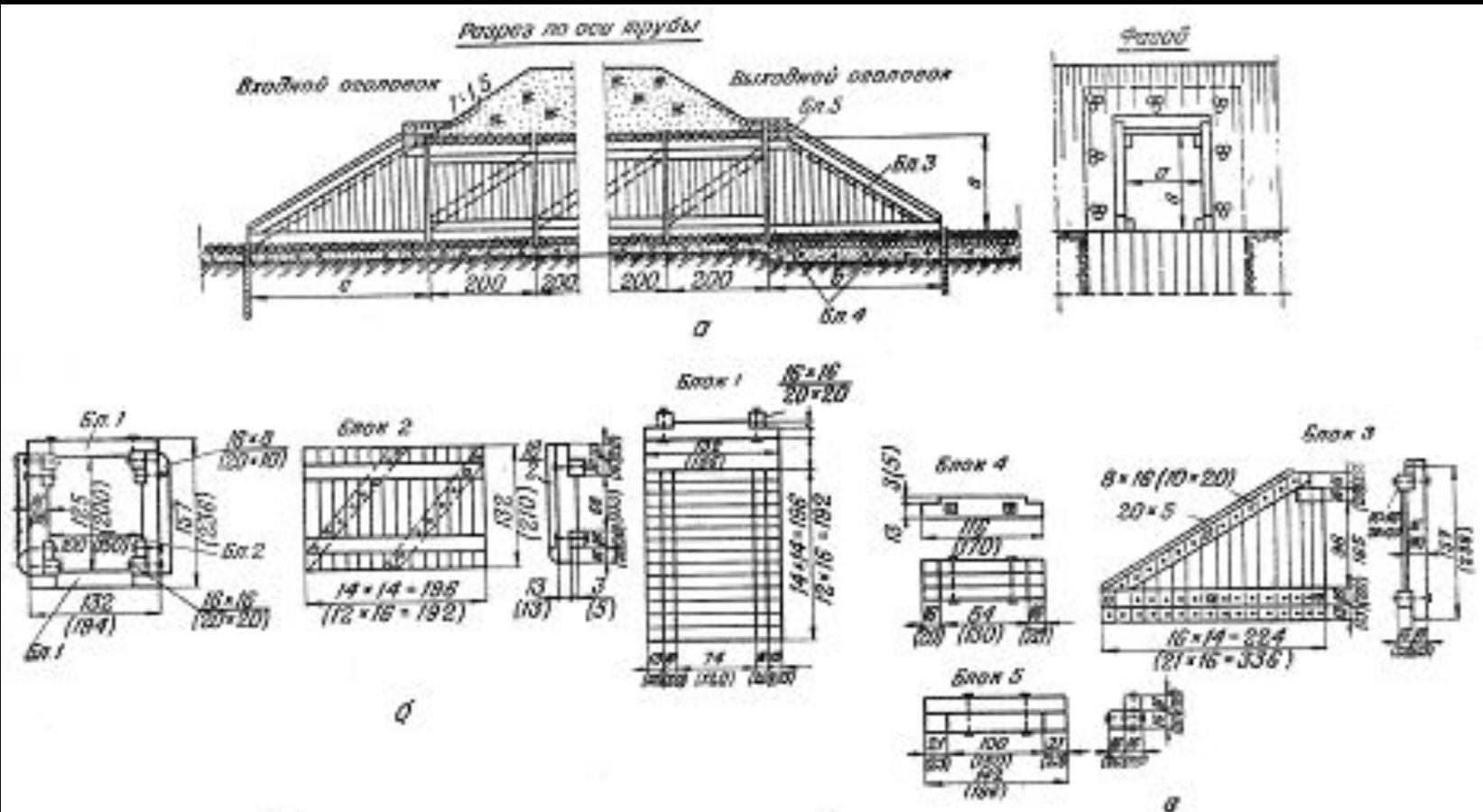
**Этапы (I-III) монтажа металлической гофрированной трубы диаметром 1,5 м из отдельных замкнутых звеньев с последующим их объединением стандартными элементами**



## Преимущества применения гофрированных труб:

- 1. Дешевизна;
- 2. Простота и быстрота сборки;
- 3. Удобство транспортировки;
- 4. Не требуется высококвалифицированной рабочей силы;
- 5. Хорошая сопротивляемость действию льда при замерзании воды в трубах;
- 6. Возможно вдавливание.

