

РЕШЕНИЯ

Задание 1.

В соответствии с СП 40.13330.2012 расстояние от напорной грани плотины до галерей и до оси дренажа должно удовлетворять условию:

$$J \cdot \gamma_n \leq J_{кр},$$

где J – градиент напора,

γ_n – коэффициент надёжности,

$J_{кр}$ – критический (предельный) градиент напора.

Для сооружений второго класса $\gamma_n = 1,2$.

Градиент напора определяется по формуле

$$J = \frac{H_d}{a_{др}},$$

где H_d – напор над расчётным сечением,

$a_{др}$ – расстояние от напорной грани плотины до оси дренажа, а также до верховой грани продольных галерей.

Рассмотрим два опасных сечения.

Первое сечение – по подошве верхней галереи, которая расположена на $\nabla 20$ м. В этом случае напор составляет $H_d = 20$ м. Расстояние от напорной грани до галереи составляет $a_{др} = 1,5$ м. В этом случае градиент

$$J = \frac{H_d}{a_{др}} = \frac{20}{1,5} = 13,3.$$

Проверим условие фильтрационной прочности.

$1,2 \cdot 13,3 = 16$, что меньше критического градиента (20). Фильтрационная прочность бетона обеспечена.

Второе сечение – по подошве нижней галереи, которая расположена на $\nabla 2,5$ м. В этом случае напор составляет $H_d = 37,5$ м. Расстояние от напорной грани до галереи составляет $a_{др} = 2$ м. В этом случае градиент

$$J = \frac{H_d}{a_{др}} = \frac{37,5}{2} = 18,75.$$

Проверим условие фильтрационной прочности.

$1,2 \cdot 18,75 = 22,5$, что больше критического градиента (20). Фильтрационная прочность бетона НЕ обеспечена.

Задание 2.

Подсчитаем вес бетонной камеры при плотности бетона $2,4$ т/м³. Площадь сечения камеры составляет $S = 168$ м².

$$G = \rho_b \cdot g \cdot S = 2,4 \cdot 9,81 \cdot 168 = 3,95 \text{ мН}.$$

Силой, которая может вызвать всплытие камеры, является архимедова сила (сила взвешивающего противодавления по подошве). Глубина погружения подошвы камеры под уровень верхнего бьефа составляет $h_{взв} = 11$ м. Ширина подошвы камеры $B = 36$ м.

Подсчитаем взвешивающую силу

$$W_{\text{взв}} = \rho \cdot g \cdot h_{\text{взв}} \cdot V = 1 \cdot 9,81 \cdot 11 \cdot 36 = 3,88 \text{ мН.}$$

Т.к. взвешивающая сила меньше веса, то всплытие камеры не произойдёт, однако запас устойчивости крайне мал.

Задание 3.

Швы в бетонных сооружениях выполняются для того, чтобы улучшить напряжённое состояние плотины, обеспечив конструкция свободу деформаций.

Различают швы:

- температурные – для борьбы с напряжениями, возникающими при температурных воздействиях,
- осадочные (деформационные) – для уменьшения напряжений, возникающих при неравномерной осадке сооружения.
- температурно-осадочные;
- строительные – временные швы между отдельными блоками бетонирования, которые служат для уменьшения напряжений, возникающих при твердении бетона.

Толщина шва назначается в зависимости от величины ожидаемых деформаций. Толщина для температурных швов – около 5 мм. Осадочные швы плотин на нескальном основании имеют толщину 5-15 см.

Уплотнения швов выполняются для обеспечения их водонепроницаемости. Тип уплотнения выбирается в зависимости от назначения шва и его толщины.

Шпонки могут быть:

- резиновые,
- полимерные,
- металлические (обычно медные),
- асфальтовые (битумные).

Резиновые, полимерные шпонки применяют в плотинах на скальном основании.

В широких швах плотин на нескальном основании применяют асфальтовые шпонки.

