

Министерство образования Рязанской области
ОГБПОУ «Рязский дорожный техникум имени Героя Советского Союза
А.М. Серебрякова»

Краткий конспект

по

МДК 03.02 **Транспортные сооружения**

2015

СОДЕРЖАНИЕ.

Введение.....	4
Тема 2.1 Общие сведения о транспортных сооружениях.	
2.1.1. Виды транспортных сооружений, их краткая характеристика.....	5
2.1.2. Элементы, размеры и статические схемы мостов.....	6
2.1.3. Классификация мостов.....	11
2.1.4. Водопропускные трубы и лотки.....	13
2.1.5. Тоннели. Основные сведения.....	18
2.1.6. Малые транспортные сооружения на горных дорогах.....	20
2.1.7. Наплавные мосты, паромные переправы, ледовые переправы.....	22
Тема 2.2. Основы проектирования транспортных сооружений.	
2. 2.1. Общие сведения о мостовых переходах.....	25
2.2.2 Подмостовой габарит и габариты проезда моста.....	27
2.2.3 Нагрузка и воздействия, применяемые при расчёте мостов.....	19
Тема 2.3. Основания и фундаменты.	
2.3.1. Общие сведения об основаниях и фундаментах.....	36
2.3.2. Фундаменты мелкого заложения.....	38
2.3.3. Фундаменты глубокого заложения.....	41
2.3.4 Понятие о расчете фундамента	44
Тема 2.4. Деревянные мосты и подмости.	
2.4.1. Основные системы деревянных мостов.....	46
2.4.2. Деревянные мосты малых пролётов.....	47.
Тема 2.5. Железобетонные мосты и путепроводы.	
2. 5.1. Основные системы ж/б мостов и путепроводов.....	51
2. 5.2. Железобетон как строительный материал.....	52
2. 5.3 Виды железобетонных конструкций. Основные правила армирования.....	55
2.5.4 Железобетонные балочные мосты.....	56
2. 5.5 Рамные и арочные ж/б мосты. Виды. Конструкция.....	62
2. 5.6 Мостовое полотно, тротуар и перила.....	66
Тема 2. 6. Опоры и опорные части. Сопряжение моста с насыпью.	
2. 6.1. Опоры и опорные части. Сопряжение моста с насыпью	68

2.6.2 Основы проектирования и расчета опор76

Тема 2.7. Металлические мосты.

2.7.1. Общие сведения. Основные системы металлических мостов.....81

2.7.2. Конструкция пролетных строений со сплошными главными балками.....84

2.7.3 Конструкция пролетных строений со сквозными балочными фермами.....86

2.7.4 Арочные, рамные, висячие и вантовые системы.....91

Раздел 8. Строительство транспортных сооружений.

2.8.1. Общие принципы организации строительства транспортных сооружений.....95

2.8.2. Устройство фундаментов мелкого заложения.....98

2.8.3. Устройство фундаментов глубокого заложения.....105

2.8.4. Строительство железобетонных мостов.....109

2.8.5 Строительство металлических и деревянных мостов.....123

2.8.7. Строительство водопропускных труб.....126

2.8.8 Испытание мостов.....130

ВВЕДЕНИЕ.

При строительстве дорог через реки, каналы, овраги, горные ущелья, для сохранения непрерывности пути, бесперебойного и безопасного движения возводят транспортные сооружения (мосты, подпорные стенки, галереи, тоннели).

Самые распространённые и сложные из них – мосты, которые начали сооружать ещё за много веков до нашей эры. Наиболее ранние мосты имели простую конструкцию. Их строили из местных материалов (дерева, камней). Сохранились остатки древних каменных мостов в западной Европе (Франции, Италии, Испании), Закавказье. *Размер опор по фасаду моста достигал одной трети, а в отдельных случаях даже половины пролета. Кладку осуществляли на известковых растворах или тщательной пригонкой отдельных блоков с укладкой насухо.* С началом строительства железных дорог в 19 в. стали сооружать капитальные металлические мосты. Ж.Б. мосты (малых пролетов) начали сооружаться в начале 20 в. более широко в больших мостах ж.б. стал применяться в 30-х г. 20 в.

В настоящее время характерно применение железобетонных мостов, а для больших пролётов применяют металлические мосты.

На постройку транспортных сооружений расходуется до **10 %** от общей стоимости дороги, а в горной местности до **25 %**.

Тема 2.1 Общие сведения о транспортных сооружениях.

2.1.1. Виды транспортных сооружений их краткая характеристика.

Вопросы:

- 1. Виды транспортных сооружений, их назначение и условия применения.**
- 2. Требования, предъявляемые к транспортным сооружения на автомобильных дорогах.**

1. Виды транспортных сооружений, их назначение и условия применения.

Трасса а/д проходя по местности пересекает различные препятствия: ручьи, реки, горные хребты, и чтобы пропустить дорогу через эти препятствия строят следующие транспортные сооружения:

Мост – это сложное инженерное сооружение, пересекающее препятствие и прерывающее земляное полотно дороги.

Движение над препятствием осуществляется по конструкции моста.

Труба – это простейшее транспортное сооружение, предназначенное для пропуска под земляным полотном постоянных или временных водотоков.

Тоннель – это сложное инженерное сооружение, предназначенное для пропуска автомобильной дороги сквозь толщу горного массива, а также под улицами и площадями.

Виадук – это мост на высоких опорах через ущелье, глубокие лоцины.

Путепровод – это мост для пересечения дорог в разных уровнях.

Эстакада – это сложное инженерное сооружение, предназначенное для пропуска автомобильной дороги на некоторой высоте от земли.

Галерея – это сложное инженерное сооружение, предназначенное для защиты участка дороги в горной местности от камнепадов и снежных лавин.

2. Требования, предъявляемые к транспортным сооружениям.(самостоятельное изучение)

Производственными и эксплуатационными требованиями предусматривается обеспечение удобного и безопасного движения по мосту или другому искусственному сооружению без снижения скорости.

Расчетно-конструктивные требования направлены на то, чтобы сооружение в целом и отдельные его элементы были прочными, устойчивыми и жесткими.

Экономические требования вытекают из необходимости выбора при проектировании такого решения, при котором затрата средств и материалов для постройки сооружения, а также трудоемкость работ будут наименьшими.

Архитектурные требования связаны с необходимостью выбора такого варианта, при котором сооружение имеет лучший внешний вид и гармонирует с окружающей местностью или городской застройкой.

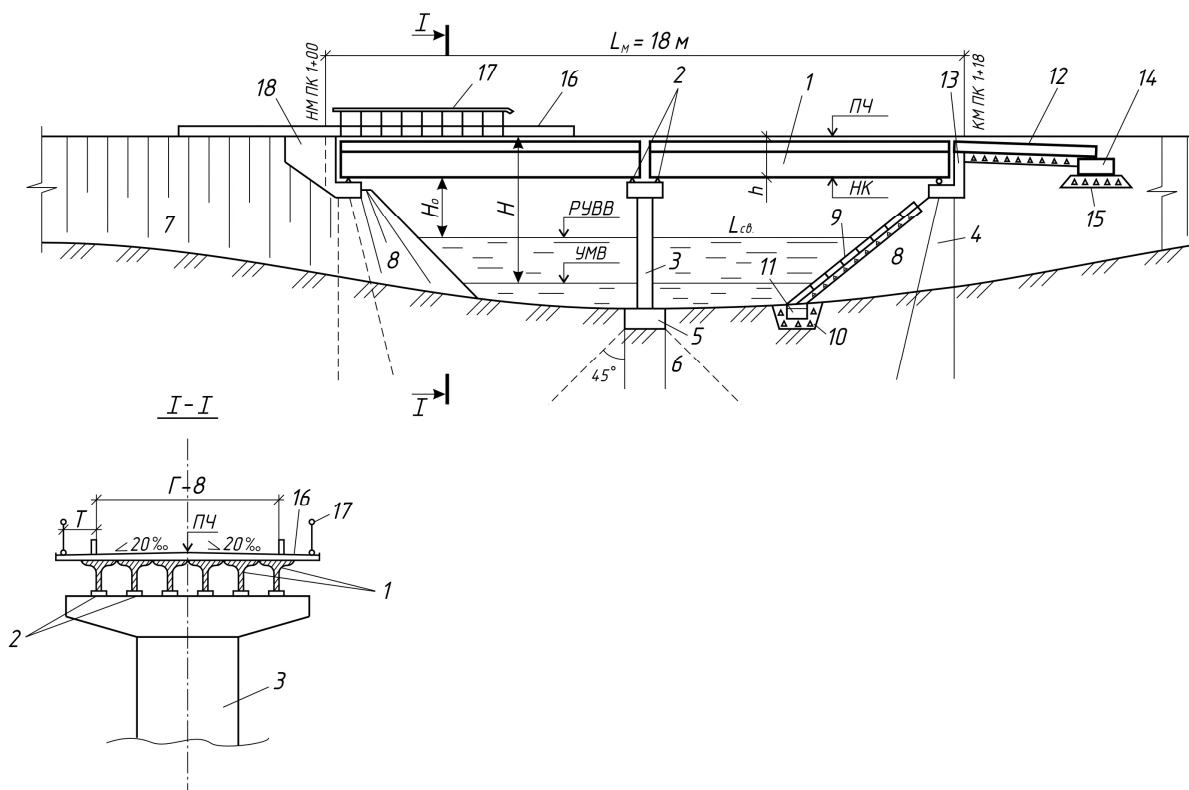
2.1.2. Элементы, размеры и статические схемы мостов.

Вопросы:

- 1. Основные элементы моста.**
- 2. Статические схемы мостов.**

1. Основные элементы и размеры моста на общем виде (на примере ж/б балочного моста).

Железобетонный балочный мост



1 – пролётное строение - конструкция моста, перекрывающая пространство между опорами, поддерживающая все проезжающие по мосту нагрузки и передающая их и свой вес на опоры

Предназначены для поддержания проезжей части, тротуаров, перил и временных нагрузок

- 2** – опорные части;
- 3** – промежуточная опора;
- 4** – береговая опора;
- 5** – фундамент;
- 6** – грунт основания;
- 7** – насыпь на подходах к мосту;
- 8** – конуса;
- 9** – плиты укрепляющие конус;

- 10 – каменная рейсберма;
- 11 – бетонный упор, расположенный в каменной рейсберме;
- 12 – ж/б плита, сопряжение моста с насыпью; одним концом опирается на шкафную стенку;
- 13 – шкафная стенка;
- 14 – бетонный лежень;
- 15 – щебёночная подушка под бетонным лежнем;
- 16 – тротуар;
- 17 – перильное ограждение;
- 18 – открылки береговой опоры.

РУВВ – расчётный уровень высоких вод – самый высокий уровень воды за последние 100 лет.

УМВ – уровень меженных вод – отметка уровня меженных вод – это постоянный установившийся уровень в реке. (*средний уровень воды между паводками*)

Г-8 – габариты моста (**8** – показывает ширину проезжей части в метрах).

Т – тротуар – ширина тротуара (*она кратна цифрам 75, 150, 225 см*).

Н₀ – свободная высота под мостом – это расстояние между низом пролётных строений и РУВВ.

Н – это высота моста – это расстояние между отметкой проезжей части и УМВ.

h – строительная высота моста – это расстояние от проезжей части до самых нижних частей пролетного строения.

L_м – длина моста – это расстояние между гранями устоув, примыкающих к насыпи подходов

Отверстие моста – это ширина зеркала воды измеренная при РУВВ.

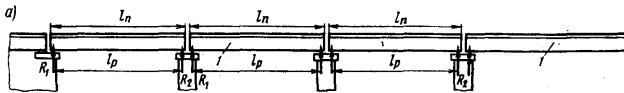
$$L_{\text{отв}} = \sum l_{\text{св}} = 2 \cdot l_{\text{св}}$$

2. Статические схемы мостов.

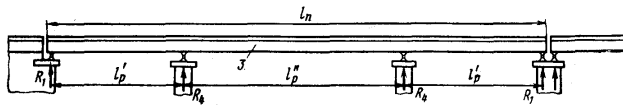
В зависимости от статической схемы мосты бывают:

1. Балочные мосты. Пролётное строение свободно опирается на опорные части, которые передают нагрузку на опоры моста

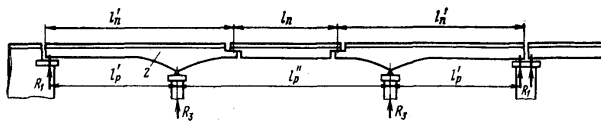
Бывают: 1. *разрезные балочные (применяются преимущественно в мостах с длиной пролета до 33 м)*



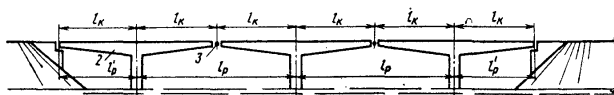
; 2. *балочно-неразрезные (нагрузка, расположенная на одном пролетном строении, влияет и на соседние, это обстоятельство приводит к некоторому облегчению сечений балок за счет совместной работы конструкции нескольких пролетов)*



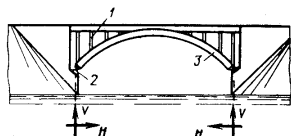
3. Балочно-консольные.



2. Рамные мосты. Пролётные строения жёстко связаны с опорами. *(изгиб от нагрузок с пролетного строения вызывает изгиб опоры, т.е. на опоры, кроме вертикальных опорных нагрузок, передается изгибающий момент и горизонтальный распор)*

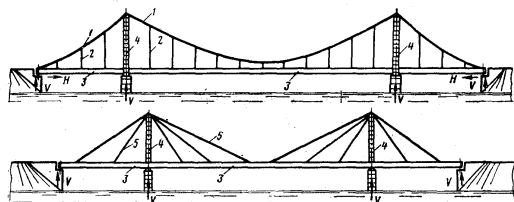


3. Арочные мосты.

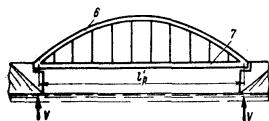


Бывают: 1. двухшарнирные; 2. трехшарнирные; 3. безшарнирные.

4. Висячие мосты (вантовые). Пролётное строение в виде продольной балки (балка жёсткости) поддерживаемая кабелями. (на опорах устанавливают высокие стойки, называемые пилонами, к которым закрепляют канаты или цепи, другой их конец закрепляют за концы балок жёсткости или на берегах за устой моста, их применяют в мостах с пролётами более 100 м.)



5. Комбинированные. (могут быть разнообразными и часто имеют технико-экономическое преимущество по сравнению с простыми статическими системами мостов – например, арочные пролетные строения с затяжкой)



2.1.3. Классификация мостов.

Мосты в зависимости от различных признаков бывают:

1. По длине моста:

1. малые – до **25 м**,
2. средние – до **100 м**,
3. большие – более **100 м**.

2. В зависимости от вида дороги и пропускаемых нагрузок:

1. Автодорожные – для пропуска транспортных средств по автомобильным дорогам
2. Железнодорожные – для пропуска железнодорожных нагрузок
3. Пешеходные – для пешеходов
4. городские - предназначены для пропуска городского транспорта – автобусы, трамваи, пешеходы,
5. специальные - для пропуска водопроводов, газо- и нефтепроводов
6. совмещенные - автомобильные и железнодорожные.

3. В зависимости от расположения уровня проезжей части:

- мосты с ездой по верху - проезжая часть располагается по верху пролётного строения);
- мосты с ездой по низу - проезжая часть располагается по низу пролётного строения);
- мосты с пониженной ездой - с ездой по середине.

4. В зависимости от числа пролётов:

1. однопролётные
2. многопролётные.

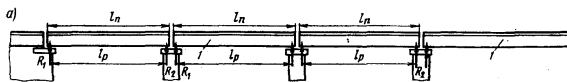
5. В зависимости от материала, из которого он сооружён:

1. деревянные – применяются на дорогах ниже III категории или как временное сооружение при строительстве или реконструкции постоянного моста (срок эксплуатации не более 35 лет)

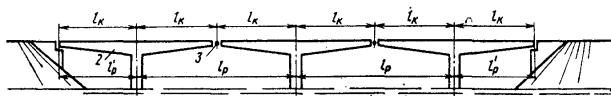
2. металлические – перекрывают пролеты большой длины, срок службы до 100 лет
3. каменные – в настоящее время практически не строятся
- 4 бетонные
5. железобетонные – широко применяются, срок службы до 80 лет.

6. В зависимости от статической схемы:

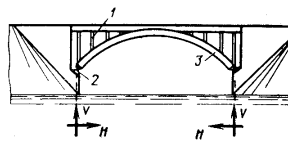
1. балочные



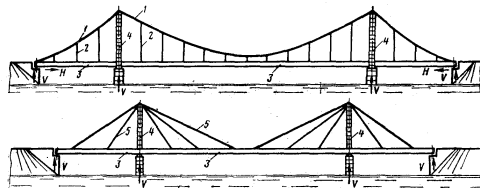
2. рамные



3 арочные



4. висячие



5. комбинированные.

7. В зависимости от условия работы:

- мосты обычного типа или высокого уровня – не затапливаются во время паводка (обеспечивают пропуск судоходства или сплава по реке в любое время года)
- низкого уровня -они затапливаются или разбираются (в основном применяются как временное сооружение при строительстве постоянного моста)

- разводные мосты – располагают на уровне не достаточном для прохода под ним судов(поэтому часть моста делают раскрывающимся вверх или в стороны в разводных мостах неизбежны перерывы движения транспортных средств по дороге при раскрытом состоянии
- наплавные мосты – применяются на широких и глубоководных реках, когда устройство моста дорого.

2.1.4. Водопропускные трубы и лотки. Общие сведения

Вопросы:

- 1. Виды труб, их назначение, расположение труб в плане и в профиле дороги. Типы сечения труб.**
- 2. Виды оголовков, конструкция ж.б. трубы**
- 3. Армирование и стыковка звеньев.**
- 4. Конструкция металлической гофрированной трубы. Общие сведения.**

1. Виды труб, их назначение, расположение труб в плане и в профиле дороги. Типы сечения труб.

Трубы бывают:

I. По виду материала:

1. каменные (*в настоящее время не используются*);
2. деревянные (*применяются как временные сооружения*);
3. металлические;
4. бетонные;
5. железобетонные.

II. По форме отверстия поперечного сечения:

- 1.Круглые
2. прямоугольные (*железобетонные – применяются для перегона скота*)
3. треугольные (*деревянные*)
4. трапециевидальные (*деревянные*),

5. овоидальные (каменные)

III. По виду фундамента:

1. Бесфундаментные (тело трубы располагают на песчано-гравийной подушке или же непосредственно на спланированный грунт);

2. Фундаментные (бывают монолитные и сборные).

IV. В зависимости от режима работы:

1. Безнапорные (имеет отверстие достаточное для беспрепятственного пропуска всей притекающей к ней воды при наибольшем расчетном расходе)

2. Напорные (заполнены водой по всей длине)

3. Полунапорные (вход в трубу закрыт полностью, но труба работает неполным сечением)

Трубы в плане обычно располагают перпендикулярно оси дороги (обязательно для I, II категории).

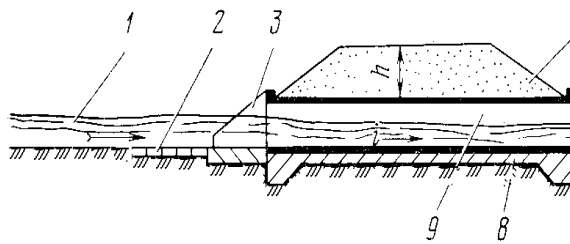
В продольном профиле трубы располагают в пониженных местах, а проектную линию над трубой наносят с учётом контрольных отметок: у безнапорных труб – 0,5 м (трубы располагают в теле насыпи так, чтобы над ее верхом высота h засыпки была не менее 0,5 м – этот слой распределяет давление от проезжающих автомобилей и смягчает их динамическое воздействие), напорных – 1 м.

2. Виды оголовков, конструкция ж.б. трубы

Ж/б трубы изготавливают из бетона В-20, арматура класса А-I, А-II, А-III.

Длина звеньев круглых ж.б. труб 1 м (возможно до 5 м), (для Ø0.5м – 3м,) толщина стенок 8-24 см. (в зависимости от Ø трубы), масса 1 звена Ø1м - 0,9 т, Ø2м – 4,2 т.

Прямоугольные ж.б. трубы имеют высоту от 2 м (до 4), толщина стенок от 13 см до 40см)



1. Поток, 2. Укрепление плитами или мощение перед входом в трубу, 3-входной оголовок, 4-тело насыпи, 5-выходной оголовок трубы, 6-укрепление плитами или мощение на выходе из трубы, 7-фундамент оголовка, 8-фундамент трубы, 9-тело трубы, 12-верховой водобойный колодец, 13-низобойный водобойный колодец, 14-поверхность косогора

В продольном направлении труба должна иметь уклон не менее 20 ‰ (уклон рассчитывается).

Если труба располагается на косогоре с уклоном более 30-40 ‰, то устраиваются водобойные колодцы, которые гасят скорость водного потока, их устраивают на входе и выходе из трубы. *(труба может иметь меньший уклон, чем общий уклон косогора)*

Оголовок – это элемент трубы, предназначенный для улучшения условий втекания и вытекания воды из трубы. Они бывают:

Портальные – в виде вертикальной стенки *(перпендикулярной к оси трубы применяются в безнапорных трубах с небольшими скоростями движения воды),*

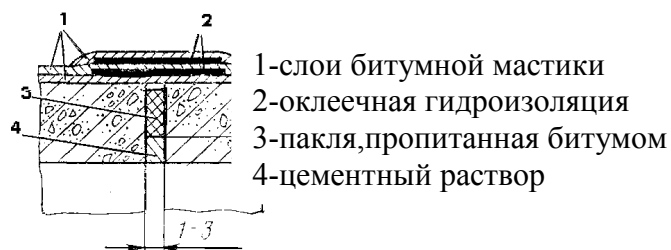
Раструбные – в виде вертикальной стенки с откылками *(которые улучшают условия входа воды в трубу).*

Для предохранения поверхности грунта от размыва перед входом в трубу и на выходе трубы делают укрепления бетонными или ж/б плитами.

Также укрепляют верховой откос насыпи напорных и полупонапорных труб.

3. Армирование и стыковка звеньев.

Стыкуют оголовки и звенья труб следующим образом.



4. Металлические гофрированные трубы.

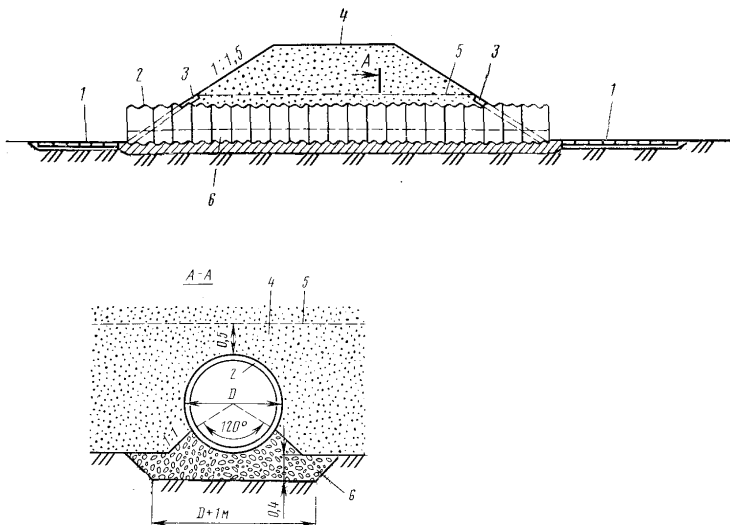
Особенностью металлических гофрированных труб является малая жёсткость и большая гибкость, вследствие чего металлическую трубу применяют сплошной по всей длине.

Труба укладывается на естественный грунт (если этот грунт песчаный) или на подушку из песчано-гравийной смеси. Стоимость строительства мет. гоф-ой трубы на 30-40 % меньше по сравнению с ж/б трубой, и производительность повышается в 2-3 раза.

Преимущество по сравнению с бетонными:

- 1) *Высокая скорость монтажа;*
- 2) *Снижение затрат на 30-60 %;*
- 3) *Оптимальное соотношение веса и несущей способности;*
- 4) *Повышенная надежность и сейсмостойкость конструкции;*
- 5) *Устойчивость к значительным перепадам температур;*
- 6) *Высокая приспособляемость к изменяющимся грунтовым условиям;*
- 7) *Высокая мобильность и транспортабельность (в один железнодорожный вагон вмещается около 350 погонных метров трубы диаметром 1,5 м).*

Конструкция металлической гофрированной трубы.