# Деревянные трубы



Сборная деревянная труба:

- а) общий вид: б) блоки звеньев: в) блоки оголовков

## Деревянные трубы

- применяются только для временного восстановления. Разработано прямоугольное сечение таких труб отверстием 1,0\*1,25 м и 1,5\*2,0 м в одно- и двухочковом решении. Для удобства и быстроты установки деревянные трубы делают сборными. Они собираются из звеньев, состоящих из плоских щитов (блоков), из которых два щита образуют боковые стенки звена, а два щита пол и потолок трубы. Длина звеньев 1,92-2,0 м. В зависимости от условия транспортировки и сборки, на место работ могут доставляться или целые, собранные на заводе или полигоне пространственные звенья труб, или отдельные щиты-блоки, из которых на месте работ собираются звенья труб.

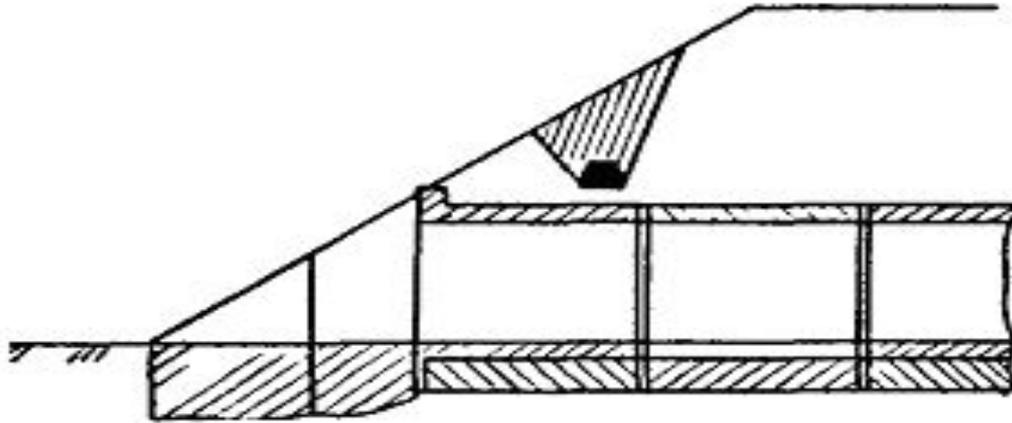
- Зазоры между звеньями не устраиваются. Они вплотную приставляются друг к другу. При их укладке обязательно придаётся строительный подъём, в зависимости от высоты насыпи, составляющий  $H/50$ , где  $H$  – высота насыпи по оси трубы.
- Укладка звеньев труб производится автокранами, грузоподъёмностью 3-5 тонн.
- Жесткость поперечного сечения такой трубы и продольная устойчивость слабо скреплённых рам весьма невелики, и засыпку такой трубы надо вести особенно осторожно и тщательно. Засыпка труб до 1,0 м над потолком трубы производится слоями средствами малой механизации, а выше этого техникой подразделений, отсыпающих насыпь

