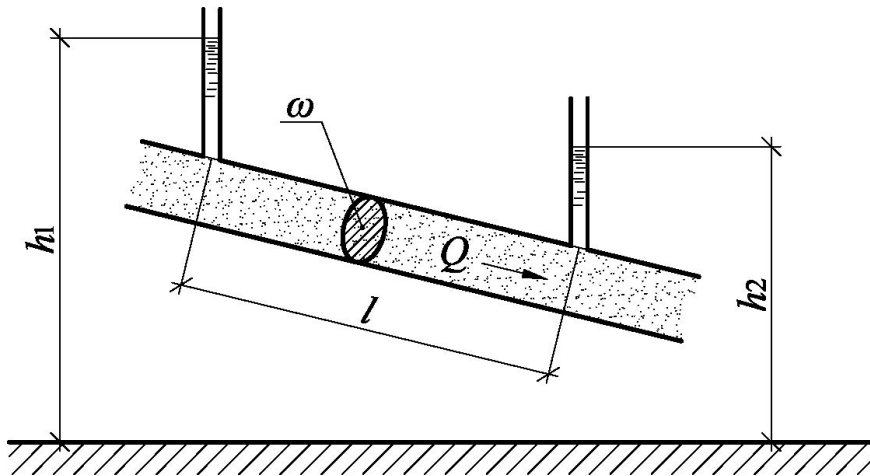


Лекция 6

ФИЛЬТРАЦИОННЫЙ РЕЖИМ БЕТОННЫХ ПЛОТИН

Фильтрацией называется движение жидкости в пористой или трещиноватой среде.

Закон А. Дарси – 1856 г.



$$v_{\phi} = k_{\phi} I$$

$$Q_{\phi} = k_{\phi} \omega \frac{h_1 - h_2}{l} = k_{\phi} \omega \frac{\Delta h}{l}$$

k_{ϕ} - табл. 2 СНиП 2.06.05-84*

Интересующие характеристики фильтрационного потока:

- Давление в различных точках области фильтрации;
- Скорости фильтрации в различных заданных точках области фильтрации;
- Полный фильтрационный расход или частичные расходы фильтрационного потока;
- Гидродинамическая сетка фильтрации или линии равных напоров.

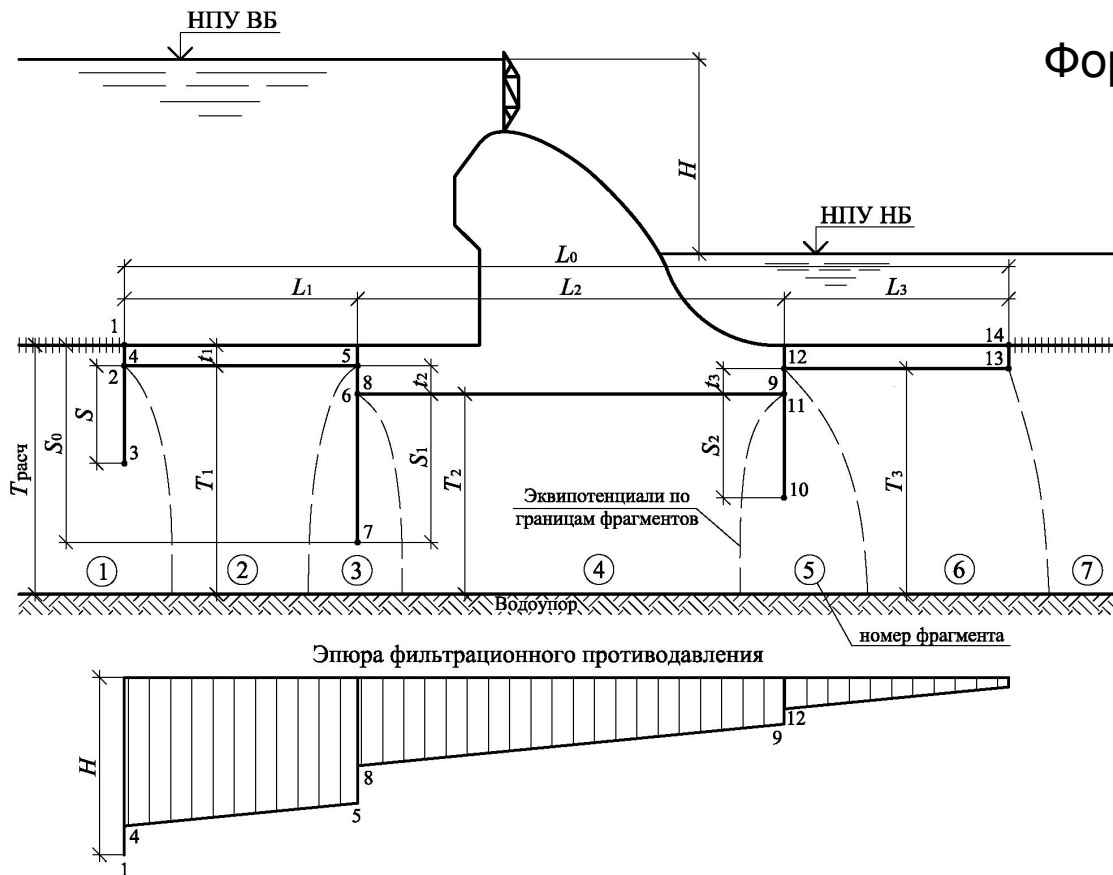
Вопросы, решаемые на основе фильтрационных расчетов бетонных плотин:

- Проверка устойчивости в отношении размыва (суффозии) грунта в сооружении и его основания;
- Определение устойчивости бетонных плотин на плоский сдвиг;
- Определение размеров противофильтрационных устройств (экрана, понура, ядра, шпунтов и др.);
- Определение размеров дренажных устройств.

Методы определения параметров фильтрационного потока

- Гидромеханические методы;
- Метод электрогидродинамических аналогий (ЭГДА);
- Приближенные методы (метод фрагментов, метод коэффициентов сопротивления Чугаева Р. Р., метод удлиненной контурной линии и др.);
- Численные методы – метод конечных элементов (МКЭ).

Метод коэффициентов сопротивления Чугаева Р.Р.



Формула Павловского-Форхгеймера

$$\sum \Delta h_i = H = \frac{q_{\phi}}{k_{\phi}} \sum \zeta_i$$

$$\frac{\Delta h_i}{H} = \frac{\zeta_i}{\sum \zeta_i} \rightarrow \Delta h_i = H \frac{\zeta_i}{\sum \zeta_i}$$

Метод фрагментов Чугаева Р.Р. (метод коэффициентов сопротивления)

Активная зона фильтрации соответствует такой фиктивной глубине залегания водоупора $T_{\text{акт}}$, при увеличении которой эпюра противодавления, значения выходного градиента и величина фильтрационного расхода не изменяются.

Определение фиктивной глубины залегания водоупора $T_{\text{расч}}$

При определении
фильтрационного
противодавления

Если $T_{\text{д}} < T'_{\text{акт}}$, то $T'_{\text{расч}} = T_{\text{д}}$;

Если $T_{\text{д}} \geq T'_{\text{акт}}$, то $T'_{\text{расч}} = T'_{\text{акт}}$.

При определении
выходных градиентов
напора

Если $T_{\text{д}} < T''_{\text{акт}}$, то $T''_{\text{расч}} = T_{\text{д}}$;

Если $T_{\text{д}} \geq T''_{\text{акт}}$, то $T''_{\text{расч}} = T''_{\text{акт}}$.

При определении
фильтрационного
расхода

$$T'''_{\text{расч}} = T_{\text{д}}$$

Величины коэффициентов сопротивления для различных
фрагментов

Для входных и выходных зон со
шпунтом

$$1 \quad \zeta_{\text{вх}} = \zeta_{\text{вых}} = \zeta_{\text{шп}} + 0,44$$

$$3 \quad \zeta_{\text{шп}} = \frac{t_i}{T_i} + 1,5 \frac{S_i}{T_{i+1}} + \frac{0,5 \frac{S_i}{T_{i+1}}}{1 - 0,75 \frac{S_i}{T_{i+1}}}$$

