**2-66. Способы укладки каменных материалов**

**4.1\*.** Каменно-земляные и каменно-набросные плотины по конструкции противофильтрационных устройств и способу производства работ подразделяют на основные виды, указанные в [табл. 7](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i891677) и на [черт. 6-8](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814).

Таблица 7

| Тип плотины | Конструкция противофильтрационного устройства |
| --- | --- |
| Каменно-земляная | Грунтовый экран ([черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814), *а*) |
| Грунтовое ядро ([черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814), *б*) |
| Верховая грунтовая призма ([черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814), *в*) |
| Центральная грунтовая призма ([черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814), *г*) |
| Инъекционная диафрагма (в плотине, возводимой направленным взрывом, [черт. 7](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i911294), *а*) |
| Экран (в плотине, возводимой направленным взрывом, [черт. 7](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i925730), *б*) |
| Каменно-набросная | Экран из негрунтовых материалов ([черт. 8](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i937840), *а*) |
| Диафрагма ([черт. 8](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i947927), *б*) |

****



**Черт. 6. Виды каменно-земляных плотин**

*а-г* - см. [табл. 7](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i891677); *1* - крепление верхового откоса; *2* - грунтовый экран; *3* - переходные слои (обратные фильтры); *4* - грунтовое ядро; *5*, *6* - верховая и низовая призмы; *7*, *8* - верховая и центральная грунтовые противофильтрационные призмы





**Черт. 7. Виды взрывонабросных плотин**

*а*, *б* - см. [табл. 7](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i891677);*1 -* контур навала; *2* - контур расчетного профиля; *3* - инъекционное ядро; *4* - инъекционная завеса; *5* - экран; *6* - понур





**Черт. 8. Виды каменно-набросных плотин**

*а*, *б* - см. [табл. 7](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i891677); *1* - тело плотины; *2* - цементационная завеса; *3* - бетонный зуб; *4* - железобетонный экран; *5* - подэкрановая кладка; *6* - верховая призма; *7* - диафрагма; *8* - переходные слои; *9* - низовая призма

В северной строительно-климатической зоне каменно-земляные и каменно-набросные плотины в зависимости от температурного состояния грунтов плотины и ее основания, конструкции тела и противофильтрационных устройств в теле и основании подразделяют на основные типы и виды, указанные в [табл. 7.1](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i961985) и на [черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814); [6.1](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i984227); [8](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i953256).

Таблица 7.1

| Тип плотины | Конструкция противофильтрационного устройства | Принцип строительства |
| --- | --- | --- |
| Каменно-земляная талая | Грунтовый экран ([черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814), *а*) | II |
| Грунтовое ядро ([черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814), *б*) |
| Центральная грунтовая призма ([черт. 6](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i901814), *г*) |
| Каменно-земляная мерзлая | Грунтовое ядро и мерзлотные завесы в ядре и основании ([черт. 6.1](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i976664), *а*) | I |
| Центральная грунтовая призма и мерзлотные завесы в призме и основании ([черт. 6.1](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i976664), *б*) |
| Грунтовое ядро и мерзлотная завеса в ядре и мерзлотная завеса в основании, выполняемая из потерны ([черт. 6.1](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i976664), *в*) |
| Каменно-набросная талая | Экран из негрунтовых материалов ([черт. 8](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i937840), *а*) | II |
| Диафрагма ([черт. 8](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i937840), *б*) |
|  |  |  |



**Черт. 6.1. Виды мерзлых каменно-земляных плотин в северной строительно-климатической зоне**

*а*-*в* - см. [табл. 7.1](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i961985); *1* - переходные слои (обратные фильтры); *2* - грунтовое ядро; *3*, *4* - верховая и низовая призмы; *5* - центральная грунтовая противофильтрационная призма; *6* - СОУ; *7* - естественная граница подруслового талика; *8* - цементационная галерея; *9* - линия раздела талого и мерзлого грунта; *h* - высота плотины; *bum* - ширина противофильтрационного устройства понизу

**4.2\*.** Каменно-земляные и каменно-набросные плотины следует возводить как на скальных, так и на нескальных основаниях.

В северной строительно-климатической зоне талые каменно-земляные и каменно-набросные плотины следует возводить на скальных и нескальных основаниях, сложенных малосжимаемыми при оттаивании грунтами. На основаниях, сложенных сжимаемыми при оттаивании грунтами, разрешается проектировать мерзлые каменно-земляные плотины.