## 2 вопрос.

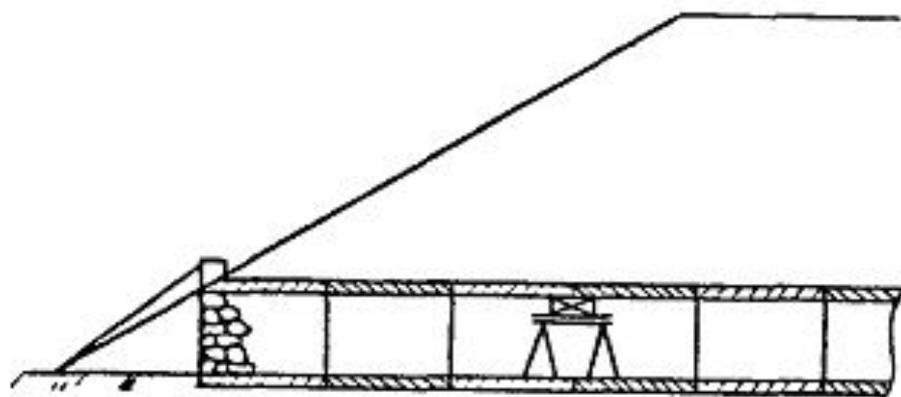
### **Виды разрушений труб**

Разрушение железнодорожных водопропускных труб под насыпями может быть произведено следующими способами:

- А) Подрыванием зарядов ВВ, заложенных в шурфах (колодцах), вырытых над трубой (при диаметре труб более 2-х метров)
- Б) Подрыванием зарядов ВВ, заложенных внутри трубы (при диаметре труб менее 2-х метров)
- В) Закупоркой выходных отверстий с замораживанием воды в трубе в зимних условиях.
- Г) Попутные разрушения от разрыва авиабомб и артснарядов.



Разрушение жд водопропускных труб подрыванием зарядов ВВ, заложенных в шурфах (колодцах), взорванных над трубой (при диаметре труб более 2-х метров)



Разрушение ЖД водопропускных труб подрыванием зарядов ВВ, заложенных внутри трубы ( при диаметре труб менее 2-х метров)

В зависимости от способа разрушения, т.е. от способа закладки зарядов ВВ, их величины и эффекта могут быть следующие виды разрушения труб:

- 1 – повреждение;
  - 2 – частичное разрушение;
  - 3 – полное разрушение.
1. При повреждении трубы, как правило, имеют место отдельные пробоины в своде или стенках трубы без деформации грунта на поверхности насыпи.
  2. При частичном повреждении трубы имеют место обрушения части сводов и стен внутри трубы с наличием просадок грунта на поверхности насыпи.
  3. При полном разрушении трубы, тело трубы (а частично и фундамент) разрушено полностью по всей трубе. На поверхности насыпи оказывается или воронка или просадка грунта с полным заполнением отверстия обломками трубы и грунтом.

## 3 Вопрос

### Способы восстановления труб

Выбор способа восстановления трубы зависит от:

1. Вида разрушения,
2. Заданных сроков восстановления участка,
3. Местных условий
4. Метода решения основных задач:
  - пропуска воды
  - открытия движения.

- **При наличии постоянного водотока в трубе или перед таянием снега, или в других любых условиях, перед любым способом восстановления трубы необходимо принять срочные меры по водоотводу. В противном случае грунт насыпи у поврежденной или разрушенной трубы насыщается водой, в результате чего он теряет несущую способность, что может привести к дальнейшему разрушению трубы и ухудшению условий ее восстановления**

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ ТРУБ

- Трубы с деформированными, имеющими трещины, но не обрушенными сводами, при наличии небольших пробоин и вывалов грунта укрепляются постановкой деревянных или рельсовых подпорных рам. Поверх рам устраивается опалубка из пластин или брёвен вплотную к стенкам свода, или пространство под сводом между рамой и телом трубы заполняется сухой кладкой.
- В случае разрушения входных участков и оголовков труб производится расчистка русла для пропуска воды и планировка откосов насыпи в пределах разрушения за счет увеличения крутизны откосов в этих местах. При наличии угрозы сползания откосов насыпи, уцелевшая часть трубы наращивается и затем досыпается недостающая часть насыпи с предварительной нарезкой уступов.
- На двухпутных линиях, восстанавливаемых под один путь, над разрушенной трубой разрешается поперечная сдвижка пути.