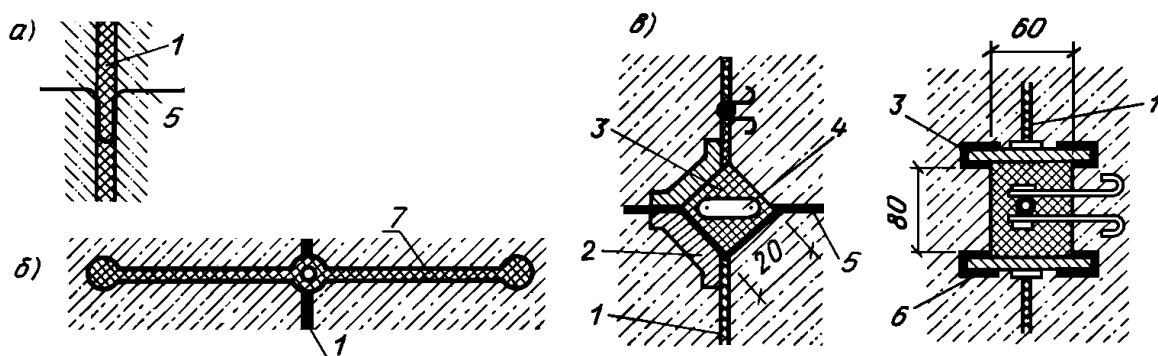


Рисунок. Шпонки 1 – шов; 2 – бетонное корыто; 3 – асфальтовая мастика; 4 – электрообогрев; 5 – металлический лист; 6 – конопатка; 7 – резиновая лента

Задание 4.

В соответствии с ГОСТ Р 70214-2022 берма – это горизонтальная площадка на откосах грунтовых плотин, каналов, насыпей и выемок грунта.

Бермы грунтовой плотины устраиваются как на верховом, так и на низовом откосе (см. рис.).

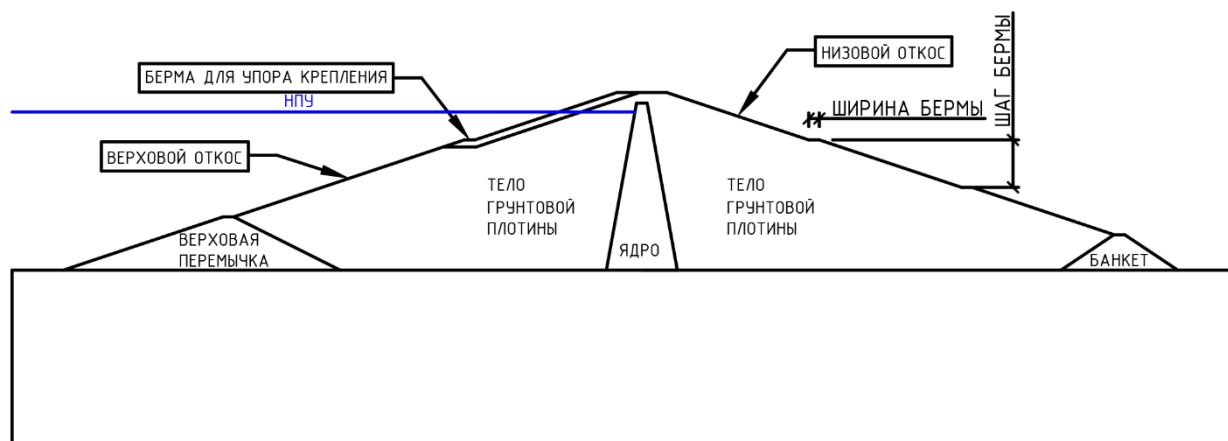


Рис. Схема устройства берм на откосах грунтовой плотины

Бермы на низовом откосе служат для:

- перехвата ливневого стока (для предотвращения эрозии поверхности) в случае, если откос сложен мелкозернистым грунтом,
- заглубления депрессионной кривой, если она близко подходит к поверхности откоса,
- для обеспечения проезда транспорта (в строительный и эксплуатационный периоды),
- размещения оголовков пьезометров, марок, плановых знаков и др. контрольно-измерительной аппаратуры,
- для удобства осмотра и обслуживания поверхности плотины.

Для сбора дождевого стока на берме низового откоса устраивают кювет. В этом случае берме придают уклон в сторону кювета, а бровки берм полезно закреплять дерновыми лентами или бетонными опоясками.

