

ГИДРОТЕХНИКА

А. М. Мхитарян

Фильтрация воды через земляные плотины на непроницаемых основаниях (частный случай)

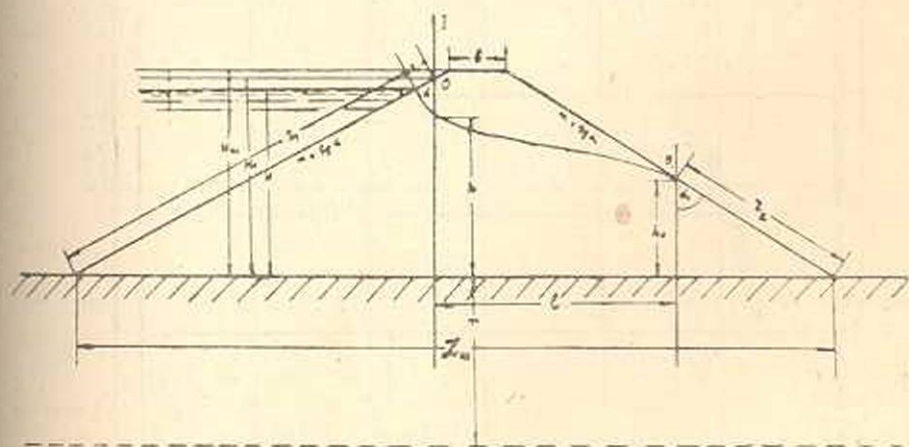
Для решения задач о фильтрации воды через земляные плотины с непроницаемым основанием [$T=0$] и с основанием неопределенно большой мощности [$T=\infty$] приведенные в нашей предыдущей работе [5] графики непригодны, т. к. их компоненты при $T=0$ и $T=\infty$ становятся не определенными. Поэтому общие уравнения для плотин с проницаемым основанием из упомянутой нашей работы перепишем и вместо значения T поставим 0 или ∞ .

$$\frac{q}{k} = \frac{H-h_0}{g_1} \ln \frac{1,1 H + T}{1,1 H - h_0} \quad (1)$$

$$\frac{q}{k} \cdot l = T(h - h_0) + \frac{h^2 - h_0^2}{2} \quad (2)$$

$$\frac{q}{k} = (T + h_0) \frac{\cos \alpha_1}{g_2} \quad (3)$$

$$l = l_{\text{пл.}} - 1,1 m H - m_1 h_0 \quad (4)$$



Черт. 1.

где $g_1 = 2\pi \frac{z}{360^\circ}$, $g_2 = 2\pi \frac{z_1}{360^\circ}$, q — расход, а k — коэффициент фильтрации.

Остальные обозначения см. чертеж 1.

Подставим значение l из уравнения [4] в уравнение [2] и полагая, что $T=0$, получим:

$$\frac{q}{k} = \frac{H-h}{g_1} l_0 \frac{1,1H}{1,1H-h} \quad (5)$$

$$\frac{q}{k} (L_{0a} - 1,1mH - m_1h_0) = \frac{h^2 - h_0^2}{2} \quad (6) \quad \Pi,$$

