

**Методические указания к выполнению курсового проекта по теме:  
«Фильтрационный расчет земляной плотины» по курсу ГС ГЭУ1.**

Под действием напора, создаваемого плотиной, происходит фильтрация воды через тело плотины и ее основание из верхнего бьефа в нижний. Свободная поверхность грунтового потока называется депрессионной поверхностью, а линия пересечения этой поверхности с вертикальной плоскостью – *депрессионной кривой*.

**Градиент напора (гидравлический градиент)** – потеря напора по длине пути фильтрации или изменение напора на единицу длины пути.

*Пример:* заложение откосов плотины  $m_1 = 2$ ,  $m_2 = 3$  (или  $m_1 1:2$ ,  $m_2 1:3$ ). Высота плотины  $h = 6$  м.

*Это означает, что длина откосов равняется:*

$$L_1 = m_1 * h = 2 * 6 = 12 \text{ м};$$

$$L_2 = m_2 * h = 3 * 6 = 18 \text{ м};$$

*Таким образом, на 1 метр высоты плотины приходится 2 метра длины.*

Задачами фильтрационных расчетов являются: определение потерь воды через тело грунтовой плотины и ее основание, если оно водопроницаемо; определение положения кривой депрессии и выходных градиентов напора. При фильтрационных расчетах грунтовых плотин принимают следующие допущения:

- фильтрацию рассматривают в одной плоскости;
- грунт тела плотины считают однородно-изотропным;
- водоупор считают теоретически водонепроницаемым, положение кривой депрессии однородной плотине не зависит от качества грунта, а определяется только геометрическими размерами профиля плотины.

Проектный профиль грунтовой плотины приводит к расчетной схеме, в которой исключают отдельные мелкие детали и не учитывают потери напора в пригрузке из крупнопористых грунтов, уложенных поверх водонепроницаемых элементов - экранов или понуров. В верхнем бьефе за расчетный уровень принимают НПУ, в нижнем бьефе -

уровень воды, соответствующий бытовому уровню (уровню НБ), при котором будет установившийся расход фильтрационного потока в теле плотины.

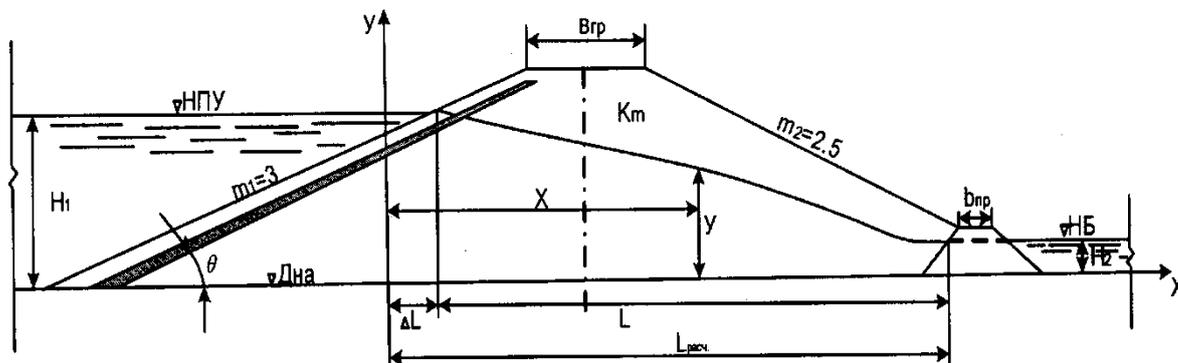


Рис. 1. Расчетная схема к фильтрационному расчету

Вначале находят положение раздельного сечения  $\Delta L$  по формуле Г.К. Михайлова, (рис. 1):

$$\Delta L = \frac{m_1}{2 \cdot m_1 + 1} \cdot H_1 \quad (1)$$

Положение кривой депрессии определяют по уравнению

$$y^2 = H_1^2 - 2 \cdot \frac{q_m}{k_m} \cdot x \quad (2)$$

где  $q_m$  - удельный фильтрационный расход через тело плотины;  $k_m$  - коэффициент фильтрации тела плотины.

Величину удельного фильтрационного расхода находят из уравнения

$$\frac{q_m}{k_m} = \frac{H_1^2 - H_2^2}{2 \cdot L_{расч}} \quad (3)$$

где  $L_{расч}$  - проекция кривой депрессии на плоскость основания, для однородной плотины

$$L_{расч} = L + \Delta L$$

При определении координат кривой депрессии задаются рядом значений (не менее пяти)  $X$  и определяют положение кривой депрессии. Для значения  $x=0$  ордината равна  $H_1$ , а при  $x = L_{расч}$  ордината равна  $H_2$ .