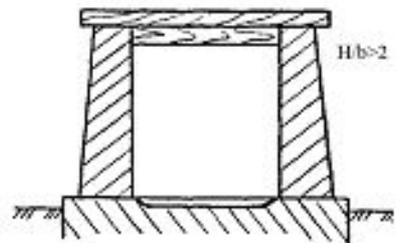
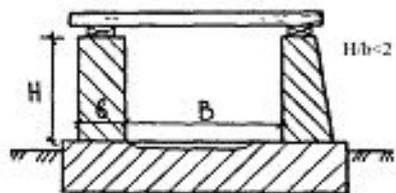
## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЧАСТИЧНО РАЗРУШЕННЫХ ТРУБ

- Если при разрушении трубы оказались разрушенными свод и верхняя часть стен, а нижняя часть стен и фундамент остались целыми, то при **временном** восстановлении целесообразно использовать все уцелевшие элементы.
- **При этом способе выполняются следующие работы:**
  1. Удаляют грунт насыпи над трубой или устраивают открытый котлован (при высоте насыпи до 5м) или устройством укрепленной прорези (при высоте более 5м.);
  2. Выравнивают верхнюю поверхность уцелевшей кладки стен трубы;
  3. Перекрывают отверстие трубы шпалами, бревнами или рельсовыми рубками;
  4. Производят засыпку грунта над трубой, а после его уплотнение. Если была устроена прорезь с креплением, то при засыпке элементы крепления должны быть удалены;
  5. Укладывают заблаговременно подготовленные звенья пути.

В зависимости от величины отверстия трубы, высоты уцелевших стенок и их толщины применяются различные конструкции перекрытий :

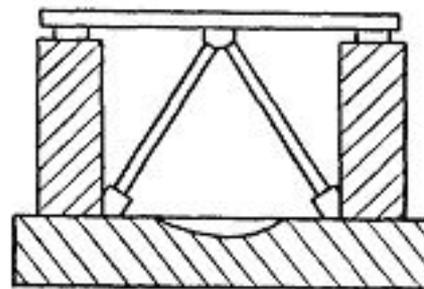
- А) При отверстии трубы до 1,5м включительно, перекрытия устраиваются на шпалах;
- Б) При отверстии трубы от 1,5 до 2-х м. перекрытия устраивают на шпалах, установленных на ребро.
- В) При отверстии трубы более 2-х метров перекрытия устраивают из бревен диаметром не менее 30см., из брусьев 26х26см. и более или из рельсовых рубок.
- Г) При меньших сечениях деревянных элементов требуется постановка подкосов, уменьшающих длину элементов перекрытия.

# Конструкции перекрытий с распором и без

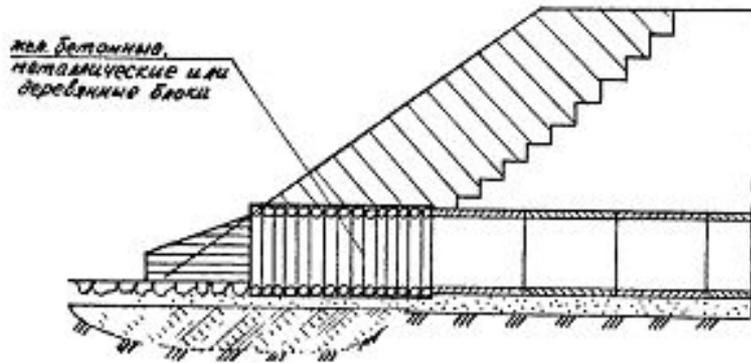


Конструкции перекрытий с распором и без

## Конструкция перекрытий с подкосами



Конструкции перекрытий с подкосами



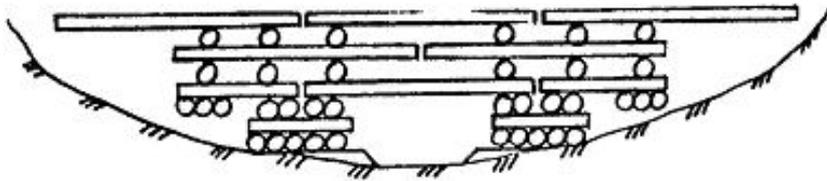
Восстановление частично разрушенной трубы с  
креплением секций железобетонных, металлических или  
деревянных труб