- 1-укрепление бетонными плитами у входа в трубу и из выхода из нее,
- 2-металлическая труба,
- 3-укрепление бетонными плитами откосов насып у трубы,
- 4-тело насыпи,
- 5-граница первоочередной засыпки трубы,
- 6-грунтовый фундамент

Металлическая гофрированная труба изготавливается из гофрированного металла. Гофр— это волнообразная поверхность. Труба представляет собой секции соединённые между собой стыком внахлестку на болтах.

Гофр обеспечивает большую жёсткость и устойчивость трубы при засыпке грунтом насыпи.

Диаметр трубы от 1м до 12,5 м.

В настоящее время в основном применяют мет. трубы диаметром до 3 м, в основном 1,5 м, (но в последнее время стали применять мет. трубы диаметром 12,5 м)

Для труб с отверстием до 3м применяют толщину стенки волнистого моста 2,5 мм (в северных районах 2,75 мм), для труб большего диаметра до 7 мм.

Труба монтируется из отдельных элементов с помощью ботового соединения.

Основное антикоррозионное покрытие представляет собой цинковое покрытие 0,08 мм (80 мкм).

2.1.5. Тоннели. Основные сведения.

Вопросы:

1.Тоннели. Виды тоннелей.

2. Гидроизоляция обделок, водоотвод, вентиляция и освещение в тоннелях.

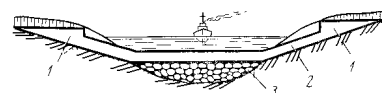
1. Тоннели. Виды тоннелей

Тоннели сооружаемые на а/д могут быть след. вида:

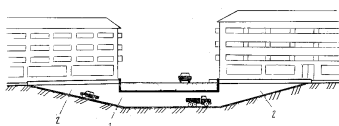
а). Горные, которые прокладывают сквозь толщу горной массы.



б) Подводные которые прокладывают под дном или по дну водоёма.



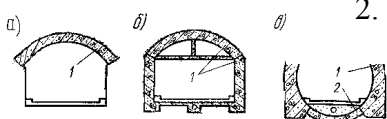
в). Городские предназначенные для пропуска транспортных потоков или пешеходов в городах и служащие для повышения безопасности движения.



Начало и конец тоннеля ограничивается порталами(это входные звенья обделки несколько выдвинутые вперед)

Обделка – это конструкция служащая для постоянного закрепления тоннельной выработки.

Виды обделок:



1. Обделка
2. Обратный свод обделки

В зависимости от глубины заложения тоннели могут быть:

1. Мелкого заложения – глубиной заложения менее **6 м**.
2. Глубокого заложения – более **6 м**.

В городах глубина заложения тоннелей зависит от глубины заложения коммуникаций.

2. Гидроизоляция обделок, водоотвод, вентиляция и освещение в тоннелях.

Для нормальной эксплуатации тоннелей необходимо предусматривать в них водоотвод, вентиляцию и освещение.

Водоотвод – это конструктивное мероприятие для быстрого удаления воды.

Вода в тоннель попадает в виде атмосферных осадков через портал, в виде воды, которая фильтруется по водоносным слоям грунта, а также в виде конденсации паров, а также от мытья тоннелей.

Водоотвод представляет собой водоотводные каналы с обязательным уклоном по их дну.

Поверху каналы имеют чугунную решетку, через которые вода попадает в каналы. Собранная вода удаляется за пределы тоннеля насосами.

Освещение в тоннелях должно быть круглосуточным. Величина освещения должна быть не менее **12 люкс**, а при интенсивном движении

не менее **20 люкс**. Освещение производится с помощью люминесцентных ламп, которые имеют белый или желтый свет.

Вентиляция.

Вентиляция необходима для удаления вредных выхлопных газов, для улучшения видимости и установления в тоннеле нормального теплового режима.

Вентиляция может быть: приточная – суть этой вентиляции заключается в подаче в тоннель свежего нагретого воздуха; **вытяжно-приточная** – суть которой заключается в удалении загрязнённого воздуха.

Гидроизоляция.

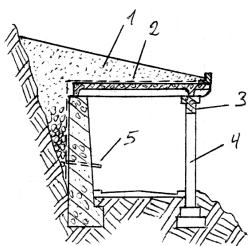
Гидроизоляцию устраивают в тоннеле для защиты от проникновения в него поверхностной или грунтовой воды. Она может быть **оклеечная** или **обмазочная**.

2.1.6. Малые транспортные сооружения на горных дорогах.

В горной местности применяются следующие малые транспортные сооружения:

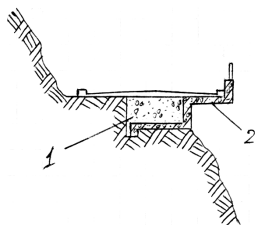
1. Галерея – это сложное инженерное сооружение, предназначенное для защиты участка дороги в горной местности от камнепадов и снежных лавин

Галерея может быть: каменная, бетонная и ж/б.



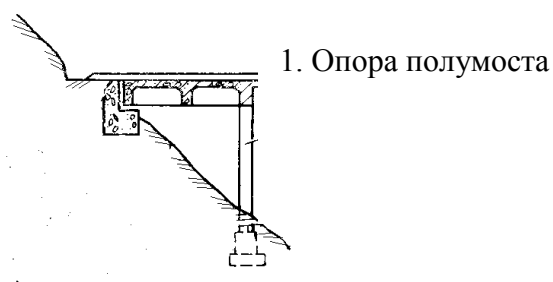
1 – защитная засыпка на перекрытии галереи; 2 – слой гидроизоляции; 3 – продольный прогон; 4 – стойка (опора); 5 – водоотводная трубка.

2. Балкон – это мостовое сооружение, одной стороной примыкающее к горному склону и служащие для уширения проезжей части.



1 – пригруз из тощего бетона; 2 – блок сборной конструкции.

3. Полумост- это мостовое сооружение одной стороной примыкающее к горному склону, а другой опирается на опоры. Служит для уширения проезжей части.



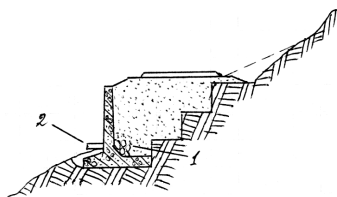
3. Подпорная стенка – это инженерное укрепительное сооружение, предназначенное для поддержания низового откоса насыпи или верхового откоса полувыемки.

Подпорные стенки служат для поддержания от обрушения находящегося за ними грунта, а также для уменьшения размеров насыпи в плане. Широко применяются подпорные стенки в гонных районах, где дорога проходит на крутых косогорах или у обрывистых рек, озер, а

также на подходах к тоннелям, где невозможно устроить нормальный откос насыпи или выемки.

Для отвода воды из-за стенок в них устраивается дренажная система (отверстие в стене). Заднюю стенку покрывают гидроизоляцией.

Они бывают: бетонные, каменные (*применяются при использовании местных материалов*) железобетонные.



1 – дренаж; 2 – водоотводная трубка дренажа.

2.1.7 Наплавные мосты, паромные и ледовые переправы

Вопросы:

- 1. Наплавные мосты.**
- 2. Паромная переправа.**
- 3. Ледовая переправа.**

1. Наплавные мосты.

При пересечении дорогой широких и глубоких водных препятствий, со слабыми грунтами основания и при небольшом судоходстве или его отсутствии, а также при небольшой интенсивности движения применяют мосты на плавучих опорах или наплавных мостах (т.е. строительство моста нецелесообразно), также применяют при строительстве обычного моста.

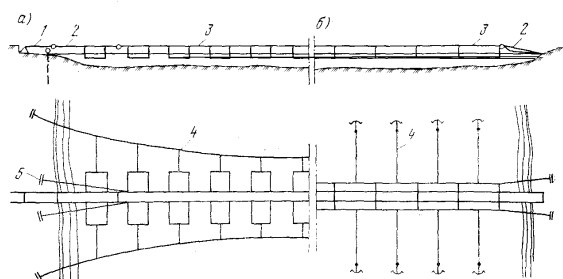
Наплавные мосты могут быть:

-металлические(толщина металла 6-8 мм, длиной понтоны до 4-6 м, до 9 м, шириной 2,5 м, высотой 0,9-1,35 м, до 1.8м)

- железобетонные(расходует меньше металла, не требует покраски и меньше обрастает водорослями, случайные пробоины в них легче заделываются, чем в металлических),

-деревянные(применяют редко и только в богатых лесом районах, швы проконопачивают –наклей пропитанной смолой, затем швы заливают битумом, а поверхность понтонов покрывается в несколько слоев смолой)

Наплавной мост состоит:



1 – Береговая часть представляет собой эстакаду на жёстких опорах, которая сооружается на участке где недостаточная глубина воды, для работы плавучих опор.

2 – Переходная часть моста представляет собой качающееся пролётное строение, обеспечивающее плавный переход транспорта береговой части на речную часть.

3 – Речная часть – это соответственно наплавной мост, перекрывающий широкую часть водной преграды. (при наличие судоходства речная часть должна иметь выводное звено)

4 – Поперечное крепление наплавного моста.(рассчитывается на скорость течения, поперечное давление ветра

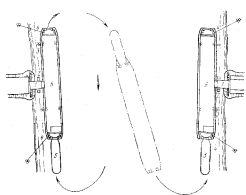
5 – Продольное крепление наплавного моста. (рассчитывается на тормозное усилие или продольное давление ветра на конструкции речной части)

6- понтоны

Наплавные мосты чаще всего служат, как сезонное сооружение, которое на зиму разбирается, а на его месте устраивается ледовая переправа. (т.к во время ледохода возможно разрушение моста) , и постоянное сооружение на небольших водохранилищах., их применяют при стихийных бедствиях – срок возведения до 1 дня

2. Паромная переправа и её составные части.

Паромная переправа – это простейший вид транспортной связи между берегами, их применяют при небольшой интенсивности движения на дороге, при наличии судоходства, применяют тогда, когда строительство моста нецелесообразно, а также применяют как временное сооружение для связей между берегами, во время разводки наплавного моста, а также во время весеннего паводка.



Паромная переправа состоит:

1 – из парома, перемещающегося между берегами; 2 – из причальных устройств (пристань).

Паромы устраивают из одного или нескольких деревянных или металлических судов, баржей, понтонов, которые поддерживают грузовую платформу (площадка на которой располагаются перевозимые паромом автомобили и грузы).

Паромы бывают: самоходные, буксирные, канатные, движущиеся с помощью течения воды.

3. Ледовые переправы и её составные части.

Ледовые переправы применяют в условиях суровой зимы и с устойчивыми температурами.

Ледовые переправы могут иметь протяжённость от нескольких сот километров, до нескольких десятков километров.

Ледовые переправы состоят из:

1. Съезда на лёд и со льда; 2. Ледяной дороги; 3. Сигнализации, средств связи.

Ледовые дороги устраивают не менее чем за 100 м от полыней, выхода грунтовых вод и от сбросов тёплых сточных вод.

Ледовую дорогу делают в одном направлении в одну сторону, дорогу с направлением в другую сторону делают не менее чем за 100 м.

Их регулярно очищают от снега на ширину не менее 20 м, т.к. снег является теплоизоляционным материалом.

По обе стороны ледяной дороги устраиваются вехи высотой 3 м замороженные в лёд, их располагают на расстоянии 50 м в шахматном порядке.

Тема 2.2. Основы проектирования транспортных сооружений.

2.2.1. Общие сведения о мостовых переходах.

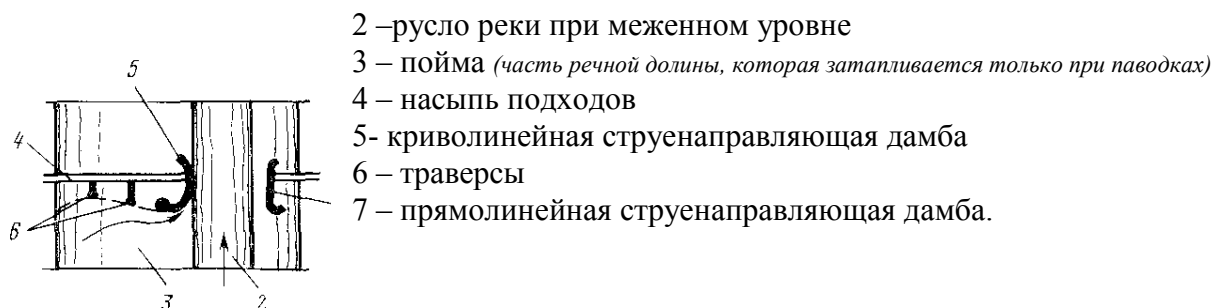
Вопросы:

- 1. Элементы мостового перехода.**
- 2. Регуляционные и берегоукрепительные сооружения.**

- 1. Элементы мостового перехода.**

Мостовым переходом называется комплекс сооружений устраиваемых для пересечения реки дорогой.

В него входят: мост, насыпи на подходах, берегоукрепляющие и регуляционные сооружения .сооружения



2. Регуляционные и берегоукрепительные сооружения.

Для улучшения условий протекания воды под мостом, предохранение элементов мостового перехода от размыва устраиваются **регуляционные и укрепительные сооружения**

Регуляционные сооружения устраивают в виде струенаправляющих дамб и траверс.

Струенаправляющие дамбы устраивают у береговых опор, придавая им в плане такое очертание, которое способствует плавному протеканию воды в отверстие моста. Они представляет собой насыпь из песчаного и супесчаного грунта трапециевидного очертания шириной по верху не менее **2 м**. Конец дамбы называется **головой** , который шире в **2-2,5** раза основной части дамбы. Уклон откосов не круче **1:2**, а в головной части не круче **1:3**.

Дамбы служат для плавного протекания воды в отверстие моста с поймы и русла. **Бывают:**

- **криволинейные дамбы**, служат для направления потока с поймы в отверстие моста. (чем больше воды идет с поймы, тем длиннее должна быть верховая часть дамбы)

- **прямолинейные дамбы**, служат для отжатия воды к противоположному берегу.

Дамбу укрепляются бетонными, ж/б плитами, мощением.(в зависимости от скорости течения) Внутренние откосы укрепляются одерновкой.

Траверсы – это короткие дамбы. Они выступают в реку перпендикулярн или под углом к берегу или насыпи подходов Они предназначены для отвода воды от насыпей на подходах, для снижения скорости водного потока вдоль берега или насыпи подходов.

2.2.2. Подмостовой габарит и габариты проезда моста.

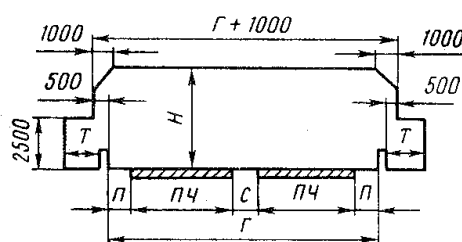
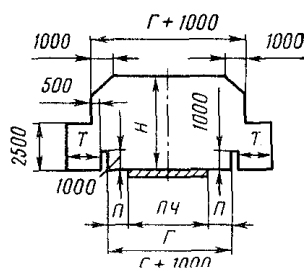
Вопросы:

1. Габарит проезда моста
2. Подмостовой габарит

1. Габарит проезда моста

Ширину проезжей части моста назначают руководствуясь стандартными габаритами.

Габарит проезда определяет контур, в пределах которого обеспечивается беспрепятственный и безопасный пропуск транспортных средств и пешеходов. Никакие части конструкции моста не должны заходить внутрь контура габарита. Габарит назначают в зависимости от категории дороги и обозначают буквой Г с числом, указывающим ширину проезжей части в метрах.



С – разделительная полоса (на магистральных дорогах габарит увеличивается на величину этой полосы, *ширина рекомендуется принимать такой же как и на подходящей к мосту дороге*)

П – предохранительная *полоса (должна быть не менее – 1 м на дорогах I-III категорий, не менее 0,75 м на дорогах IV-V категорий)*

Т – ширина тротуара, назначается кратной 0,75 м, для однополосных тротуаров принимают $T=1$ м, мосты в городах должны иметь $T \geq 1,5$ м.

Ширину пешеходных мостов принимают не менее 2,25 м, а вне населенного пункта 1,5 м.

Н – высота габарита - это расстояние от отметки проезжей части до нижних элементов верхних продольных связей, назначается $H=5$ м на автомобильных дорогах I-III категорий, $H=4,5$ м на автомобильных дорогах IV-V категорий.

2. Подмостовые габариты моста.

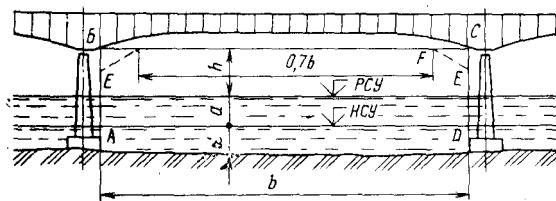
Подмостовой габарит – предельное очертание под мостом, которое должно оставаться свободным для беспрепятственного пропуска судоходства и сплава. Внутри этого габарита не должны вдаваться никакие элементы моста и расположенные на нем устройства.

В зависимости от судоходства и сплава все реки разделены на ряд классов и для каждого класса установлены подмостовые габариты.

Они принимаются:

На судоходных реках в зависимости от класса внутренних водных путей, а несудоходных реках высота под мостом принимаем равной 0,5 м над РУВВ, а при наличии корчехода и селевых потоков не менее 1 м.

При наличии ледохода возвышение низа пролётного строения над наибольшим уровнем ледохода не $< 0,75$ м.



2.2.3 Основные данные для проектирования моста.

Вопросы:

1. Задачи изысканий мостового перехода и других транспортных сооружений.
2. Основные данные для проектирования моста.
3. Стадии составления проекта транспортного сооружения.
4. Нагрузка и воздействия применяемые при расчёте мостов.
5. Составление схем различных вариантов мостов

1. Задачи изысканий мостового перехода и других транспортных сооружений.

Проектирование моста или других транспортных сооружений – это ответственная работа, в процессе которой выявляется будущий вид моста. Решаются все основные вопросы технико-экономического, производственно-эксплуатационного и архитектурно-эстетического характера, определяющая выбор типа, системы и всех характерных особенностей сооружения.

Проекты разрабатываются по данным изысканий. Изыскания должны выявить все местные условия, необходимые для выбора местоположения

сооружения, его системы, основных размеров и особенностей конструкций. При изысканиях выясняют топографические и геологические условия. В месте устройства сооружения, а для мостов и труб также данные для расчёта притока воды и многие другие данные. Изыскания мостовых переходов и других транспортных сооружений обычно производят в тесной взаимосвязи с изысканиями самой дороги.

Так как расход водотока непрерывно изменяется в зависимости от климатических условий и уровней подъема воды, за расчетный расход принимают наибольший возможный, повторяющийся один раз в 33, 50 и 100 лет, т. е. расход с обеспеченностью соответственно 3, 2 и 1 % - Расчет отверстия мостов и труб, пойменных насыпей и регуляционных сооружений на воздействие водного потока выполняют по расчетным расходам и соответствующим им уровням

2. Основные данные для проектирования моста.

В процессе изыскания для определения места мостового перехода собираются следующие данные:

I. Гидрологические данные.

1. Уровень воды (уровень меженных вод, рассчитанный уровень воды);
2. Скорость течения реки и направления струй;
3. Сведения о русловых процессах;
4. Данные о судоходстве и лесосплаве;
5. Характеристики ледового режима и зимних явлений.

II. Геологические данные.

1. Виды грунтов, слагающие речную долину в месте мостового перехода;
2. Водонасыщенность грунтов (для водоотлива);
3. Химический анализ воды .

III. Эксплуатационные данные.

Это данные экономического развития района строительства с учётом роста интенсивности движения транспорта на ближайшие 10 лет для правильного назначения габарита моста и расчётных нагрузок.

3. Стадии составления проекта транспортного сооружения.

В большинстве малых и средних мостов применяются типовые проекты, составленные для различных габаритов и нормативных нагрузок.

Типовые проекты содержат комплексы рабочих чертежей конструкции пролётных строений опор и других элементов, а также сведения о расходе материала.

Задача проектирования состоит в выборе наиболее рациональной конструкции, отвечающей реальным местным условиям.

Рассмотрев представленные варианты, принимаются окончательные решения и передают строительным организациям типовые рабочие чертежи, чертежи расположения конструкций на реальной местности и необходимую документацию по расходу материалов, т.е. проектирование выполняется в одну стадию, которые называются рабочие чертежи. Конструкции средних и больших мостов чаще разрабатывают индивидуально. Проектирование осуществляется в **2** стадии:

1 стадией проектных работ является составление технического проекта сооружения.

2 стадия проектирования – это составление рабочих чертежей, сооружение которых разрабатывают на основе утверждённого технического проекта.

Рабочие чертежи содержат ПОС, который включает все данные необходимые для строительства. На основе чертежей строительная организация разрабатывает

4. Нагрузка и воздействия применяемые при расчёте мостов.

Мосты подвергаются действию различных нагрузок, которые можно разделить на следующие основные виды:

Вертикальная – подвижная или постоянная

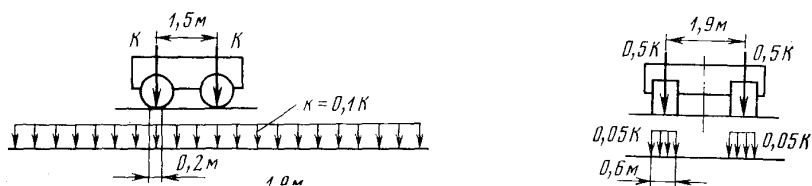
Горизонтальная – ветровая, центробежная, поперечные толчки и удары подвижной нагрузки.

1. Вертикальная нагрузка

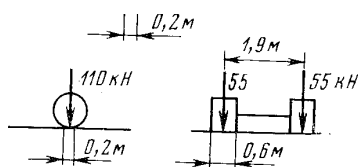
а.) **П о с т о я н н а я** — от собственного веса моста(вес конструкции моста, смотровые приспособления, опоры и провода электрификации, линии связи) и давления грунта.

б.) **Подвижная (временная)** нагрузка – это нагрузка от проходящих по сооружению автомобилей, тракторов и др. транспортных средств, а также пешеходов

Подвижная вертикальная нагрузка. По СНиП 2.05.03 – 84 нагрузка от автомобилей принимается в виде нормативной равномерно распределенной и одной двухосной тележки на каждой полосе движения по мосту (рис. 2.4, Класс нагрузки обозначается буквами АК, где вторая буква К. заменяется цифрой, равной усилию на одну ось тележки в тонна-силах (на каждое колесо тележки приходится $0,5K$). Эта сила распределяется по поверхности покрытия на прямоугольной площадке со сторонами 0,2 м вдоль движения и 0,6 м поперек движения тележки. Равномерно распределенная нагрузка, которая выражает нагрузку от колонны автомобилей на одной полосе движения, имеет общую интенсивность $k = 0,1 K$ и располагается двумя продольными полосами на том же расстоянии, что и колеса в поперечном сечении Каждая продольная полоса распределенной



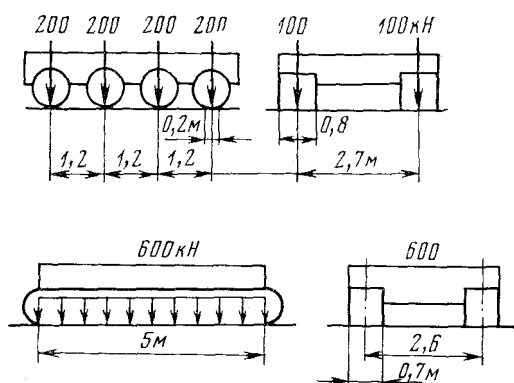
Класс нагрузки принимают равным А11 (т.е. $K=11$ тс ~ 110 кН тс= $1,1$ тс/м ~ 11 кН/м) для мостов и труб на автомобильных дорогах I—III категорий и в городах, а также для больших мостов на дорогах IV и V категорий. Для средних и малых мостов на дорогах IV и V категорий принимают нагрузку класса А8. Кроме того, элементы проезжей части мостов, рассчитываемых на нагрузку А8, проверяют на усилие от одиночной оси, равное 11 тс ~ 110 кН



На каждой полосе нагрузки АК устанавливают только одну тележку в самое неблагоприятное положение по длине загрузки независимо от числа участков загрузки. Равномерно распределенную нагрузку устанавливают на всех участках линии влияния одного знака. По ширине моста полосы нагрузки АК располагают в пределах проезжей части параллельно продольной оси моста и в количестве не больше числа полос движения. Их нужно располагать в наиболее неблагоприятном положении, но не ближе чем на 1,5 м от оси нагрузки до края ближайшей предохранительной или разделительной полосы, а при отсутствии последней — от оси проезжей части. Расстояние между осями соседних полос нагрузки должно быть не менее 3 м.

