

**Строительство железнодорожных мостов.  
Классификация, основные элементы,  
материалы.**

- Все искусственные сооружения делятся на три типа:
- мосты;
- тоннели;
- прочие.
- По виду преодоления препятствия искусственные сооружения делятся на:
- **мосты** – сооружения, обеспечивающие пропуск транспортной магистрали через реки;
- **виадуки** – высокие мосты, возводимые для преодоления глубоких препятствий, таких как ущелья или овраги (применяются как альтернатива высокой насыпи);
- **путепроводы** – пересечение двух дорог в разных уровнях (может быть железнодорожным или автомобильным, в зависимости от того, какая дорога располагается на самом путепроводе);
- **эстакады** – мосты, возводимые в городах взамен больших насыпей (они меньше, чем насыпь, стесняют улицу, не препятствуют проходу и проезду по ней);
- **акведуки** – мост с лотком под водоток, например под оросительный канал или водопровод.

# Мосты



# Виадуки



# Эстакады



# Путепроводы



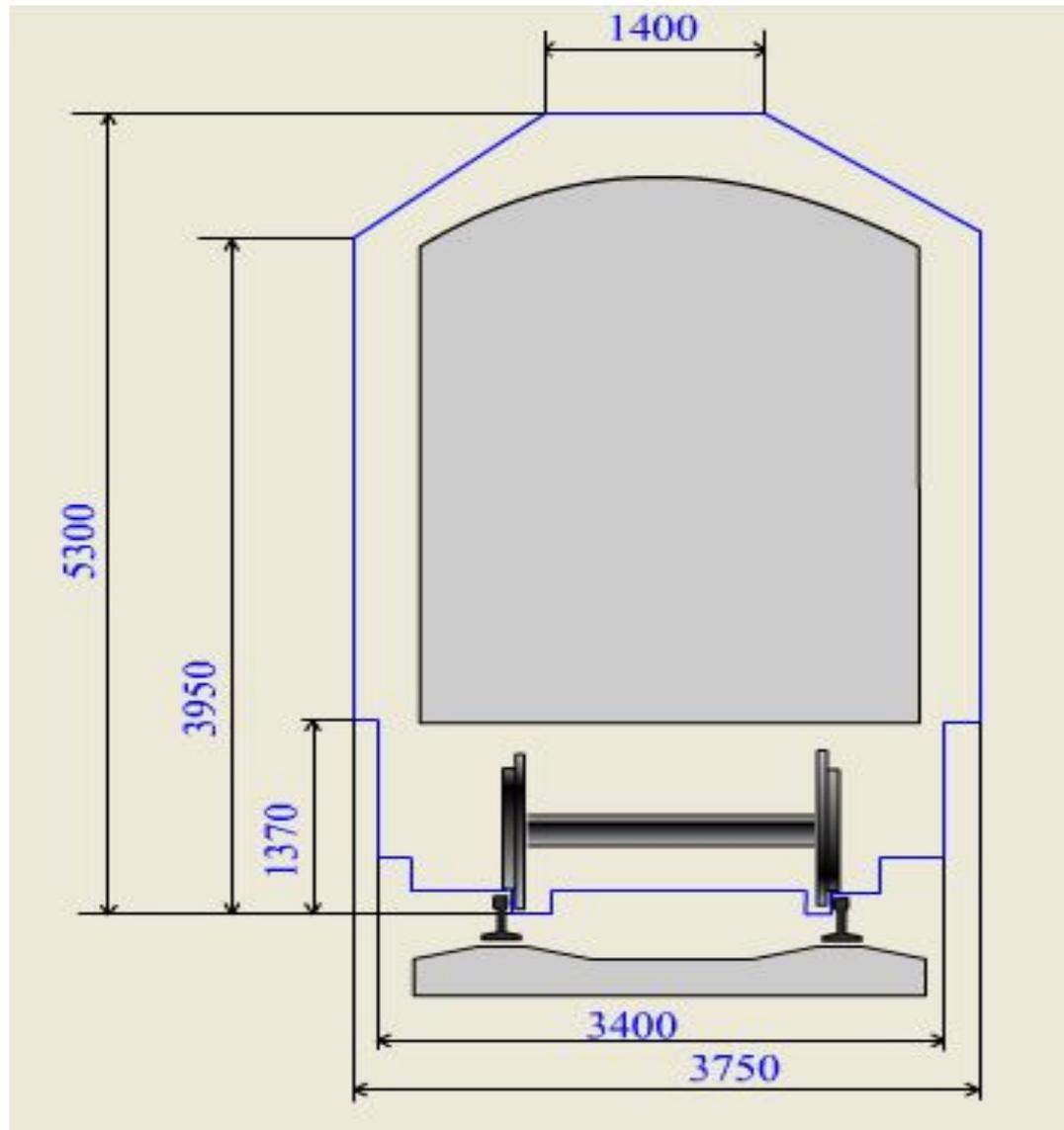
# Акведуки



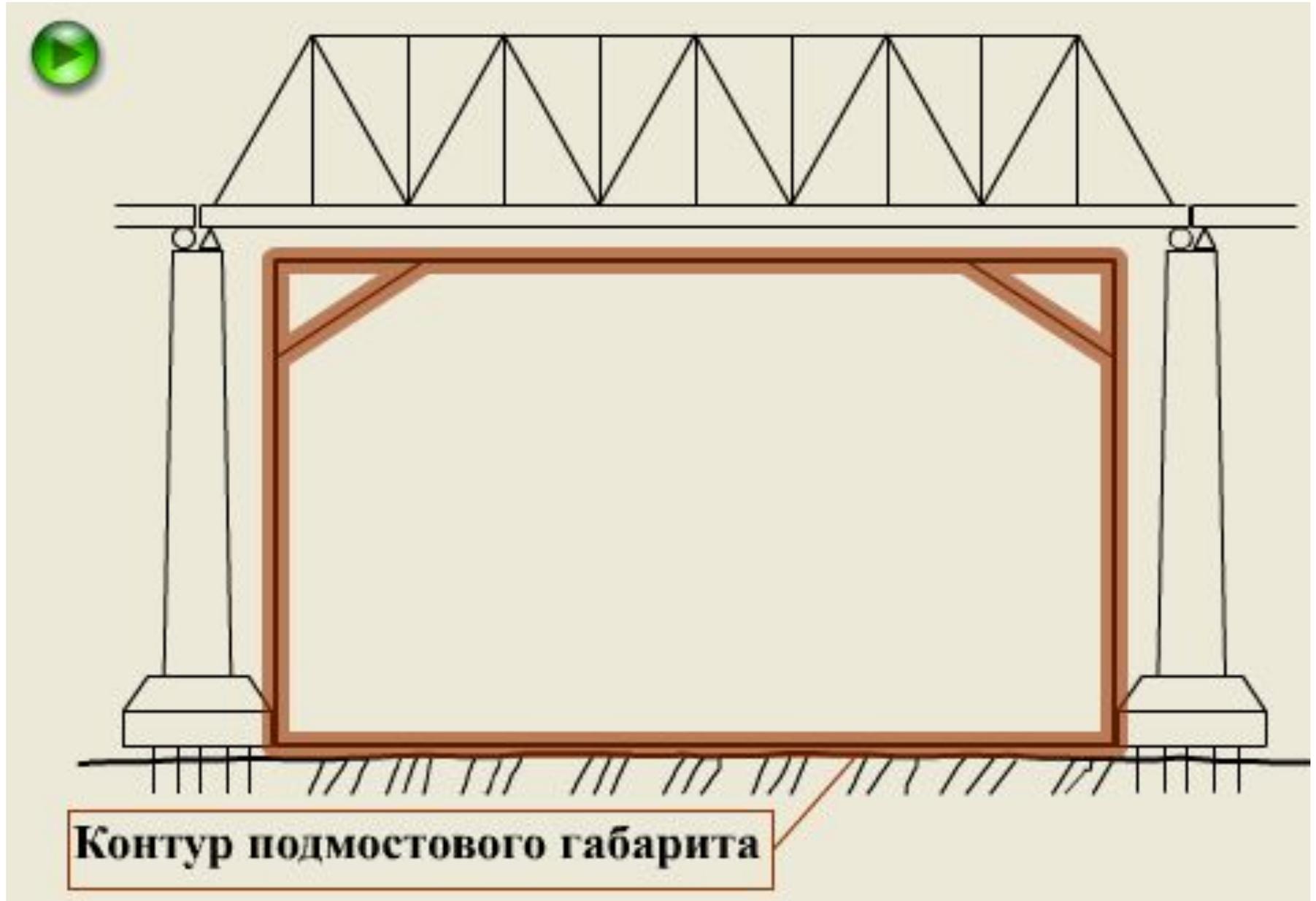
Габариты и размеры конструкции пролетных строений зависят от вида и размеров пропускаемых по мосту транспортных средств. *Ширина* пролетных строений определяется габаритом проезда, установленным для определенного вида транспорта. Габарит определяет контур, в пределах которого обеспечивается беспрепятственный и безопасный пропуск транспортных средств (поездов, автобусов, автомобилей, плавсредств) и пешеходов.

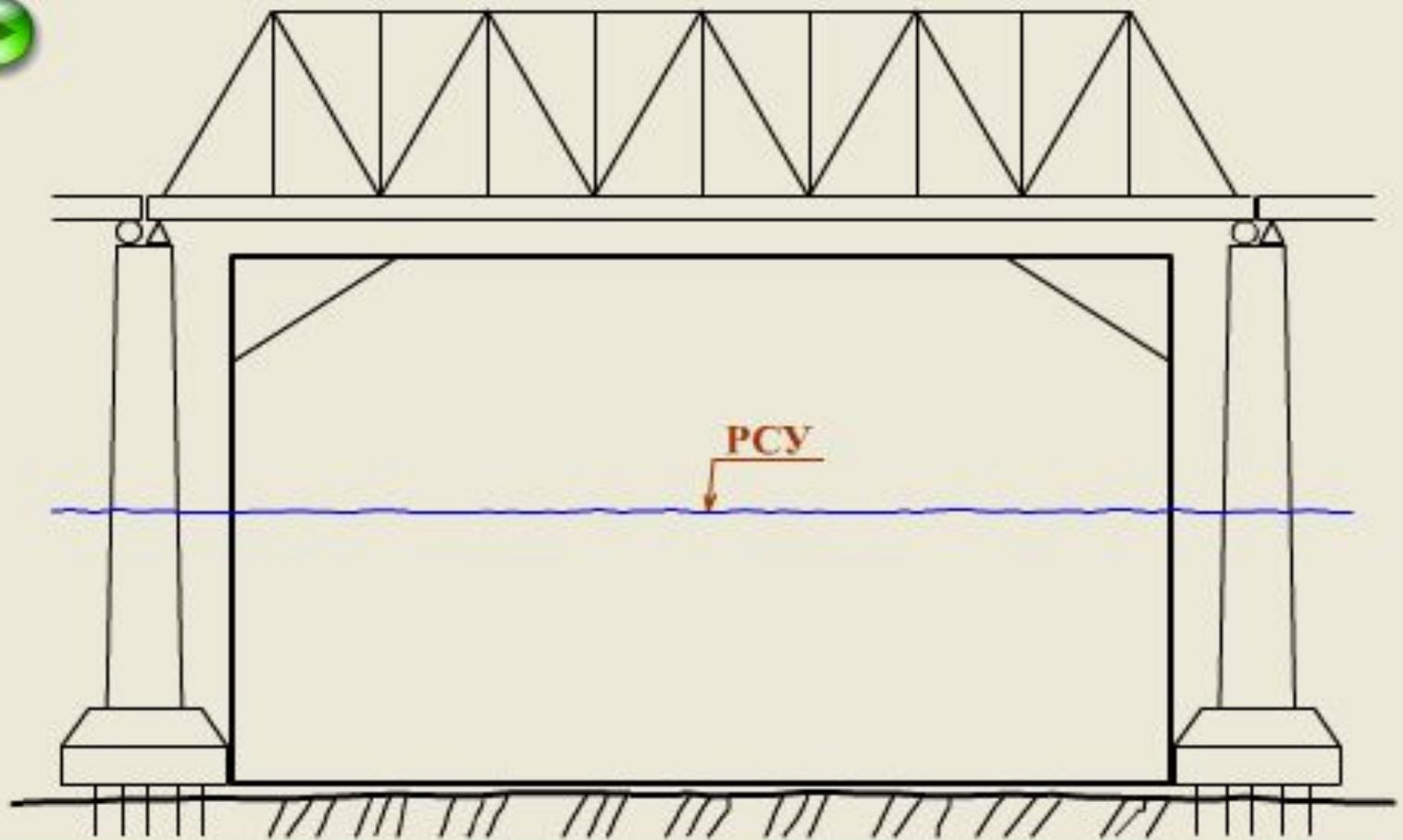
- На железнодорожном транспорте *конструкция* всех вновь строящихся и переустраиваемых сооружений, в том числе и мостов, должна удовлетворять *габариту «С» приближения строений*.