**4.3.** При проектировании каменно-земляных и каменно-набросных плотин наряду с требованиями [разд. 1](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i33248) необходимо также учитывать требования [разд. 2](https://files.stroyinf.ru/Data1/1/1978/#i171631) в части, относящейся к материалам для возведения земляных насыпных плотин, проектирования откосов и гребня плотин, противофильтрационных устройств и их сопряжений с основанием, берегами и бетонными сооружениями, а также при разработке проектов реконструкции таких плотин.

**4.4.** Возведение каменно-земляных и каменно-набросных плотин следует предусматривать отсыпкой каменного материала (каменной наброски, горной массы, галечникового грунта) слоями, принимая меры к его уплотнению (послойная укатка, гидроуплотнение) или ярусами высотой 3 м и более.

**4.5\*.** Возведение каменно-земляных плотин направленным взрывом допускается в благоприятных для этого метода природных условиях: в узком створе ( < 3, где *В* - ширина створа), при скальных породах берегов, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к каменным материалам плотин.

Противофильтрационные устройства этих плотин следует выполнять путем инъекции раствора в центральную призму, отсыпкой верховой слабоводопроницаемой призмы или экрана, а также из негрунтовых материалов. В проектах этих плотин надлежит предусматривать доводку сооружения до необходимых размеров. При надлежащем обосновании направленным взрывом можно возводить и однородные плотины

**2-68. Противофильтрационные устройства**

2.38\*. Противофильтрационные устройства следует выполнять из слабоводопроницаемых грунтов (глинистых и мелкозернистых песчаных, глинобетона, а также торфа) или негрунтовых материалов (бетона, железобетона, полимерных, битумных материалов и др.) в виде верховой или центральной противофильтрационной призмы, экрана, диафрагмы, ядра, понура, шпунта, стенки, в том числе и создаваемой методом «стена в грунте», цементационной и других завес, а при соответствующем обосновании - в виде комбинированной конструкции из грунтовых и негрунтовых материалов.

Водонепроницаемость грунтовых противофильтрационных устройств мерзлых плотин (ядер, центральных призм) следует обеспечивать устройством в них мерзлотных завес, смыкающихся, в частности, с вечномерзлыми грунтами основания.

2.39. Противофильтрационные устройства следует выбирать в зависимости от вида земляной плотины, характеристик грунтов ее тела и основания, наличия необходимых грунтовых или негрунтовых материалов для противофильтрационных устройств, высоты плотины, положения водоупора основания и условий производства работ, от результатов технико-экономического сопоставления вариантов.

2.40\* Толщину грунтового экрана или ядра плотины следует увеличивать сверху вниз.

Минимальную толщину экрана или ядра поверху назначают из условий производства работ, но не менее 0,8 м, а понизу - такую, чтобы градиенты напора фильтрационного потока, принимаемые для глинобетона, глины и суглинка, удовлетворяли критерию фильтрационной прочности (п. 5.5\*).

Участки ядра или экрана, а также понура, на которых возможны их промерзание и размыв вследствие значительных скоростей течения воды (например, при подходе к донному водоспуску), следует покрывать защитным слоем.

2.41\* Гребень грунтового экрана (после окончательной осадки плотины) должен быть выше форсированного уровня воды в верхнем бьефе с учетом высоты волны и нагона уровня воды (п. 2.12\*).

Гребень ядра должен быть выше форсированного подпорного уровня воды с учетом нагона, но без учета наката волны (п. 2.12\*).

2.42\*. При глубоком залегании водоупора следует при экране (ядре) предусматривать устройство понура или завесы. Понур, как правило, следует выполнять из того же материала, что и экран (ядро).

Длину понура следует назначать в зависимости от допустимых фильтрационных расходов, а также по условию недопущения опасных фильтрационных деформаций грунта основания плотины.

Толщину понура следует принимать исходя из условий обеспечения его фильтрационной прочности (п. 5.5 \*). Наименьшую конструктивную толщину грунтового понура принимают не менее 0,5 м.

В случае, если под экраном расположен крупнозернистый грунт тела плотины, между экраном и этим грунтом следует укладывать обратный фильтр (то же при проектировании понура на крупнозернистом грунте основания).

2.43\*. При отсутствии на месте строительства плотины грунтов, пригодных для противофильтрационного устройства, или при неблагоприятных климатических условиях необходимо предусматривать негрунтовые противофильтрационные устройства из асфальтобетона, железобетона, полимерных материалов или инъекционную диафрагму.