По мостам и другим искусственным сооружениям приходится пропускать особо тяжелые грузы —трейлеры, тягачи, тракторы и другие машины. Поэтому, кроме расчета на колонны автомобилей, необходимо проверять конструкции на пропуск одиночных тяжелых колесных или гусеничных нагрузок. Мосты, рассчитываемые на нагрузку А 11, проверяют на

действие одного тяжелого трейлера НК-80 весом 80 тс - 800 кН , а мосты под нагрузку А8 — на действие одной гусеничной нагрузки НГ-60 весом 60 тс~ 600 кН .



В поперечном направлении нагрузку

НК-80 или НГ-60 располагают на проезжей части в любом наиболее неблагоприятном положении, но так, чтобы край колеса или гусеницы не выступал на предохранительную полосу.

Вертикальную нагрузку тротуаров и пешеходных мостов принимают в виде толпы людей. *На мостах с тротуарами ее учитывают вместе с нагрузкой АК. При пропуске грузовок НК-80 и НГ-60 тротуары не загружают.*

2. Горизонтальная нагрузка:

Центробежная сила

Тормозная сила.

Ветровая нагрузка.

Давление льда.

Горизонтальные нагрузки от навала судов.

В расчетах принимают во внимание, что действительная постоянная, а тем более временная нагрузка может оказаться большей, чем принятая в расчете нормативная нагрузка. Это превышение учитывается специальными коэффициентами надежности.

5. Составление схем различных вариантов мостов

Проектирование моста начинают с технико-экономического обоснования (ТЭО) необходимости строительства моста.

Необходимость отдельного строительства больших городских и автодорожных мостов должна быть отражена в ТЭО на основании данных о возможных перспективах развития движения с учётом предстоящего развития района или города. На основании подсчётов в ТЭО устанавливают срок окупаемости моста.

В зависимости от размеров движения в ТЭО устанавливают количество полос движения на мосту, т.е. его габариты по проекту.

После определения отверстия моста komponуют схему его в увязке с регуляционными сооружениями и подходами к мосту.

Для больших рек (1-4 классы внутренних водных путей можно применять крупные пролёты только на стабильном судоходном

Для малых рек (по 5,6,7 класс внутренних водных путей) экономически целесообразно делать одинаковые пролёты по всей длине моста.

Выбирая схему моста, следует стремиться без ущерба для качества и долговечности сооружения обеспечить минимальную стоимость, а также возможно меньший объём кладки и расход материала.

При разбивке отверстия на пролёты учитывают местные условия, намечают несколько схем моста с подсчётом для каждой стоимости и расходов материала.

При сравнении вариантов конструкции моста и наиболее целесообразного из них учитывают различные технико-экономические показатели:

1. Сравнение вариантов по сметной стоимости (*применяется в простейшем случае, когда пролетные строения, опоры и основания опор*

однотипны и варианты отличаются только размерами или сочетанием пролетов)

2. Сравнение вариантов по расходу основных строительных материалов (*кроме сравнения по стоимостям учитывают также общие расходы основных строительных материалов*)

3. Сравнение вариантов по условиям изготовления и возведения (*в этом случае при выборе вариантов мостов для уменьшения трудоемкости их постройки и снижения сроков строительства предпочтение отдается конструкциям, обеспечивающим простоту изготовления и возведения – при выборе конструкции предпочтение отдается вариантам, для возведения которых требуется наименьшее количество вспомогательных конструкций: подмостей, эстакад и др.*)

4. Сравнение вариантов по внешнему виду – *архитектурный эффект получают за счет рациональных приемов компоновки всего сооружения в целом: выбора системы моста, выбора соотношения и чередования пролетов, соотношение конструктивных размеров пролетных строений и опор.*

Наиболее экономическое решение выбирают на основании подсчетов стоимости всего моста, для чего обычно пользуются материалами ранее выполненных проектов мостов и их отдельных элементов, а также типовыми проектами пролетных строений и опор.

Тема 2.3. Основания и фундаменты.

2.3.1. Общие сведения об основаниях и фундаментах.

Вопросы:

1. Определение понятий «основание», «фундамент». Виды оснований и требования к ним.

2. Естественные основания.

3. Искусственные основания. Способы получения искусственных оснований.

1. Определение понятий «основание», «фундамент». Виды оснований и требования к ним.

Массив грунта воспринимающий нагрузку от фундамента назыв. основанием.

Подземную, а иногда и подводную часть сооружения, устраиваемую для передачи давления от сооружения на грунт основания назыв. фундаментом.

Различают основания: естественные и искусственные. Если в качестве основания применяются грунты в своём естественном залегании, то такие основания назыв. естественными.

Основания предварительно уплотнённые или улучшенные каким-либо образом назыв. искусственными.

2. Естественные основания.

В качестве естественных оснований применяют:

1. Скальные основания. Представляют собой массивные каменные горные породы (изверженные, метаморфические и осадочные) с пределом прочности нажатия более 50 кг/см^2 .

2. Нескальные (грунтовые) основания. Представляют собой толщу рыхлых горных пород. К ним относятся крупнообломочные, песчаные, глинистые грунты.

Песок – это рыхлый грунт с содержанием частиц менее 2 мм и содержанием пылеватых частиц размером менее 0,005 мм до 3 %. Если содержание этих частиц (пылеватых) от 3 до 10 %, то грунт – супесь. От 10 до 30 % – суглинки. Более 30 % – глины.

Основания воспринимающие нагрузку могут дать **осадку**, а фундамент **просадку**.

Осадки бывают **равномерные** и **неравномерные**. При **равномерных** фундамент получает вертикальное перемещение, а при **неравномерных** ещё и наклон.

3. Искусственны основания. Способы получения искусственных оснований.

Существуют следующие способы получения искусственных оснований.

1. Уплотнение – падающей трамбовкой, глубина уплотнённого грунта до 2,5 м.

Суть этой работы. Котлован недорабатывают на 10-15 см до проектной отметки, после этого начинают уплотнение трамбовкой. После уплотнения дно котлована зачищают вручную и устраивают фундамент.

2. Замена слабых грунтов более прочными.

3. Цементация. Заполнение рыхлых пористых грунтов цементным молоком или раствором.

Цементация производится водно-цементными растворами следующего состава.

4. Силикатизация. Наполнение грунтов жидким стеклом. При твердении жидкого стекла образуется линза, которая также выполняет функции гидроизоляции.

5. Битуминизация- нагнетание битума или битумной эмульсии.

2.3.2. Фундаменты мелкого заложения.

Вопросы:

1. Классификация фундаментов.

2. Виды фундаментов мелкого заложения.

3. Минимальная глубина заложения фундаментов.

1. Классификация фундаментов.

Фундаменты классифицируются по различным признакам:

I. По глубине заложения:

1. Мелкого до 6 м (возводится в открытых котлованах);
2. Глубокого более 6 м.

II. По конструкции фундаменты бывают:

1. Массивные, когда ширина и длина фундамента по размерам отличается незначительно;
2. Ленточные, когда длина и ширина фундамента отличается значительно;
3. Свайные фундаменты;
4. Из оболочек;
5. Из опускных колодцев;
6. Кессонные фундаменты.

III. В зависимости от материалов фундаменты бывают:

1. Бутовые;
2. Бетонные (марка бетона не ниже 180);
3. Бутобетонные (с содержанием бутового камня до 20 %);
4. Железобетонные.

IV. По виду работ:

1. Жесткие (бетонные, бутовые, бетонная кладка *плохо работают на растяжение и для предотвращения трещин в фундаментах максимальное развитие подошвы ограничивается углом α , равным 30° , т.е. жесткие с углами развития меньше α)*
2. Гибкие –ж.б. – углы развития фундамента больше угла α

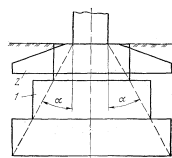


Схема фундаментов:
1 – жесткого, 2 – гибкого

2. Виды фундаментов мелкого заложения.

Когда грунты, залегающие в основание по своим физико-механическим качествам и расчётным характеристикам позволяют дать фундамент сооружению на небольшой глубине устраивать фундамент мелкого заложения.

Фундаменты мелкого заложения обычно устраивают в открытых котлованах, т.к. фундамент служит для передачи давления от сооружения на грунт, то подошва фундамента должна иметь достаточную площадь, определяемую расчётом.

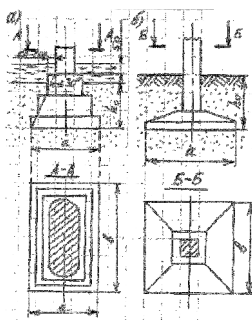
При отношении глубины заложения к ширине фундамента составляющие $< 1,5-2$ считается, что нагрузки от сооружения передаются грунту только по подошве фундамента, т.е. участие в передаче нагрузок боковыми гранями не учитывается.

Верх фундамента называется обрезами. Обрез фундамента на реках располагают на 0,5 м ниже уровня меженных вод (УМВ). На сухом месте обреза располагают на 0,1-0,2 м ниже поверхности грунта.

Фундаменты сооружают монолитными и сборными.

По конструкции бывают: массивные и ленточные.

Массивные бывают
-ступенчатые (а)
-пирамидальные



3. Минимальная глубина заложения фундаментов.

Фундаменты мостовых опор закладывают на следующую минимальную глубину:

1. На сухом месте или на пойме фундамент закладывают на глубину, которая определяется по формуле:

$$h_{\text{зал}} = h_{\text{пром}} + 0,25 \text{ м, } h_{\text{пром}} - (\text{глубина промерзания грунта в данном районе})$$

2. В русле реки при отсутствии размыва фундамент заглубляют на 1 м от поверхности дна у опоры.

3. При наличии размыва фундамент заглубляют на 2,5 м от линии размыва;

4. В зоне вечной мерзлоты фундаменты заглубляют ниже деятельного слоя на мёрзлый грунт или скальный грунт.

Деятельный слой – это слой, оттаивающий весной, замерзающий зимой.

Сваи заглубляют на глубину не менее 4 м.

Эти требования не относятся к скальным грунтам, на которые фундаменты можно устраивать, сняв лишь верхний разрушенный слой (если он имеется).

2.3.3. Фундаменты глубокого заложения.

Вопросы:

1. Виды фундаментов глубокого заложения.

2. Свайный фундамент.

3. Расположение и заделка свай в ростверке

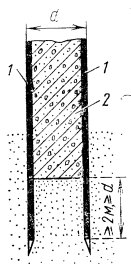
1. Виды фундаментов глубокого заложения.

Фундаменты глубокого заложения – это фундаменты, закладываемые на глубину более **6 м**.

Существуют следующие виды фундаментов глубокого заложения:

1. Свайные фундаменты – наиболее широко применяется, глубина погружения до 50 м (свая монтируется во время погружения)

2. Оболочки – пустотелые цилиндрические оболочки, диаметром более 0,8 м, которые погружаются с открытым нижним концом вибропогружателем, длина секции 6-10 м, диаметром 1,1.2, 1,6, 2, 3 м (до 6м) нижние секции имеют стальные ножи, оболочки обычно заполняются бетоном, оставляя внизу уплотненное песчаное ядро. Применяются при возведении опор больших и внеклассных мостов.

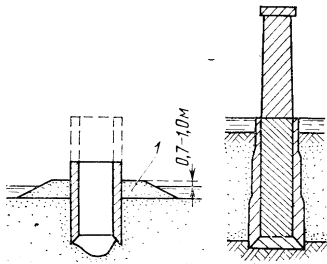


- 1. Оболочка
- 2. Бетон

3. Фундаменты из опускаемых колодцев.

Опускаемые колодцы принимают в тех случаях, когда глубина заложения фундамента превышает 6-8 м и устройство открытого котлована затруднительно. Можно погружать на глубину 70-80 м и более

Опускаемый колодец представляет собой полую бетонную или ж.б. бездонную и открытую сверху конструкцию с ограждающими стенками, которые имеют заостренные нижние кромки. Установленный на грунт колодец погружается под действием собственного веса, при этом грунт под его стенками и на дне выбирается. (после погружения до проектной отметки колодец заполняется бетоном)



2. Свайные фундаменты - которые состоят из расчётного числа свай и ж/б плиты, объединяющей головы свай.

Свая – это стержень частично или полностью погруженный в грунт.

Наиболее широко применяются ж.б. сваи квадратного сечения (25x25, 30x30, 35x35, 40x40, 45x45 см), реже прямоугольного сечения (25x30, 30x35, 35x40 см)

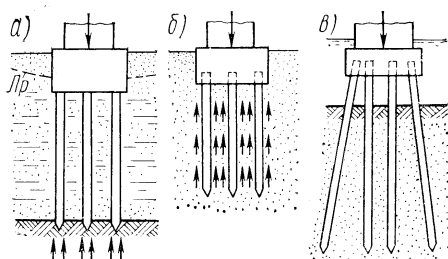
Ж/б плита, объединяющая головы свай для равномерной передачи нагрузки на все сваи назыв. ростверком

Свайные фундаменты бывают:

1. С низким ростверком, когда головы свай всегда ниже поверхности грунта
2. Фундамент с высоким ростверком. головы свай располагают выше поверхности грунта.

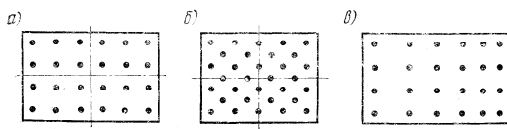
По характеру работы сваи делятся:

1. Свая-стойка – передает давление на грунт через острие, *несущая способность зависит от прочности грунта*
2. Висячая свая – давление на грунт передается острием и боковой поверхностью



3. Расположение и заделка свай в ростверке

Расположение свай в плане:



- а). Рядовое симметричное
- б) Шахматное
- в). Рядовое несимметричное

При расположении свай в ростверке и определении его размеров учитывают:

1. Расстояние между осями соседних свай не менее 1,5 толщины сваи
2. Головы свай заделывают в ростверк на глубину не менее чем на двойную толщину сваи
3. Расстояние в свету от сваи до края ростверка не менее 0,25 м.

2.3.4. Понятие о расчете фундаментов

Вопросы:

1. Расчет фундамента мелкого заложения.
2. Расчет свайного фундамента

1. Расчет фундамента мелкого заложения

Давление на грунт под подошвой фундамента мелкого заложения определяют в зависимости от внутренних усилий, действующих на уровне этой подошвы

Среднее $\sigma_{ср}$ и наибольшее $\sigma_{сг}$ напряжения в грунте основания под фундаментом рассчитывают, полагая фундамент абсолютно жестким:

$$\sigma_{ср} \left. \vphantom{\sigma_{ср}} \right\}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W_1}$$

если $\left. \vphantom{\frac{N}{F} + \frac{M}{W_1}} \right\} \leq R/\kappa_H$

$$\sigma_{\max} \leq mR/\kappa_H$$

то несущую способность основания фундамента можно считать обеспеченной.

Здесь N , M — нормальная сила и изгибающий момент в уровне подошвы фундамента от заданного сочетания нагрузок, включая собственный вес фундамента и грунта на его уступах; F — площадь опирания фундамента; W_1 — момент сопротивления площади опирания фундамента для его более нагруженной грани; R — расчетное сопротивление грунта осевому сжатию; κ_H — коэффициент надежности, равный 1,4; m — коэффициент условий работы, принимаемый для скальных пород и при расчете на дополнительные сочетания нагрузок равным 1,2, а в остальных случаях — 1,0.

2. Расчет свайного фундамента.

Несущая способность висячей сваи (оболочки) по грунту на сжатие может быть определена по формуле:

$$P_0 = 0,7m_2(u \sum \alpha_i f_i^{\text{тр}} l_i + FR^{\text{н}}), \text{ где } 0,7 - \text{коэффициент однородности}$$

$m_2 = 1$ - коэффициент, зависящий от типа ростверка и количества свай (СНиП 2.02.03-85)

α_i - коэффициент, зависящий от способа погружения свай (СНиП 2.02.03-85)

$f_i^{\text{тр}}$ - сопротивление сил трения отдельных слоев грунта, пройденных свай.

l_i — толщина слоев грунта, пройденных свай.

F – площадь поперечного сечения сваи

U – периметр поперечного сечения сваи

R^H – расчетное сопротивление грунта в уровне острия свай

Тема 2.4 Деревянные мосты и подмости

2.4.1. Общие сведения о деревянных мостах и подмостях.

Вопросы:

1. **Материалы и применение дерев-х мостов.**
2. **Меропр-я по продлению срока службы дер-х мостов.**
3. **Подмости, их назначение.**

1. **Материалы и применения. дерев-х мостов**

Деревянные мосты применяют как временные сооружения, рассчитанные на ограниченный срок службы и постоянные на дорогах низших категорий.

Для строительства деревянных мостов применяются **круглый** и **пиленный** лес.

Круглый с влажностью не более **25 %**, пиленный не более **20 %**. Влажность свежеспиленного дерева **50-70 %**.

Для дощатых ферм и мелких деталей конструкций применяют лес с влажностью не более **12 %**.

Срок службы деревянных мостов:

- неантисептированных **12-15 лет**;
- антисептированных **25-30 лет**.

Ствол дерева имеет более толстую часть – **комель** и менее толстую часть – **отруб**.

При обработке бревна (придании ему цилиндрической формы) и при распиловке брёвен на брусья и доски древесина ослабевает, поэтому желательно сохранять естественную конечность леса.

2. Меропр-я по продлению срока службы дер-х мостов.

Основной недостаток дерева - загнивание.

Существуют 2 способа по защите деревянных мостов от загнивания:

1 способ. Конструктивный метод заключается в применении для строительства здорового леса, устройства различных козырьков, окраска, обивка тонкой листовой сталью или оклейка гидроизоляционными материалами элемента моста.

2 способ. Химический метод – способ защиты – антисептирование – это пропитка элементов дер. моста:

Водорастворимыми (солевыми) антисептиками: раствор солей фтористого натрия или маслянистыми антисептиками (креозотовое масло, сланцевое масло).

Всё это предотвращает появление грибка и загнивания древесины.

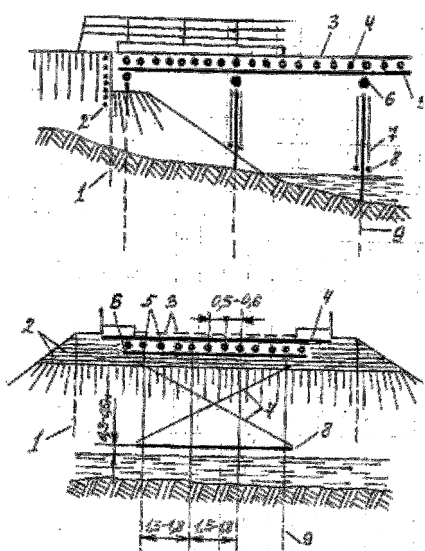
Пропитка элементов деревянного моста маслянистыми антисептиками осуществляют под давлением, с помощью горячих и холодных ванн и способом длительного вымачивания.

2.4.2. Деревянные мосты малых пролётов.

Вопросы:

- 1. Элементы простейших дерев. балочных мостов.**
- 2. Виды проезжей части деревянных мостов**
- 3. Клеёные и клеефанерные конструкции.**

1. Элементы простейших дерев. балочных мостов.



- 1 – свая заборной стенки;
- 2 – заборная стенка;
- 3 – верхний настил;
- 4 – нижний поперечный настил;
- 5 – разбросные прогоны;
- 6 – насадка опоры;
- 7 – диагональная поперечная схватка;
- 8 – поперечная горизонтальная схватка;
- 9 – коренные сваи.

Основным несущим элементом являются прогоны, которые поддерживают конструкцию проезжей части с тротуарами и перилами.

Прогоны бывают:

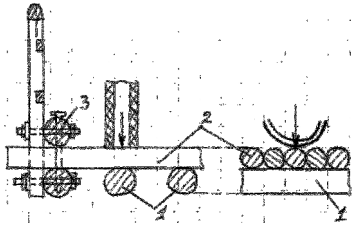
1. Разбросные (сближённые). Их располагают на расстоянии 0,5-0,6 м друг от друга.
2. Сосредоточенные. Их располагают на расстоянии 1,5-1,8 м друг от друга. Они представляют собой несколько брёвен или брусьев связанные между собой (болтами, нагелями), и уложенные непосредственно над опорами моста. Нижнюю горизонтальную поперечную схватку располагают на расстоянии 0,3-0,5 м от УМВ.

2. Виды проезжей части деревянных мостов.

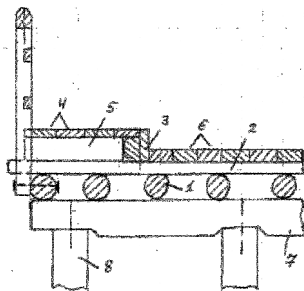
В деревянных мостах применяются следующие виды проезжей части:

1. Простейший настил.

- 1 – разбросанные прогоны;
- 2 – верхний настил из накатин или пластин;
- 3 – колесоотбойный (бордюрный) элемент

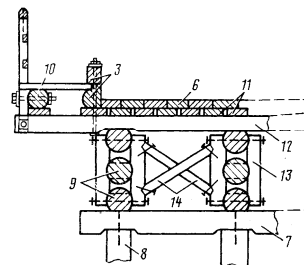


2. С двойным перекрёстным настилом.



- 1 – разбросные прогоны;
- 2 – верхний настил из накатин или пластин;
- 3 – колесоотбойный (бордюрный) элемент;
- 4 – продольный тротуарный настил;
- 5 – коротыш, поддерживающий настил тротуара;
- 6 – дощатый верхний настил;
- 7 – насадка;
- 8 – свая.

3. С двойным продольны



- 3. Колесоотбойный элемент
- 6. Продольный верхний настил
- 7. Насадка опоры
- 8. Свая
- 9. Сосредоточенный прогон
- 10. Поперечный тротуарный настил
- 11. Нижний настил
- 12. Поперечина
- 13. Брусчатый сжим
- 14. Крестовые поперечные связи

4. Деревоплита. Состоит из досок поставленных на ребро и скрепленные между собой с помощью горизонтальных гвоздей. Доски имеют разную высоту (получается гребёночная поверхность (для лучшего сцепления древесины с асфальтом)).

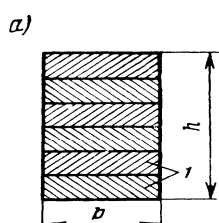
3. Клеёные и клефанерные конструкции.

Мосты из клеёной древесины изготавливают на спец. заводах. Они имеют высокое качество изготовления, лёгкость монтажных элементов. Более стойкие к загниванию и более долговечны (30-40 лет).

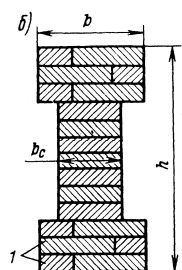
Толщина досок и брусьев, используемых для клеевых конструкций максимум 5 см. Для более прочных элементов (в ответственных несущих элементах) максимум 3-4 см.

Клееные балки в конструкциях мостов могут быть:

1. Прямоугольного сечения – длина до 12 м

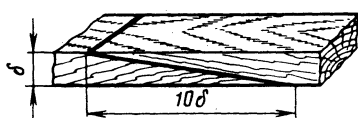


2. Двутаврового сечения - длина до 24 м.

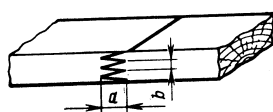


Стыки досок и брусков в клеёных конструкциях устраивают:

1. Стык «на ус».



2. Зубчатый стык.



3. Подмости . их назначение.

Подмости устраивают для разных этапов строительства – бетонирование монолитных конструкций, установки готовых блоков конструкций.

Подмости могут быть:

- 1 . Деревянными -представляют собой простейшие конструкции деревянных мостов. Деревянные подмости допускаются при ТЭО их целесообразности и при наличии местных лесоматериалов.
2. Металлические инвентарные рамные подмости - предназначены для сборки стальных балочных пролетных строений пролетом до 110 м при высоте опор до 20 м. Подмости состоят из верхних прогонов, плоских рам, продольных связей между рамами нижних прогонов.
3. Подмости из элементов УИКМ (универсальные инвентарные конструкции для сооружения мостов) – применяют для сборки любых стальных пролетных строений.. Они состоят из сквозных ферм и башенных опор на свайном основании. Небольшая масса универсальных элементов (8,5-76,4 кг) позволяет собирать подмости вручную.
4. Подмости из элементов МИК состоят из башенных опор на свайном основании, прогонов и поперечен с настилом. Элементы выполнены из термически обработанных труб и листовой стали.

Тема 2.5. Железобетонные мосты и путепроводы.

2.5.1 Общие сведения о ж/б мостах.