# Габарит «С» приближения строений

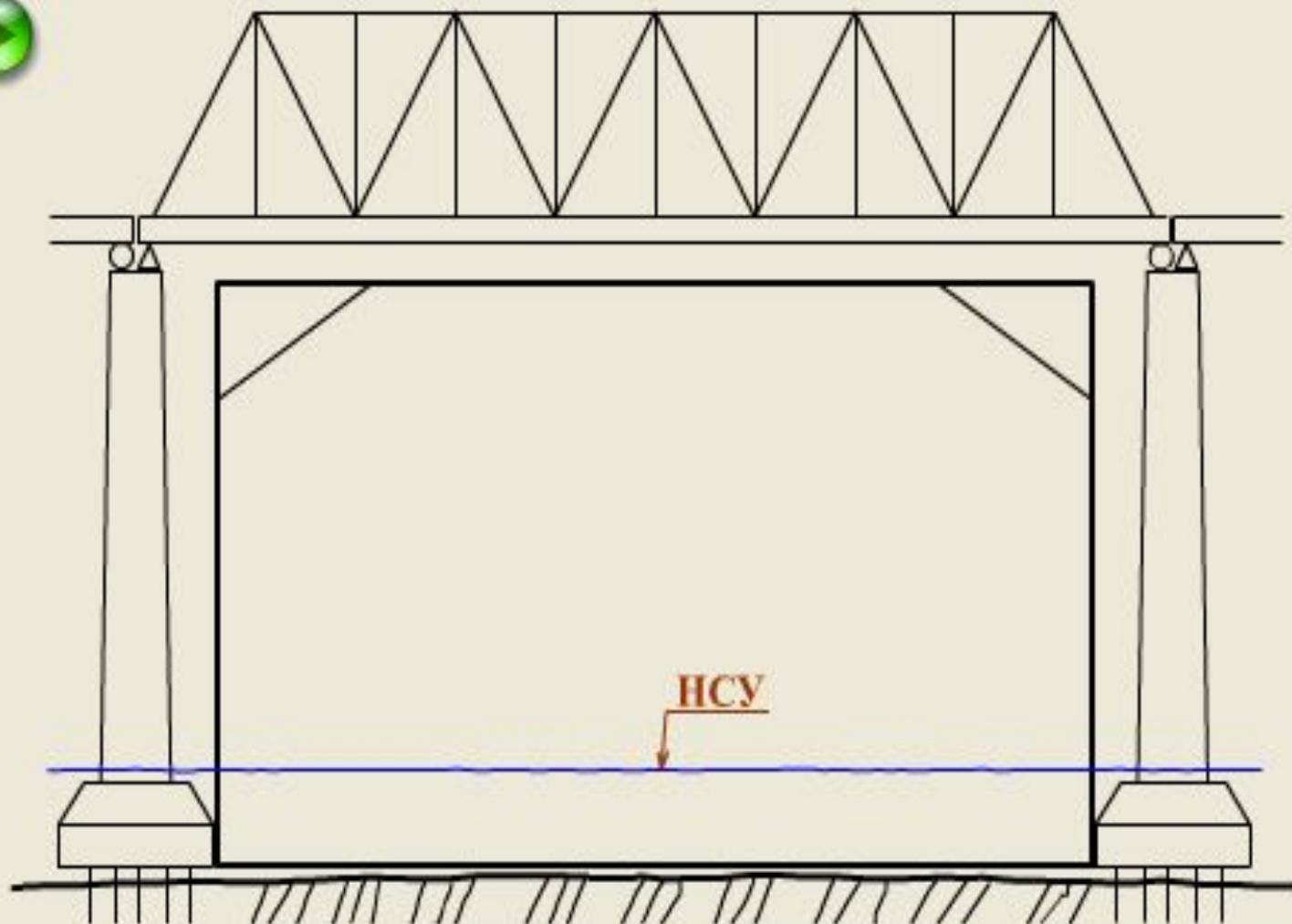


# Расположение контура подмостового габарита





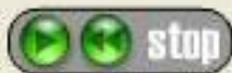
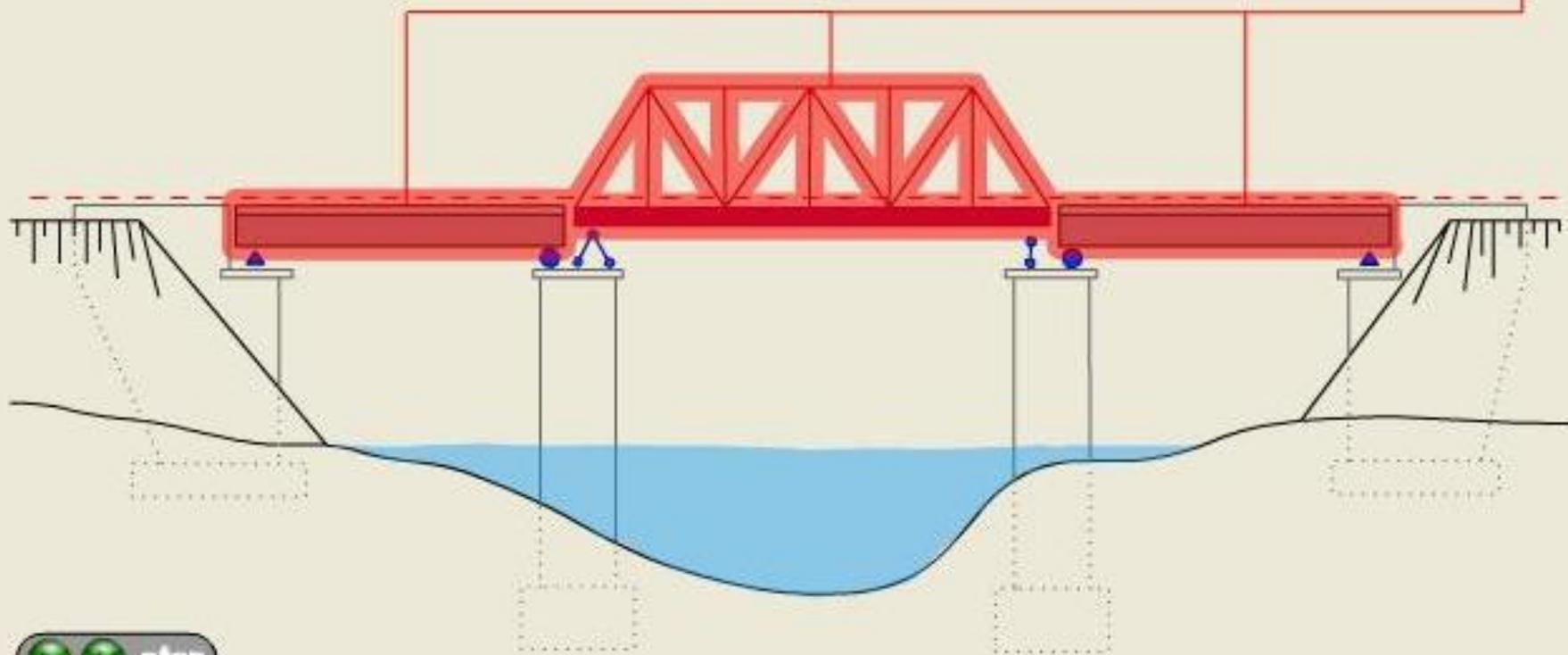
**PCY - расчётный (высокий) судоходный уровень воды**



**НСУ - наинизший (меженный) судоходный уровень воды**

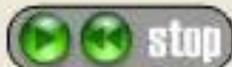
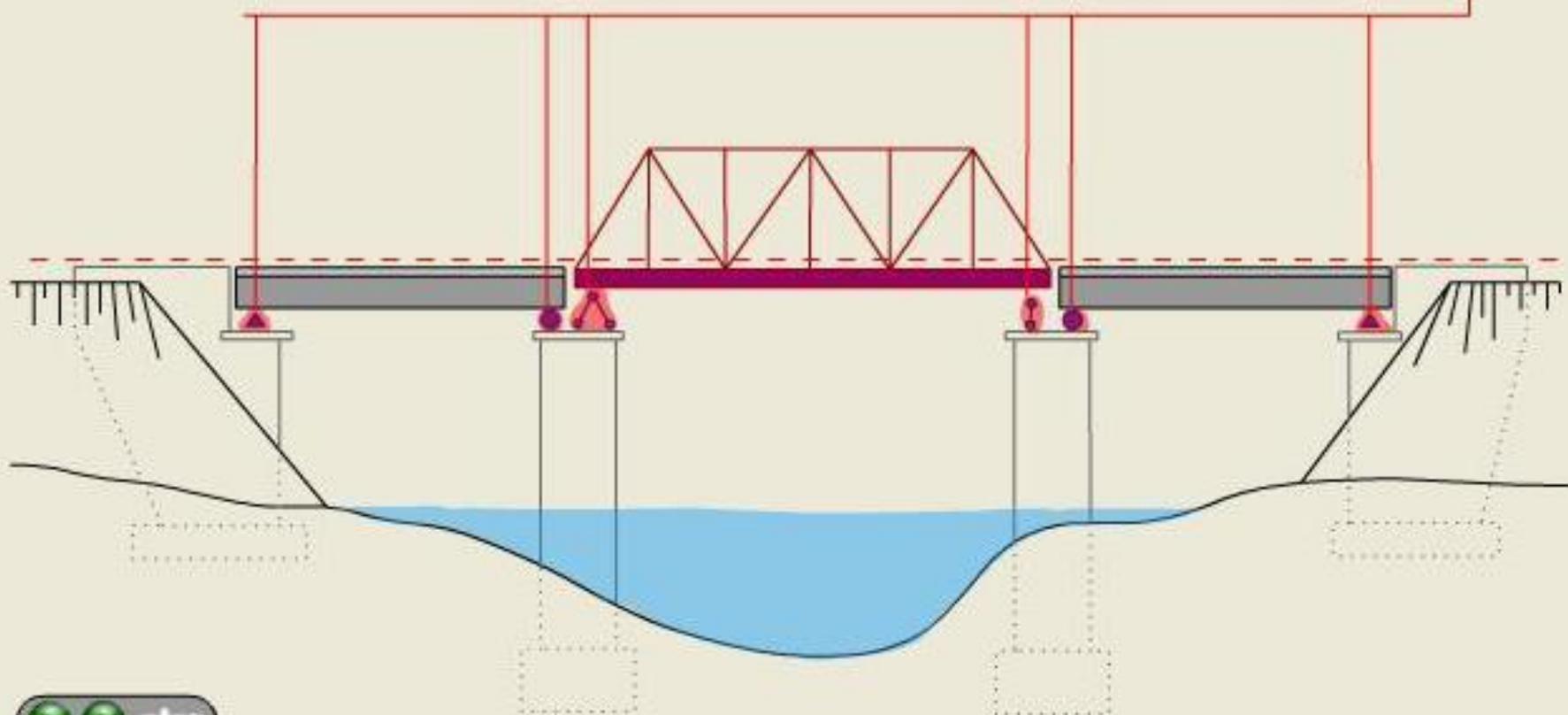
## Основные элементы моста:

1. - пролетное строение - основная несущая конструкция, предназначенная для восприятия постоянной и временной нагрузок от подвижного состава и передачи их на опоры.



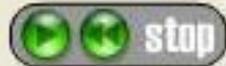
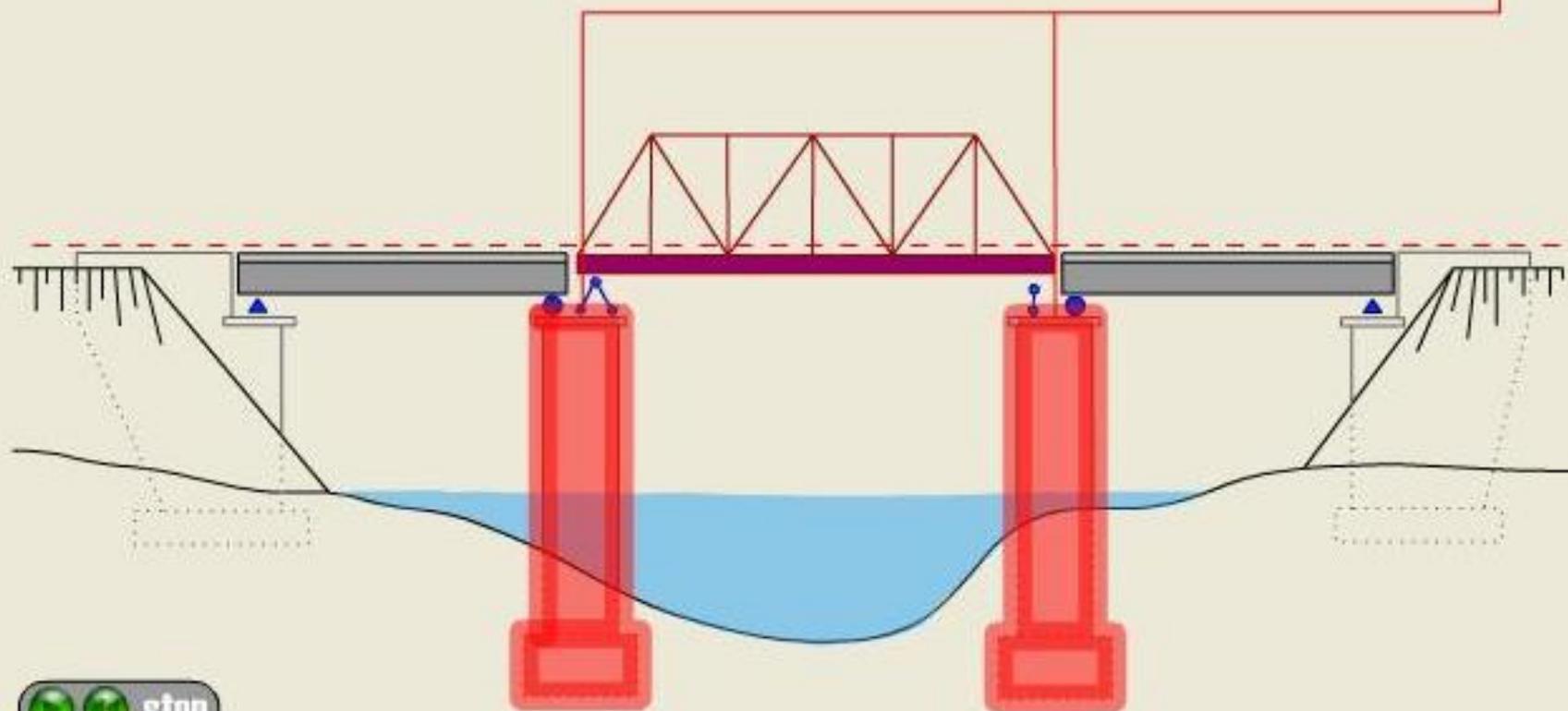
Основные элементы моста:

2. опорная часть - предназначена для обеспечения свободы деформаций пролетного строения и передачи нагрузки от пролетного строения на опору в строго фиксированном месте



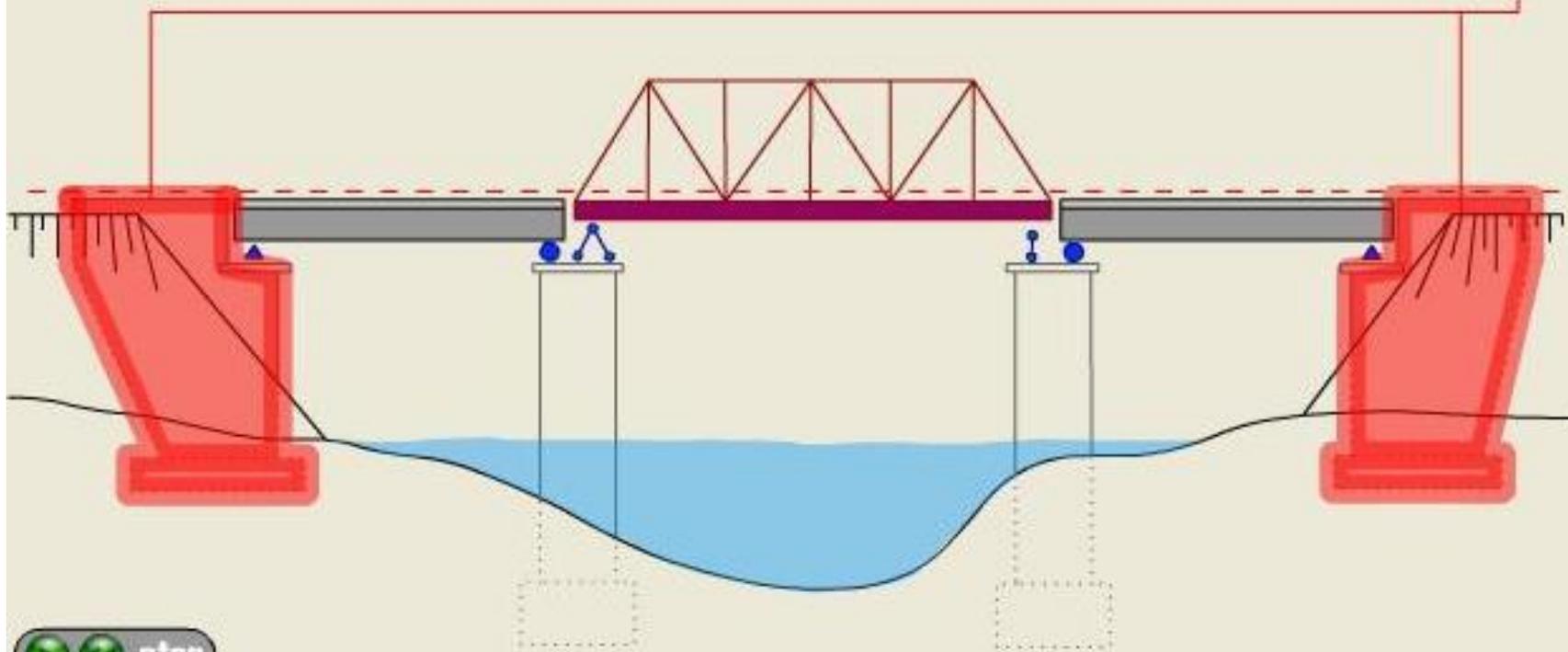
Основные элементы моста:

3. промежуточная опора - предназначена для передачи нагрузок на грунт



## Основные элементы моста:

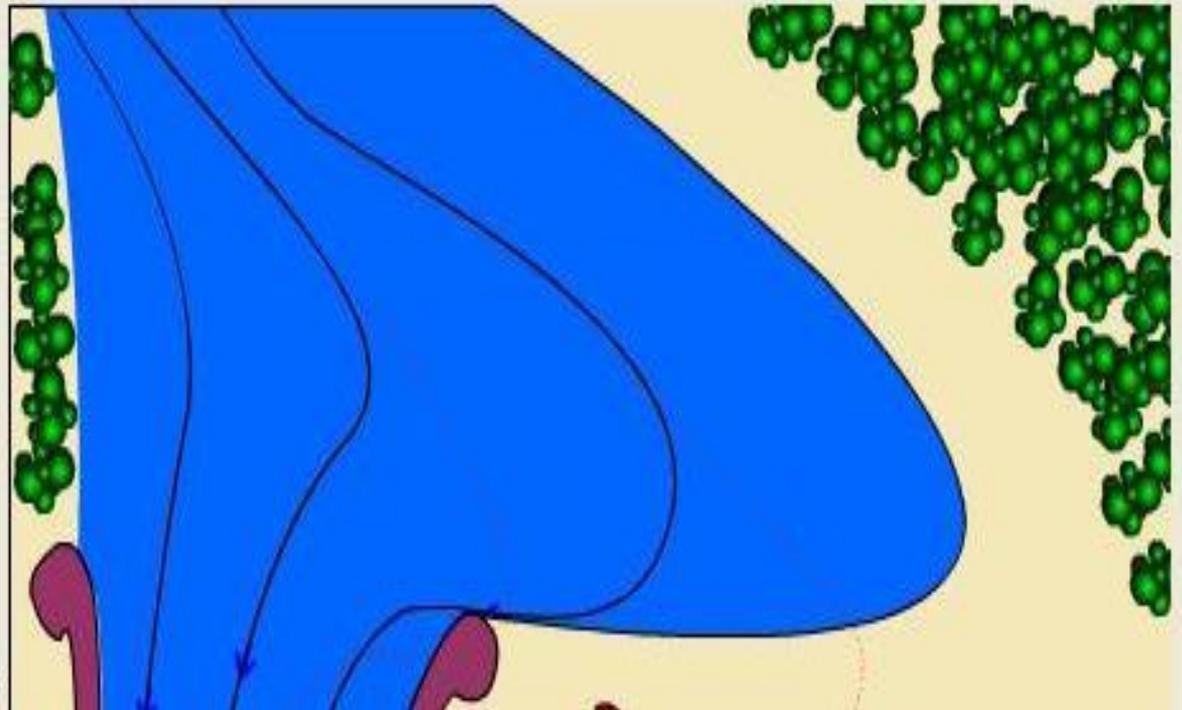
4. конечная опора (устой) - служит для сопряжения насыпи подхода с мостом и для передачи нагрузок на грунт



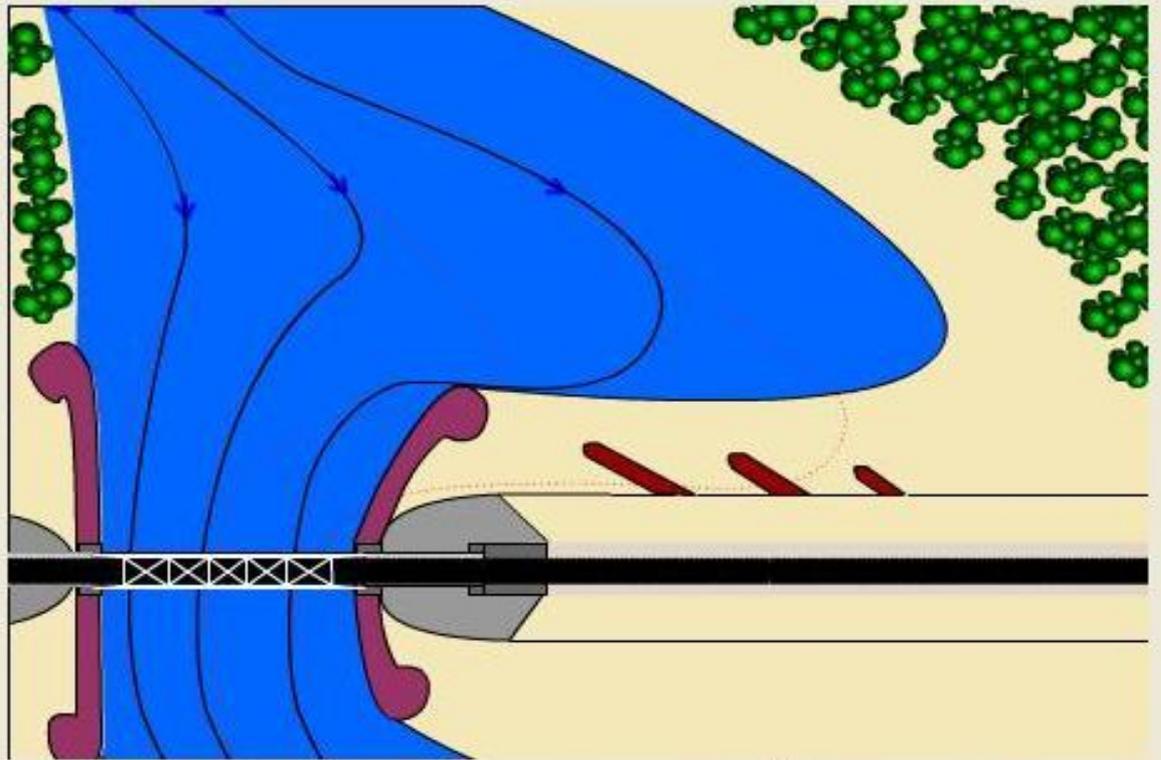
## Водный поток в мостах

Водный поток таит большую разрушительную силу и не раз приводил к серьезным повреждениям мостов, труб и насыпей из-за просчетов при их возведении и упущении при эксплуатации. Пересекая реку, мосты изменяют естественные условия водного потока. Особенно наглядно это в период половодья, когда реки выходят из берегов, затопляя прилегающие к руслу поймы. Уровень воды намного повышается против обычного меженного, резко возрастает скорость течения, а с ней и разрушительная сила потока. Поток на поймах в мостовых переходах преграждают насыпи подходов.

Поэтому вода с пойм устремляется вдоль насыпей к отверстию моста (в ролике траектории движения обозначены ..... линией). Чтобы поток более равномерно и прямоструйно (в ролике такие траектории обозначены сплошной черной линией и стрелкой), без завихрений и косины протекал по всей ширине

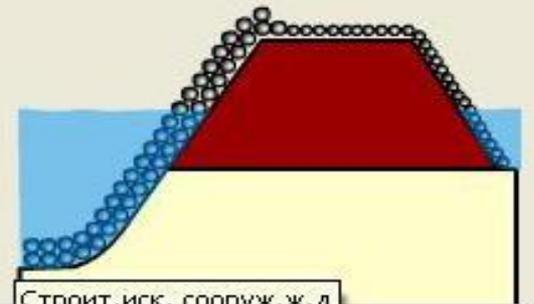


Поэтому вода с пойм устремляется вдоль насыпей к отверстию моста (в ролике траектории движения обозначены ..... линией). Чтобы поток более равномерно и прямоструйно (в ролике такие траектории обозначены сплошной черной линией и стрелкой), без завихрений и косины протекал по всей ширине отверстия, т. е. для наибольшей водопропускной способности моста, при значительном поступлении воды с пойм устраивают регуляционные сооружения. Количество воды, протекающей через сечение реки в единицу времени -



**расход водотока.** Его определяют по формуле  $Q = wu$  ( $Q$ -расход воды,  $m^3/c$ ;  $w$ -площадь живого сечения,  $m$ ;  $u$ -средняя скорость потока,  $m/c$ ).

Более распространены верховые и низовые струенаправляющие дамбы (в ролике обозначены ■ цветом). Их отсыпают в виде насыпей из грунта на высоту, превышающую уровень самых высоких вод. От размыва и повреждения льдом речные откосы дамб укрепляют мощением (см. "разрез низовой дамбы"), но чаще бетонными или железобетонными плитами, а со стороны пойм - одерновкой. Для плавного огибания дамб пойменным потоком им придают криволинейное очертание в плане. Помимо русловых дамб, при широких поймах и сильном течении воды вдоль насыпи отсыпают несколько коротких дамб - траверсов, которые отжимают пойменный поток от насыпи (в ролике обозначены ■ цветом).



# Великая сибирская река Лена



**И пока единственный ж.д. мост через нее ...**



## Ж.д. мост через реку



# Въезд на мост через р. Обь



# Путепровод



# Виадук



## Ж.д. мост (из металла)





## Основные части пролетных строений

Стальные пролетные строения мостов состоят из следующих частей:

- *проезжей части* (мостового полотна, продольных и поперечных балок);
- *главных несущих элементов* (балок, арок, ферм и др.);
- *продольных и поперечных связей* между главными несущими элементами;
- *смотровых приспособлений*.