- Если при частичном разрушении трубы последняя на части длины осталась неразрушенной, а на части длины – полностью разрушенной, включая и фундамент, то при временном восстановлении производят расчистку разрушенной части и её восстановлению с креплением секций железобетонных, металлических или в крайнем случае деревянных труб

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛНОСТЬЮ РАЗРУШЕННЫХ ТРУБ

- Полностью разрушенные трубы, в зависимости от установленного срока восстановления, высоты насыпи, объемов разрушения, наличия средств, могут быть восстановлены **краткосрочно или временно.**
- При краткосрочном восстановлении, выполняемом в течение нескольких часов после разрушения для срочного пропуска поездов, *трубы обычно засыпают камнем, грунтом или заполняют шпальными клетками*

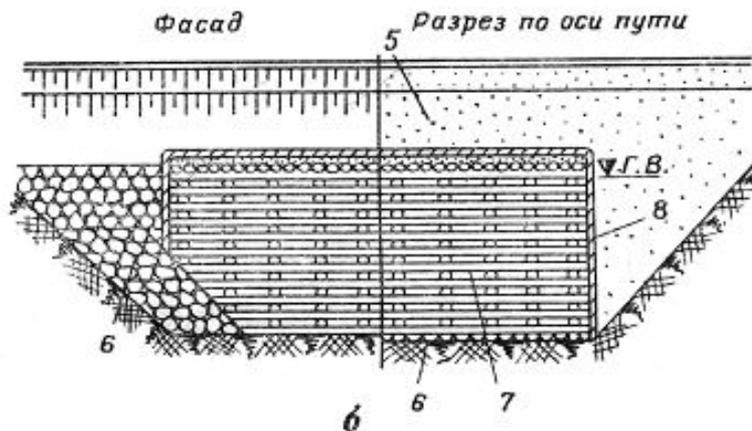
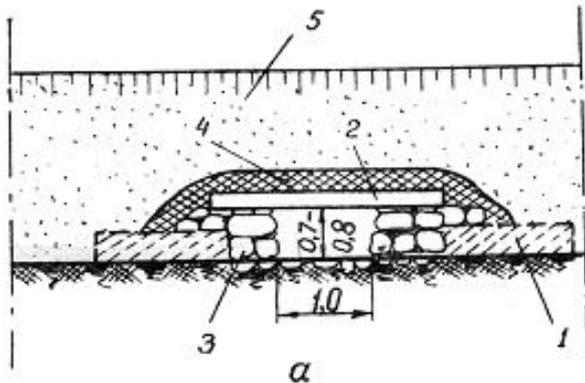
## Заполнение труб шпальными клетками



Заполнение труб шпальными клетками

- Заполнение отверстия трубы любыми материалами не обеспечивает нормальный пропуск воды в период снеготаяния (не говоря уже о весеннем водотоке)

## ЗАПОЛНЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ МАЛЫХ МОСТОВ И ТРУБ



Краткосрочное восстановление малого искусственного сооружения путем заполнения брешы:

а — заполнение грунтом; б — заполнение шпальной клеткой; 1 — уцелевшая часть опор; 2 — перекрытие из шпал, бревен или рельсов; 3 — сухая кладка из камня; 4 — слой мягкой глины толщиной 20–30 см; 5 — грунтовая засыпка; 6 — мощение; 7 — шпальная клетка (нижний ряд сплошной); 8 — обшивка из досок или пластин