Вопросы:

- 1. Область применения ж.б. мостов, их преимущества и недостатки**
- 2. Основные системы ж.б. мостов.**

1. Область применения ж.б. мостов, их преимущества и недостатки

Ж.б. мосты широко применяются

1. Достоинства: малые эксплуатационные затраты; ж/б мосты не горят по сравнению с деревянными мостами;
2. Недостатки: большой собственный вес (в связи с этим связано, что 75 % материала идёт на то, чтобы поддерживать собственный вес и лишь 25 % материала закладывается на восприятие нагрузки, для которой строится данный мост); ж/б мосты трудно подлежат реконструкции.

2. Основные системы ж.б. мостов.

1. Балочный разрезной мост. Прим. для пролётов до **40 м.**
2. Балочный неразрезной мост. Длина пролётов до **150 м.**
3. Консольный ж/б мост. Длина пролётов до **150 м.**
4. Рамный мост. Длина пролёта до **60 м.** Такая система предназначена для путепроводов.
5. Арочный ж/б мост. Длина пролёта до **300 м.**
6. Вантовый ж/б мост. Длина пролётов до **350 м.**

2.5.2. Железобетон как строительный материал

Вопросы:

1. **Железобетон, его достоинства и недостатки.**
2. **Бетон, принимаемый в ж. б мостах**
3. **Арматура, принимаемая в ж.б. мостах**

1. **Железобетон, его достоинства и недостатки.**

Железобетон – это материал, состоящий из бетона и стали, которые хорошо работают совместно.

Бетон хорошо работает на сжатие. Сталь на растяжение.

Бетон и сталь хорошо работают благодаря хорошему сцеплению между ними, а также почти одинаковому коэффициенту линейного расширения.

Железобетон может быть двух видов:

1. Обычный;
2. Предварительно-напряжённый.

Достоинства и недостатки железобетона.

1. Достоинства: малые эксплуатационные затраты; ж/б мосты не горят по сравнению с деревянными мостами;

2. Недостатки: большой собственный вес (в связи с этим связано, что 75 % материала идёт на то, чтобы поддерживать собственный вес и лишь 25 % материала закладывается на восприятие нагрузки, для которой строится данный мост); ж/б мосты трудно подлежат реконструкции.

2 Бетон, принимаемый в жб мостах.

Для приготовления бетона применяют следующие виды цемента:

1. Портландцемент;
2. Сульфатостойкий;
3. Глиноземистый.

Показатель прочности бетона - класс бетона

Класс бетона – это прочность образцов в виде кубиков **15×15×15 см** в возрасте **28** дней испытанных на сжатие.

Существуют следующие виды бетона:

1. Лёгкий с объёмным весом до $1,6 \text{ т/м}^3$ (используется лёгкий наполнитель- керамзит);

2. Тяжёлый бетон с объёмным весом до $2,4 \text{ т/м}^3$ (щебень из твёрдых горных пород - гранит).

F- Марка по морозостойкости МРЗ – это количество попеременного оттаивания и замораживания бетона, после которых его прочность снижается не более чем на 10-15 % (для мостов бетон принимается с МРЗ (100-500)).

Марка по водонепроницаемости –W- соответственно давлению воды (МПаэ), при котором не наблюдается просачивание ее через образец бетона высотой 15 см в возрасте 28 суток: *W₄-в подводных и подземных сооружениях, W₆- в водопропускных трубах, в элементах проезжей части, переходных трубах, в W₈ – в блоках облицовки опор, на Севере*

Водоцементное отношение 0,6-0,65.

Расход цемента для приготовления 1 м^3 бетона:

1. Для элементов, не соприкасающихся с водой не менее 250 кг/м^3 ;
2. Для элементов соприкасающихся с водой не менее 270 кг/м^3 ;
3. Но в обоих случаях не более 450 кг/м^3 .

Класс цемента – это прочность кубиков размером $10 \times 10 \times 10$ см при испытании их на сжатие.

Класс цемента должен быть в 1,3-1,8 раза выше класса бетона.

3. Арматура, применяемая в ж/б мостах.

Арматура может быть:

- предварительно-напряжённая;
- ненапряжённая.

В ж/б мостах применяется следующая арматура:

Класс арматуры:

- горячекатаные гладкие стержни класса А-I
- горячекатаные стержни периодического профиля класса А-II, А-III, А-IV, А-V

– термически упрочненные стержни периодического профиля класса Ат-IV, Ат-V, Ат-VI

Чем больше цифра, тем выше прочность арматуры, но хуже сваривается.

– высокопрочная холоднотянутая гладкая проволока В- II

– высокопрочная холоднотянутая проволока периодического профиля Вр- II

- арматурные канаты из высокопрочной проволоки К-7 в виде семипроволочных прядей

- канаты спиральные, двойной завивки и закрытых.

2.5.3. Виды железобетонных конструкций. Основные правила армирования

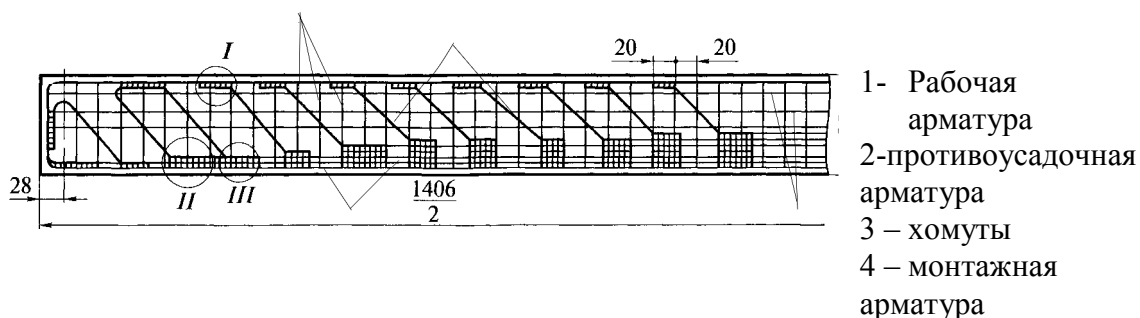
При строительстве транспортных сооружений применяются следующие виды ж.б. конструкций: арки, колонны, плиты, балки, сваи, трубы, стойки и т.д.

Их изготавливают на заводах ЖБИ, также возможно их изготовление на месте строительства моста (балки, плиты, колонны, арки).

При изготовлении ж.б. конструкций необходимо соблюдать правила армирования конструкций.

Правила армирования рассмотрим на примере армирования Т-образной ненапряженной балки:

Пример армирования Т-образной балки.



Арматура применяется как в виде отдельных стержней, пучков проволоки, так и в виде готовых каркасов:

-Рабочая арматура – количество и диаметр стержней принимается расчетом, в зависимости от нагрузки. При монтаже должен соблюдать защитный слой (3 см –в зависимости от размеров конструкции – принимается по СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы)

-Монтажная арматура – необходима для пространственно неизменяемости каркаса. Принимается конструктивно

-Противоусадочная арматура- необходима для предотвращения появления трещин при твердении бетона.

Диаметр рабочей арматуры балок делают не менее 12 мм, защитный слой бетона -3-5см.

Арматура может быть обычной и предварительно напряженной.

Существуют два основных вида предварительно напрягаемой арматуры: с натяжением ее на упоры до бетонирования и с натяжением на бетон после бетонирования.

2.5.4 Железобетонные балочные мосты

Вопросы:

1. Классификация ж/б балочных мостов.

2 Плитные пролетные строения.

3. Разрезные балочно-ребристые пролетные строения с ненапрягаемой арматуры

4. Разрезные, неразрезные и консольные балочно-ребристые пролетные строения с напрягаемой арматурой

1. Классификация ж/б балочных мостов.

Балочные мосты могут быть:

1. По статической схеме пролётного строения:

- разрезные (пролёты до 40 м);
- неразрезные (пролёты до 150 м);
- консольные (до 150 м).

2. По способу армирования:

- с обычной арматурой;
- с предварительно-напряжённой арматурой.

3. По способу постройки:

1. Монолитные (наиболее надежные)

2. Сборно-монолитные

3. Сборные (менее надежные)

3. По типу несущей конструкции:

- плитные пролётные строения (до 18 м)
- ребристые пролётные строения (до 42 м)
- пролётные строения коробчатого сечения (до 150 м)

2. Плитные пролётные строения:

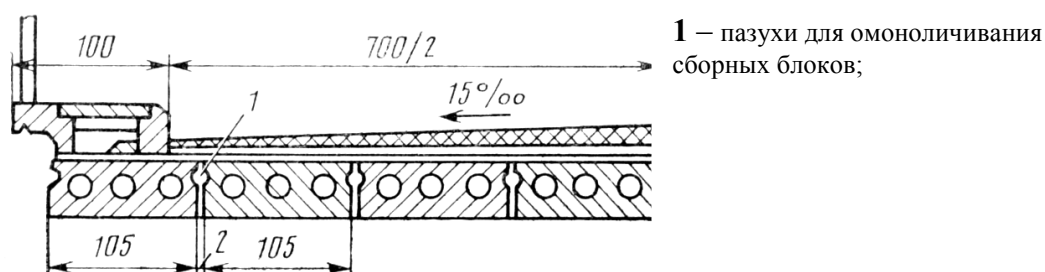
Они могут иметь следующую конструкцию:

- плиты сплошного сечения;

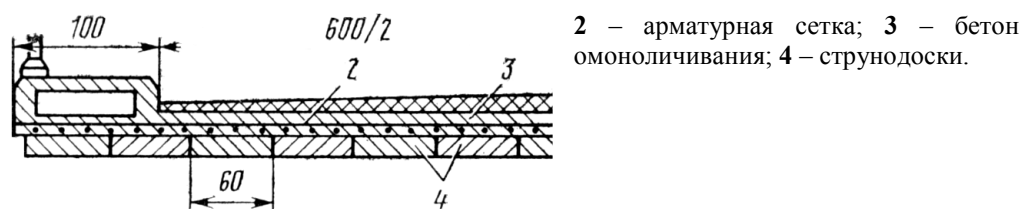
- плиты с цилиндрическими отверстиями (при длине пролёта **6-9 м**);
- плиты с овальными пустотами (при длине пролёта **12-18 м**);
- сборно-монолитные пролётные строения.

Сборные блоки объединяют в сплошные пролётные строения омоноличиванием продольных швов между блоками, имеющими специальные пазухи:

Плиты с цилиндрическими отверстиями.



Сборно-монолитные пролётные строения:



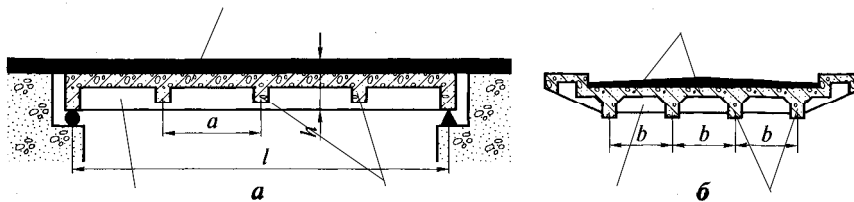
Сборно-монолитные пролётные строения представляют собой предварительно-напряжённые блоки, по которым укладывается слой бетонной смеси (бетоноомоноличивание).

В настоящее время применяют унифицированные плитные пролётные строения (длиной 6, 9, 12, 15, 18 м), ширина элемента – 1 м.

3. Разрезные балочно-ребристые пролетные строения с ненапрягаемой арматуры

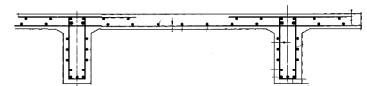
Рибристые пролетные строения с ненапрягаемой арматурой применяются при длине пролета 12-21 м.

Они состоят из :



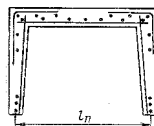
1. Главных балок - несущий элемент, перекрывающий пролет
2. плит проезжей части – несущий элемент конструкции проезжей части.
3. Диафрагм – служат для объединения главных балок – они обеспечивают пространственную работу элементов пролетного строения

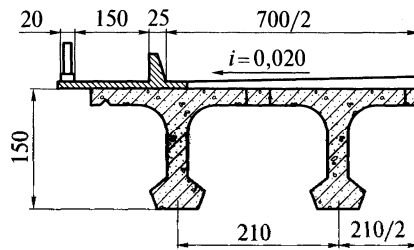
Балочно-ребристые пролетных строения могут бы



1. Таврового сечения (Т-образная балка) – примен

2. П-образного сечения -





Принимаются унифицированные предварительно напряженные балки длиной – 12,15,18,21,24 и 33 м.

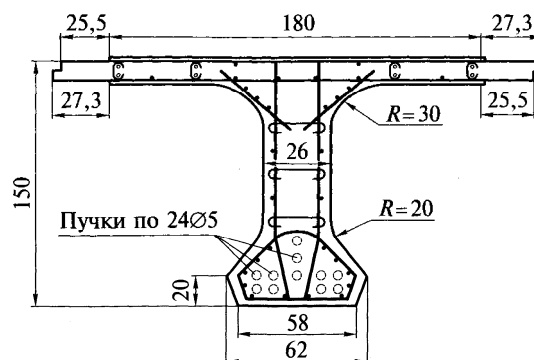
Высота балок – 1/20 пролета.

Толщина плиты проезжей части – 18 см (т.к. защитный слой – 5 см)

Толщина ребер в средней части пролета – 16 см, в приопорных зона увеличивается до 26 см.

В нижней части ребра – уширение для размещения пучков напрягаемой арматуры.

Армирование:



Плита армируется двумя плоскими сварными сетками, размещенными у нижней и верхней ее кромок..

Стенка балки армируется двумя сварными сетками, размещенными у внешних поверхностей.

Нижнее ребро балок армируется двумя каркасами.

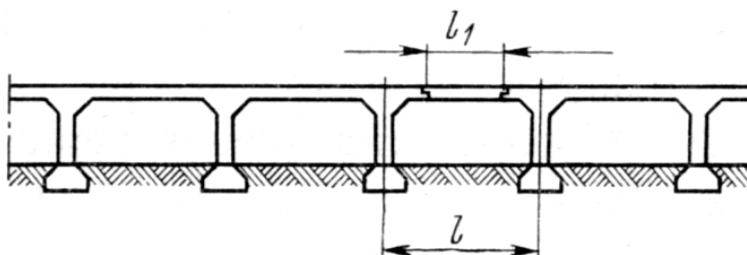
В зоне присоединения плиты к стенкам наклонно размещены стержни противоусадочной арматуры.

2.5.5. Рамные и арочные ж/б мосты. Основные виды. Конструкция.

Вопросы:

1. Рамные мосты ж.б. мосты.
2. Арочные ж.б. мосты.

1 Рамные мосты ж.б. мосты.



2. Арочные мосты.

В ж/б мостах арочной системы основными несущими элементами служат своды или арки.

Свод (только в мостах с ездой поверху)представляет собой криволинейную плиту, ширина которой значительно больше её толщины. Своды могут иметь прямоугольное, ребристое и коробчатое поперечное сечение.

Арка – это кривой брус, поперечный размер которой обычно меньше его высоты.

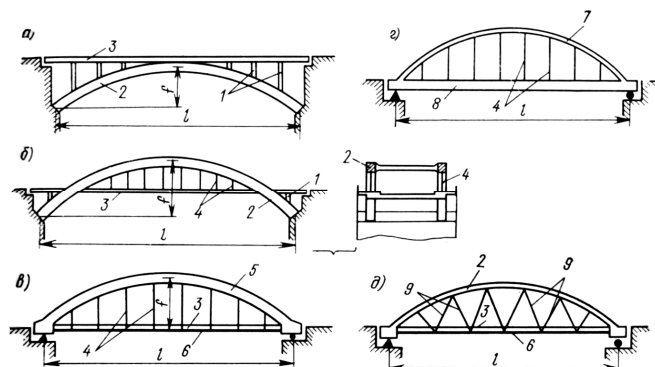
Т.к. арки (своды) в основном работают на сжатие, в них наиболее эффективно может быть использован бетон высоких марок.

Арка может иметь прямоугольное, двутавровое и коробчатое поперечное сечение.

Арочные мосты целесообразно применять при длине пролета более 60 м. (пролетные строения легче и экономичней балочных, но необходимы более мощные ф-ты, тк.им передается распор)

Стрелу подъема арок (сводов) - f - назначают 1/2-1/10 пролета.

Основные системы ж/б арочных мостов.



1 – надарочные стойки; 2 – арка; 3 – конструкция проезжей части; 4 – подвески; 5 – жёсткая арка; 6 – гибкая затяжка; 7 – гибкая арка; 8 – жёсткая затяжка; 9 – наклонные подвески.

Арочные мосты легче и экономичнее балочных. Ж/б арками или сводами перекрывают пролёты от 60-80 м и более; современные арочные мосты имеют пролёты до 300 м.

По статической схеме арочные мосты могут быть:

1. бесшарнирными (жёстко арки с опорами – более просты по конструкции)
2. двухшарнирным
3. трёхшарнирными (не возникают усилия осадок ф-ов, колебаний температуры).

По уровню проезда арочные мосты могут быть:

1. – с ездой поверху (рис. а) (выгодно через реки, ущелья)
2. – с ездой посередине (рис. б)

3. – с ездой понизу (рис.в) (над равнинными реками)

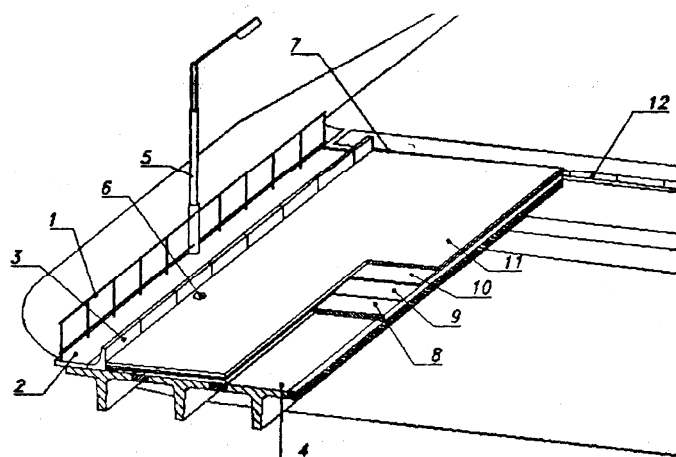
Тема 2.5.6. Мостовое полотно, тротуар и перила.

Водоотвод. Гидроизоляция и деформационные швы.

Вопросы:

- 1. Конструкция мостового полотна, проезжей части.**
- 2. Водоотвод.**
- 3. Деформационные швы.**
- 4. Конструкция тротуаров, перил и барьерного ограждения.**

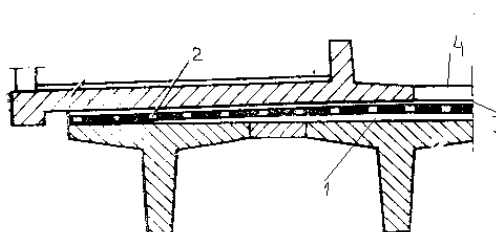
1. Конструкция мостового полотна , проезжей части.



Мостовое полотно- совокупность всех элементов, расположенных на пролетном строении, предназначенных для обеспечения нормальных

условий безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также для отвода воды с поверхности покрытия моста и в сопряжениях с подходами. Мостовое полотно состоит из одежды ездового полотна, тротуаров, ограждающих устройств, деформационных швов, освещения, водоотвода, сопряжений моста с подходами.

Конструкция проезжей части:



1 – сточный треугольник (или выравнивающий слой) устраивают из ц/б смеси марки не ниже М-300 на мелкозернистом щебне ($h = 1$ см); 2 – гидроизоляция (состоит из 2-х слоёв гидроизоляционного материала наклеенных на горячую битумную мастику – мостопласт, стеклоизол, гидроизол ($h = 1$ см);

3 – защитный слой. Состоит из арматурной сетки сечением 100×100 мм поверх которой укладывается слой ц/б смеси ($h = 4$ см),

4 – покрытие (а/б – $h = 5-8$ см, ц/б – $h = 6-10$ см

Сточный треугольник устраивается для придания уклона проезжей части, а также для выравнивания всех неровностей, которые образовались при омоноличивании продольного шва.

Гидроизоляция устраивается для предотвращения попадания воды (внешней) на пролётные строения и нижележащие конструкции моста.

Защитный слой устраивается для защиты гидроизоляции от повреждения.

Тип покрытия на мосту выбирается в зависимости от типа покрытия на дороге, которую перекрывает мост.

2. Водоотвод.

Водоотвод – это комплекс конструктивных мероприятий для быстрого удаления воды с моста.

Водоотвод представляет собой:

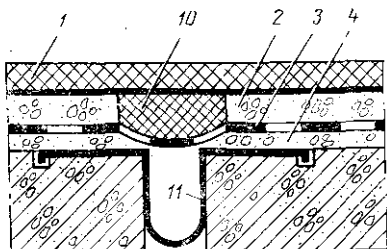
1. Устройство поперечного уклона (20 ‰);
2. Устройство продольного уклона не менее 5 ‰;
3. Устройство водоотводных трубок.

3. Деформационные швы.

Деформационный шов – конструкция, перекрывающая это зазор между торцами балок пролётного строения или между торцом балки пролётного строения и шкафной стенки.

По конструкции деформационные швы могут быть:

1. Деформационный шов с гибкой складкой (перемещение в шве 0,5-1 см).



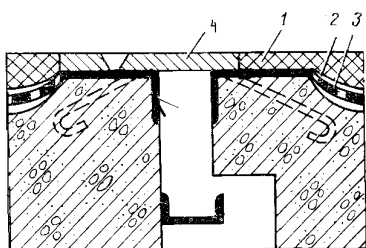
1 – покрытие; 2–защитный слой; 3–гидроизоляция; 4–сточный треугольник; 10 – пакля, пропитанная битумом.

11 – гибкая складка из оцинкованного железа (или латунный лист);

Данный деформационный шов является закрытым, т.е. без разрыва в покрытии.

Деформационный шов должен обеспечить защиту пролётного строения и нижележащих конструкций от воды и грязи.

3. Деформационный шов с металлическими уголками и листами.



1. Покрытие
2. Защитный слой
3. Гидроизоляция
4. Металлический лист
5. Уголки, окаймляющие шов
6. Водоотводной лоток
7. Выпуски арматуры

Этот вид деформационного шва позволяет совершать перемещения от 1,5-2 см. Этот вид шва является открытым, т.е. покрытие моста прерывается в месте шва.

3. Деформационный шов из полимерных материалов (каучук или резина).

В настоящее время такой вид шва применяется широко; ограничений по размеру перемещений нет (*ограничения лишь составляют климатические условия для применения данного материала*).

4. Конструкция тротуаров, перил и барьерного ограждения.

Тротуары – это части мостового полотна, предназначенные для движения пешеходов. Они ограждаются с наружной стороны перилами высотой не менее 1,1 м. Ширина тротуаров назначается в зависимости от интенсивности движения пешеходов (ширина полосы тротуара 0,75 м – при интенсивности движения пешеходов 1,5 тыс. чел. в час).

Ширину многополосных тротуаров следует назначать кратно 0,75 м.

Ширина однополосных тротуаров не менее 1 м, а на мостах расположенных в городах и посёлках не менее 1,5 м.

Ограждение – это конструктивный элемент моста расположенный на границе ездового полотна, предназначенный для предотвращения съезда транспортного средства за его пределы и для направления траектории движения.

Ограждения по конструкции бывают:

- барьерное ограждение – это ограждение, состоящее из стоек и горизонтального бруса (или стальной профильной ленты или трубы);
- парапетное ограждение – это ограждение, выполненное в виде ж/б стенки различных конфигураций.

Высота ограждения минимум 0,6 м. При отсутствии тротуаров устраивается не ближе 0,5 м от края плиты пролётного строения.

Тема 2.6. Опоры и опорные части. Сопряжение моста с насыпью.

2.6.1. Опоры и опорные части. Сопряжение моста с насыпью.

Вопросы:

- 1. Виды и назначение опорных частей и подферменников.**
- 2. Виды береговых опор.**
- 3. Виды промежуточных опор.**
- 4. Сопряжение моста с насыпью подходов.**

1. Виды и назначение опорных частей и подферменников.

Опорные части – это элементы моста, передающие опорные давления от пролётного строения на опоры и позволяющие совершать пролётным строениям угловые и линейные перемещения.

Опорные части могут быть:

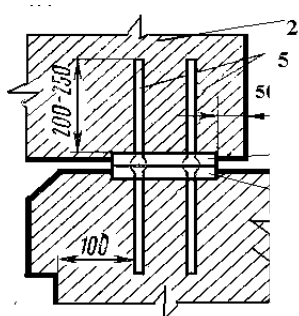
1. Неподвижные о.ч. – для передачи давления от пролётного строения на опоры и поворота пролётных строений на некоторый угол при неравномерной просадке фундаментов опор.