2 при $l_i \geq 0,5(S_i + S_{i+1})$ при $l_i \leq 0,5(S_i + S_{i+1})$

$$4 \quad \zeta_{2i} = \frac{l_i - 0,5(S_i + S_{i+1})}{T_{i+1}}$$

6

Для входных и выходных зон с
уступом

$$7 \quad \zeta_{\text{вх}} = \zeta_{\text{вых}} = \zeta_{\text{уст}} + 0,44$$

$$\zeta_{\text{уст}} = \frac{t_i}{T_i}$$

Для входных и выходных
зон
без уступа и шпунта

$$\zeta_{\text{г}} = 0$$

$$\zeta_{\text{вх}} = \zeta_{\text{вых}} = 0,44$$

Удельный
фильтрационный расход

$$q_{\text{ф}} = \frac{H}{\sum \zeta_i} k_{\text{ф}}$$

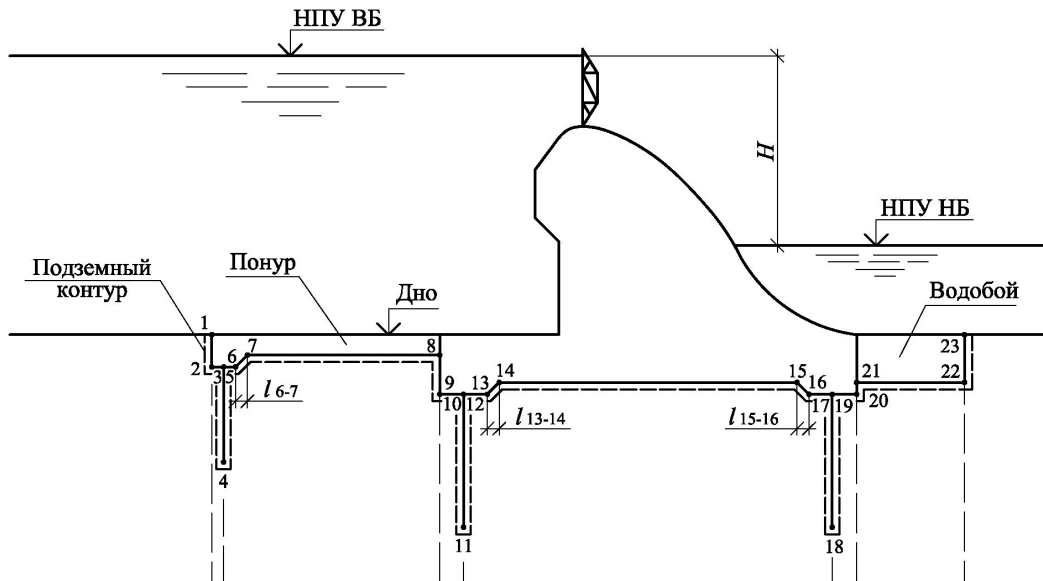
Максимальный выходной
градиент напора

$$I_{\text{вых}} = \frac{H}{T_i} \cdot \frac{1}{\alpha \sum \zeta_i}$$

$$\alpha = \beta \sqrt{\sin \left[\frac{\pi}{2} \left(\frac{S_i}{T_i} - \frac{T_{i+1}}{T_i} + 1 \right) \right]}$$

$$\beta = 1,0 \dots 1,1$$

ОЧЕНЬ приближенный способ удлиненной контурной линии В.Бляя

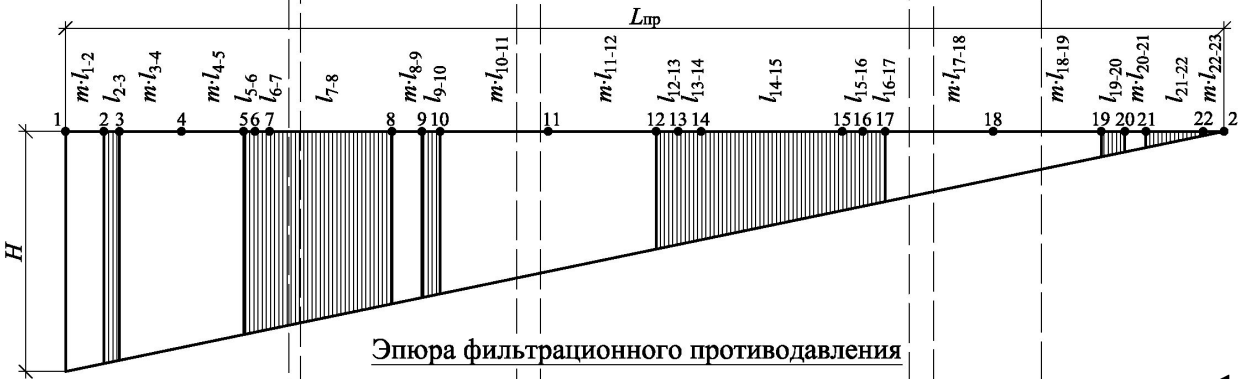


$$v_{\phi} = k_{\phi} \frac{H}{L_{\text{пр}}}$$

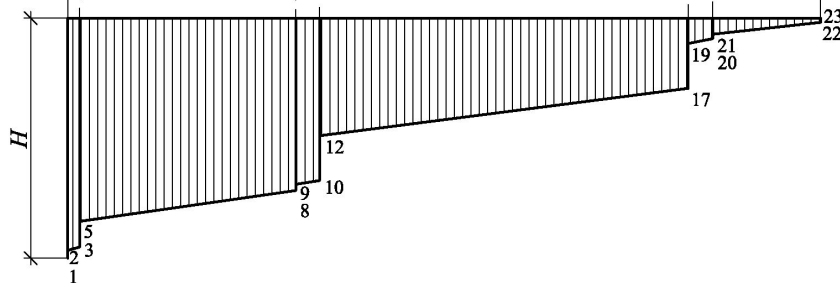
$$L_{\text{пр}} = \sum l_{\text{гор}} + m \sum l_{\text{верт}}$$