$$\frac{q}{k} = A \cdot h_0 \quad (7)$$

График

Для определения входной ординаты $h=x'H$

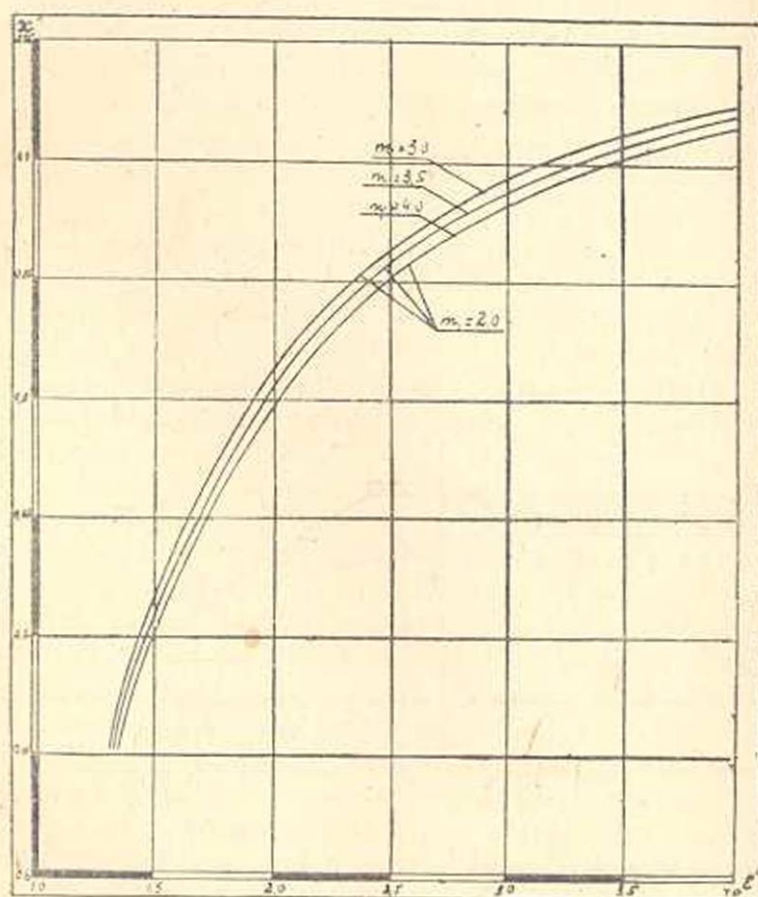


График 1-а

где $A = \frac{\cos \alpha_1}{g_2}$.

Выразим компоненты расчета в долях от напора H , введя обозначения

$$\frac{q}{k} = Q', \quad \frac{h}{H} = x'', \quad \frac{h_0}{H} = y'', \quad \frac{1,1 \text{ мН} - 1,1 \text{ мН}}{H} = \varepsilon'.$$

Подставив новые переменные в систему II, получим преобразованную систему:

$$\left. \begin{aligned} Q' &= \frac{1 - x''}{g_1} \cdot \ln \frac{1,1}{1,1 - x''} \dots \dots \dots (8) \\ Q'(\varepsilon' - m_1 y'') &= \frac{x''^2 - y''^2}{2} \dots \dots \dots (9) \\ Q' &= A \cdot y'' \dots \dots \dots (10) \end{aligned} \right\} \text{III}$$

Эту систему не трудно привести к виду:

$$\left. \begin{aligned} y'' &= \frac{1 - x''}{g_1 A} \cdot \ln \frac{1,1}{1,1 - x''} \dots \dots \dots (11) \\ \varepsilon' &= \frac{x''^2 - y''^2}{2A y''} + m_1 y'' \dots \dots \dots (12) \end{aligned} \right\} \text{IV}$$

График

Для определения безразмерной величины $h_0 = y'' H$

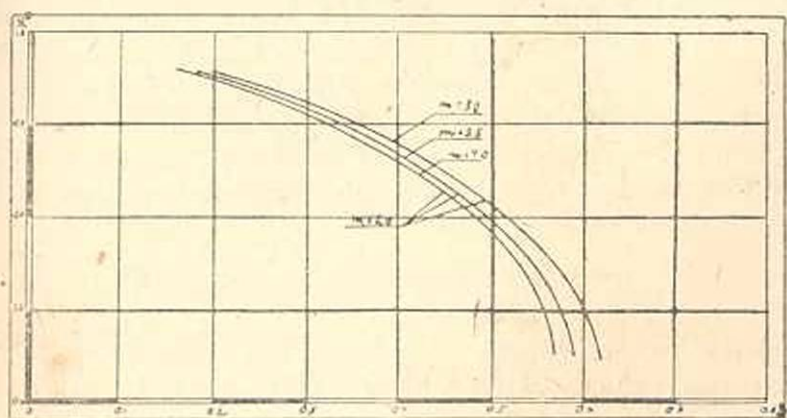


График 1-6

По этим уравнениям можно составить таблицы или графики для определения элементов кривой депрессии. Для определенных величин откосов, задаваясь значениями x'' (в пределах от 0,65 до 0,95) по уравнению [11], мы вычислили y'' , что позволяет найти ε' по уравнению [12].

Таким образом, для стандартных откосов расчетное соотношение может быть представлено одной кривой $x'' = f(\varepsilon')$, что позволяет на одном графике свести расчетные кривые для всех возможных типов профилей. Если каков-либо профиль на этом графике окажется случайно не предусмотренным, то величину x'' всегда можно будет определить по интерполяции между соседними кривыми, имеющими

постоянное значение одного и различные значения другого откоса. Для определения выходной ординаты можно составить другой график с кривыми:

$$y'' = f(\varepsilon') \text{ или } y'' = f(x'').$$

Чтобы не перегружать нашу статью табличным и графическим материалами, мы приведем график для низового откоса только $m_1=2$ и верхового $m=3,5$ и $m=4$.