2. Подвижные о.ч. – для тех же целей, что и неподвижные о.ч. плюс позволяют совершать линейные перемещения пролётным строениям при температурном расширении.

По конструкции о.ч. бывают:

1. Прокладки – состоят из нескольких слоёв рубероида, толя и применяются при длине пролётов до 12 м. *Самые простые и дешёвые о.ч., но имеют малый срок эксплуатации.*

2. Плоские металлические листы - применяются при длине пролёта до 15 м.

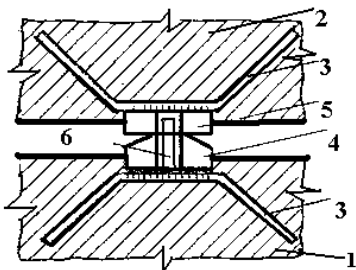


1 – пролётные строения; 2 – опора моста; 3 – верхняя металлическая пластина с горизонтальной поверхностью; 4 – нижняя металлическая пластина с горизонтальной поверхностью; 5 – выпуски арматуры.

К листам приваривают арматурные стержни, закрепленные в бетоне балки и опоры. (на неподвижной опоре укладывают один опорный лист толщиной 10-20 мм, а на подвижной – два листа, скользящие друг по другу)

Между листами для лучшего скольжения укладывается тонкий слой талька.

3. Тангенциальная опорная часть – применяется при длине пролёта до 18 м.

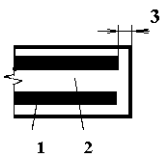


- 1 – опора моста, 2 – пролетное строение,
- 3 – выпуски арматуры, 4 – нижняя металлическая подушка с цилиндрической поверхностью и вваренным штырём;
- 5 – верхняя металлическая подушка с горизонтальной поверхностью и с отверстием для штыря
- 6 – штырь

1 – пролётные строения; 2 – опора моста; 3 – верхняя металлическая подушка с горизонтальной поверхностью и с отверстием; 4 – нижняя металлическая подушка с цилиндрической поверхностью и вваренным штырём; 5 – отверстие для штыря; 6 – штырь; 7 – выпуски арматуры.

В неподвижной опорной части устраивают потайной штырь против сдвига верхней подушки по нижней, а в подвижной опорной части штырь не делают и смещение происходит за счет скольжения верхней подушки по нижней.

4. Резинометаллическая опорная часть. Эту опорную часть применяют при любой длине пролёта.



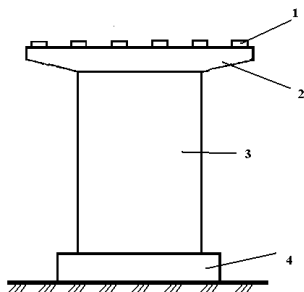
- 1 – металлические пластины;
- 2 – резина.

При большей длине пролетного строения возможно применение катковой опорной части (рассматривается позже в 7 разделе)

Опорные части можно располагать непосредственно на самой опоре, если до любой грани опоры от любой грани опорной части сохраняется расстояние не менее 15 см, но если опора не приспособлена или не удобна для непосредственной установки опорных частей, то под ними устраивают ригель или подферменники.

При большей длине пролетного строения возможно применение катковой опорной части (рассматривается позже в 7 разделе)

Подферменник представляет собой прямоугольный выступ из тела опоры, монолитно с ней соединенный и густо армированный сетками ненапрягаемой арматуры (кол-во сеток принимается расчетом)



- 1 – подферменник
- 2 – ригель (массивных опорах, а на свайных - насадка)
- 3 – тело опоры
- 4 - фундамент

2. Виды береговых опор.

Опора является основной частью моста. По затрате труда, материалоемкости и стоимости работ составляют 60-70 % от общих затрат на мост.

Опоры моста – это элемент воспринимающий нагрузку от пролётных строений и передающим её вместе с собственным весом на фундамент и основание.

Кроме того, на опоры моста действуют следующие внешние факторы: давление ото льда, ветра, грунта и навала судов.

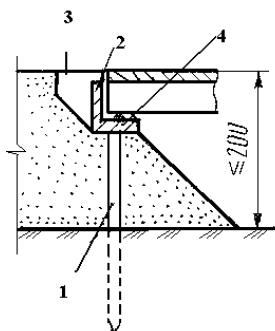
Опоры делятся на 2 группы:

- 1 – береговые (устои);
- 2 – промежуточные.

Выбор типа береговых опор по конструкции зависит от длины пролётов, от высоты насыпи на подходах .

Устои по конструкции бывают:

- 1. Однорядная свайная береговая опора - применяется при высоте насыпи подходов до 2 м и при длине пролётов до 12 м. Имеет простейшую конструкцию

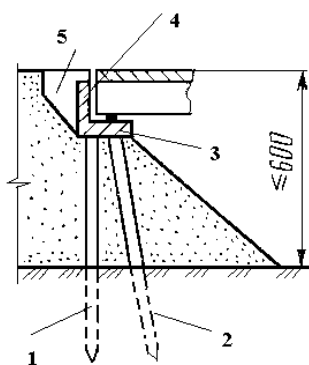


1 – один ряд свай, 2- шкафная стенка,
3- откосные крылья,
4 – насадка опоры

Шкафная стенка и откосные крылья предназначены для поддержания грунта насыпи.

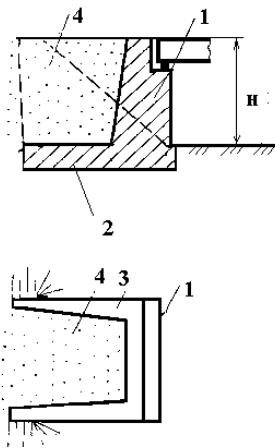
2. Двухрядный свайный устой применяется при высоте насыпи подходов до 4 м и длине пролёта до 24 м.

3. Устой козлового типа применяется при высоте насыпи подходов до 6 м и длине пролёта до 40 м.



1 – вертикальный ряд свай; 2 – наклонный ряд свай; 3 – насадка опоры, 4 – шкафная стенка, 5 – откосные крылья (открылки)

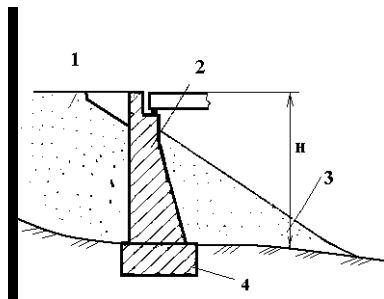
4. Устой с обратными стенками. Такой вид устоев применяется тогда, когда невозможно стеснение русла реки конусами (или в городских моста, для устройства проезда под мостом) и применяется при высоте насыпи до 10 м и длине пролёта более 40 м.



1 – тело устоя 2 – фундамент устоя, увеличенный в сторону насыпи
 3 – две обратные стенки, служат для удержания грунта насыпи подходов от обрушения т.к. в этом месте откосов нет
 4 – насыпь подходов

Устойчивость устоя обеспечивает фундамент, увеличенный в сторону насыпи, т.к. грунт лежащий на фундаменте удерживает своим весом опору от сдвига и опрокидывания.

5. Обсыпной устой, применяется при любой высоте насыпи подходов и при любой длине пролётов.



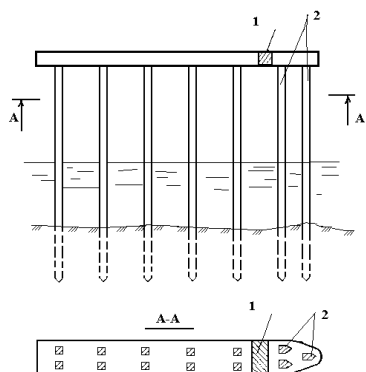
1 – насыпь подходов
 2 – тело устоя
 3 – откосные крылья
 4 – фундамент устоя

Все засыпаемые грунтом поверхность устоев должны быть защищены гидроизоляцией (обмазка битумом)

3. Виды промежуточных опор.

1. Однорядная свайная опора применяется при высоте моста h_m до 4 м; длине пролета l_p до 12 м; толщине льда $h_{льда}$ до 30 см. (*широко применяемое сечение свай 35 x 35 см*)

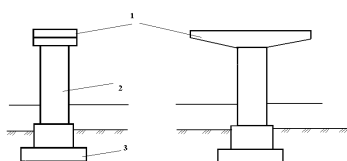
2. Двухрядная свайная опора применяется при высоте моста h_m до 6 м, длине пролета l_p до 20 м, толщине льда $h_{\text{льда}}$ до 30 см. (при толщине льда более 0,3 м для защиты опоры от повреждения льдом устраивают ледорезный блок из трех свай)



1 – насадка опоры
2 - сваи

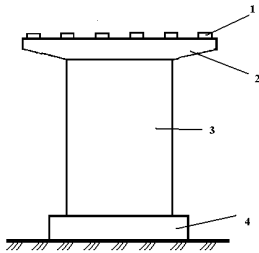
3. Стоечная опора – применяется на незатопляемой территории, в путепроводах (отличается от свайной лишь тем, что применяются стойки, опирающиеся на фундамент). Стойки имеют прямоугольное, квадратное, круглое сечение размером 25-75 см.

3. Столбчатая опора h_m до 6 м; l_p до 24 м; $h_{\text{льда}}$ до 70 см. опоры имеют один, два и более железобетонных (полых или сплошных) столбов. (Диаметром 1,2- 3 м)



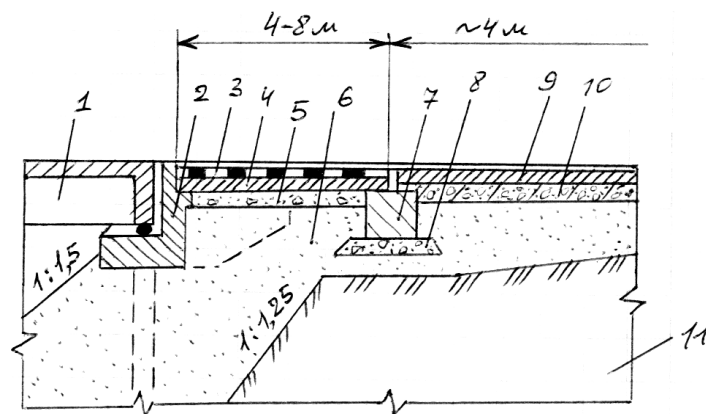
1 –ригель опоры
2 – тело опоры
3 – фундамент опоры

4. Массивная, применяется при любой высоте моста, при любом l_p и при любой $h_{\text{льда}}$.



Специальной облицовки опор для защиты от ледохода можно не делать, но бетон должен быть класса не ниже В25 при морозостойкости Мрз 100-200, а в суровых климатических условиях поверхности опор в зоне возможных уровней ледохода нужно облицовывать бетонными блоками с бетоном не ниже класса В45 и морозостойкостью не ниже Мрз 300

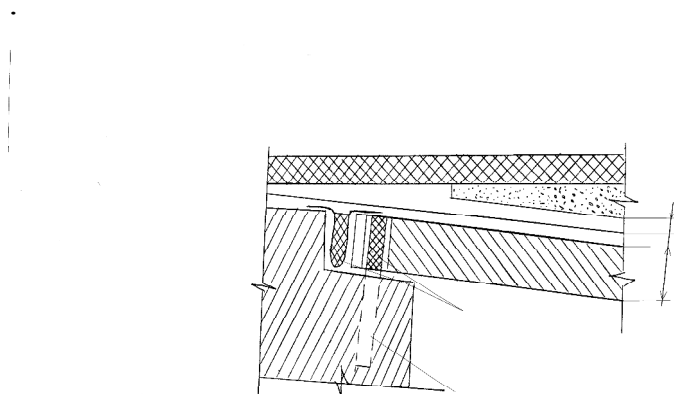
4. Сопряжение моста с насыпью подходов – устраивается для плавного въезда транспорта на моста, предотвращает просадки насыпи.



1 – пролётное строение; 2 – устой; 3 – дорожное покрытие; 4 – переходная плита; 5 – щебёночная подготовка; 6 – крупный или среднезернистый песок; 7 – опорный ж/б лежень; 8 – щебёночная подушка лежня; 9 – промежуточная плита; 10 – основание дорожной одежды; 11 – грунт насыпи подходов.

Переходные плиты из отдельных блоков шириной 1-1,5 м, длиной 4-8 м. толщиной 14—20 см одним концом опираются на специальный выступ в конце консоли, а другим — на железобетонный лежень. Плиты

укладывают с уклоном 1 : 10 в сторону насыпи и закрепляют штырями, забетонированными в пролетном строении. В плитах для заделки штырей предусмотрены отверстия, в которых заделаны обрезки газовых труб. Пространство между плитой и пролетным строением, а также просветы между стенками газовых труб и штырями заполняют горячим битумом. Устройство оклеечной изоляции поверх плиты не обязательно: можно ограничиться выпуском ее на начало плиты для перекрытия шва сопряжения с пролетным строением . Под плитой устраивают подушку из дренирующего материала.



1. Штырь
2. Заливка битумом

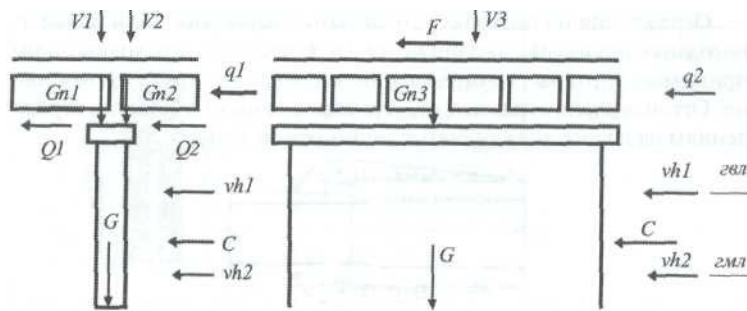
2.6.2 Основы проектирования и расчета опор.

Опоры мостов рассчитывают на общую устойчивость против опрокидывания и сдвига, на прочность тела опоры, его фундамента и основания.

На опору действуют вертикальные и горизонтальные усилия. Вертикальные усилия слагаются из собственного веса опоры и пролетных строений и временной подвижной нагрузки. Горизонтальные усилия возникают от

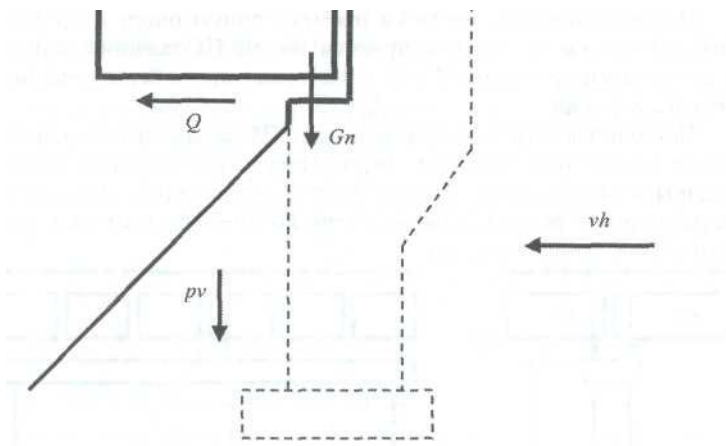
действия сил торможения, центробежных сил на кривых в плане мостах, поперечных воздействий движущейся нагрузки, ветровой нагрузки, навала судов и давления льда. На устои действует также горизонтальное давление грунта насыпи.

При расчете промежуточных опор балочных мостов учитывают следующие виды силовых воздействий: собственный вес опоры — G ; опорные давления от веса пролетных строений и мостового полотна — $Gn1$, $Gn2$, $Gn3$; опорные давления от временной подвижной нагрузки — $V1$, $V2$, $V3$; тормозные силы — $Q1$ и $Q2$; ветровые нагрузки — $q1$ и $q2$; давление льда — $vh1$ и $vh2$; нагрузка от навала судов — C ; поперечные удары подвижной нагрузки F .



- 186 -

Береговые опоры (устои) рассчитывают только на нагрузки, действующие вдоль моста. Кроме перечисленных выше нагрузок, на устой действуют еще вертикальные p_v и горизонтальные vh давления грунта.



Расчет опор производится по обрезу и по подошве фундамента по первому предельному состоянию: прочности и по устойчивости положения на расчетные нагрузки с коэффициентами перегрузки.

Расчет по прочности сечений внецентренно сжатых элементов производится, при малых эксцентриситетах по формуле:

$$\frac{N \cdot e}{\varphi \cdot S_0} \leq R_{np}$$

при больших эксцентриситетах по формуле:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A_c} \leq R_u$$

признаком малого эксцентриситета является условие $S_c > 0,8S^{\wedge}$

где:

N — нормальное усилие;

φ —коэффициент понижения несущей способности сжатых элементов или коэффициент продольного изгиба (СНиП 2.05.03-84*, табл. 36, 37);

e — эксцентриситет, расстояние от точки приложения нормального усилия $M_{до}$ менее напряженной грани сечения;

S_0 — статический момент площади A относительно менее напряженной грани сечения;

S_c —статический момент площади сечения сжатой зоны бетона A_c относительно менее напряженной грани сечения;

R_{np} и R_u —расчетные сопротивления, на осевое сжатие и сжатие при изгибе (СНиП 2.05.03-84, табл. 23);

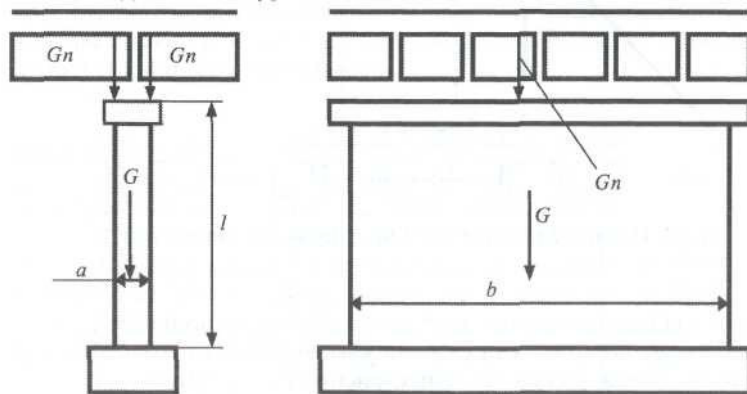
b —наименьший размер поперечного сечения элемента;

l_0 — свободная длина элемента.

Пример расчета:

На двухпролетном мосту на промежуточную опору с прямоугольным сечением в плане опираются два ж/б ПС заданной длиной и расчетными пролетами 11 и 12 м. Материал опоры бетон заданной марки с R_{np} и R_u .

Постоянная нагрузка: полный вес ж/б ПС заданной длины, в том числе, вес мостового полотна и перил. Определяем нагрузку на 1 п.м. Заданы размеры опоры — b (ширина опоры по фасаду моста), a (ширина опоры по фасаду), l (высота опоры по обрезу фундамента), временная подвижная нагрузка.



Тогда вышеуказанные формулы приобретают вид:

при малых эксцентриситетах

$$\frac{N}{\varphi A} \cdot \left(1 + \frac{2eo}{b}\right) \leq R_{np}$$

где $eo = \frac{M}{N}$ — эксцентриситет приложения продольной силы; N

M — момент действующих сил относительно центра тяжести сечения;

b — размер опоры по ширине; A — площадь всего сечения;

при больших эксцентриситетах

$$\frac{N}{\varphi A_c} = \frac{N}{\varphi \cdot A(1 + 2e_0/b)} \leq R_u$$

· признаком малого эксцентриситета является условие $eo < 0,225b$.

Проверяем опору в направлении вдоль моста. Основные сочетания нагрузок: постоянная нагрузка и временная на одном из пролетов.

Проверка напряжений по обрезу фундамента.

Площадь сечения по обрезу фундамента: $A = b \cdot a$

Момент инерции сечения $I = \frac{a \cdot b^3}{12}$

Определяем собственный вес опоры (в т) с удельным весом ж/бетона 2,5 т/м³.

Расчетный вес с учетом коэффициента перегрузки в т. Давление от веса пролетного строения:

$$Gp = \frac{(n \cdot p_1 + n \cdot p_2)L}{2}$$

где:

n — коэффициенты перегрузки, для мостового полотна — 1,3, для ПС-1, 1.

Коэффициент понижения несущей способности определяется $I_0 = 2 \cdot l$.

φ по СНиП 2.05.03-84* (табл. 36, 37). Давление от временной подвижной нагрузки:

$$V = n \cdot \frac{v \cdot L}{2}$$

где:

v — временная эквивалентная нагрузка (табл. 1 СНиП 2.05.03-84*);

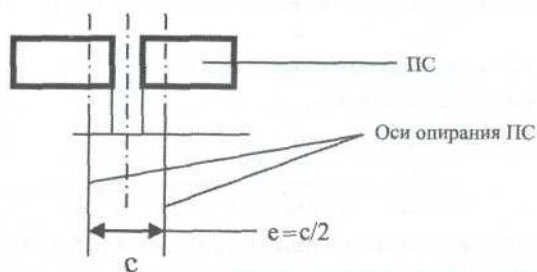
n — коэффициент перегрузки для временной нагрузки при основных сочетаниях нагрузок (СНиП 2.05.03-84*).

Сумма вертикальных сил:

N = расчетный вес опоры с учетом коэффициента перегрузки + давление от веса пролетного строения + давление от временной подвижной нагрузки, (т).

Момент относительно центра тяжести сечения от временной нагрузки на втором пролете:

$$M = V \cdot e$$



Эксцентриситет $e = M/N$ должен быть $< 0,225 b$.

При малом эксцентриситете напряжения определяются по формуле:

$$\frac{N}{\varphi A} \cdot \left(1 + \frac{2eo}{b}\right) \leq R_{np}$$

Тема 2.7. Металлические мосты.

2.7.1. Общие сведения. Основные системы металлических мостов.

Вопросы:

1. Основные особенности металлических мостов.
2. Мероприятия по защите металлических мостов от коррозии.
3. Способы соединения металла.
4. Основные виды прокатной стали, применяемой в мостах

1. Основные особенности металлических мостов

(достоинства и недостатки).

К металлическим мостам относят мосты с металлическими пролётными строениями, а опоры из железобетона или бутобетона (реже из металлических элементов).

Благодаря высокой прочности строительных сталей пролётными строениями можно перекрывать расстояния свыше 1 км.

Достоинства и недостатки металлических мостов (по сравнению с железобетонными мостами):

Достоинства:

1. Т.к. элементы металлического моста по своей массе легче железобетонного, то упрощается транспортировка к месту строительства;
2. металл хорошо обрабатывается на металлорежущих станках, хорошо соединяется между собой сваркой, высокопрочными болтами, заклёпками;
3. монтаж металлических элементов возможен в любое время года;
4. металлические мосты более удобны и приспособлены к реконструкции.

Недостатки

1. Дорогие эксплуатационные затраты (периодическая окраска металлических элементов);
2. большой расход прокатного металла.

Металлические мосты могут быть следующей системы:

1. Балочные
2. Рамные
3. Арочные.
4. Висячие.
5. Комбинированные.

2. Мероприятия по защите металла от коррозии.

1 способ – окраска элементов (регулярная) (лакокрасочными материалами, системы покрытий на основе цинконаполненных грунтовок – обычно это трехслойное покрытие состоящие из протекторной грунтовки с цинковой пылью, промежуточного слоя антикоррозийными пигментами и декоративного слоя с повышенной атмосферо- и УФ-стойкостью, полиуретановыми материалами, лакокрасочными материалами , изготовленными на основе нанотехнологий.)

2 способ – применение сплавов, которые не требуют постоянной окраски, под атмосферным воздействием образуется тонкий слой, защищающий металл от коррозии.

3. Способы соединения металла.

1. Сваркой:

а) встык



б) внахлест

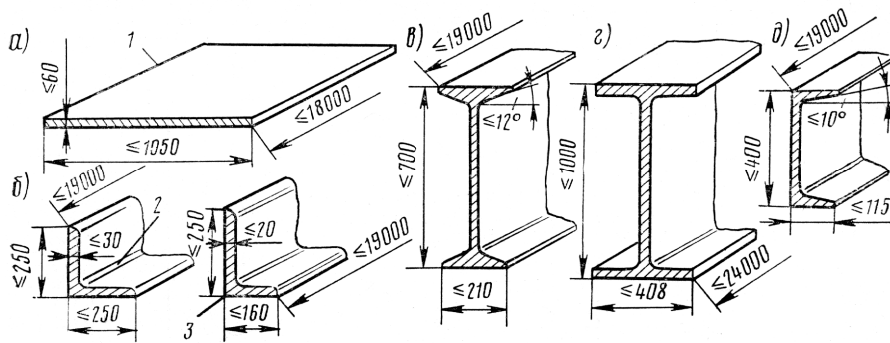


в) с накладкой

2. Высокопрочными болтами
3. Заклепками (устарелый способ и в настоящее время используется мало, но существуют мосты с таким видом соединения).