На низовом откосе бермы размещают через 10-15 м по высоте плотины, в высоких плотинах оно может быть увеличено.

В проектной документации ширина берм на низовых откосах в случае необходимости обеспечения проезда техники принимается не менее 3 м. При незначительной высоте плотины, отсутствии необходимости проезда транспорта и перехвата значительного дождевого потока, ширина берм может быть уменьшена до 1÷2 м. Берма шириной 1 м гарантирует только проход для пешего эксплуатационного персонала при общих осмотрах плотины. На плотинах средней и большой высоты на

«слабом» основании ширина берм на низовых откосах может увеличена в целях выполаживания откоса.

Бермы на верховом откосе выполняют в местах изменения заложения откосов, для расположения упоров крепления откоса, а также по условиям производства работ. Бермы применяют и в перемычках, включенных в тело плотины.

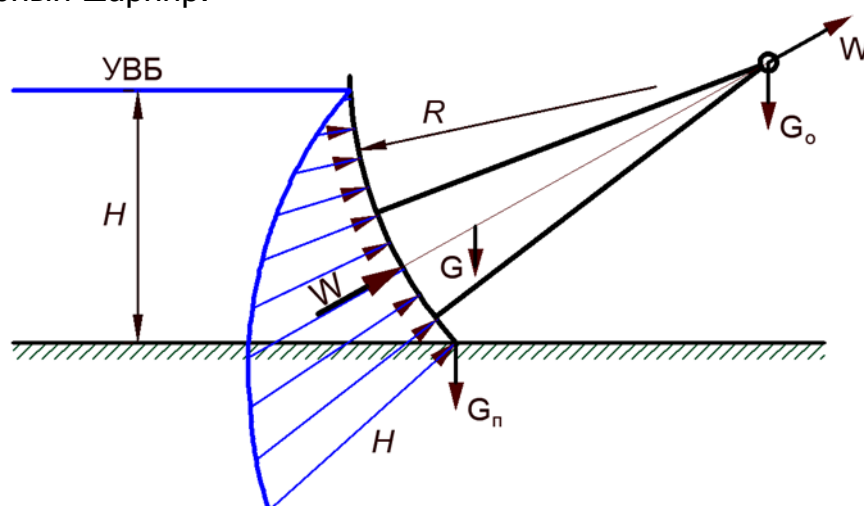
На границе сопряжения основного и облегченного крепления откоса выполняют упор, располагая его либо непосредственно на откосе, либо на берме (рисунок). Назначение упора – предупредить возможность сдвига основного крепления по откосу и предохранить концевую часть покрытия от подмыва при воздействии волн. Такая берма должна быть заглублена относительно УМО водохранилища не менее, чем на 2 высоты волны 1%-ной обеспеченности.

Грамотное расположение берм, предусмотренное в проектной документации на грунтовую плотину, обеспечивает необходимые условия эксплуатации данного сооружения.

Задание 5.

На сегментный затвор действуют две основные нагрузки: гидростатическое давление (сила W) и собственный вес затвора (сила G). Гидростатическое давление действует по нормали к обшивке затвора и неравномерно распределено по напорной грани. Если центр обшивки совпадает с центром вращения затвора, то сила W проходит через опорный шарнир.

Вес затвора передаётся на опорный шарнир и на опорную поверхность. Основная часть веса, G_n , передаётся на порог сооружения. Меньшая часть собственного веса, G_o , передаётся на опорный шарнир.



Задание 6.

Задачи проектирования подземного контура бетонной водосливной плотины на нескальном основании состоят в том, что:

- обеспечить фильтрационную прочность грунтов в основании плотины;
- уменьшить фильтрационное противодействие на подошву плотины;
- уменьшить фильтрационные потери воды из водохранилища.

В состав подземного контура могут входить следующие элементы:

- горизонтальные противofильтрационные элементы (понуры, флютбет);
- вертикальные противofильтрационные элементы (шпунты, зубья, стенки);
- дренажи (горизонтальный, вертикальный).