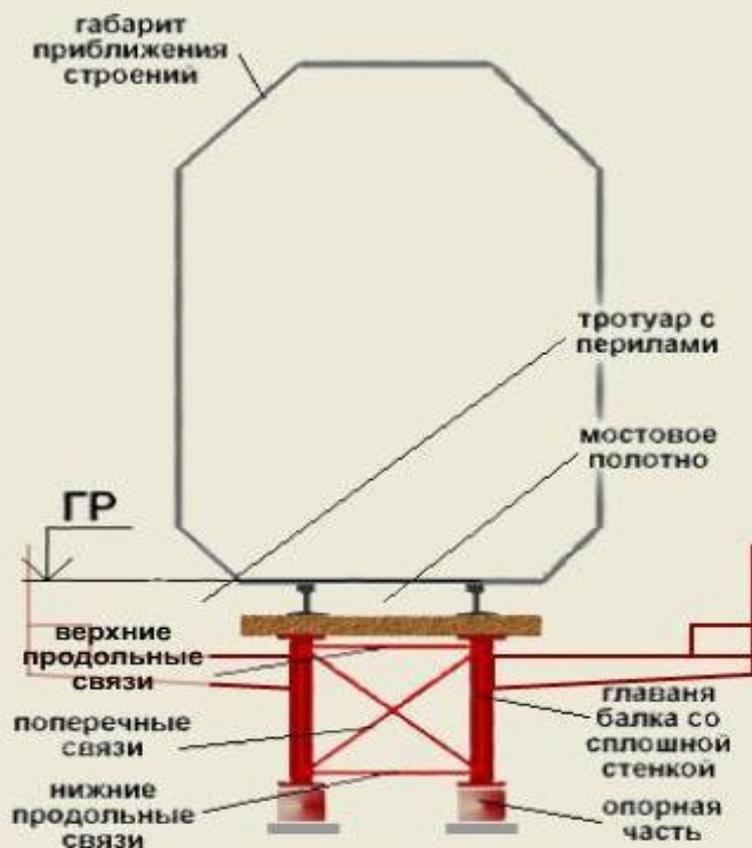


рисунок 1

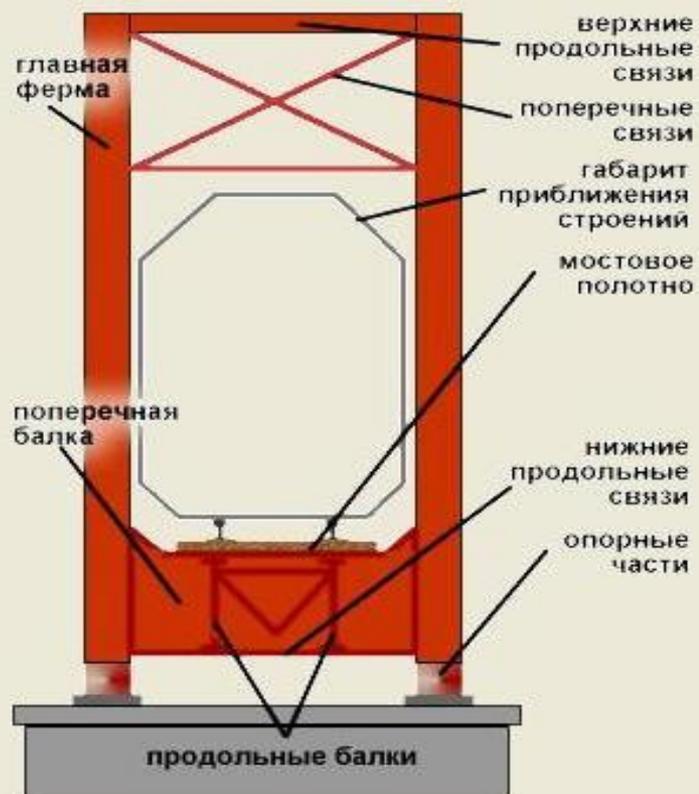


рисунок 2

## Балластная призма

- Элемент *верхнего строения пути из балласта*, укладываемого на земляное полотно для стабилизации рельсо-шпальной решетки при воздействии динамических нагрузок от подвижного состава.
- Может состоять из одного (песок, галечно-гравийно-песчаная смесь или асбестовый балласт), двух ( нижняя часть – песчаная или гравийно-песчаная подушка; верхняя – щебеночный балласт) и трех слоев балласта (сверху щебеночного укладывается слой асбестового балласта).
- Однослойная *б. л.* устраивается под станционные пути или с малой грузонапряженностью.
- Двухслойная *б. л.* сооружается на линиях любой грузонапряженности, а также при реконструкции ж.д. путей.
- Трехслойная – на линиях с большой грузонапряженностью или на сильно засоряемых участках.
- Толщина балластного слоя  $h$  измеряется под внутренним рельсом каждого пути на двухпутном и по оси пути на однопутном прямых участках, на криволинейных участках – под внутренним рельсом пути.
- Размеры *б. л.* (ширина поверху  $b$ , крутизна откосов) назначаются с учетом вида балласта, нагрузок от подвижного состава, скорости движения, типа рельсов, материала шпал, расстояния между ними и несущей способности земляного полотна.

**безбалластное полотно** состоит из путевых рельсов и контруголков или контррельсов, прикрепленных к деревянным или металлическим поперечинам, к железобетонным или стальным плитам. Тротуары с перилами устраивают обычно на металлических кронштейнах.

**мостовое полотно с ездой на балласте** состоит из рельсов, контруголков, шпал и балласта, уложенного в железобетонное или стальное корыто с тротуарами и перилами. Мостовое полотно располагают на главных несущих элементах или на продольных балках проезжей части.

**продольные и поперечные балки** проезжей части устраивают в пролетных строениях с ездой понизу, а также с ездой поверху при значительных (**более 2,5 м**) расстояниях между осями главных несущих элементов поперек пути. Продольные балки прикрепляют к поперечным, а поперечные балки — к главным несущим элементам пролетных строений. Таким образом балки проезжей части воспринимают временную подвижную нагрузку от мостового полотна и передают ее главным несущим элементам.

**главные несущие элементы** пролетных строений представляют собой балки, фермы, рамы, арки и другие конструкции различных статических систем. Они перекрывают пространство между опорами моста, воспринимают временную подвижную и постоянную нагрузки от проезжей части и передают их опорам.

**продольные и поперечные связи** устраивают между главными несущими элементами. Продольные связи располагают обычно в плоскостях верхнего и нижнего поясов главных элементов. Связи обеспечивают пролетным строениям пространственную неизменяемость, жесткость и устойчивость.

**смотровые приспособления** представляют собой лестницы, трапы с перилами, катучие тележки, подъемные люльки и другие устройства для осмотра, очистки, окраски и ремонта любой части стального пролетного строения.

Высокие качества строительных сталей, хорошо работающих на все виды силовых воздействий, дают возможность изготавливать из них металлические мосты различных систем и конструкций. Поэтому применяемые в настоящее время системы металлических мостов разнообразны и многочисленны.

Стальные пролетные строения мостов имеют различные статические системы и конструкции, способы соединения элементов, виды мостового полотна и другие особенности.

По статическим свойствам главных несущих элементов стальные пролетные строения делятся на:

- *балочные* (разрезные, консольные, неразрезные),
- *рамные* (неразрезные, с наклонными стойками и др.),
- *арочные* (трех-, двухшарнирные и бесшарнирные),
- *комбинированные* (балка с аркой, балка с кабелем, вантовые и др.).

По типу конструкции пролетные строения бывают:

- *со сплошной стенкой,*
- *со сквозной балкой- из линейных стержней.*

По виду металла пролетные строения бывают из:

- *углеродистой,*
- *низколегированной стали.*

По значению минимальных эксплуатационных температур:

- *обычного,*
- *северного исполнения и др.*

По способу соединения элементов стальные пролетные строения делятся на:

- *клепанные,*
- *сварные,*
- *болтовые,*
- *с высокопрочными болтами.*

По уровню езды пролетные строения бывают:

- *поверху,*
- *понизу,*
- *середине,*
- *с двухъярусным расположением проезжей части.*

По виду мостового полотна пролетные строения бывают с ездой по:

- *деревянными брусьям,*
- *металлическим поперечинам,*
- *железобетонной плите,*
- *балласту,*
- *стальной ортотропной плите и др.*

Наиболее широкое применение в настоящее время имеют балочные мосты. Современные стали дают возможность перекрывать балочными конструкциями не только обычные пролеты, наиболее часто встречающиеся в мостах через средние и большие реки, но и исключительно большие пролеты через крупнейшие реки и другие препятствия.

Особенностью балочных мостов является передача пролетными строениями опорам в основном (от вертикальных нагрузок) только вертикальных давлений. Это облегчает устройство мостов через глубокие реки при большой высоте опор. Кроме того, балочные мосты имеют несложную конструкцию и, в большинстве случаев, могут быть возведены более простыми приемами, чем мосты других систем. В зависимости от статической схемы балочные мосты могут быть:

- *разрезной,*
- *неразрезной,*
- *консольной системы.*

По конструкции же главных несущих элементов балочные мосты разделяются на

- *мосты, имеющие главные балки со сплошной стенкой,*
- *мосты со сквозными фермами.*



В мостах разрезной системы каждый пролет перекрыт самостоятельным пролетным строением, не связанным с соседними. Неразрезные системы по сравнению с разрезными обладают технологическими, эксплуатационными, экономическими и архитектурными

преимуществами. При перекрытии больших пролётов или недостаточной несущей способности грунтовых оснований, что может вызвать значительные неравномерные осадки опор, используют консольные системы, в которых не возникают при этом дополнительные усилия.

## разрезная система

**+** достоинства: разрезность моста обеспечивает простоту и независимость работы каждого пролета. Благодаря этому балочно-разрезные мосты могут быть применены даже при неблагоприятных грунтовых условиях, так как возможность просадки опор не оказывает вредного влияния на работу разрезных пролетных строений. Повреждение или разрушение одного из пролетов моста не оказывает влияния на остальные неповрежденные пролетные строения.

**-** недостатки: большая затрата металла, так как в них не используется разгружающее влияние соседних пролетов или консолей, как в неразрезных или консольных мостах.

## неразрезая система

**+** достоинства: имеют главные балки (фермы), перекрывающие два или несколько пролетов, требуют меньшей затраты материала, чем разрезные мосты. Кроме того, неразрезные балочные мосты благодаря расположению только одной опорной части на каждом быке и центральной передаче давлений, требуют более тонких опор. Временная нагрузка спокойнее переходит с пролета на пролет, так как линия прогиба имеет плавное очертание. Неразрезные мосты обладают большей жесткостью по сравнению с разрезными пролетными строениями. Наконец, неразрезные мосты позволяют удобно применять навесной монтаж без подмостей. Благодаря меньшей затрате металла, особенно при больших пролетах, уменьшению объема кладки в опорах, а также хорошим эксплуатационным качествам неразрезные пролетные строения довольно часто применяют в автодорожных мостах.

**-** недостатки: появляются дополнительные напряжения в главных балках (фермах) в случае неодинаковых просадок опор и большие температурные удлинения при многопролетной схеме.

## консольная система

Промежуточной по своим свойствам и условиям работы является консольная система. По затрате металла на пролетные строения она близка к неразрезной.

**+** достоинства: благодаря статической определенности просадки опор не вызывают в ее главных балках (фермах) дополнительных напряжений. Консольные мосты, как и неразрезные, дают возможность навесной сборки. Опоры консольных мостов благодаря центральному опиранию на них пролетных строений в одной точке получают небольшой ширины по фасаду. Экономические преимущества консольных мостов так же, как и неразрезных, увеличиваются с возрастанием величины пролетов.

Искусственные сооружения тоннельного типа:

**тоннели** - искусственные сооружения, устраиваемые в горах, как экономически выгодное сооружение по сравнению с устройством глубоких выемок для преодоления препятствия.



# Классификация тоннелей

По назначению различают:

- *тоннели на путях сообщения*: железнодорожные, автодорожные, совмещённые, тоннели метрополитенов, судоходные и пешеходные;
- *гидротехнические*: тоннели ГЭС (подвод воды к турбинам и отвод её после использования), для водоснабжения, ирригационные, мелиоративные (использование для улучшения земель);
- *коммунальные*: канализационные, коллекторные (подземные городские сети, силовые и телефонные кабели, газопроводы, водопроводы);
- *горнопромышленные*: транспортные, дренажные и вентиляционные;
- *специального назначения*: подземные ангары, морские базы, заводы, гаражи, склады, убежища, госпитали и т.п.

По месту расположения различают:

- *горные*: сооружаемые в гористой местности под возвышенностями, холмами, утёсами и горными хребтами;
- *городские*: сооружаемые в городах под улицами, площадями, застроенными кварталами;
- *подводные*: прокладываемые под водоёмами и по их дну;

По глубине заложения тоннели бывают:

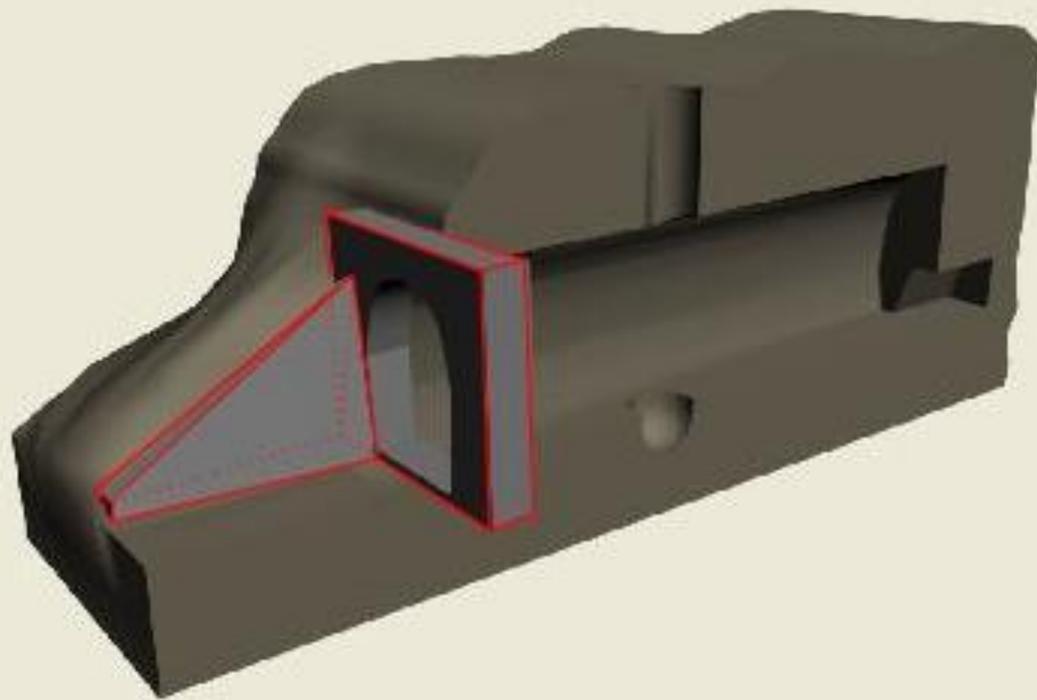
- *мелкого заложения*: располагаемые на глубине **(10...15) м** от земной поверхности;
- *глубокого заложения*: располагаемые на глубине более **(10...15) м** тоннели метрополитенов.