2.44\*. Асфальтобетонные экраны следует выполнять из гидротехнического асфальтобетона или полимерасфальтобетона с заданными по условиям строительства и работы конструкции показателями его физико-механических свойств. Свойства асфальтобетона для строительства экранов следует назначать из условия устойчивости его на откосе, трещиностойкости при отрицательных температурах воздуха, усталостной прочности и жесткости при волновых нагрузках.

Применение асфальтобетонных экранов при температурных воздействиях ниже минус 50°С не допускается.

Толщину асфальтобетонного экрана и его конструкцию следует устанавливать из условия сохранения его сплошности и прочности при волновых, ледовых и температурных воздействиях. Подготовку под экран выполняют по принципу переходного споя. Его конструкция должна исключать появление противодавления под экраном.

2.45\* Асфальтобетонные диафрагмы выполняют из литого, пластичного и уплотняемого горячего асфальтобетона. Тип и состав асфальтобетона для строительства диафрагмы следует выбирать исходя из прочностных свойств материала, технологических и экономических расчетов.

Применение асфальтобетонных диафрагм при температурных воздействиях ниже минус 50°С не допускается.

Основным требованием к конструкции диафрагмы является обеспечение ее работы в сжатом состоянии совместно с грунтом тела плотины. При этом напряжения и деформации в диафрагме не должны превышать расчетных значений выбранного для данной диафрагмы состава асфальтобетона.

Состав грунта переходных слоев следует проектировать из условия недопустимости проникания в его поры асфальтобетона диафрагмы и его непросыпаемости в поры грунта тела плотины.

Конструкция примыканий асфальтобетонной диафрагмы к основанию и к бетонным сооружениям должна обеспечивать возможность скольжения диафрагмы по поверхности примыканий. Асфальтовый материал в зоне примыкания должен при этом работать в сжатом состоянии.

2.46. Толщина асфальтобетонной диафрагмы назначается по расчету из условия сохранения ее сплошности и несущей способности в строительный и эксплуатационный периоды. Предварительно ее толщина задается по формуле t = а + 0,008Н, где Н - напор в рассматриваемом сечении диафрагмы, а = 0,4 - 0,5 м.

Асфальтобетонные диафрагмы следует, как правило, применять при больших деформациях тела плотины.

2.47\*. Железобетонные экраны в земляных насыпных плотинах следует применять при соответствующем технико-экономическом обосновании. Основные требования к проектированию железобетонных экранов изложены в пп. 4.25, 4.26, 4.27, 4.28\*.

2.48\* Бетонные и железобетонные (сборные и монолитные) диафрагмы следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.06.08-87. Диафрагмы следует разрезать вертикальными и горизонтальными швами с соответствующими уплотнениями, допускающими температурно-осадочные деформации.

2.49\* При использовании полимерных материалов (например, полиэтиленовой, поливинилхлоридной, бутилкаучуковой пленок и др.) для создания противофильтрационных устройств конструкция этих устройств и технология строительства должны обеспечивать защиту их от солнечной радиации и механических повреждений.

В зависимости от величины допускаемых фильтрационных потерь и материала соединение полимерных элементов между собой может быть сварным, клеевым или механическим в виде нахлеста.

Толщину противофильтрационного устройства из полимерного материала следует назначать расчетом исходя из следующих условий:

величина максимальных растягивающих напряжений в материале не должна превышать величины допускаемого растягивающего напряжения, определяемого требуемой долговечностью;

зерновой состав контактирующего грунта должен обеспечивать неповреждаемость полимерного материала. В виде исключения, при соответствующем обосновании, допускается снижение требования к неповреждаемости, что должно быть обосновано экспериментальными исследованиями общей и местной фильтрационной надежности сооружения. Противофильтрационные конструкции из полимерных материалов допускается применять для плотин III и IV классов, а также при надлежащем обосновании, для плотин I и II классов высотой до 60 м.

2.50. Инъекционную диафрагму в плотине следует создавать путем нагнетания в поры грунта тела плотины специального уплотняющего раствора различного состава и консистенции.

Состав и технологию нагнетания инъекционных растворов обосновывают соответствующими исследованиями, а при необходимости - опытными работами.

Толщину инъекционной диафрагмы в основании следует принимать не менее 1/10 напора на плотину.

Инъекционная диафрагма должна обладать необходимой фильтрационной прочностью, обеспечивающей долговечность плотины.

**Задание:**

1. Начертить виды каменно-земляных плотин
2. Начертить виды взрывонабросных плотин
3. Начертить виды каменно-набросных плотин
4. Виды мерзлых каменно-земляных плотин в северной строительно-климатической зоне