4. Основные виды прокатной стали применяемые в мостах.

Металлические строительные 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, способностью свариваться , увеличение содержания углерода повышает прочность и предел текучести стали, но делает ее более хрупкой, ухудшает свариваемость .



2.7.2. Конструкция пролетных строений со сплошными главными балками.

Вопросы:

1. Достоинства пролетных строений со сплошными главными балками.
2. Назначение высоты главных балок, их количество и расположение.

1. Достоинства пролетных строений со сплошными главными балками.

Стальные пролетные строения могут быть балочные, арочные, рамные, висячие и комбинированные,

Пролетные строения металлических мостов могут быть:

1. сплошного сечения; (балки, рамы, арки)
2. сквозного сечения. (решетчатыми)

Пролетное строение сплошного сечения применяют при длине пролета до 270 м (max) в среднем до 80 м.

По конструкции пролетные строения сплошного сечения могут быть:

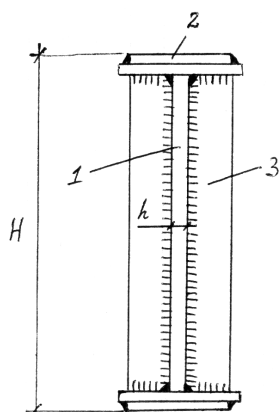
1. коробчатого сечения;
2. двутаврового сечения.

В настоящее время более распространено двутавровое сечение.

Пролетные строения со сплошными главными балками имеют следующие достоинства: простая конструкция, которая удобна для изготовления и монтажа, строительная высота меньше, чем пролетных строений со сквозными фермами.

2. Назначение высоты главных балок, их количество и расположение

Пролетное строение в виде сплошной двутавровой балки.



- 1 – вертикальный лист (стенка балки);
- 2 – горизонтальные листы (полки балки);
- 3 – ребра жесткости.

Соединение балки может быть болтовым или сварным.

Болтовое соединение не экономично, т.к. ослабевает сечение балки, поэтому предпочтительней сварное соединение.

Высота балки принимается $1/15$ - $1/20$ от длины пролета.

Толщина стенки балки принимается $1/100$ - $1/200$ от высоты H балки, но не менее 1 см.

Для того чтобы обеспечить балке устойчивость против выпучивания по всей длине балки устраивают ребра жесткости.

Расстояния между ребрами жесткости устанавливают расчетом, но не более чем двойная высота балки.

Ребра жесткости обязательно устанавливают в тех местах, где на балку действует сосредоточенная сила (на опоре моста).

Балки располагают на расстоянии 2-3 м друг от друга.

При больших пролетах экономически целесообразно устраивать всего 2 балки, но более мощного сечения (а при большой ширине моста принимают большее количество балок и располагают их на расстоянии 6-8 м.)

2.7.3. Конструкция пролетных строений со сквозными балочными фермами.

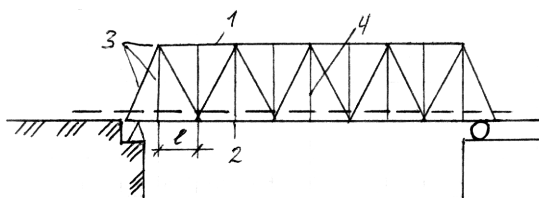
Вопросы:

- 1. Пролетные строения со сквозными балочными фермами.**
- 2. Связи металлических балочных пролетных строений. Их назначение и конструкция.**
- 3. Опорные части металлических балочных пролетных строений. Их типы.**
- 4. . Опоры металлических мостов, основные виды**
- 5. Проезжая часть металлических мостов.**

- 1. Пролетные строения со сквозными балочными фермами.**

Пролетные строения со сквозными балочными фермами устраиваются при длине пролета более **80-100 м**.

В настоящее время наиболее распространена ферма с параллельными поясами и треугольной решеткой с ездой по низу:



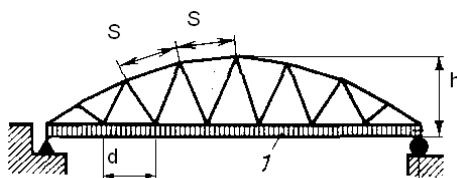
1 – верхний пояс;

2 – нижний пояс;

3 – треугольная решетка;

4 – стойки (устраивают для уменьшения длины панели (L) и для уменьшения свободной длины элементов нижнего пояса).

При пролетах более **100 м** выгодно увеличивать высоту фермы к середине пролета на **20-50 %**.



2. Связи металлических балочных пролетных строений.

Их назначение и конструкция.

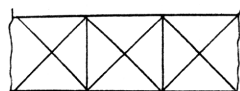
Для пространственной неизменяемости пролетных строений устраивают продольные и поперечные связи.

Продольные связи устраивают по верхнему и нижнему поясу.

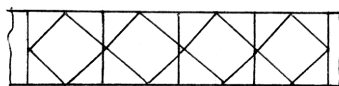
Поперечные связи устраивают с обоих торцов пролетного строения.

Решетка продольных связей может быть:

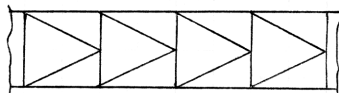
1. крестовая решетка



2. ромбическая



3. полуфаскосная



Поперечные связи бывают:

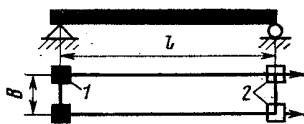
1. крестовые;
2. треугольные;
3. раскосные.

3. Опорные части металлических балочных пролетных строений. Их типы.

Опорные части воспринимают нагрузку от пролетного строения и передают на опору моста.

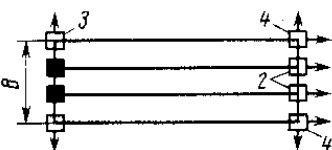
Схема расположения опорных частей:

а). При ширине моста не более 15 м.:



- 1- неподвижная опорная часть
- 2- продольно подвижная опорная часть
- 3- поперечно подвижная опорная часть
- 4- опорная часть подвижная в двух направлениях

б). При ширине моста более 1

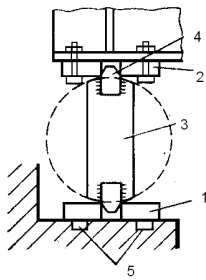


При ширине моста более 15 м учитываются поперечные перемещения.

По конструкции опорные части бывают:

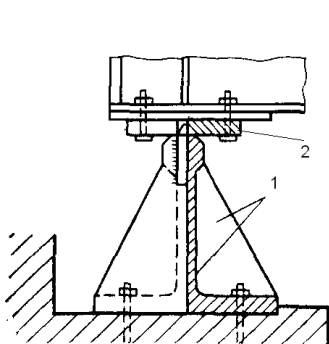
1. Тангенциальную опорную часть применяют при длине пролета до 25 м;
2. Катковая опорная часть применяется при длине пролета до 50-60 м.

- 1 – срезанный каток
- 2 – верхняя подушка
- 3 – нижняя подушка
- 4 – выступ для закрепления нижней подушки на подферменной площадке
- 5 – противоугонный зуб



Каток делается из литого металла или же из толстой листовой стали. Для экономии металла каток делают урезанным.

3. Балансирная опорная часть – применяется при больших и средних пролетах.



- 1 – балансир
- 2- ребра жесткости
- 3 – верхняя металлическая подушка
- 4 – болт
- 5 – опора моста
- 6 – главная балка пролетного строения

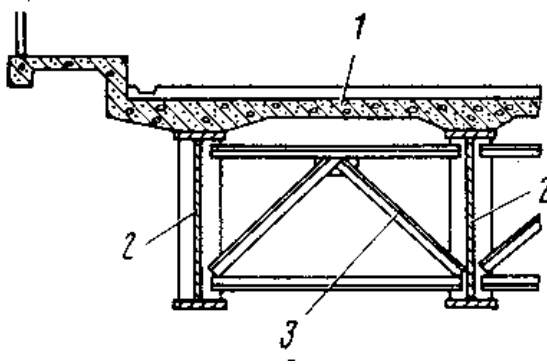
4. . Опоры металлических мостов, основные виды

Опоры металлических возводят из бетона или железобетона монолитной, сборной или сборно-монолитной конструкции., в горной мостах (виадук) через глубокие лоцины, а также в путепроводах бывает целесообразно устройство металлических опор (металлические опоры представляют собой стойки двутаврового, коробчатого или трубчатого сечения, которые жестко или шарнирно опираются на фундамент).

5. Проезжая часть металлических мостов.

Существуют следующие виды проезжей части металлических мостов:

1. Железобетонная проезжая часть.



1. Ж/б плита
2. Главная балка
3. Поперечные связи между балками
4. Тротуар

Железобетонная плита может быть монолитной и сборной.

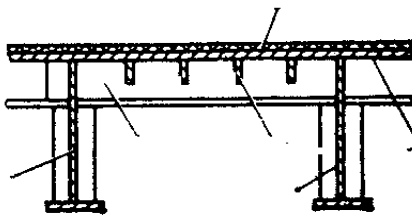
Поверх ж.б.плиты укладывают дорожное покрытие с гидроизоляционным слоем аналогично тому, как это делается в железобетонных мостах.

Достоинства: 1. простота монтажа; 2. большой срок службы.

Недостатки: 1. большой вес

2. Металлический настил.

Представляет собой сплошной металлический лист, покрытый асфальтобетоном.



1. Главная балка
2. Стальной лист настила
3. Поперечная балка
4. Продольное ребро металлического настила
5. Дорожное покрытие
6. Гидроизоляция

Достоинства:

1. небольшой вес.

Недостатки:

1. трудность изготовления (целесообразно применять при больших пролетах).

3. Деревянная проезжая часть.

Деревянная проезжая часть (с двойным дощатым настилом).

2.7.4 . Арочные, рамные, висячие и вантовые системы металлических мостов

Вопросы:

1. Арочные и рамные системы металлических мостов.

2. Вантовые металлические мосты.

3. Висячие металлические мосты.

1. Арочные и рамные системы металлических мостов.

По статической схеме металлические арки мостов могут быть: **бесшарнирные, двухшарнирные, и трехшарнирные.** Чаще всего применяют двухшарнирные арки. Они имеют достаточную жесткость и мало реагируют на изменения температуры. Трехшарнирные арки применяют в случаях, когда возможны просадки опор. Бесшарнирные арки, испытывающие большие дополнительные напряжения от изменений температуры, применяют очень редко.

При достаточной строительной высоте арочные мосты возводят **с ездой поверху.** Если по местным условиям это невозможно, то арки поднимают выше уровня проезжей части, устраивая мост **с пониженной ездой** или даже **с ездой понизу.**

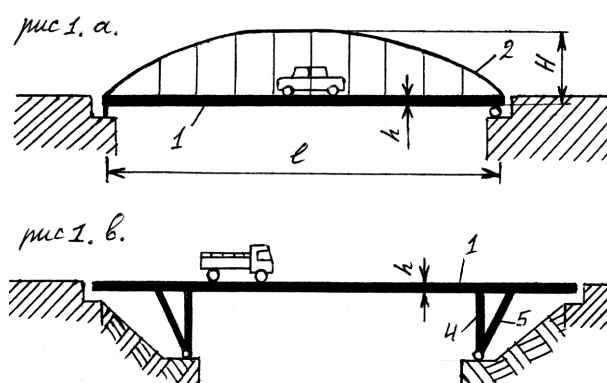
Арочные мосты с ездой понизу часто делают с затяжкой, воспринимающей распор арки.

Арочные мосты делают **клепаннными или сварными.**

Арки могут быть **сплошного сечения** (применяют при длине пролета до 200 м) и **решетчатые** (при длине пролета более 200 м)

Стрела подъема принимается $1/6 - 1/7$ длины пролета.

Высота h арок $1/50 - 1/60$ длины пролета.



1 – жесткая балка;

2 – верхний полигональный пояс (гибкая арка);

4 – металлическая стойка;

5 – металлический подкос.

3. Висячие мосты.

В висячих металлических мостах **главным несущим** элементом служат **кабели**, работающие **на растяжение**. К кабелю с помощью подвесок подвешивают балки жесткости с конструкцией проезжей части.

Кабели изготавливают из крученных проволочных канатов, а при больших пролетах – из мощного пучка параллельных проволок.

Крученые канаты для кабелей и вантов висячих мостов делают из стальной холодноотянутой проволоки с пределом прочности 1800 МПа (чем тоньше проволока, тем она прочнее). Толщина проволок составляет 3-5мм.

Для кабелей применяют канаты: имеющие крестовую свивку, при которой проволоки в прядях и сами пряди навиты в противоположные стороны, применяют также плотные или закрытые канаты, в которых наружные слои имеют проволоки фасонного сечения, предохраняющие внутренние проволоки от проникновения к ним влаги. Против ржавления проволоки

покрывают оцинковкой и заполняют промежутки между проволоками, прядями и канатами (в кабеле) антикоррозийной смазкой. *Благодаря высокой прочности стальных проволочных канатов вес всяких мостов получается наименьшим, что позволяет перекрывать ими очень большие пролеты (до 2-х км.)*

Стрела- f - принимается $1/8$ пролета.

Кабель проходит над вершинами пилонов и закрепляется концами в устоях. К кабелю с помощью подвесок подвешивают **балки жесткости** с конструкцией проезжей части моста (рис. 2).

При различных положениях временной нагрузки кабель меняет свое геометрическое очертание. Например, при загрузке временной нагрузкой левой половины пролета кабель сильно провисает в этом полупролете за счет правого. В результате пролетное строение значительно прогибается в загруженной половине пролета и в незагруженной вверх, образуя двухволновую (S-образную) форму линии прогиба моста. Чтобы уменьшить большие прогибы, вызываемые деформациями кабеля, устраивают балки (или фермы) жесткости. Чем больше высота балки жесткости, тем меньше прогибы вичячего моста под временной нагрузкой.

Высоту балки жесткости принимают $1/60$ пролета, а при перекрытии очень больших пролетов $-1/100$ пролета

Висячие мосты в зависимости от способа закрепления концов кабеля разделяют на распорные и безраспорные.

В распорных мостах усилия концов кабеля передаются на грунт или массивные устои.

В безраспорных мостах часть усилий концевых частей кабеля передается балке жесткости, а часть устою. *(В безраспорных мостах горизонтальные слагающие H усилия в концевых частях кабеля передаются балке жесткости и только вертикальные слагающие требуют закрепления в устоях.)*

Из-за передачи распора на балки жесткости возрастает затрата на них металла, но зато устои имеют меньший объем. Поэтому безрапорные висячие мосты применяют для небольших пролетов (не более 300 м), когда из-за слабых грунтов желательно уменьшить нагрузку на устои.

Пилоны – мощные стойки, шарнирно опертые или защемленные нижним концом на опоры. (кабель проходит над вершинами пилонов и опирается на них с помощью стальных литых подушек).

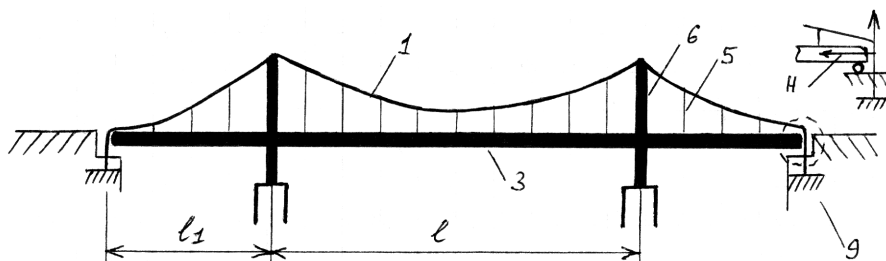


Рис. 2.

- 1 – кабель;
- 2 – балка жесткости;
- 5 – вертикальная подвеска;
- 6 – пилон;
- 9 – закрепление кабеля, передающее вертикальную его реакцию.

4. Вантовые мосты.

В вантовых мостах балку жесткости изготавливают неразрезной, а ванты располагают симметрично по обе стороны пилонов.

Крайние ванты в береговых пролетах закрепляют нижними концами над опорами с тем, чтобы вертикальные слагающие усилий этих вантов передавались непосредственно опорам. Горизонтальные слагающие усилий всех вантов передаются балке жесткости.

Достоинство мостов с балкой жесткости и вантами – большая их жесткость по сравнению с кабельными мостами.

Тема 2.8. Строительство транспортных сооружений.

2.8.1. Общие принципы организации строительства транспортных сооружений.

Вопросы:

- 1. Организация строительства мостов.**
- 2. Структура мостостроительных организаций**
- 3. Организация строительной площадки.**
- 4. Состав проектов организации строительства и производства работ**

1. Организация строительства мостов.

После организационных мероприятий (*оформление и утверждение проектно-сметной документации, заключение договоров*) приступают к строительству мостов

При строительстве мостового перехода выполняются следующие виды работ:

- Подготовительные (*отвод территории для строительства и строительной площадки , разбивочные работы, снос строений и перенос коммуникаций, мешающих строительству, устройство подъездных путей, завоз и монтаж строительного оборудования)*
- Транспортные работы (*завоз монтажного оборудования, техники, материалов и т.д.*)
- Строительно-монтажные работы .

2 Структура мостостроительных организаций

Мосты строят следующие организации:

1. Мостоотряды. Эта организация занимается строительством больших мостов, также строит

внеклассные мосты (мосты, которые строят по индивидуальному проекту).

2. Мостопоезда. Эта организация строит большие мосты и средние (строительство которых ведется в сложных гидрологических условиях).

3. МСУ (мостостроительное управление). Строит малые и средние мосты. МСУ ввиду

строительства мостов ведут в своих областях.

кроме того, в последние годы появилось много новых организаций различных форм

собственности, такие как акционерное общество (АО), корпорация и т.п.

Мостовые специализированные подразделения представляют собой хорошо оснащенные

механизмами и оборудованием подразделения, способные возводить уникальные сооружения — большие и внеклассные мосты на автомобильных и железных дорогах и в городах.

Руководят этими организациями:

1. Начальник. Он также является юридическим лицом, который отвечает за деятельность своей организации.

2. Главный инженер – руководит производственной деятельностью. Ему подчиняется плановый отдел, отдел главного механика, прорабские участки.

3. Прораб. Ему подчиняются прорабский участок. В его подчинении находятся несколько мастеров.

4. Мастер. Ему подчиняется бригада.

5. Бригадир. На должность бригадира назначают наиболее ответственного рабочего, и он отвечает за работу своей бригады.

3. Организация строительной площадки.

Постройка моста начинается с организации строительной площадки, на которой

размещают склады конструкций, материалов, временные здания (*прорабские, медпункт, столовая, жилые вагончики и т.д.*)

Место под строительную площадку целесообразней назначить на том берегу,

на котором есть действующая железнодорожная станция и имеются удобные подъездные пути.

Место под площадку назначают за пределами разлива реки при паводке. При строительстве деревянных мостов на строительной площадке располагаются склады лесоматериалов. Склады лесоматериалов назначают на возвышенном месте. Лесоматериалы укладывают на расстоянии от поверхности земли не менее 20-30 см.

При строительстве металлических мостов на строительной площадке предусматриваются склады для хранения металлических элементов по маркам. Металлические изделия, арматуру, строительные машины, оборудование хранят под навесом, для цемента, мелкого инвентаря, электрооборудования устраивают закрытые склады.

При строительстве ж/б мостов предусматриваются склады ж/б конструкций, каркасов.

При строительстве монолитных мостов предусматривается деревообрабатывающий цех по устройству опалубки.

Строительная площадка должна быть обеспечена водой, если она находится в черте города, то водоснабжение обеспечивается присоединением к городской сети.

Если площадка находится за чертой города, то водоснабжение площадки происходит за счет устройства собственной скважины.

4. Состав проектов организации строительства и производства работ

Транспортные сооружения строят на основании утвержденного технического проекта. Проект организации строительства (ПОС) входит в состав технического проекта, а проект производства работ (ППР)

разрабатывают на основе рабочей документации и утвержденного ПОС.

В состав ПОС входят: календарный план строительства, в котором определяются сроки и очередность строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений, распределение инвестиций и объемов строительно-монтажных работ по частям сооружения и периодам; стройгенпланы; организационно-технологические схемы; ведомости объемов основных и вспомогательных работ; ведомость потребности в строительных конструкциях и материалах с распределением по периодам строительства; график потребности в основных строительных машинах и трудовых ресурсах, мест для знаков закрепления разбивочных осей сооружений; пояснительная записка.

2.8.2. Устройство фундаментов мелкого заложения.

Вопросы:

- 1. Устройство фундаментов на местности, не покрытой водой**
 - а) устройство котлованов на местности, не покрытой водой.**
 - б). Водоотлив.**
 - в). устройство фундаментов в котлованах.**
- 2. Устройство фундаментов на местности, покрытой водой.**
 - а). Устройство перемычек.**
 - б). Подводное бетонирование.**
 - в). Разработка котлована**

1. Устройство фундаментов на местности, не покрытой водой.

а). Устройство котлованов на местности, не покрытой водой.

После выполнения разбивочных работ приступают к устройству котлована:

Как правило, стенки котлована делают вертикальными для уменьшения объема земляных работ, но разработка котлованов с вертикальными стенками без крепления возможны лишь в том случае если грунт естественной влажности и отсутствие грунтовых вод.

Глубина котлована допускается:

- в песках – 1,25 м
- в суглинках – 1,5 м
- в глинах – 2 м

Если котлован необходимо рыть глубже, то при отсутствии грунтовой воды их стенки необходимо крепить щитами (деревянными), а при наличии грунтовой воды с помощью шпунтов (деревянный, металлический, ж/б).

Распространен металлический шпунт.

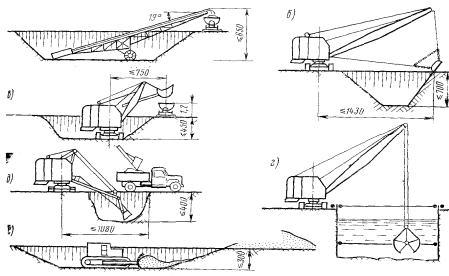
Машины и оборудование выбирают в зависимости от вида грунта, условий его разработки, размеров и способов крепления котлованов и размещения оборудования.

1) при значительных размерах котлованов- механизмы можно располагать непосредственно в котловане – это транспортер, экскаватор с прямой лопатой, бульдозер.

2) при узких котлованах- механизмы могут находиться на бровке котлована – экскаватор с обратной лопатой, драглайн, экскаватор с грейфером.

При ограниченных размерах котлована и при зачистке дна принимается ручной инструмент.

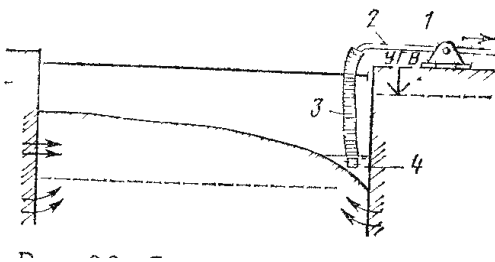
- а) разработка транспортером
- б) разработка экскаватором с драглайном
- в) разработка экскаватором с прямой лопатой
- г) разработка экскаватором с грейфером



б) Водоотлив.

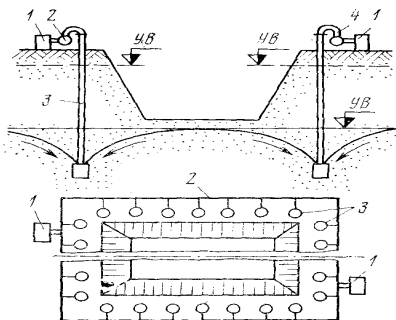
1. Водоотлив при небольшом притоке грунтовых вод (открытый водоотлив).

Применяется в тех случаях, когда нельзя избавиться от притока грунтовой воды.



- 3. насос
- 4. нагнетательный шланг
- 5. всасывающий шланг
- 6. приямок (водосборный колодец)

2). Водоотлив при большом притоке грунтовых вод (глубинный водоотлив).



- 1. насос
- 2. коллектор
- 3. иглофильтры
- 4. гибкие шланги

При большом притоке грунтовой воды, когда открытый водоотлив не помогает, применяют глубинный водоотлив (понижение уровня грунтовых вод с помощью иглофильтров).

По периметру котлована бурятся скважины, в которые вставляют иглофильтры (это металлические трубы $\text{Ø} = 50$ мм, собранные из

отдельных звеньев, нижнее звено снабжено фильтрующим устройством) на конце которых имеется фильтрующее устройство.