Эпюра фильтрационного противодействия на приведенном подземном контуре

$$\frac{\Delta h_{\text{верт}}}{\Delta h_{\text{гор}}} = m$$



Эпюра фильтрационного противодействия



$m = 1,5$ – для песчаных грунтов

$m = 2,5$ – для глинистых грунтов

Построение эпюры фильтрационного противодействия для плотин на скальном основании

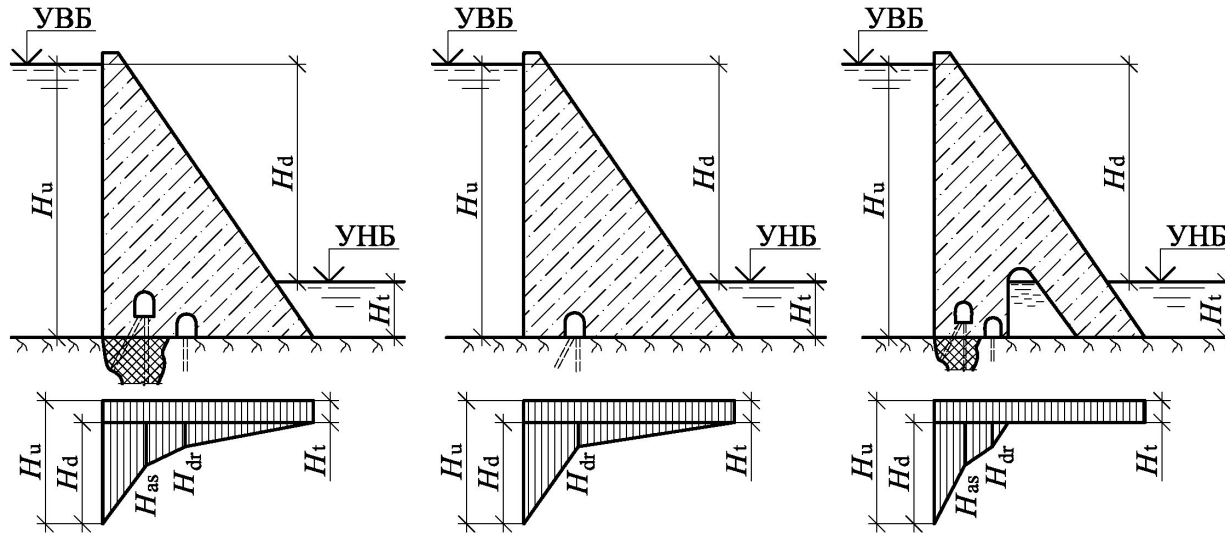


Таблица 5 СНиП 2.06.06-85 Плотины бетонные и железобетонные

Виды плотин	Значения H_{as}/H_d и H_{dr}/H_d при сочетании нагрузок на плотины					
	основные и особые при ФПУ и нормальной работе противофильтрационных и дренажных устройств			особые в случае нарушения нормальной работы противофильтрационных и дренажных устройств		
	плотины с цементационной завесой		плотины без цементационной завесы	плотины с цементационной завесой		плотины без цементационной завесы
	H_{as}/H_d	H_{dr}/H_d	H_{dr}/H_d	H_{as}/H_d	H_{dr}/H_d	H_{dr}/H_d
Гравитационные без полостей у основания классов:						
I	0,40	0,20	0,20	0,50	0,30	0,40
II	0,40	0,15	0,15	0,50	0,20	0,30
III и IV	0,30	0,05	0,05	0,35	0,10	0,10
Гравитационные с продольной полостью у основания (черт. 7, в) I - IV классов	0,30	0,10	0,10	0,35	0,15	0,20
Гравитационные с расширенными швами и массивно-контрфорсные I -IV классов	0,20	0,05	0,05	0,25	0,10	0,10
Арочные I-IV классов	0,40	0,20	0,20	0,60	0,35	0,40

Примечание. Для контрфорсных плотин с плоским или арочным перекрытием эпюра пьезометрического напора при фильтрации под действием расчетного напора H_d принимается по треугольнику с ординатой $h_f = 0$ на низовой грани верхового клина плотины.