По способам сооружения различают:

- *тоннели, возведённые открытым способом*, т. е. в открытых котлованах с креплением стенок или без них;

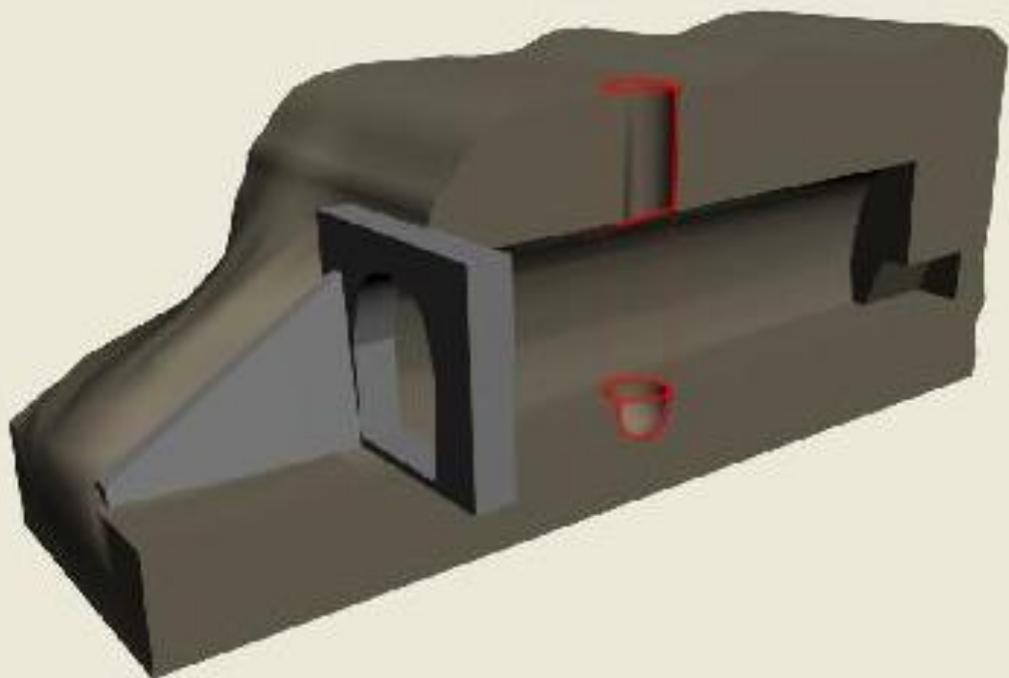






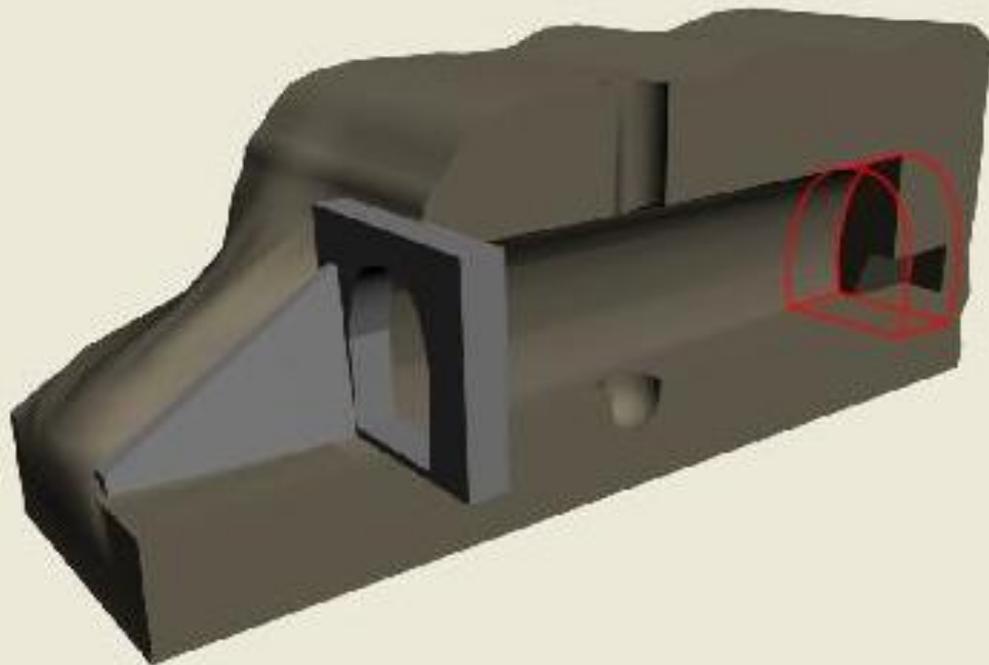
*Начало и конец тоннеля ограничиваются **порталами**. Портал сооружают для сопряжения конструкции тоннеля с подходной выемкой. Он обеспечивает устойчивость лобового и боковых откосов, а также отвод от тоннеля воды, стекающей с лобового откоса.*





Вертикальная горная выработка, имеющая выход на поверхность земли называется **стволом шахты**





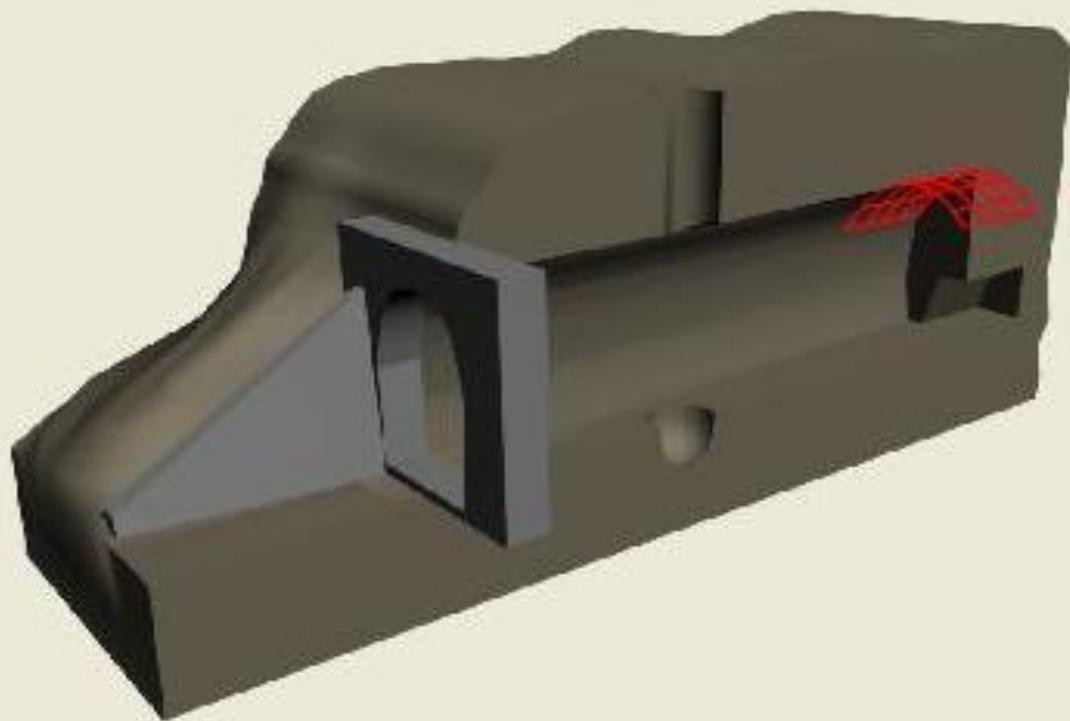
*Торцовая поверхность горной выработки, где ведется разработка породы называется **забой***





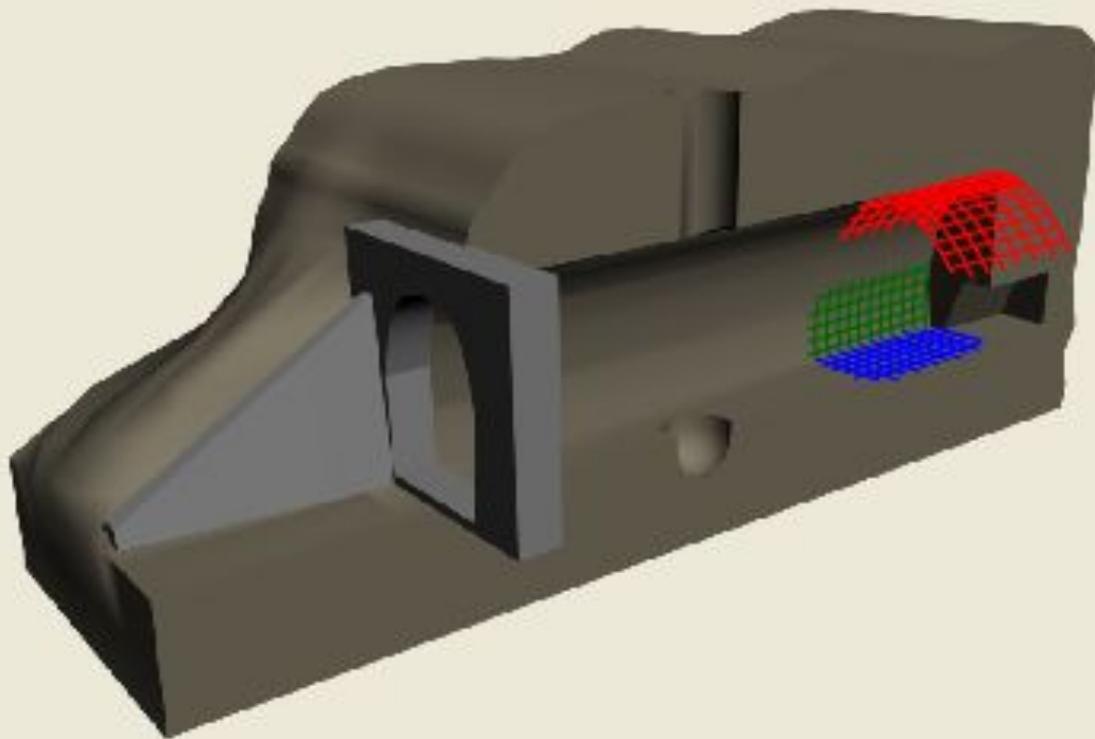
Нижняя часть выработки называется **штроссом**





*Верхняя (сводчатая) часть горизонтальной или наклонной выработки носит название **клотт***



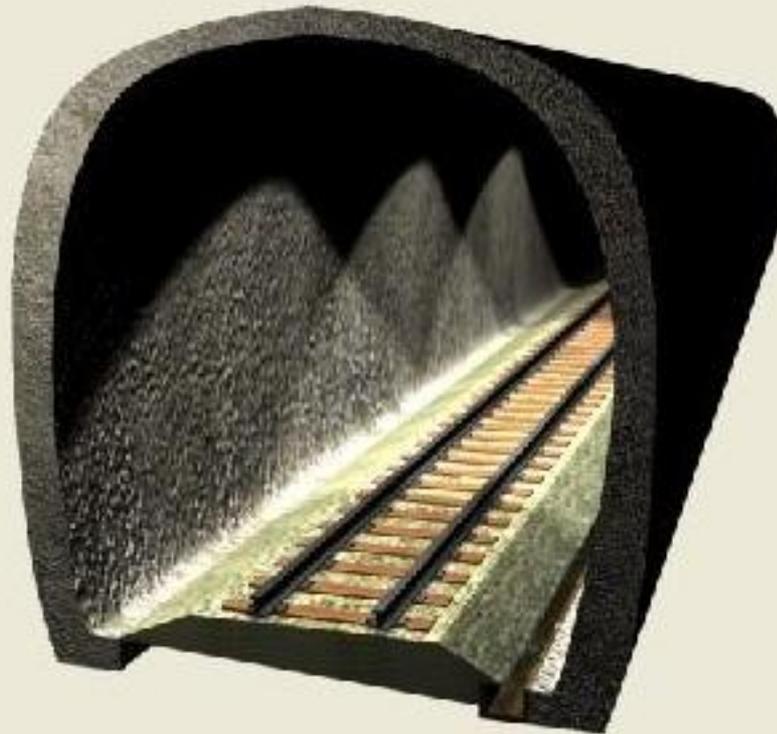


Вверху выработка ограничивается **кровлей**,  
внизу - **подошвой**, а по бокам - **стенами**



Очертание обделки внутри тоннеля может быть:

- *подковообразным* (для горных тоннелей);
- *круговым* (для глубоких тоннелей метрополитенов закрытого способа работ);
- *прямоугольным* (для тоннелей мелкого заложения).



 К общему виду



## Очертание и обделка тоннелей

Размеры и формы внутреннего очертания обделок транспортных тоннелей определяются главным образом габаритом приближения строений.

**Тоннельной выработкой** называют пространство, образованное после удаления породы. Тоннельные выработки, как правило, закрепляют по всему контуру или частично как на время производства работ, так и для постоянной эксплуатации. Конструкцию, служащую для постоянного закрепления пород, называют **тоннельной обделкой**.

Обделка должна быть достаточно прочной, морозостойкой и водонепроницаемой, препятствуя обрушению грунта, обделка воспринимает на себя его давление в зависимости от категории и состояния грунтов, их напластование и обводнённости. Давление различно по величине и направлению, соответственно различна и толщина обделки.

Обделки горных тоннелей подразделяются на:

- *несущие*, (воспринимающие горное давление);
- *облицовочные*, (устраиваемые для предохранения стен от выветривания в крепких породах).