Иглофильтры присоединяются к коллектору (который состоит из труб $\varnothing = 100-200$ мм) через 0,8-1,5 м. Коллектор также располагается по всему периметру котлована, к нему присоединяют насосы (*один запасной – обязательно.*)

Одновременное откачивание воды из всех труб приводит к временному понижению УГВ.

в). Устройство фундаментов в котлованах.

Устройство сборных фундаментов включает:

- а) выравнивание дна котлована и устройство подушки из материала со стабильными свойствами (щебень) (Сборные фундаменты монтируют, располагая блоки на песчаной, гравийной или щебеночной подушки толщиной 20-30 см. поливают цементным раствором. (эти материалы подают используя самосвалы, грейферы а затем разравнивают) под отметку низа плиты фундамента.) Размеры подушки фундамента в плане должны быть больше размеров плиты на 0,26 м в каждую сторону;
- б) устройство выравнивающего слоя из песка или цементного раствора непосредственно перед установкой плиты фундамента;
- в) укладка плиты фундамента; (Фундамент монтируют подавая блоки с помощью самоходных автокранов/ Между собой боки соединяют – сваркой закладных деталей, с укладкой в швы жесткой цементно-бетонной смеси (перед этим в местах стыков устраивают опалубку)
- г) установка подколенника на плиту по слою Цементного теста и объединение (омоноличивание) элементов;
- д) гидроизоляция поверхностей подколенника, соприкасающихся с грунтом;

е) обратная засыпка пазух котлована грунтом.

Непосредственно перед устройством фундамента дно котлована зачищают до проектной отметки. При мокрых глинистых грунтах в основание котлована втрамбовывают слой щебня не менее 10 см с поливкой его цементным раствором. Если на дне котлована имеются ключи, то их заглушают или отводят за пределы фундамента.

При устройстве фундамента из монолитного бетона вначале устраивают опалубку, бетонную смесь подают бадьями с помощью кранов (если это невозможно ее подают по вертикальным трубам, лоткам), смесь сбрасывают с высоты не более 1-2 м. (современные добавки в бетон позволяют с 6 м и более) Бетон укладывают послойно высотой 30-50 см, с уплотнением каждого слоя – бетонируют непрерывно (2-4 ч)

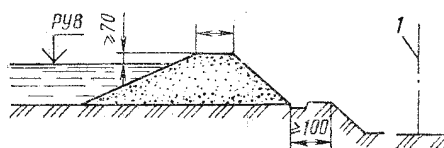
1 Устройство фундаментов на местности, покрытой водой.

а). Устройство перемычек.

Для устройства котлованов на местности покрытой водой применяют устройство, которое называется перемычки. Перед устройством перемычки дно очищают от корней, камней.

Существуют следующие виды перемычек:

1. Грунтовая перемычка.

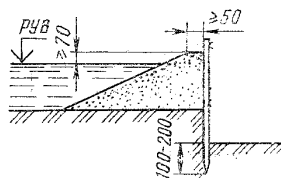


1. грунтовая перемычка
2. дренирующий слой
3. приямок для отвода фильтрующейся воды
4. ось котлована

Такой вид перемычки применяется при глубине воды в реке до 2 м, при отсутствии или слабом течении воды и при отсутствии грунтовых вод.

Перемычка отсыпается из всех видов грунта (лучшие супеси или легкие суглинки), нежелательно отсыпать из глин и тяжелых суглинков, т.к. они легко размываются водой, и при замерзании зимой начинают пучить.

б). Смешанная перемычка:



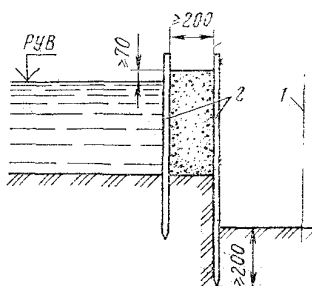
1. грунтовая перемычка
2. шпунтовая стенка
3. котлован

Условия применения этой перемычки те же, что и для грунтовой перемычки, только плюс в наличии грунтовой воды.

Смешанная перемычка состоит из шпунтовых стенок, которыми пробивают по контуру котлована водоносный слой. Ее устраивают со стороны котлована.

Со стороны водоема устраивают грунтовую перемычку, которая повышает водонепроницаемость шпунта.

в). Двухрядная шпунтовая перемычка:



1. внутренняя шпунтовая стенка
2. внешняя шпунтовая стенка
3. засыпка
4. водоносный слой
5. котлован

- 1 – внутренняя шпунтовая стенка, которой пробивается водоносный слой;
- 2 – наружная шпунтовая стенка, которая повышает водонепроницаемость внутренней шпунтовой стенки;
- 3 – расстояние между стенками не менее 2 м и засыпаются грунтом (песчаным, но лучше суглинистым)

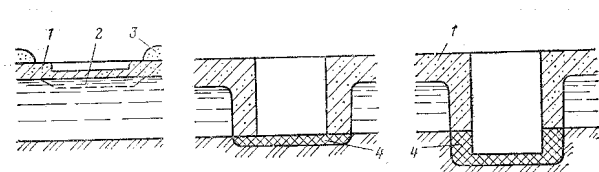
Расстояние между РЧВ и верхом шпунтовой стенки не менее 70 см.

4 – водоносный слой.

Такой вид перемычки применяется при наличии грунтовой воды, при наличии течения в реке и глубине воды до 5 м.

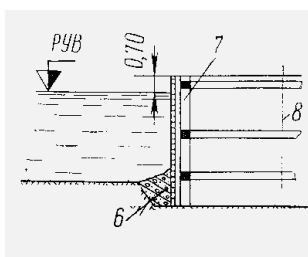
г). Ледяная перемычка:

Применяются в районах сурового климата, глубина воды до 4 м.



1. лед
2. слой льда, намерзающего снизу
3. снег
4. замороженный грунт

д). Бездонный ящик: применяют в основном деревянной несъемной конструкцией



1. бездонный ящик
2. подводный бетон (*подводное бетонирование по контуру ящика предотвращает попадание воды внутрь*)
3. ось опоры

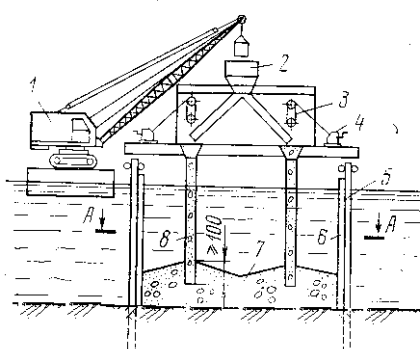
Применяется, когда подошва фундамента расположена на уровне дна реки или чуть ниже.

Ящики оставляют в теле фундамента, используя их как несущий элемент.

Бездонный ящик представляет собой конструкцию с водонепроницаемыми стенками и не имеет дна.

б). Подводное бетонирование. – метод ВПТ (вертикально перемещающейся трубы)

В тех случаях, когда перекрыть доступ грунтовых вод в котлован невозможно применяют подводное бетонирование. (сильном притоке воды).



- 1 –плавучий кран для подачи бетонной смеси
- 2 – раздаточный бункер (объемом до 3 м³, у основания воронки рекомендуется устанавливать на спец. Площадке вибратор с двигателем мощностью 1 -1,5 кВт.)
- 3 – бетонолитная труба (диаметр -30 см с толщиной стенок – 3-5 см, собираемая из отдельных элементов)
- 4 –уложенная бетонная смесь
- 5 - опалубка
- 6 – шпунтовое ограждение

Условия, которые необходимы для применения этого метода:

1. котлован должен быть огражден;
2. отсутствие течения в котловане;
3. расход цемента для приготовления смеси для подводного бетонирования на 20 % больше, чем для бетона той же марки для обычного бетонирования;
4. труба должна находиться в бетоне на глубине не более 1 м, чтобы новые порции бетона попадали в бетон.(и с водой соприкасался только верхний слой бетона, который затем удаляется)

Таким методом бетонируется 1/3 фундамента (т.е. создается пробка, предотвращающая проникание грунтовой воды в котлован).

Воду из котлована выкачивают, и дальнейшее бетонирование производят обычным способом.

2.8.3. Устройство фундаментов глубокого заложения.

Вопросы:

1. Способы погружения свай. оборудование для погружения.
2. Устройство свайного ростверка.
3. Устройство фундамента на оболочках
4. Устройство фундамента на столбах

1. Способы погружения свай. оборудование для погружения

Фундаменты глубокого заложения – это фундаменты глубиной заложения более 6 м.

Самый распространенный фундамент – свайный.

Сваи погружают следующими способами:

- 1 – забивкой;
- 2 – погружение подмывом водой (под давлением). Желательно применять этот способ в песчаных или супесчаных грунтах;
- 3 – вибрацией (с помощью вибропогружателей или вибромолотами).

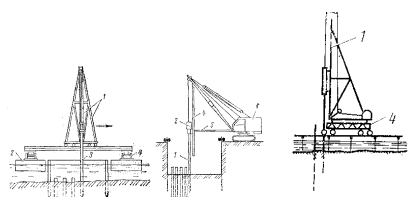
1 Забивка вертикальных свай.

Забивка свай производится с помощью следующих механизмов – с помощью копров и молотов.

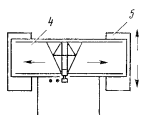
Копер предназначен для подъема, установки и направления погружаемой сваи (*бывают: простые – не имеет поворотной платформы и не изменяет наклон и вылет стрелы применяется при длине сваи до 12 м, полууниверсальные – наклон стрелы – вперед 1:8, назад 1:3 применяются при длине сваи 10-16м, универсальные – поворот платформы на 360° и изменение наклона мачты (аналогично полууниверсальному).*)

Молот предназначен для забивки свай. Выбор типа молота зависит от энергии его удара. *Сваю перед погружением размечают краской на метры и см., начиная от конца (для удобства наблюдения)*

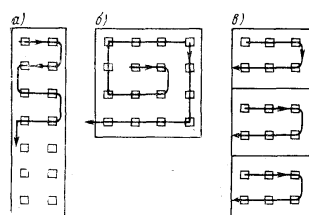
Способы погружения свай.



1. На водотоке с применением понтонов
2. На суходоле
3. на водотоке с применением подмостей



Схемы погружения свай.



- а). Рядовая
- б). Секционная
- в). По спирали

Технология погружения вертикальных свай:

1. копер устанавливается так, чтобы ось направляющей стрелы была параллельна оси будущей сваи;
2. тросом, идущим от первого барабана-лебедки поднимается молот (или вибропогружатель) на высоту, несколько превышающую высоту сваи с наголовником (*конструкция защищающая сваю от разрушения*);
3. тросом, идущим от второго барабана-лебедки поднимается свая с наголовником и устанавливается на точку погружения, закрепляется на стреле копра;
4. молот осторожно опускается на голову сваи, запускается и производится забивка сваи до получения контрольного отказа.

Отказ – это средняя глубина погружения сваи от одного удара молота в залоге.

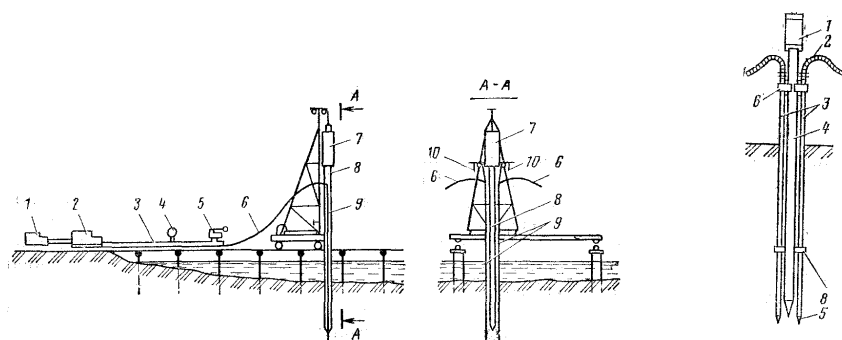
Залог – это глубина погружения сваи за количество ударов в минуту (для одиночного действия 10 ударов)

Сваи недопогруженные более чем на 1 м до проектной отметки. Но давшие расчетный отказ не менее чем от трех залогов, должны быть

обследованы с целью выяснения причин, сваи погруженные на проектную глубину, но не давшие расчетного отказа, должны подвергнуться испытанию.

Во время забивки свай ведут журнал, в который заносят для каждой сваи следующие данные: размер погружения от каждого залога и достигнутого отказа, глубину забивки, данные о всех затруднениях, записывают сведения о оборудовании

2 Погружение свай с подмывом:



- | | | |
|-----|----------------------------------|---------------|
| 1. | запасной насос | 1. молот |
| 2. | основной насос | 2. гибкий |
| | шланг | |
| 3. | напорный водопровод | 3. подмывные |
| | трубы | |
| 4. | манометр | 4. свая |
| 5. | предохранительный клапан | 5. наконечник |
| 6. | поводящие шланги | 6. скоба |
| 7. | сваебойный молот | |
| 8. | свая | |
| 9. | подмывные трубы | |
| 10. | тросы для подъема подмывных труб | |

После приемки забитых свай и оформления акта: После того как погрузили все сваи, сваи обрезают до проектной отметки. После этого приступают к устройству ростверка.

Ростверк укладывают на головы свай, сваривая выпуски арматуры ростверка и свай. Потом пазухи монолитят.

В случае большого притока воды через дно котлована (применяются перемычки) , а также при устройстве высоких свайных фундаментов – на дно котлована укладывают бетонный тампонажный слой (при высоких ростверках укладывают на песчаную отсыпку)

2.8.4 Строительство железобетонных мостов.

Вопросы:

- 1. Особенности строительства сборных ж.б. мостов, состав работ.**
- 2. Монтаж сборных опор.**
- 3. Монтаж разрезных балочных пролетных строений длиной до 40 м.**
- 4. Монтаж сборных ж.б пролетных строений длиной более 40 м.**
- 5. Укрупнительная и навесная сборка элементов сборных ж.б. пролетных строений**
- 6. Устройство проезжей части, тротуаров и перил.**
- 7. Охрана труда и техника безопасности при строительстве.**
- 8. Пути повышения эффективности и качества монтажных работ при строительстве сборных ж.б. мостов.**

9. Контроль качества строительства

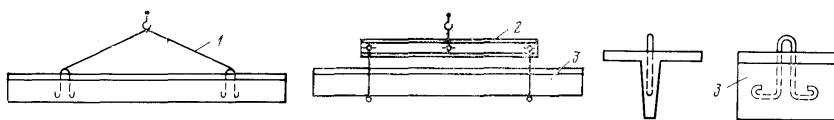
- 1 . Особенности строительства сборных ж.б. мостов, состав работ.**

Сборные мосты по сравнению с монолитными имеют ряд преимуществ: быстрый монтаж, меньшая стоимость, лучшее качество элементов конструкции.

При этом при строительстве сборных мостов необходимо учитывать следующие их особенности:

- элементы конструкций обладают большой массой , *что требует применения монтажного оборудования большой массы.*
- при монтаже конструкций монтажное оборудование и краны передают на свои основания большие сосредоточенные нагрузки, *которые следует учитывать при расчете оснований.*
- ж.б. конструкции имеют неодинаковую прочность при разном способе их подъема и опирания .
- швы в местах стыковки имеют малые размеры – *и неточная установка может вызвать значительные отклонения в размерах собираемой конструкции.*
- бетон имеет слабое сопротивление выкалыванию – *необходимо вести работы без ударных воздействий на монтируемые элементы*
- блоки составных монтажных элементов должны иметь монтажные приспособления для захвата

При монтаже сборных мостов применяют следующие монтажные приспособления: стропы, траверсы, люльки .



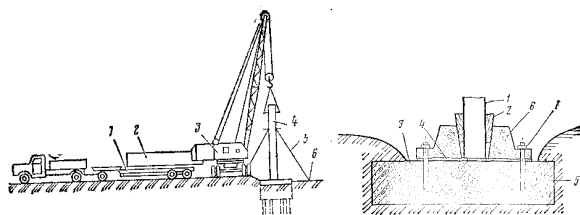
1. Стропы
2. Траверса (металлическая балка-обычно двутавр, при монтаже длинных элементов)
3. Монтажные петли, затем их срезают

2. Монтаж сборных опор.

Монтаж стоечной опоры состоит из установки стоек в гнезда, оставляемые в фундаменте или в подколонники (стаканы) на верхнем обресе фундамента. Установки блоков ригелей и омоноличивания всей конструкции.

Колонны устанавливают в подколонники на слой цементного раствора (На стойке и подколоннике нужно нанести краской положение

продольных и поперечных осей. Положение опорной поверхности стойки проверяется по нивелиру; при необходимости подливается цементное тесто) временно закрепляя деревянными клиньями (длиной около 100см, шириной 12-15 см), которые должны входить в стакан подколонника наполовину своей длины:омоноличивают в две очереди вначале наполовину высоты подколонника (до клиньев), затем после выстойке бетона и удаления клиньев - на полную высоту. Для временного закрепления стоек высотой более 10 м применяют расчалки (стальные канаты). Также для временного закрепления стоек можно применять кондуктора.



- 1.монтажный кран
2. колонна
3. расчалка
4. фундамент
5. клинья
6. цементная подливка
7. подколонник
8. анкерный болт

Насадки монтируют после набора бетоном омоноличивания прочности не менее 70 % от проектной

3.Монтаж разрезных балочных пролетных строений длиной до 40 м.

Тип крана и способ монтажа выбирают в зависимости от массы и габарита монтируемых элементов, рельефа местности, ширины и глубины реки.

Существуют следующие способы монтажа:

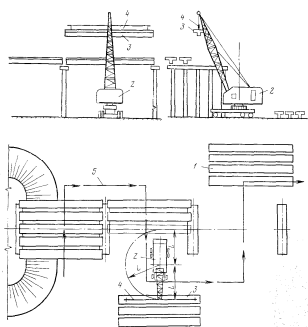
а) низовой метод- применяется при монтаже балок длиной:

до 15 м – одним краном;

до 25 м – двумя кранами.

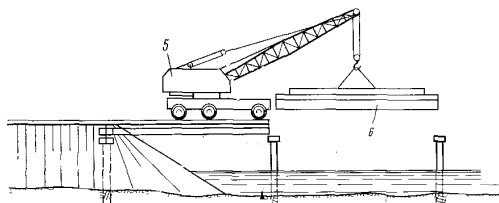
Применяются при постройке путепроводов, эстакад, а также мостов на суходолах, используются общестроительные краны на гусеничном или

пневмоколесном ходу. При необходимости поверхность выравнивается и уплотняется.



1. заскладированные балки
2. монтажный кран
3. подаваемая балка
4. металлическая траверса

б). верховой метод -применяется при пересечении постоянных водотоков или заболоченных мест.



- 1 – монтажный кран;
- 2 – металлическая траверса;
- 3 – подаваемая в пролет балка;
- 4 – подаваемая сзади действия крана балка (по узкоколейному рельсовому пути на грузовых тележках или же тягачом).

После установки всех балок в пролет и омоноличивание их продольными швами кран въезжает на смонтированный пролет и ведет монтаж 2-го пролета.

Перед въездом крана на смонтированный пролет устраивают дощатый настил.

Состав работ при установки балок стреловыми кранами:

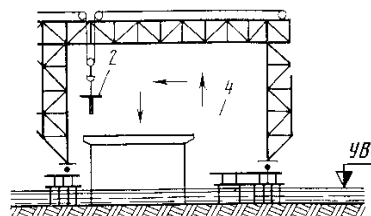
1. Строповка балки
2. Снятие креплений (при установки с колес)
3. Контрольный подъем балки
4. Подъем и установка балки на опорные части
5. Выверка балки
6. крепление балки деревянными подкосами
7. Растроповка балки.

в). Монтаж пролетных строений козловым краном.

При пересечении широких пойм, а также при большом количестве пролетов в мосту применяется способ монтажа с помощью козлового крана.

Козловый кран представляет собой ферму на 2 ногах.

Он движется по рельсовому пути, который прокладывают по земле по временным эстакадам или по



1. промежуточная опора
2. устанавливаемая в пролет балка
3. тельферная тележка
4. козловый кран
5. подаваемая на грузовой тележке балка
6. деревянная эстакада для перемещения крана и подаваемой балки
7. деревянная эстакада для перемещения крана

При монтаже балок до 15 м используется 1 кран, при монтаже балок длиной до 25 м применяются 2 крана.

При устройстве 1 пролета кран перемещается в 2 проле

4. Монтаж сборных ж.б. пролетных строений длиной более 40 м.

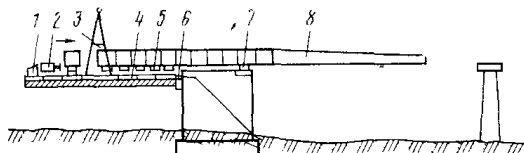
Монтаж сборных ж.б. пролетных строений длиной более 40 м. Основные технологии монтажа сборных пролетных строений больших пролетов.

Железобетонные пролетные строения больших мостов можно монтировать способом продольной подвижкой или установкой на плаву. Способы монтажа выбирают технико-экономическим сравнением вариантов организации работ:

Продольную подвижку с конвейерно-тыловой сборкой применяют для балочно-неразрезных предварительно напряженных пролетных строений, способных выдерживать знакопеременные усилия. Для этого пролетное строение напрягают в два этапа: на монтажные усилия в процессе подвижки специальными пучками арматуры и на эксплуатационные усилия, переставляя эти пучки с верхнего пояса в нижний в серединах пролетов и с нижнего пояса в верхний в надпорных участках.

Привозимые конструкции устанавливают на насыпи на специальном стапеле с концевым упором.

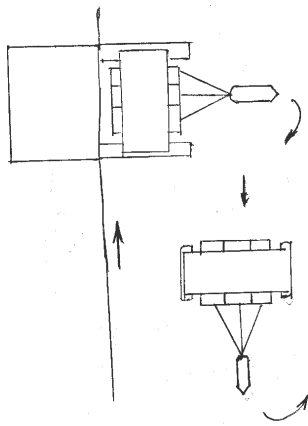
Краном монтируют балку с аванбеком на конце. По мере сборки конструкцию надвигают (по 1 м) в пролет закрепленными в горизонтальном положении гидравлическими домкратами



- 1- упор
- 2- 2-толкающий механизм
- 3- Козловый кран
- 4- Стапель
- 5- Тележка
- 6- тяга
- 7- устройство скольжения
- 8- аванбек

- Установка пролетных строений на плаву

Пролетное строение (крупные блоки пролетного строения) собирают на берегу, с помощью поперечной перекадки перемещают по пирсам до места погрузки на плавучие опоры, погружают на плавучие опоры, транспортировка по реке, ввод плавучий системы в пролет моста, установка на опорные части.



1. монтажная площадка
2. пирсы
3. пролетное строение
4. понтоны
5. буксирное судно
6. опоры моста

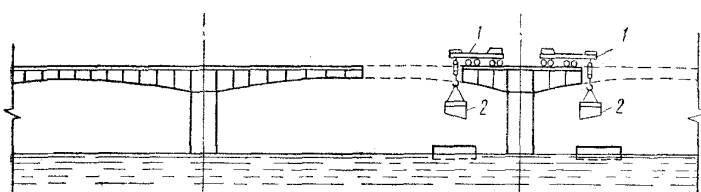
5. Укрупнительная и навесная сборка элементов сборных ж.б. пролетных строений

1. Укрупнительная сборка

При укрупнительной сборке конструкций из обычного железобетона после выкладки и выверки блоков сваривают стальные закладные части или выпуски арматуры, затем омоноличивают стыки бетоном.

При укрупнительной сборке предварительно напряженных конструкций выкладывают блоки на стенде, выверяют их положение, омоноличивают стыки, устанавливают и натягивают арматурные пучки и инъецируют раствор в каналы.

1. - **навесная сборка** – монтаж из готовых блоков, последовательно устанавливаемых без подмостей в направлении от опоры в обе стороны одновременно так, чтобы консоли уравнивали друг друга. Соединяют блоки на клеевых швах. Для предотвращения сцепления торцы



1. Монтажные краны
2. блоки сборной конструкции

Последовательность работ :

1. Транспортирование блоков под монтажный кран
2. Установка блоков в проектное положение с выверкой и временным закреплением
3. Устройство стыков блоков (соединяют блоки на клеевых швах)
4. Натяжение рабочей арматуры
5. Инъектирование каналов

6. Устройство проезжей части, тротуаров и перил.

Проезжую часть моста разрешается устраивать после того, как бетон в омоноличиваемых стыках балок и плит пролетного строения наберет проектную прочность и не ранее 7 сут с момента омоноличивания стыков.