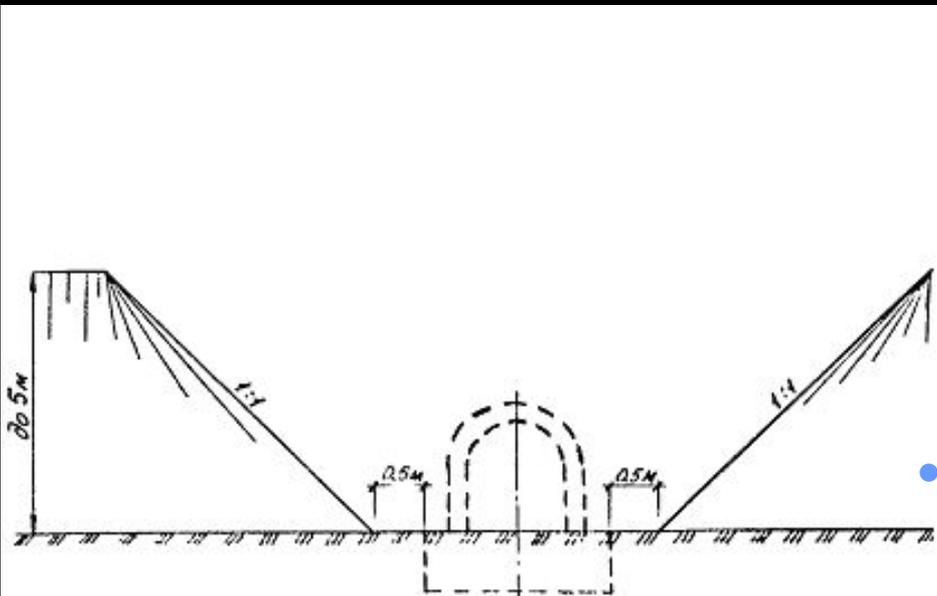
- Брешь, образованная в результате взрыва моста или трубы, может быть ликвидирована путем заполнения ее грунтом, камнем или клеткой из шпал (брусьев).
- При заполнении брешы следует учитывать пропуск дождевых вод, для чего устраивают отверстие в грунтовой заделке или шпальную клетку
- К достоинствам краткосрочного восстановления малых искусственных сооружений путем заполнения их отверстий относится простота этого способа восстановления, однако к нему следует прибегать в исключительных случаях.

после краткосрочного восстановления необходимо производить временное восстановление труб, одним из следующих способов:

- А) с предварительной раскопкой – открытым способом или устройством прорези;
- Б) с последующей раскопкой после открытия движения поездов по временному мосту, устроенному над разрушенной трубой;
- В) без раскопки, с восстановлением (постройкой) трубы на новой оси продавливанием или в штольне.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ РАСКОПКОЙ

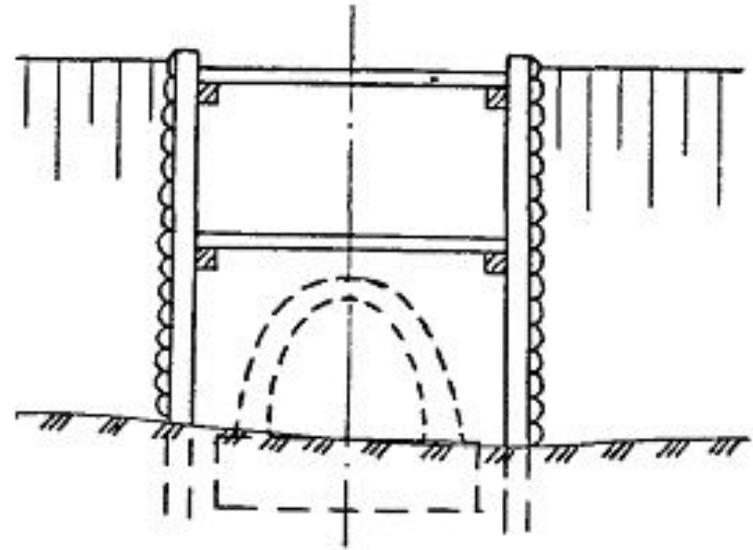
- Раскопка разрушенной трубы может быть произведена открытым котлованом или прорезью. Выбор одного из указанных способов зависит от высоты насыпи. Объем грунта, подлежащий удалению, резко возрастает при увеличении высоты насыпи и для однопутных линий составляет:
  - - при высоте насыпи 5м - 500м<sup>3</sup>;
  - - при высоте насыпи 10м - 3000м<sup>3</sup>;
  - - при высоте насыпи 15м - 12000м<sup>3</sup>;