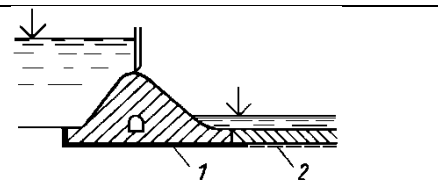
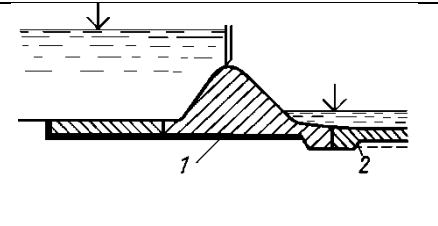
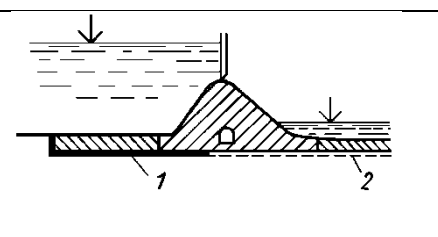
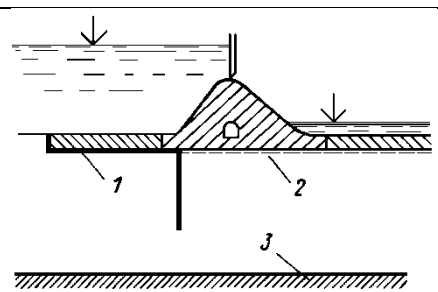
Схема подземного контура конструируется из этих элементов.

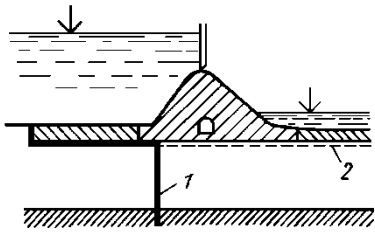
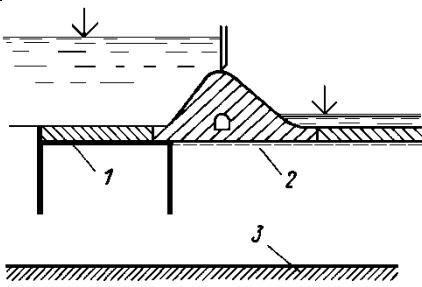
Выбор схемы производится в зависимости от грунтов основания, глубины залегания водоупора, с условием обеспечения фильтрационной прочности грунтов основания.

Дренаж является наиболее эффективной мерой по снижению фильтрационного противодавления, однако ведёт к увеличению фильтрационного расхода и снижению фильтрационной прочности. Кроме того, дренаж не применяют, если есть опасность выхода его из строя за счёт кольятации (пылеватый песок).

Для обеспечения фильтрационной прочности в подземный контур включают противofильтрационные элементы, удлиняющие путь фильтрации. Горизонтальные противofильтрационные элементы (понуры) применяют практически всегда. Шпунты используют лишь при песчаном основании. Если есть возможность, шпунт забивают до водоупора.

Различают следующие основные схемы подземного контура:

№	Схема подземного контура	Состав подземного контура	Область применения
1		без противofильтрационных элементов	плотины малого напора
2		с горизонтальным противofильтрационным элементом, без дренажа под плотиной	на глинистом основании или при основании из пылеватого песка
3		с горизонтальным противofильтрационным элементом и дренажем под плотиной	на глинистом основании
4		с горизонтальными противofильтрационными элементами, висячим шпунтом и дренажем под плотиной	на песчаном основании при глубоком залегании водоупора

№	Схема подземного контура	Состав подземного контура	Область применения
5		с горизонтальными противofильтрационными элементами, с завесой до водоупора	на песчаном основании при неглубоком залегании водоупора
6		с горизонтальным противofильтрационным элементом, двумя шпунтами и дренажем под плотиной	на основании из мелкозернистого песка при глубоком залегании водоупора
Условные обозначения: 1 – водонепроницаемый контур, 2 – проницаемый контур (дренаж).			

Размеры водонепроницаемой части подземного контура выбирают таким образом, чтобы выполнялось условие общей фильтрационной прочности грунта основания:

$$J \leq J_{кр} / \gamma_n,$$

где J – средний градиент фильтрационного потока вдоль подземного контура;

$J_{кр}$ – критическое значение среднего градиента грунта основания;

γ_n – коэффициент надёжности.