Устройство проезжей части осуществляется в следующие последовательности:

1. поверхность плиты должна быть очищена и промыта или же продута сжатым воздухом.
2. Устройство выравнивающего слоя
3. Грунтовка битумным лаком поверхности перед устройством гидроизоляции
- 4 Устройство оклеечной гидроизоляции, которая состоит из двух слоев горячей битумной мастики, армируемой различными антисептированными тканями (гидроизолом и др.).

Битумную мастику, разогретую до 150 - 160 °С, наносят на прогрунтованную поверхность слоем толщиной 2-3 мм. Нанесение битумной мастики не должно опережать покрытия полотном рулонного материала более чем на 0,5 м.

5. Устройство защитного слоя бетона по окончанию работ по нанесению гидроизоляции- раскатывается арматурная сетка (размеры ячеек **10×10 см.**

Толщина проволоки **3 мм**), поверх которой укладывается бетонная смесь, которая затем уплотняется с помощью виброрейки, $h_{з.с.} = 4 \text{ см}$.

Над деформационными швами устраиваются перерывы закладкой досок.

6 Устройство асфальтобетонного покрытия не ранее чем через 7 сут после бетонирования защитного слоя проезжей части.

7. Охрана труда и техника безопасности при сооружении мостов.

Монтаж мостовых конструкций связан с перемещением тяжелых элементов. Неточная их установка, а также нарушение правил эксплуатации монтажных механизмов, при помощи которых элементы перемещают, могут привести к несчастным случаям. Поэтому монтаж можно начинать только при наличии ППР, утвержденного главным инженером строительной организации.

Монтажники должны иметь документы, удостоверяющие знание ими безопасных методов выполнения работ.

При работе на воде и над водой должна быть организована спасательная станция (спасательный пост), оборудованная необходимыми спасательными средствами.

Плавающие установки также должны быть снабжены спасательными средствами, а работающие на воде или над водой монтажники должны иметь спасательные пояса или надувные спасательные жилеты.

8. Пути повышения эффективности и качества монтажных работ при строительстве сборных ж.б. мостов.

В целях снижения себестоимости и повышения качества работ предприятия, изготавливающие элементы мостовых конструкций, специализируются на выпуске однородной продукции. Непременное условие специализации — унификация, т.е. сведение к рациональному

минимуму количества размеров и форм элементов, применяемых в строительстве мостов.

9. Контроль качества строительства - осуществляется инженерно-техническим персоналом строительства, представителями заказчика, а в случаях, предусмотренных положением об авторском надзоре, также представителями проектной организации:

1. Несоответствие производства работ утвержденному проекту и требованиям СНиПа - основание для приостановки работ.

2. Текущий контроль качества выполненных работ отражается в специальном журнале производителем работ или мастером.

3 . Законченные части сооружения и скрытые работы должны быть освидетельствованы и приняты при участии представителя заказчика или технического надзора с составлением промежуточного акта приемки работ установленной формы.

4 . Проверка качества материалов, поступающих на строительство, а также систематический контроль качества бетонных, гидроизоляционных, земельных работ проводится построечной лабораторией.

В необходимых случаях испытания материалов могут быть выполнены в других лабораториях, располагающих нужным оборудованием.

5. Сведения о качестве поступающих на строительство сборных железобетонных элементов должны быть отражены в сопроводительных документах, прилагаемых к этим конструкциям. На объекте проводят приемочный контроль поступающих конструкций.

6. При производстве работ в зимнее время в акте дополнительно указываются следующие данные: а) толщина промерзшего грунта, вынутаго при разработке котлована; б) применяемые химические добавки, понижающие температуру замерзания растворов и мастик; в) температура раствора, бетона, мастики, битумного лака; г) подвижность раствора и

бетона на месте укладки; д) температура наружного воздуха (не реже трех раз в сутки); е) сведения о снегопаде и сильном ветре.

7. При сдаче в эксплуатацию мостов строительная организация (генподрядчик) должна представить рабочей комиссии следующую документацию: а) рабочие чертежи с внесением в них изменений, если последние имели место в процессе строительства; б) документы об оформлении и согласовании допущенных в процессе строительства отступлений от утвержденного проекта; в) ведомости заданных и фактически выполненных объемов работ и стоимости отдельных сооружений; г) данные о гидрологии и геологии с исполнительными разрезами; д) акты геодезической разбивки сооружений; е) общие журналы производства работ; ж) акты на скрытые и промежуточные работы; з) документы, характеризующие качество применяемых материалов; и) данные об особенностях производства работ в зимнее время, если таковые имели место.

8. В случае сомнений в правильности представленного акта на скрытые работы или при его отсутствии рабочая приемочная комиссия имеет право потребовать вскрытия конструкций и частей сооружения.

9. Результаты приемки мостов в эксплуатацию рабочей приемочной комиссией оформляются актами.

10. Датой ввода сооружения во временную эксплуатацию, если она допускается согласно указаниям СНиП III-43-76, считается дата подписания актов рабочей приемочной комиссией. Датой ввода в постоянную эксплуатацию считается дата решения государственной приемочной комиссии, что оформляется соответствующим актом.

11. Дефекты и отступления в зависимости от их значимости должны быть подробно описаны и иллюстрированы (эскизами, чертежами, фотографиями) в акте или в приложениях со ссылкой на них в тексте акта.

2.8.6. Строительство металлических и деревянных мостов.

Вопросы:

1. Изготовление металлических конструкций на заводах, транспортировка их к месту постройки моста*. Подготовка элементов к монтажу. Способы объединения элементов металлоконструкций*.
2. Основные технологии монтажа металлических пролетных строений
Устройство проезжей части, тротуаров, перил.
3. Особенности строительства деревянных мостов.
4. Технология постройки простейших балочных мостов.

1. Изготовление металлических конструкций на заводах.

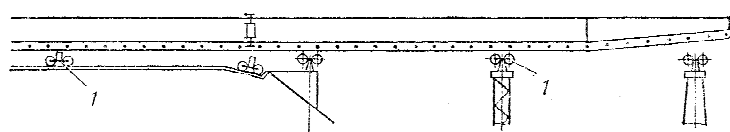
1. Технология изготовления металлических конструкций на заводах

- а) Разгрузка и приемка прокатного металла на завод
- б) Правка и очистка металла.
- в). Резка металла .
- г). Сборка узлов
- д) складирование

2. Основные технологии монтажа металлических пролетных строений.

Металлические пролетные строения монтируют установкой с плавучих средств, продольной и поперечной движкой.

Наиболее широко применяется продольная движка пролетного строения – аналогично технологии продольной движки железобетонного пролетного строения :



- 1- тележка для перемещения
- 2- пролетного строения по насыпи

Для грунтовки применяют: сурик свинцовый, сурик железный(сурики применяют на натуральной олифе).

Для окраски: белила цинковые густотертые, сурик железный густотертый, краска масляная густотертая черная (все эти краски добавляют в другие для придания светло- стального цвета)

Окрашивают стальные конструкции краскораспылителем, ручной способ применяется только при небольшом объеме работ или при наличие большого количества элементов мелкого сечения.

Грунтовку наносят на сухую очищенную поверхность не позднее:

- 2 часа после очистки- при относительной влажности воздуха выше 70%
- 8 часов при влажности воздуха от 60 до 70 %
- 24 часа – при влажности воздуха ниже 60 %

3. Особенности строительства деревянных мостов.

Лесоматериал, предназначенный для изготовления деревянных конструкций, предварительно обрабатывают – сушат, сортируют размечают, обрезают по проектным размерам, отесывают.

Сушка может быть естественная (1-2 месяца) и искусственная (5-8 дней):

Достоинство естественной сушки – постепенное и равномерное уменьшение влажности воздуха.

Искусственная сушка в специальных камерах горячим воздухом, токами высокой частоты, нагревом в петролатуме(маслянистый материал, получаемый при очистке нефтяных смазочных материалов, лесоматериал погружают в ванны с петролатумом и нагревают до 120-140 °С – влага быстро испаряется без деформаций древесины).

Для предохранения от гниения древесину антисептируют т.е.

обрабатывают химическими веществами, которые создают среду ядовитую для дереворазрушающих грибков. Антисептики бывают:

маслянистые(креозотовое масло, каменноугольное масло), которые не

растворяются в воде и водорастворимые(солевые), которые растворяются в воде(фтористый натрий).

Древесину, используемую для пролетных строений, антисептируют глубокой пропиткой, а для опор и крупных свай – поверхностной обмазкой по способу последующего действия.

При глубокой пропитке антисептик вводят в древесину на возможно большую глубину под давлением, по способу горячее- холодных ванн или длительным вымачивание. Для глубокой пропитке под давлением древесину помещают в пропиточную камеру, в которой она сначала подвергается вакуумированию, а затем пропитке под давлением горячими антисептиками(этот способ применяется только на крупных предприятиях).

При способе горячее-холодных ванн древесину сначала погружают в ванну, заполненную антисептиком, нагретым до 80-90°С, и выдерживают в течение 3-5 ч., затем быстро переносят в ванну с холодным антисептиком и выдерживают в нем 1-3 ч.

При длительном вымачивании древесину вымачивают 2-3 дня.

Антисептирование по способу последующего действия применяют в том случае, если нет возможности организовать глубокую пропитку или в комбинации с ней. По этому способу поверхность дерева покрывают обмазками (кот. называют суперобмазками) , которые содержат сильно водорастворимый антисептик и клеящее вещество для закрепления обмазки к дереву. Суперобмазку наносят с помощью кистей (летом – теплую, зимой – подогретую до 40-50°С).В элементах, которые расположены около земли или воды,нанесенную суперобмазку защищают бандажом из толя, мешковины, которые снаружи покрывают слоем битума.

4. Технология постройки простейших балочных мостов

Для свайных и рамных опор требуется заготавливать сваи, насадки, направляющие каркасы, рамы и другие элементы. Деревянные сваи для мостов постоянного типа до забивки в грунт антисептируют устойчивыми антисептиками. Элементы каркасов готовят в мастерской строительства. Собирают каркасы возле воды или на причалах, в местах, удобных для последующего спуска готового каркаса по стапелю на воду или подъема его плавучим краном.

Сваи погружают в грунт сваебойными снарядами с помощью копров или стреловых самоходных кранов

Забивку свай начинают после подготовки рабочей площадки и разбивки положения осей рядов и отдельных свай.

Зимой сваи в реке часто забивают со льда.

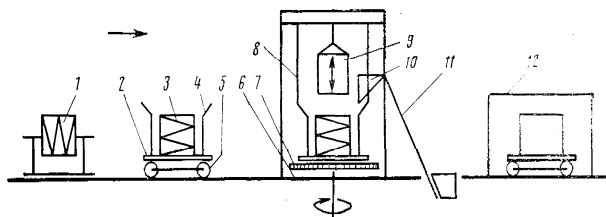
Тема 2. 8.7. Строительство водопропускных труб.

Вопросы:

- 1. Изготовление элементов сборных железобетонных труб**
- 2. Постройка металлических гофрированных труб.**

- 1. Изготовление элементов сборных железобетонных труб**

На заводах звенья круглых труб изготавливают по поточно-агрегатной технологии на специальных станках



1 — станок для изготовления арматурных каркасов; 2 — поддон; 3 — готовые арматурный каркас; 4 — наружная опалубка звена; 5 — тележка; 6 — станок СМ-210К; 7 — вращающийся стол; 8 — цепные подвески; 9 — вибросердечник; 10 — расходный бункер; 11 — скиповый подъемник; 12 — пропарочная камера

Испытание звеньев на водонепроницаемость.

Из каждой партии до 100 готовых звеньев для испытания на водонепроницаемость отбирают по три звена. Каждое испытуемое звено устанавливают вертикально на поддон с бортиками, заполненный расплавленным битумом. После остывания битума звено заполняют водой на высоту 1 м и выдерживают:

36 ч - при толщине стенок звена 8 см,

48 ч — при 14 см,

60 ч — при 20 см и

72 ч — при 24 см.

Результаты испытания на водонепроницаемость считаются удовлетворительными, если за время испытания на наружной поверхности всех трех звеньев не будет обнаружено мокрых пятен, капельной или струйчатой фильтрации воды. Если испытание не выдержало только одно звено, то из данной партии отбирают еще три звена и испытания повторяют. Если испытание не выдержали два или три звена, то вся партия звеньев должна иметь оклеечную гидроизоляцию.

2 Строительство металлической гофрированной трубы.

На металлургических заводах прокатывают плоские гофрированные листы, которые затем на специализированных предприятиях изгибают по радиусу трубы и устраивают в них дыры для болтовых стыков.

Изготовление элементов металлических труб состоит из следующих технологических операций:

1. резка гофрированных плоских листов на заготовки необходимой длины;
2. гибка листов по заданному радиусу;
3. сверловка отверстий для стыковых соединений;
4. горячая оцинковка элементов (листы помещают в ванны с кислотой, затем промывают в воде, затем помещают в цинковальные ванны).

Элементы труб с завода доставляются на притрассовые производственные предприятия (полигоны), где происходит сборка секций труб (длина секции не более **10 м**).

Погрузка секций на автомашины и разгрузку их следует осуществлять автокраном.

Строповку производить пеньковым канатом или тросом с прокладкой из брезента.

1. Устройство основания.

Грунт уплотняется до **95 %** стандартной прочности грунта. Если труба укладывается на грунтовую подушку, которая устраивается взамен слабого грунта, то толщина подушки должна быть не менее **40 см.**, а ширина равна диаметру трубы + 1 м Грунт подушки следует отсыпать в котлован и уплотнять слоями. Толщина одного слоя не более **0,6 м.(20 см)**

Уплотнение производится не менее **2-х** проходов по **1** следу.

Труба укладывается непосредственно на подушку (подушке придается требуемый строительный подъем).

Возможно также укладывать трубу на ложе, которое вырезается автогрейдером или бульдозером, с последующей доработкой грунта вручную по шаблону.

2. Монтаж трубы.

Монтаж осуществляется на основании по оси трубы (либо рядом с осью; секции укладываются на деревянные брусья, для того чтобы облегчить

соединения секций трубы). Постановки болтов в нижней части. Затем секции трубы объединяют с помощью болтов. При наличии коррозионной активности грунтов, воды назначают дополнительную защиту трубы в виде мастик и бетонного или асфальтобетонного лотка.

Защитное покрытие –мастики

3. Засыпка трубы.(не позднее 3 суток после изоляции)

Осуществляется песчаными, супесчаными и песчано-галечными грунтами: засыпка производится послойно (толщина слоя 15-20 см) и тщательно уплотняется до 95 % от стандартной прочности грунта.

Асфальтобетонный или ц.бетонный лоток устраивается не ранее, чем через 6 месяцев после возведения насыпи. Работы по устройству бетонного и асфальтобетонного лотков следует выполнять, как правило, при положительной температуре воздуха.

Угол охвата внутренней поверхности трубы бетонными или асфальтобетонными покрытиями должен быть не менее 120°.

Укладку и уплотнение бетонной и асфальтобетонной смеси осуществляют одновременно по всей ширине лотка. Перед укладкой смеси поверхности труба должна быть очищена от грязи.

2.8.7 Строительство тоннелей

Вопросы:

- 1. Последовательность операций при сооружении тоннеля глубокого заложения.**
- 2.Способы производства работ при сооружении тоннеля мелкого заложения**

1. Последовательность операций при сооружении тоннеля глубокого заложения.

Существуют следующие способы сооружения тоннелей глубокого заложения:

1. Способы проходки тоннельных выработок обуславливаются инженерно-геологическими условиями прорезаемого массива горных пород, а также размерами поперечного сечения тоннеля и его длиной. Основные способы проходки: раскрытым профилем, опертым сводом, опорным ядром, центральной штольней, щитовым способом.

- Способ раскрытого профиля -применим для проходки в легких грунтах и трещиноватых породах, требующих мощного крепления; при этом пробивают нижнюю штольню, затем верхнюю часть выработки и, наконец, нижнюю, разрабатывая таким образом все поперечное сечение тоннеля.

-Способе опертого свода- разрабатывают сначала верхнюю часть поперечного сечения и сооружают свод обделки с опиранием его на породу, а затем под защитой свода нижнюю часть сечения. Этот способ применим в породах, способных до сооружения боковых стен воспринимать давление от свода.

-Способ опорного ядра -для пород с большим горным давлением и при значительной ширине выработки удобен способ, при котором среднюю часть поперечного сечения (ядро) разрабатывают после сооружения обделки по всему контуру.

- Способ центральной штольни- при строительстве горных тоннелей при проходке в крепких устойчивых породах. В центре поперечного сечения тоннеля закладывают направляющую штольню, из которой бурят в радиальных направлениях шпур и, взрывая породу, расширяют выработку до полного профиля.

-Щитовой способ - Наиболее прогрессивный из всех способов сооружения тоннелей

(получивший наибольшее распространение при сооружении метрополитенов).

Щит представляет собой подвижную металлическую крепь замкнутого контура(диаметром до 14 м), под защитой которой разрабатывают породу и монтируют тоннельную обделку. Щитовой способ особенно целесообразен в слабых, сильно водоносных породах. Передвижение щита вперед осуществляется группой гидравлических домкратов.

Проходческий щит кругового очертания состоит из ножевого кольца, подрезающего грунт по контуру выработки и предохраняющий людей в забое, опорного кольца, воспринимающего внешние нагрузки, и хвостовой оболочки, в пределах которой монтируют тоннельную обделку.

2.Способы производства работ при сооружении тоннеля мелкого заложения

Городские автотранспортные и пешеходные тоннели мелкого заложения сооружают преимущественно открытым способом с предварительным вскрытием поверхности земли

Применяют следующие открытые способы:

- **Котлованный** –вскрытие котлована с последующим возведением в нем конструкции тоннеля и обратной засыпкой. В качестве ограждающих конструкций применяют погруженные металлические сваи из двутавровых балок или труб ,диаметром 30-50 см.

- **Траншейный способ** – не требуется металлическое крепление стен, минимально нарушаются поверхностные условия обеспечивается устойчивость близ лежащих зданий:

1. В местах расположения стен будущего тоннеля вскрывают траншеи шириной 0,5 м, глубиной 20 м, используя грейфер (для крепления стен траншей применяют специальный глинистый раствор – бентонитовую суспензию, которая обладает тиксотропными свойствами и, проникая в окружающий грунт, удерживает от обрушения вертикальные стенки траншей).

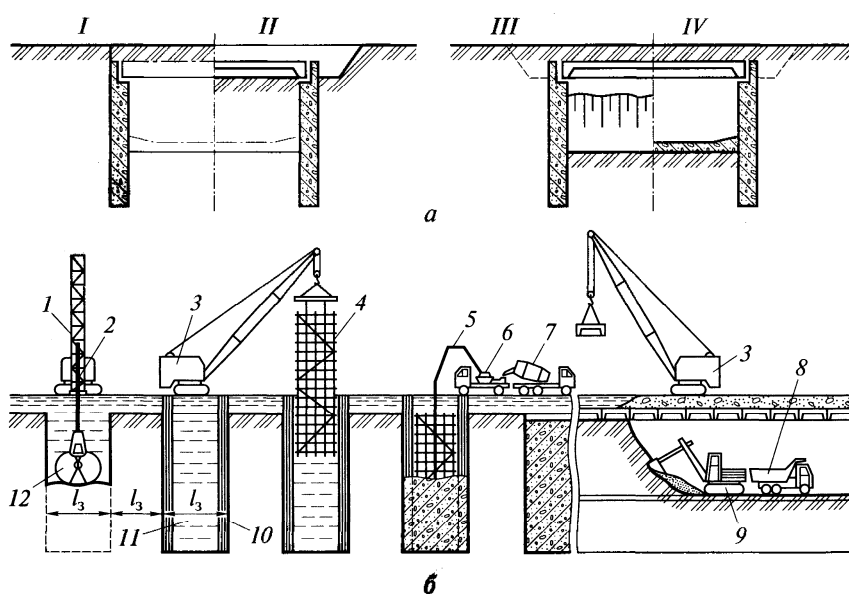
2. После разработки очередной заходки в траншею опускают арматурный каркас и методом ВПТ бетонизируют стену, вытесняя бентонитовую суспензию бетонной смесью.

3. С поверхности земли вскрывают котлован до низа перекрытия.

4. Устанавливают сборные или монолитные перекрытия, опирая на ранее возведенные стены.

5. Перекрытия изолируют, засыпают грунтом (восстанавливают дорожную одежду над тоннелем)

6. Под защитой стен и перекрытия закрытым способом разрабатывают грунтовое ядро и бетонизируют лоток



ТОННЕЛЯ

Этапы работ (*а*) и технологическая схема (*б*) сооружения тоннеля траншейным способом:

I — вскрытие траншей и бетонирование стен; *II* — вскрытие котлована и возведение перекрытия; *III* — разработка грунтового ядра; *IV* — возведение лотка; *1* — копер; *2* — напорная штанга; *3* — кран; *4* — армокаркас; *5* — бетоновод; *6* — автобетононасос; *7* — ав-гобетоновоз; *8* — автомобиль-самосвал; *9* — экскаватор; *10* — ограничители; *11* — глинистый раствор; *12* — грейфер.

Тема 2.8.8 Приемка транспортных сооружений в эксплуатацию.

Вопросы:

1Виды контроля за производством работ.

2Испытание мостов.

3Приемки транспортных сооружений в эксплуатацию

1Виды контроля за производством работ.

Цель технического контроля – выполнение строительных работ на высоком уровне, в соответствии с проектом, рабочими чертежами, техническими и технологическими правилами.

Технический контроль подразделяется на производственный контроль и технический надзор:

Производственный контроль повседневно осуществляет технический персонал строительства: мастера, производители работ, главный инженер.

Технический надзор осуществляется технической инспекцией заказчика. Ее представитель осуществляет повседневный контроль за производством работ.

Различают приемку скрытых работ, промежуточную приемку законченных элементов сооружения и приемку сооружения в эксплуатацию.

К скрытым относят работы, которые в дальнейшем не могут быть проверены (устройство подошв фундамента, план свайного ростверка, устройство арматурных каркасов, гидроизоляции и др.). Их должны освидетельствовать комиссии в составе главного инженера, представителя технической инспекции, производителя работ, мастера и составить акт.

Кроме производственного и технического контроля, устанавливают авторский надзор за качеством строительства. Его обеспечивают автор проекта или ведущий инженер группы рабочего проектирования проектной организации.

2. Испытание мостов.

Испытание мостов производится мостоиспытательными станциями по соответствующим договорам со строительными организациями, в которых решается вопрос о порядке проведения испытания, а также о величине испытательной нагрузки.

В начале испытатели проводят визуальный осмотр моста, проверяют всю документацию и проводят необходимые контрольные расчеты.

Испытание вначале проводят пробной нагрузкой без замера деформаций.

Этой нагрузкой мост выдерживают в течение 20 минут.

Если эти испытания показали, что сооружение прочное, то дальнейшее испытание проводят со взятием отчета.

Во время испытаний руководитель испытаний и лица, которые проводят испытания, снабжаются громкоговорящей связью или рацией.

Во время испытания моста, на подходах к нему на расстоянии 400 м от моста устраивается охраняемая сигнализация.

3. Сдача моста в эксплуатацию.

После окончания строительства моста и испытания его, мост сдают в эксплуатацию.

Для приемки моста в эксплуатацию создается рабочая комиссия, председателем которой является представитель от заказчика.

Эта комиссия проверяет правильность выполнения работ, согласно проекту, наличие актов на скрытые работы, акта испытания моста.

Комиссия выявляет недостатки и назначает сроки их исправления.

Все это отражается в акте, составленном согласно требованиям СНиП.

После ликвидации недостатков отмеченных рабочей комиссией назначается государственная комиссия, председателем которой является представитель от Министерства.

Эта комиссия на основе акта рабочей комиссии проводит проверку качества выполненных работ и принимает мост в эксплуатацию.

Литература:

Основная:

1. Каменев С.Н. Транспортные сооружения для средних специальных учебных заведений . Ин-Фолио, 2010.
2. Гибшман М.Е., Дедух И.Е. Мосты и сооружения на автомобильных дорогах. -М.: Транспорт, 1981.
3. Колоколов Н.М., Вейнблат Б.М. Строительство мостов. Учебник. – М.: Транспорт, 1984.
4. Руководство по строительству сборных железобетонных малых и средних мостов.Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1985.
5. СНИП 2.05.03-84. Мосты и трубы. Госстрой СССР. – М.: ГП ЦПП Минстроя России, 2001.
6. Методические рекомендации по применению металлических гофрированных труб, Росавтодор, М. 2002
7. СНИП 3.01.04 – 85 «Приемка в эксплуатацию законченных строительных объектов, основные положения»М, Госстрой, 1989 г.

Дополнительная:

1. Н.М.Колоколов и др., «Искусственные сооружения» М., Транспорт, 1988
2. Государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности *08.02.05*