Обделки могут устраиваться:

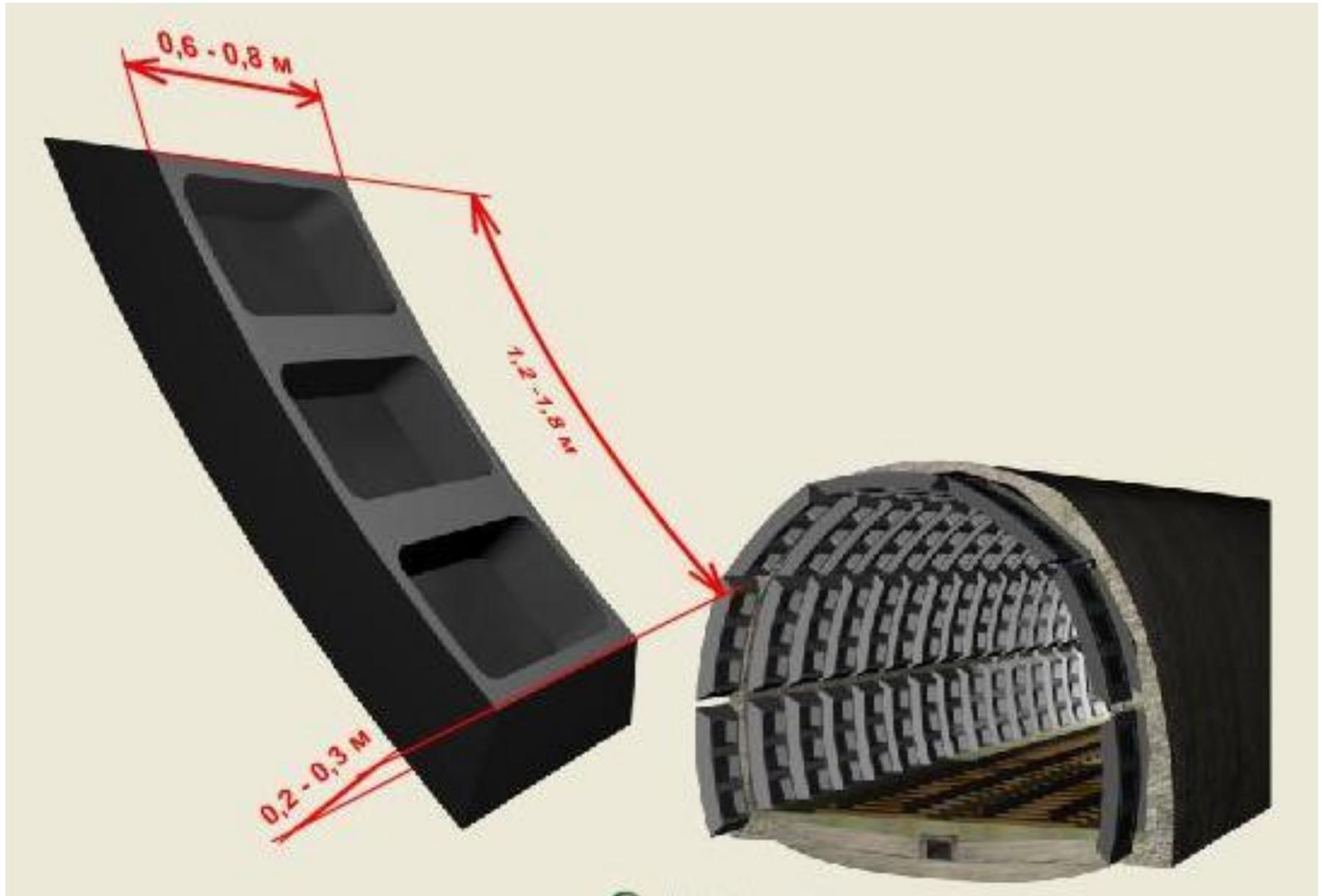
- *полными*, (по всему контуру выработки);
- *неполными*, (только в кровле или в кровле и по бокам).

В связи с изменением габарита, улучшением расчёта тоннелей и методов их возведения, применяют в частности с внедрением щитового способа разработки грунтов, монтажом сборных конструкций цилиндрических и подковообразных обделок и из железобетонных тюбингов

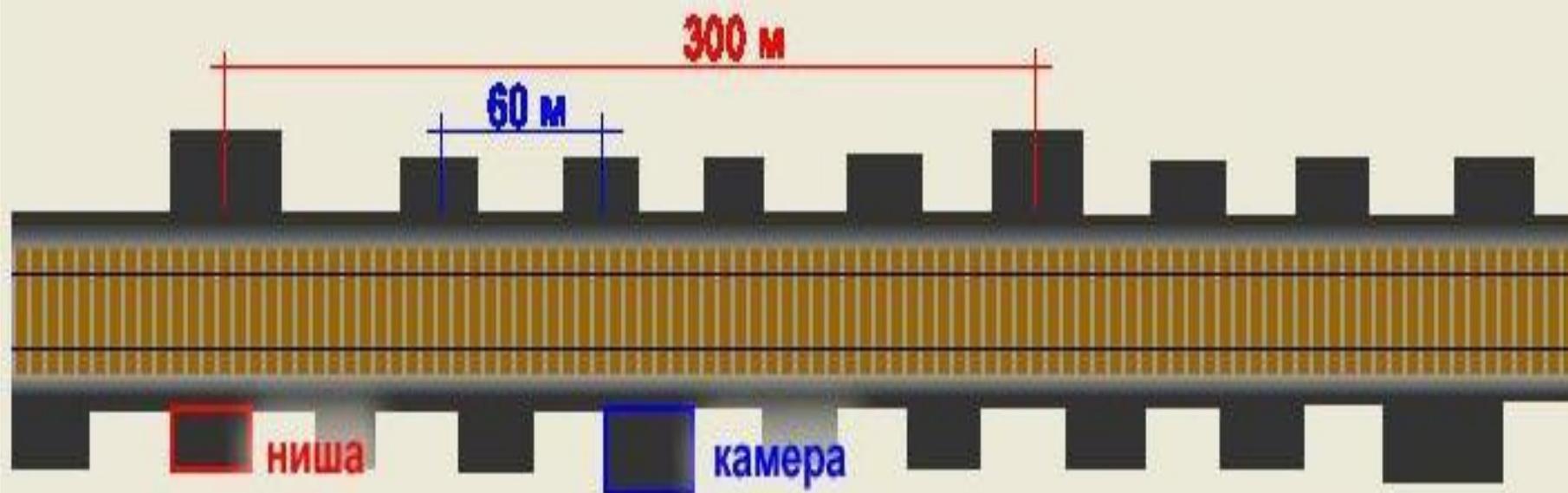
## Обратный свод тоннеля

- **Нижняя часть** конструкции *обделки тоннеля*, воспринимающая давление горных пород, выпирающих из-под фундаментов стен обделки, и препятствующая их смещению внутрь выработки.
- **О.С.Т.** – бывает симметричный и несимметричный.
- **Симметричный** – при двусторонних лотках или при одном лотке, расположенном по оси выработки.
- **Несимметричный** – при одностороннем лотке, размещенном у стены выработки.
- **О.С.Т.** – очерчивают по круговой кривой.
- **Радиус кривой** – выбирается таким, чтобы над обратным сводом могло разместиться верхнее строение пути.
- **Толщина о.с.т.** – определяется расчетом на прочность и составляет 0,8 толщины обделки тоннеля в верхнем своде.
- Наличие *обратного свода* в конструкции обделки – **обязательно** при расположении тоннеля в обводненных породах с напорными подземными водами.
- **Герметизация** по контуру обделки тоннеля производится с помощью гидроизоляции, которая снизу поддерживается *обратным сводом*.

# Тюбинги



Для укрытия людей, находящихся в тоннеле при прохождении поезда, в обделке устраивают углубления - *ниши*. Углубления большого размера, называемые камерами, предназначены для хранения рабочего инвентаря, материалов и инструмента. Ниши располагают с обеих сторон тоннеля в шахматном порядке через **60 м** по каждой стороне, а камеры через **300 м**.



## При въезде в Северомуйский тоннель



## Северомуйский хребет, снег даже летом!



Вход в ...



# На выходе из ...



## Вершины Северомуйского хребта



# Северный Байкал



# Путь к мысовым тоннелям



# Ж.д. вокзал – Северобайкальск



# Станция Северобайкальск



# Прибайкальский хребет



# Скоро Дабанский тоннель ...



# Металлические мосты



## Область применения

Металл - наиболее совершенный из материалов, применяемых для постройки современных мостов. Металл обладает хорошими механическими качествами при различных условиях работы под нагрузкой. Вместе с тем он хорошо поддается обработке и позволяет обрабатывать элементы различной формы для конструкций разнообразных систем. Эти качества способствовали широкому использованию металла для постройки мостов. При этом в мостах металлическими делают только пролетные строения. Опоры чаще массивные (из камня, бетона, железобетона) и редко металлические, причем признаком капитального металлического моста являются металлические пролетные строения, поставленные на капитальные опоры. В особо высоких мостах, виадуках, а также в путепроводах и эстакадах иногда делают металлические надземные или наводные части опор



В балочном пролетном строении основной несущей конструкцией служат главные балки или фермы. Пролеты до **33** и даже **55 метров** позволяют применять более простые в изготовлении и эксплуатации балки со сплошной стенкой.

В ферме вместо сплошной стенки поставлены раскосы, иногда со стойками и подвесками, причем относительное (к балкам) облегчение ферм резко возрастает с увеличением пролета.

Уменьшение массы достигается также применением неразрезных и консольных балок и ферм, перекрывающих не один, а более пролетов.

В настоящее время для металлических конструкций мостов применяют строительные углеродистые или низколегированные стали. Ведутся исследования по применению для мостов и более высокопрочных сталей, в частности термообработанных. Имеются также отдельные случаи применения в мостах легких дюралюминовых сплавов.

Металлические пролетные строения могут значительно превосходить по длине пролеты из других материалов.

Существенное преимущество металлических мостов заключается в индустриальности их изготовления и сборки. Все элементы металлических мостов изготавливают на хорошо оборудованных заводах и доставляют на место постройки, где производят сборку. Сборка металлических мостов может быть полностью механизирована, что позволяет вести монтажные работы быстрыми темпами.

Многие системы металлических пролетных строений могут быть легко собраны навесным способом, установлены на место подвижкой или доставлены на плаву. Это облегчает постройку мостов через глубокие горные лоцины, многоводные реки и реки с интенсивным судоходством.



## Сталь для мостов

Современные стальные конструкции изготавливают из прокатной стали, содержащей от **0,1 до 0,25%** углерода. При таком количестве углерода сталь хорошо поддается механической обработке, обладает вязкостью, пластичностью и способностью свариваться. Увеличение содержания углерода повышает прочность и предел текучести стали, но делает её хрупкой, ухудшает свариваемость и увеличивает трудоемкость механической обработки.

Сталь, содержащую повышенное количество примесей, благоприятно влияющих на ее механические качества, называют **легированной**. При этом для мостов используют, в основном, так называемые **низколегированные** стали, содержащие сравнительно небольшой процент полезных примесей.

**Спокойной** называют сталь, в которой при остывании обеспечено твердение без выделения пузырьков

газа. Такая сталь имеет высокую плотность и однородная.

СЕРА

ФОСФОР

АЗОТ

*образует с железом легкоплавкое сернистое железо, т. е. делает сталь красноломкой, плохо сопротивляющейся механическим воздействиям в горячем состоянии*



## Сталь для мостов

Современные стальные конструкции изготавливают из прокатной стали, содержащей от **0,1 до 0,25%** углерода. При таком количестве углерода сталь хорошо поддается механической обработке, обладает вязкостью, пластичностью и способностью свариваться. Увеличение содержания углерода повышает прочность и предел текучести стали, но делает её хрупкой, ухудшает свариваемость и увеличивает трудоемкость механической обработки.

Сталь, содержащую повышенное количество примесей, благоприятно влияющих на ее механические качества, называют **легированной**. При этом для мостов используют, в основном, так называемые **низколегированные** стали, содержащие сравнительно небольшой процент полезных примесей.

**Спокойной** называют сталь, в которой при остывании обеспечено твердение без выделения пузырьков

газа. Такая сталь имеет высокую плотность и однородная.

СЕРА

ФОСФОР

АЗОТ

*вызывает хладноломкость, т. е. хрупкость стали при низких температурах*



# Метрополитены

Размеры станций и прочих обустройств принимаются в зависимости от пропускной и провозной способности, которую для линий метрополитена принимают **40** пассажирских поездов в час. При проектировании линии метрополитена в плане их следует размещать, как правило, вдоль основных магистралей города по кратчайшим направлениям. Радиусы кривых в плане должны быть не менее: для главных путей **600 м**, для служебных путей - **150**, для парковых путей - **75 м**.



Расстояние от поверхности земли до верха конструкции подземных сооружений метрополитенов следует принимать: над платформенной частью колонной станции - не менее **2,5 м**; над платформенной частью одноводчатой станции, подземными вестибюлями и подуличными переходами - не менее суммарной толщины дорожного уличного покрытия и теплоизоляционного слоя, обеспечивающего защиту сооружения от промерзания;

над перегонными тоннелями в местах пересечения магистральных улиц и дорог общегородского значения - не менее **3 м**.

Профиль линий метрополитенов определяется глубиной заложения станций, инженерно-геологическими и топографическими условиями местности. Профильный уклон участков линий и рельсовых путей на подъемных, а также закрытых наземных участках метрополитенов должен быть не более **40 ‰**, а на открытых наземных участках - не более **35 ‰**. Продольный уклон тоннелей станций и перегонов, закрытых наземных участков линий, а также рельсовых путей метрополитена должен быть не менее **3 ‰**. Длину элемента продольного профиля следует принимать не менее расчетной длины поезда на перспективу. Длина прямой вставки в элементе продольного профиля между смежными концами вертикальных кривых должна быть не менее **50 м**.