После определения координат кривой депрессии, оценивают фильтрационную прочность грунтов основания и тела плотины по величине выходного фильтрационного градиента

$$I_{вых} = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{y_{n-1} - y_n}{x_n - x_{n-1}} \leq I_k \quad (4)$$

где  $\Delta h$  - падение напора фильтрационного потока на линейном участке  $\Delta l$ .

Значение выходного градиента должно быть меньше чем значение градиента критического, который определяется строительными нормами, таблица 1. Если условие не выполняется, то необходимо пересмотреть принятые размеры элементов поперечного профиля грунтовой плотины, увеличить заложение низового откоса или размеры противофильтрационного устройства.

Таблица 1. Значения критического среднего градиента

Грунт	Критический градиент напора, $I_k$
Песок: мелкий	0,32
- средней крупности	0,42
- крупный	0,48
супесь	0,60
суглинок	0,80
глина	1,35

Если плотина не однородная, то при выполнении фильтрационных расчетов используют метод виртуальных длин, позволяющий виртуально заменить противофильтрационное устройство (экран или ядро) эквивалентным слоем и дальнейшие расчеты проводить как для однородной плотины.

Мощность эквивалентного слоя для плотины с ядром, определяют из условия:

$$L_{я} = \frac{\delta_{в} + \delta_{н}}{2} \cdot \frac{k_m}{k_z} \quad (5)$$

а плотины с экраном:

$$L_{э} = \frac{\delta_{в} + \delta_{н}}{2} \cdot \frac{k_m}{k_э} \cdot \sin \theta \quad (6)$$

где  $\delta_{в}, \delta_{н}$  - толщина противofильтрационного устройства в верхней и нижней частях;  
 $k_{я}, k_{э}$  - коэффициенты фильтрации ядра и экрана;  $\theta$  - угол наклона средней линии экрана к основанию плотины. Тогда, для плотины с ядром  $L_{расч} = L + \Delta L + L_{я}$ , а для плотины с экраном  $L_{расч} = L + \Delta L + L_{э}$ .

Далее осуществляется проверка фильтрационной прочности грунтов тела плотины и основания по значению выходного градиента (по таблице 1):

$$I_{вых} = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{y_{n-1} - y_n}{x_n - x_{n-1}} \leq I_k \quad (7)$$

В случае выполнения условия делается вывод о том, что фильтрационная прочность грунтов тела плотины и основания будет обеспечена (в случае невыполнения условия – делается обратный вывод).

### **Задание для выполнения курсового проекта.**

Дан поперечный профиль грунтовой плотины с экраном, с заложением откосов  $m_1$  и  $m_2$ . Со стороны нижнего бьефа выполнен каменный банкет высотой  $h_{\text{банкета}}$  и шириной по берме  $b_{\text{пр}}$ . Заложение откосов каменного банкета  $m_3$  и  $m_4$ , где  $m_3$  – со стороны верхнего бьефа. Заданы уровни НПУ, нижнего бьефа, отметка основания плотины (отметка дна), ширина гребня и высота плотины. Необходимо построить профиль плотины с теоретической кривой депрессии (рис.1) и сделать вывод об обеспечении (или не обеспечении) фильтрационной прочности грунтов тела и основания плотины.

Номер варианта исходных данных берется по порядковому номеру студента в группе.

Исходные данные												
№ по журналу	Высота плотины, Н, м	Уровень НПУ, м	Уровень НБ, м	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	Ширина гребня плотины, В <sub>гр</sub> , м	Отметка основания (дна), м	Грунт тела плотины	Высота каменного банкета, h <sub>банкета</sub> , м	Ширина каменного банкета по берме, b <sub>пр</sub> , м
1.	19	15	5	2,5	3	1,25	1,2	3	0	суглинок	1	0,5
2.	20	14	2	2	3	1,3	1,2	5	0	песок средней крупности	1	0,5
3.	16	13	3	3	3	1,2	1,3	5	0	супесь	1,1	0,8
4.	19	15	4	2	3	1,2	1,25	4	0	песок крупный	1	0,6
5.	18	14	3,5	2,5	2,8	1,2	1,25	5	0	супесь	1	0,5
6.	17	12	3,2	2	2	1,2	1,3	6	0	суглинок	0,8	0,6
7.	19	15	4	2,5	2	1,2	1,25	5	0	супесь	0,9	0,5
8.	16	13	2,8	2,25	2	1,2	1,2	4	0	суглинок	0,7	0,4
9.	20	15	3	2	2,25	1,25	1,3	5	0	песок средней крупности	1	0,5
10.	18	14	3,2	2	2,5	1,2	1,25	5	0	супесь	1	0,5

11.	19	14	4	2,5	3	1,2	1,25	6	0	суглинок	1	0,5
-----	----	----	---	-----	---	-----	------	---	---	----------	---	-----