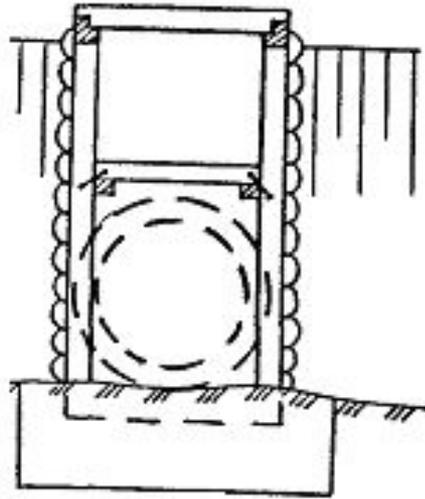
Раскопка разрушенной трубы открытым котлованом

- применение открытого способа восстановления выгодно при небольших насыпях высотой до 4-5м. Для этого отрывается насыпь до основания разрушенной трубы, производится уборка обломков, а затем на подготовленное основание укладывается труба.
- Откосы котлована принимаются крутизной 1:1 без крепления. Между контуром фундамента трубы и подошвой откоса котлована устраивают площадку или берму, шириной около 0,5м. для прохода работающих и расположения механизмов.

- Для уменьшения объема земляных работ при насыпях до 5м, взамен отрывки раскрытого котлована устраивают прорезы с укреплением стенок. В этом случае потребуется дополнительная затрата лесоматериалов и строительных скоб. После укладки трубы выемка засыпается грунтом



Раскопка разрушенной трубы  
прорезью с укреплением стенок



**Устройство лотка при высоте насыпи до 3-х метров (раскопка разрушенной трубы прорезью)**

- При высоте насыпи до 3-х метров вместо трубы может быть устроен водопропускной ЛОТОК.

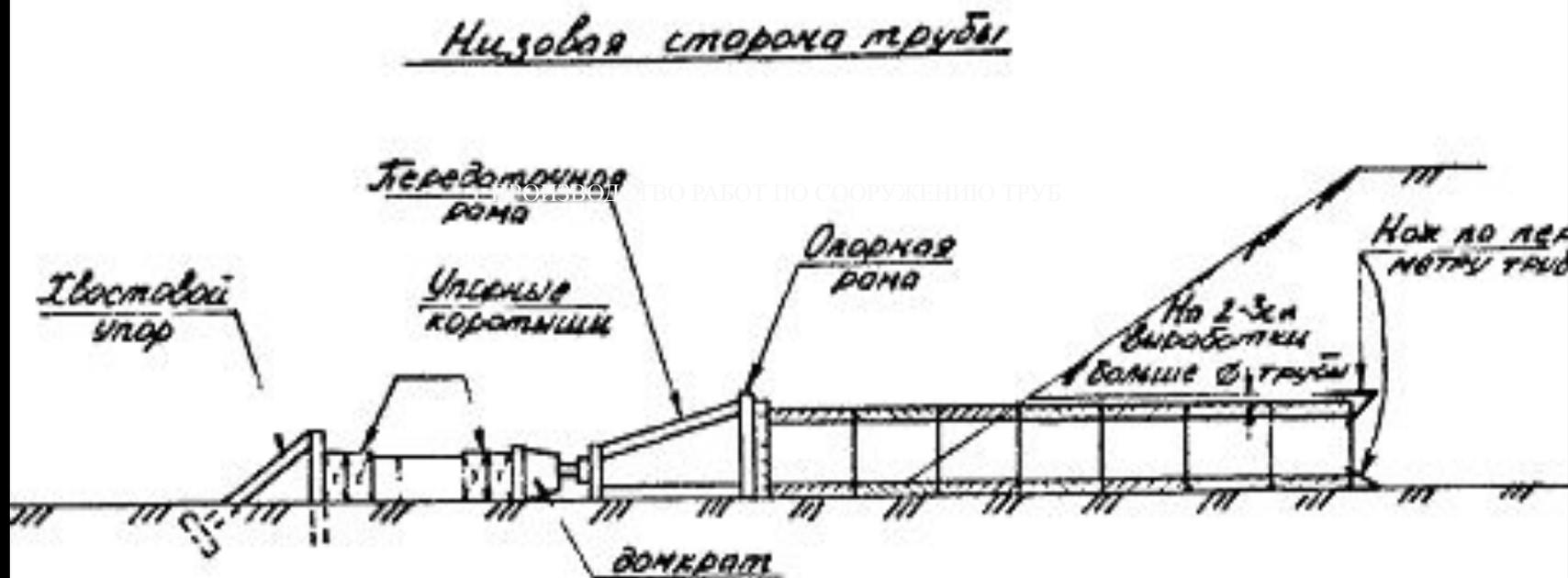
## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАСКОПКОЙ

- При высоте насыпи до 7-8 м и полном разрушении трубы целесообразно, с целью быстрее открытия движения поездов, **над разрушенной трубой устроить временный мост**. При этом выигрывается время на отрывку траншеи и её засыпку, так как объём земляных работ с возрастанием насыпи резко увеличивается. В некоторых случаях оставляют мост до капитального восстановления трубы, или же, не прерывая движения поездов, отрывают трубу для её временного восстановления.
- Для этого под мостом отрывается траншея с откосами 1:1 и даже круче, расчищаются обломки, устраивается основание и сооружается труба капитального или временного типа, с последующей засыпкой траншеи до низа пролётного строения. Затем перегон закрывается на время, необходимое для снятия пролётного строения, досыпки насыпи и укладки пути.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБ БЕЗ РАСКОПКИ.

- При высоких насыпях и полном разрушении трубы целесообразно по старой оси трубу не восстанавливать, а построить трубу вновь на новой оси.
- Это можно сделать без раскопки насыпи путём вдавливания трубы или способом штольневой проходки, намного сокращая объемы земляных работ.
- **Вдавливание труб** в насыпь применяется при относительно небольших в поперечном сечении трубах. Для этого используются звенья (кольца) железобетонных труб, а также металлические цельнотянутые или гофрированные трубы диаметром до 2-х метров. Этот способ даёт возможность произвести восстановление трубы без особо сложных работ, позволяет с одинаковым успехом производить работы в любое время суток и года, не стесняя движение поездов.
- Впервые этот способ был предложен инженером Лапшиным в 1936 г. и успешно применялся в ходе Великой Отечественной войны.

Вдавливание труб ведется с низовой стороны насыпи во избежание затопления места трубы поверхностными водами. Перед началом работ отрывается котлован, чтобы перед трубой в откосе насыпи образовать вертикальную плоскость. Стенки котлована раскрепляются, и устраивается упор для домкратов, вдавливающих трубу. Для направления трубы укладываются направляющие бруски, по которым будет перемещаться труба. Расход рабочей силы на 1п.м. трубы составляет 2-3чел.дн., темп проходки 2-3м. в смену.



Вдавливание труб в насыпь

## 4 вопрос

### ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО СООРУЖЕНИЮ ТРУБ

#### **Работы по временному восстановлению и скоростному строительству труб включают:**

- 1). Изготовление или заготовку труб на базах;
- 2). Перевозку элементов труб к месту восстановления;
- 3). Устройство котлованов;
- 4). Подготовку основания или фундамента;
- 5). Монтаж фундамента;
- 6). Монтаж элементов трубы;
- 7). Устройство изоляции и оголовков;
- 8). Засыпку грунтом.

Трубы в насыпи, в зависимости от назначения могут укладываться типовые или изготовленные на месте производства работ.

**Конец лекции.**

**Спасибо за внимание.**