Станции и вестибюли метрополитена следует располагать на прямых участках пути, а в профиле, как правило, - на возвышениях. Станции следует располагать на одностатном продольном уклоне, равном **3 ‰**, или располагать на горизонтальной площадке при условии обеспечения отвода воды. Расстояние между станциями принимают, как правило, в пределах **1-2 км**. С увеличением расстояния возрастает скорость поездов, но ухудшаются условия их подхода к станциям на поверхности.

Длину посадочной части платформы принимают равной длине поезда на перспективу, увеличенной не менее чем на **6 м**. Ширину коридоров и лестниц на участках пути движения пассажиров принимают с учетом пропускной способности в часы пик, но не менее **2,5 м**.

Эскалаторы на станциях и в коридорах между станциями проектируют при высоте подъема до **6,4 м** только для подъема пассажиров, при высоте более **6,5 м** - для подъема и спуска пассажиров. Количество эскалаторов определяется по возможной пропускной способности в часы пик. Вестибюли станций проектируют, как правило, подземными. Иногда устраивают наземные вестибюли, встроенные в соседние здания города. Выходы и входы из подземных вестибюлей рекомендуется совмещать с устройством подумичных пешеходных переходов.



## Станции метрополитенов

Отличаются большим разнообразием конструктивно-технологических и архитектурно-планировочных решений в зависимости от их расположения на сети линий метрополитена, пропускаемых пассажиропотоков, глубины заложения и инженерно-геологических условий. В зависимости от расчетного пассажиропотока станции бывают двух-, трех- и четырехпутные.

Подземные станции в зависимости от глубины заложения инженерно-геологических условий и числа путей могут быть одно-, двух-, трехпролетными со сводчатыми и плоскими перекрытиями. Станции с плоскими перекрытиями устраивают при мелком заложении.

## Путь и контактный рельс

В качестве нижнего строения пути в метрополитене следует предусматривать: в тоннелях и на закрытых наземных участках - плоское основание из бетона и железобетона; на открытых наземных участках - земляное полотно. Верхнее строение пути выполняется из рельсов типа **P65** и **P50**. На ветках к электродепо и в тупиках устанавливают рельсы типа **P50**. Ширина колеи на прямых участках пути должна быть **1520 мм**. На кривых предусматривается уширение, соответствующее радиусу кривой. Рельсы главных путей на прямых и кривых участках на подземных и закрытых участках тоннеля укладывают сваренными в плети длиной, как правило, равной длине блок-участка. Сварку рельсов выполняют электроконтактным способом.



В пределах подземных станций путь укладывают на деревянных шпалах-коротышах длиной **0,9 м** или на железобетонных опорах. На **1 км** главного пути укладывается на прямых участках в тоннелях **1680 шпал**, на наземных участках - **1840 шпал**, в кривых в тоннелях - **1840 шпал** и на поверхности - **2000 шпал**.

Для электропитания подвижного состава предусматривается укладка контактного рельса с его креплением, обеспечивающим нижний токосъем токоприемниками вагонов. Контактный рельс, как правило, располагается с левой стороны по ходу движения поездов. На всем протяжении контактный рельс должен быть закрыт электроизоляционным защитным коробом.

# Подпорные стены виды и назначения

Подпорные стены служат для поддержания от обрушения находящегося за ними грунта.

Обрушения могут происходить из-за:

- естественного сползания грунта,
- от действия временной нагрузки.

Применение попорных стен даёт возможность уменьшить размеры насыпи в плане. Широко применяются на подходах к тоннелям, где невозможно устроить нормальный откос насыпи.

По материалу бывают:

- каменные,
- бетонные,
- железобетонные,
- деревянные,
- металлические.

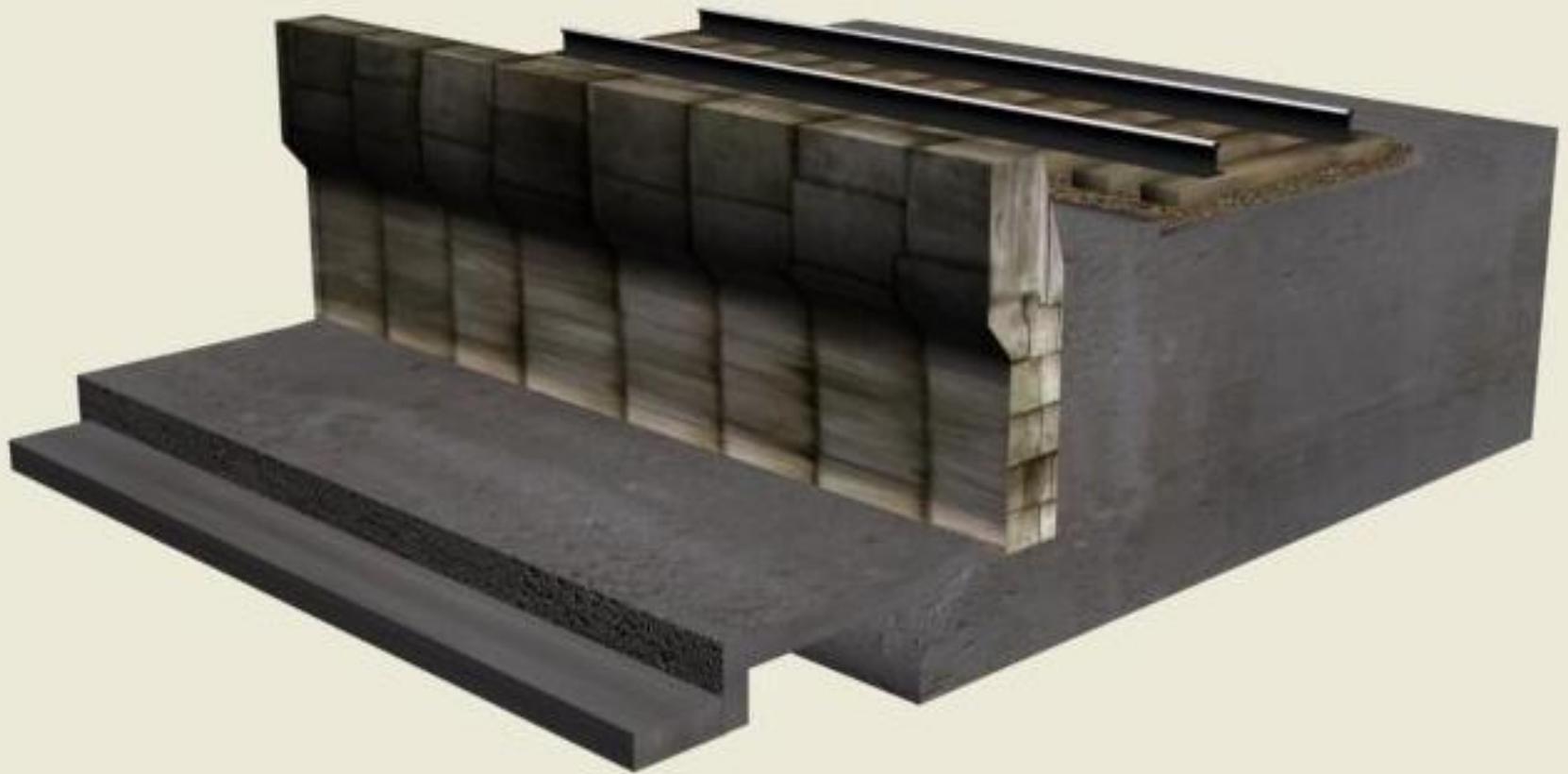
По расположению:

- низовые, поддерживающие откосы насыпи;
- верховые, поддерживающие откосы выемки.

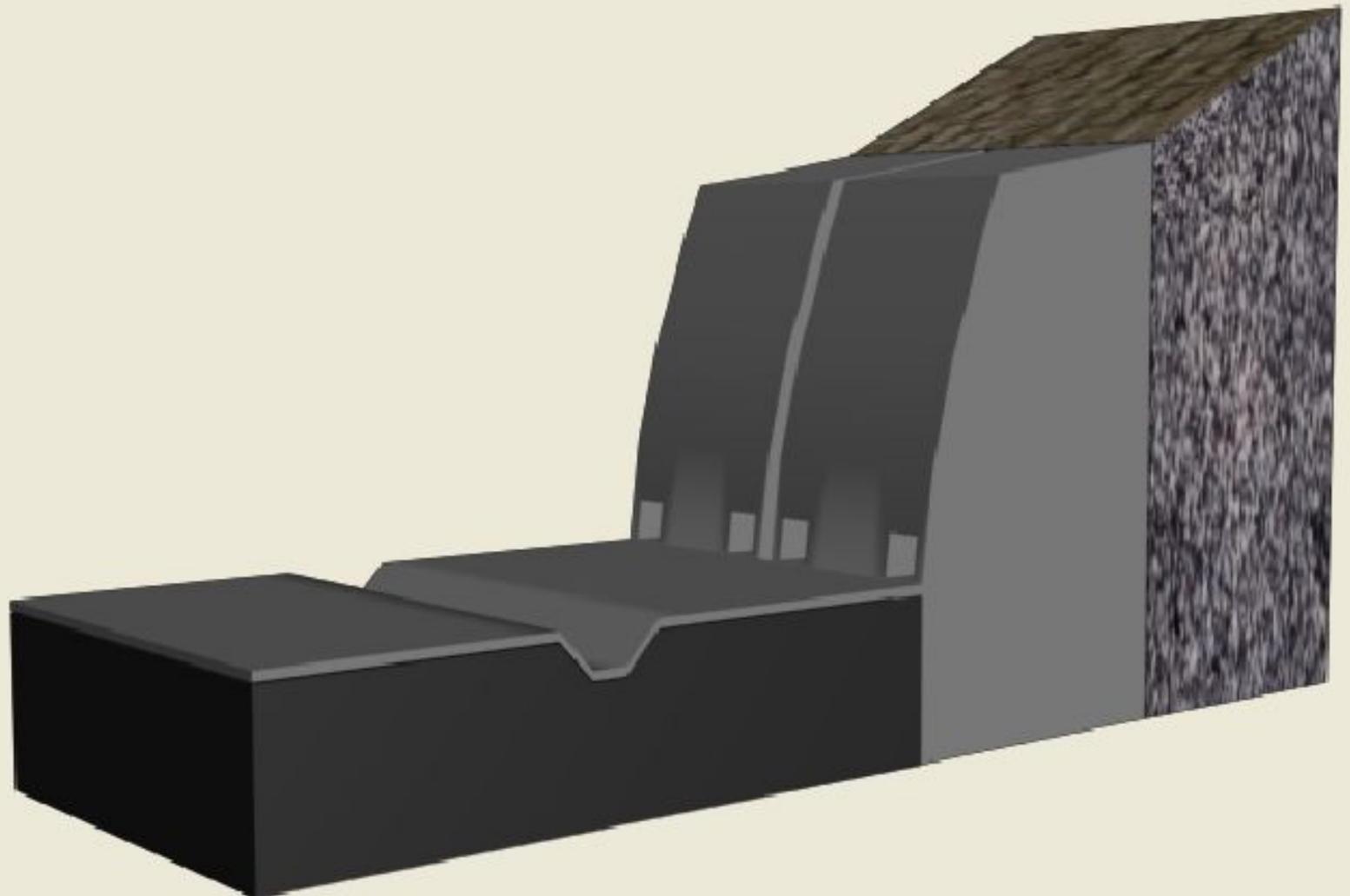
По форме поперечного сечения:

- прямоугольные,
- трапециевидальные,
- уголковые,
- контрфорсные,
- объёмные.

каменная вертикальная подпорная стена



каменная наклонная подпорная стена



- **Противообвальные галереи** – сооружения, предохраняющие участок ж.д. от воздействия обвалов или камнепадов.
- **Барражи** – поперечные сооружения, служащие одним из способов борьбы с селевыми потоками или уменьшения их вредного воздействия пересечением русла.



## Эксплуатационные обустройства ИССО

Искусственные сооружения подвергаются разнообразным воздействиям:

- силовым (постоянные и временные нагрузки),
- физическим,
- химическим,
- действию паводков,
- грунтовых вод,
- обледенению.

Обслуживание сооружений выполняют в условиях движения поездов, в стесненных условиях, на большой высоте, над землей или водой, в труднодоступных местах, при наличии электросетей (в частности контактной сети), находящихся под напряжением. Необходимость в обустройствах возникает в связи с изменением условий службы и эксплуатации (например, появившееся обводнение сооружения, увеличение грузонапряженности линии, электрификация и т. п.), а также с целью совершенствования надзора и ухода за сооружениями и улучшения условий труда.

**Защитные:** от атмосферных воздействий (гидроизоляция, водоотвод, сливы, дренажи, дренажные штольни, скважины, покрытия — окраска, металлизация, облицовка конструкций, антисептирование древесины); **противоразмывные** (укрепления откосов насыпей, русел) и **льдозащитные; противопожарные.**

**Обустройства поездной и личной безопасности:** **охранные приспособления** (контррельсы с челноками и охранные брусья или уголки, устройства против провара колес, вкатыватели подвижного состава, габаритные ворота и контрольно-габаритные устройства); **сигнальные** (заградительная сигнализация для поездов, оповестительная — для обслуживающего персонала; судоходная — для судов); **санитарно-защитные** (вентиляция в тоннелях, ограждение контактной сети, заземление конструкций, находящихся под напряжением); **укрытия** (площадки-убежища, камеры, ниши).

**Вспомогательные для обслуживания:** **смотровые приспособления** (тротуары с перилами, настил, хода по элементам, люльки подъемные и тележки с путями катания, лестницы по откосам насыпи, спуски на опоры, ограждение опорных площадок, переносные лестницы, подки, катера); **электроосвещение; телефонная связь.**

**Производственные:** **продольное энергоснабжение; служебные помещения и мастерские** у крупных сооружений.

**Побочные:** **кабельные мостики** для линий связи; **подвеска сетей** (теплофикации, водопровода, а иногда и высоковольтных линий электропередач).



## Защитные обустройства, покрытия

Среди защитных средств многие предназначены для противодействия отрицательному влиянию атмосферных, грунтовых и паводковых вод. Вода, проникая через кладку сооружения, выщелачивает раствор, снижая ее монолитность. Особо разрушительно действуют на кладку агрессивные грунтовые воды, т. е. содержащие такие вещества, как соли кальция и магния, углекислоту и т. д.

Открытые сверху горизонтальные площадки мостовых опор во избежание скопления воды и проникания ее внутрь кладки снабжают сливами (из тесаного камня или бетона) с приданием им уклона для стока воды.

Противопожарными средствами являются кадки с водой по **200 л** и ящики с сухим песком по **0,25 м**. Те и другие устанавливают в уровне проезда за пределами, габарита-С приближения строений, на площадках по концам мостов и кроме того, через каждые **50 м** (а для деревянных мостов через **25 м**) по длине моста.

Тоннели, а иногда и мосты, оборудуют заградительной и оповестительной сигнализацией. Заградительную (обычно световую) сигнализацию используют для предупреждения и остановки поезда в случае производства работ или наличия дефектов в сооружении, опасных для следования поезда. Оповестительная (обычно звуковая) сигнализация оповещает обслуживающий сооружение персонал о подходе поездов (четного направления — двумя гудками, нечетного — одним).

**Санитарно-защитные обустройства** тоннелей связаны главным образом с необходимостью вентиляции в тех случаях, когда естественное проветривание сооружения не обеспечивает снижения имеющейся его загазованности (от локомотивов и горных пород) до безопасной концентрации. С этой целью, помимо естественной вентиляции через шахтные стволы, оставшиеся со времени постройки тоннеля или специально построенные, применяют искусственную вентиляцию с использованием приточно-вытяжных вентиляционных установок. Их располагают в тех же стволах, но чаще у порталов тоннеля в специальных камерах.



## Вспомогательные обустройства для обслуживания сооружений

Обширную группу обустройств для обслуживания искусственных сооружений составляют смотровые приспособления для безопасного доступа к различным частям сооружения и элементам конструкции. Боковые тротуары с перилами, а при езде на поперечинах и настил внутри колеи являются неотъемлемой частью мостового полотна для всех видов путепроводов и мостов, за исключением малых мостов высотой менее **5 м** и расположенных вне станций.

**Тротуары и настил** позволяют содержать не только путь и мостовое полотно, но и все сооружение, поскольку обеспечивают в интервалы между поездами сквозной проход по мосту, подачу материалов, спуск и подъем к другим частям сооружения, а также общий осмотр его конструкции.

Для детального осмотра и выполнения работ на элементах конструкций вне мостового полотна используют дополнительные смотровые приспособления, соответствующие типу и состоянию сооружения. В большем объеме эти приспособления требуются при появлении массовых дефектов, а также при наблюдениях за опытными конструкциями. Во всех случаях смотровые приспособления располагают вне габарита приближения строений.



## Побочные обустройства

Большие мосты и тоннели, а также путепроводы (независимо от длины) нередко используются для прокладки по ним линий связи, теплофикации, водопровода. Для них пристраивают к конструкциям сооружения кабельные мостики и траверсы. Высоковольтные линии электропередач, допускаемые к прокладке по мостам лишь в исключительных случаях, подвешиваются к пролетным строениям на безопасном удалении (**от 3 до 15 м** в зависимости от напряжения в сети) с помощью металлических консолей.



## Обеспечение нормальной эксплуатации сооружений

Под нормальной эксплуатацией искусственных сооружений понимают безопасное и бесперебойное обращение поездов без ограничения скорости движения и веса, установленных для перегона, на котором расположено сооружение, а также сохранение самих сооружений для возможно более продолжительной их службы при минимальных затратах труда и средств.

Безопасность и бесперебойность движения поездов обеспечиваются содержанием в исправном состоянии всех элементов искусственных сооружений. Запущенность в содержании ведет к преждевременному прогрессирующему расстройству и разрушению конструкций, создает угрозу нарушения эксплуатации.

Обеспечение нормальной эксплуатации искусственных сооружений составляет ответственную задачу линейного штата путейцев-мостовиков и вместе с тем предполагает соответствующее обустройство сооружения.

Текущее содержание включает в себя надзор за состоянием сооружений и проведение необходимых ремонтных работ по предупреждению появления и устранению на ранней стадии развития возникших в сооружении расстройств и повреждений. На железных дорогах установлены следующие виды наблюдений за искусственными сооружениями: постоянный (систематический) надзор; текущие и периодические осмотры; обследования и испытания; специальные наблюдения и осмотры.

Задачи содержания сооружений. Содержание сооружений включает надзор и уход за ними в период всей эксплуатации.

**Задача надзора** — выявлять слабые места и охранять сооружение; задача ухода — предупреждать и своевременно устранять расстройств и другие угрозы сохранности сооружения. Работы по предупреждению и устранению расстройств в зависимости от характера и объема подразделяют на текущий и капитальный ремонт. В текущий ремонт входят работы преимущественно предупредительного характера и небольшие по объему. Капитальный ремонт состоит в основном в частичном восстановлении и замене отдельных износившихся и поврежденных элементов, защитных покрытий, а также частей сооружения. К капитальному ремонту относят и модернизацию старых сооружений (усиление для повышения грузоподъемности и увеличение габаритов конструкции).

*Постоянный надзор* выполняют обходчики железнодорожных путей и искусственных сооружений. В процессе постоянного надзора производят работы по текущему содержанию рельсового пути на мостах, очистке сооружений; по указанию дорожных и мостовых мастеров ведут простейшие наблюдения за состоянием их отдельных частей и элементов.

*Текущие осмотры* выполняют бригады пути и искусственных сооружений, дорожные, старшие дорожные и мостовые мастера, заместители начальников дистанции пути по искусственным сооружениям. Осматривают все части сооружений: мостовое полотно, пролётные строения, опоры, регуляционные и берегоукрепительные сооружения; наблюдают за режимом реки, ведут иные специальные наблюдения. Цель текущих осмотров - надзор за общим состоянием сооружения, выявление неисправностей, установление причин их появления и способов устранения, определение объёмов необходимых ремонтных работ, контроль за выполнением постоянного надзора. Например, металлические, железобетонные и каменные мосты и трубы, находящиеся в исправном состоянии, осматриваются не реже одного раза в 3 месяца; деревянные мосты и трубы, пешеходные мосты - каждый месяц. Слабые и дефектные сооружения осматриваются чаще; при неудовлетворительном состоянии сооружений до устранения неисправностей за ними устанавливается непрерывное наблюдение. Данные осмотров мостовые мастера и бригады заносят в книгу записи результатов осмотра искусственных сооружений, а наиболее существенные дефекты, выявленные при текущих осмотрах, - в Книгу искусственного сооружения.

*Периодические осмотры* сооружений выполняют начальники дистанций пути, их заместители или главные инженеры с участием мостового мастера, начальника участка, старшего дорожного и дорожного мастеров в сроки, устанавливаемые начальником службы пути, но не реже двух раз в год: весной, после прохода высоких вод, и осенью. Главная задача периодического осмотра - детальная проверка состояния искусственного сооружения и, если необходимо, инструментальные измерения.

*Обследованиям*, и при необходимости и *испытаниям* дорожными мостоиспытательными станциями подвергаются все искусственные сооружения в соответствии с планами, утверждаемыми начальниками служб пути. На основании полученных данных составляют отчёты с заключениями по состоянию сооружения, его грузоподъёмности, целесообразному режиму эксплуатации и необходимым ремонтным работам.

*Специальные наблюдения*, устанавливаются за сооружениями с недостаточной несущей способностью, с серьёзными повреждениями, а также за опытными. Цель этих наблюдений - предупреждение и устранение на ранней стадии развития расстройств отдельных элементов, установление причин появления неисправностей, выявление эксплуатационных характеристик опытных и новых конструкций.

Сооружения изнашиваются от двух причин. Во-первых, от различных атмосферных воздействий, которые разрушают материал физически или способствуют разрушению в результате бактериологических, электрохимических и других процессов. Во-вторых, разрушение происходит от механических воздействий в перенапряженных и более слабых местах.

**Цель содержания** — замедлить этот износ, предотвратить преждевременное разрушение сооружения. Металл от ржавления предохраняют окраской; дерево защищают от гниения пропиткой антисептиками; выщелачивание (вымывание) цемента и размораживание кладки предупреждают, предотвращая поступление воды в кладку, и т. п. Механический износ уменьшают тем, что устраняют причины, ускоряющие его, в частности не допускают неплотности в опирании, в сопряжении элементов, слабые места усиливают. При хорошем уходе капитальные мосты и другие искусственные сооружения нормально эксплуатируются **70—100 лет и более.**

Организация эксплуатации сооружений. Все сооружения и устройства пути находятся в ведении дистанции пути. Дистанции подчинены отделению дороги, объединяющему по **3—4 дистанции** каждого из различных видов хозяйств (пути, сигнализации и связи), и в то же время службе пути управления дороги.

На дистанции (протяженность пути в среднем около **200 км**) насчитывается **от 70 до 300 искусственных сооружений.** Дистанция разделена на **9—11 околотков** (протяженность пути по **25—30 км**). В пределах околотка под руководством дорожного мастера бригады путейцев во главе с бригадиром пути содержат путь, мостовое полотно сооружений, противопожарный инвентарь, нередко малые мосты, трубы и лотки, очищают искусственные сооружения от засорения, подготавливают сооружения к зиме и паводку, обеспечивают пропуск паводка и ледохода искусственными сооружениями. За содержание искусственных сооружений в пределах всей дистанции отвечает мостовой мастер. Ему подчинена бригада рабочих — слесарей, плотников, каменщиков, возглавляемых мостовым бригадиром. Содержанием тоннелей ведают тоннельные мастера также с бригадами путейцев-тоннельщиков. В помощь мастерам для надзора за сооружениями имеется штат обходчиков железнодорожных путей и искусственных сооружений.

# Инструменты

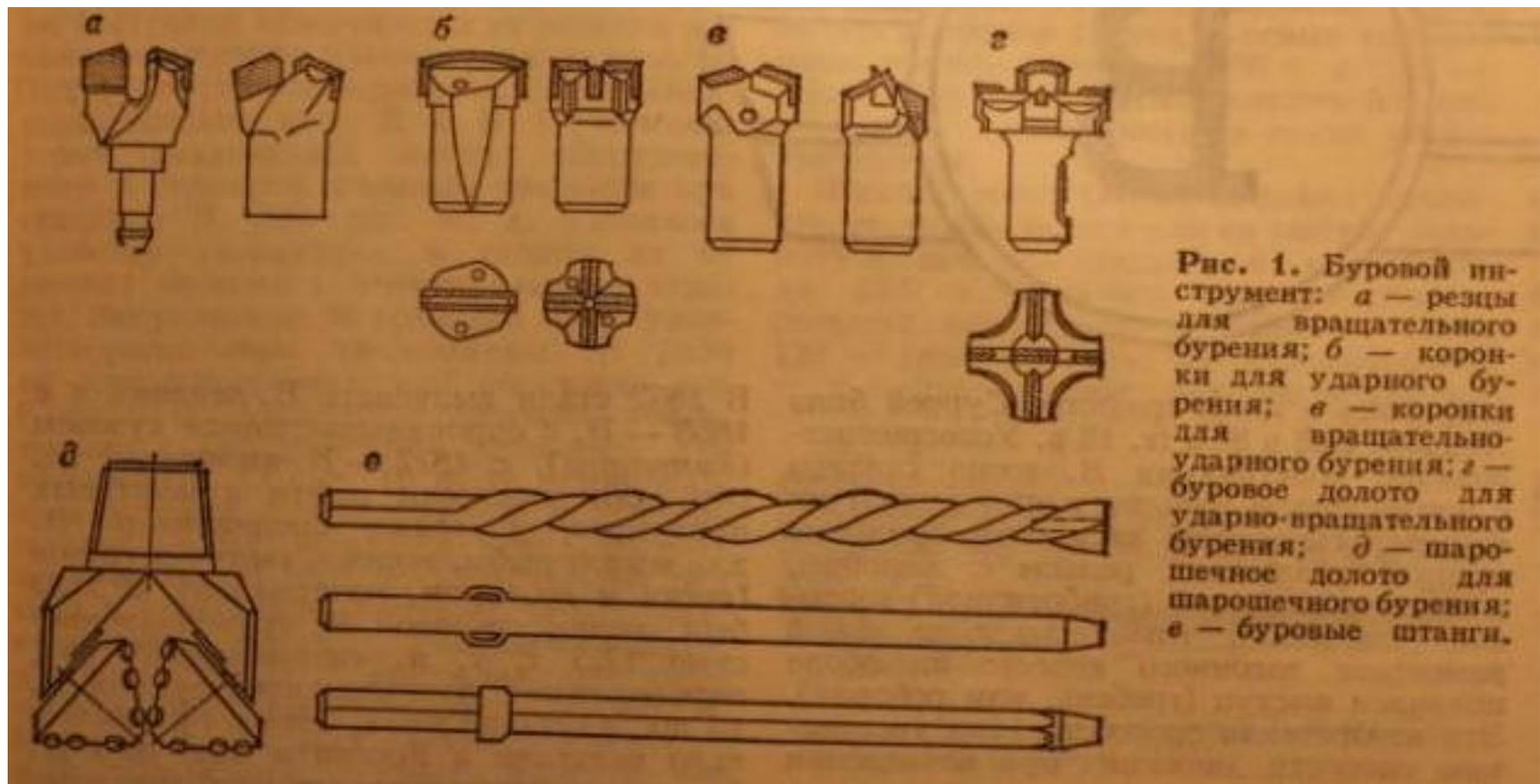


Рис. 1. Буровой инструмент: а — резцы для вращательного бурения; б — коронки для ударного бурения; в — коронки для вращательно-ударного бурения; г — буровое долото для ударно-вращательного бурения; д — шарошечное долото для шарошечного бурения; е — буровые штанги.