Таблица для определения элементов кривой депрессии, при $m_1=2$

x''	$m=3$		$m=3,5$		$m=4$	
	ε'	y''	ε'	y''	ε'	y''
0,65	1,316	0,6200	1,3290	0,5990	1,3405	0,584
0,70	1,467	0,6015	1,4860	0,5815	1,502	0,567
0,75	1,659	0,5675	1,687	0,549	1,710	0,5845
0,80	1,9305	0,5150	1,970	0,498	2,0025	0,485
0,85	2,3660	0,4405	2,425	0,426	2,472	0,415
0,90	3,2245	0,3380	3,318	0,327	3,392	0,318
0,95	5,8050	0,1975	5,999	0,191	6,146	0,186

По таблицам значений ε' и y'' для $m=3$ и $m_1=2$ построены график и № 1^а и 1^б.

Приведем несколько примеров расчета.

Пример 1. Определить элементы кривой депрессии в плотине с напором $H=10$ м откосами $m_1=2$ и $m=3$, имеющей ширину по низу 63 м (исходя из высоты 11,5 м и ширины по гребню 5,5 м). Определим параметр ε'

$$\varepsilon' = \frac{L_{на}}{H} = 1,1 \text{ м} = \frac{63}{10} = 1,1 \cdot 3 = 3.$$

По графику 1-а находим $x''=0,8905$ и по графику 1-б $y''=0,36$. Следовательно входная ордината $h=x'' \cdot H=0,8905 \cdot 10=8,905$ м и выходная ордината $h_0=y'' \cdot H=0,36 \cdot 10=3,6$ м.

Расчет, как видим, элементарно прост.

Пример 2. Для тех же данных рассчитать расход, при условии, что коэффициент фильтрации равен 0,005 см/сек. или $K=0,000005$ м/сек.

Поэтому $Q' = A \cdot y'' = 0,464 \cdot 0,36 = 0,1454$, где $A = \frac{\cos \alpha_2}{g_2} = 0,464^*$

Следовательно $q = K H Q' = 0,000005 \cdot 10 \cdot 0,1454$

$$q = 0,00000727 \text{ м}^3 \text{ сек. на п. м.}$$

или $q = 0,00727$ л/сек. = 26, 1 л/час на п. м.

* Значение A для разных откосов можно взять из готовой таблицы нашей работы [5], на стр. 53, табл. № 3.

Пример 3. Рассчитать кривую депрессии по данным примера 1-го, но при условии $m = 4$ и в соответствии с этим $L_{\text{пл}} = 63 + 11,5 \cdot (4 - 3) = 74,5$.

По предыдущему $z' = \frac{74,5}{10} - 1,1 \cdot 4 = 3,05$,

по графикам $x'' = 0,8855$ и $y'' = 0,35$,

или $h = x''H = 8,855$ м $h_0 = y'' \cdot H = 0,35 \cdot 10 = 3,5$ м.

Сопоставляя друг с другом расчеты № 1 и 3, можно видеть, что влияние на движение заложения верхового откоса весьма незначительное, что хорошо согласуется со всем сказанным в нашей [5] о том, что фильтрационный поток не захватывает нижнюю часть верхового каньона, которая возрастает пропорционально с проницаемым слоем T .

Что касается случая при $T = \infty$, то мы надеемся вернуться к этому вопросу позже, после окончания лабораторных опытов в Гидроэлектрической лаборатории Академии Наук Арм. ССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Павловский—О фильтрации воды через земляную плотину на непроницаемом основании, 1931. Москва.
2. А. А. Угиртис—Расчет фильтрации через земляные плотины, 1940. Москва.
3. Ф. Б. Нельсон-Скорняков—Движение воды в однородной среде 1947. Москва.
4. Н. А. Шанкин—Расчет фильтрации в земляных плотинах, 1947. Москва.
5. А. М. Мхитарян—Фильтрация воды через земляные плотины на проницаемых основаниях. Изв. АН Арм. ССР, № 5, 1947.
6. А. М. Мхитарян—Фильтрация воды через земляные плотины на проницаемых основаниях с водой на п. б. Изв. АН Арм. ССР, № 4, 1948.

Поступило 9 IV 1949

Ա. Մ. Մխիթարյան

ՋՐԻ ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՆ ՋՐԱՆՔԱՓԱՆՑ ՀԻՄՔԵՐԻ ՎՐԱ ԳՏՆՎՈՂ ՊԱՏՎԱՐՆԵՐԻ ՄԱՐՄՈՎ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հսկվածում լուծարանիված է ջրանիւթափանց հիմքի վրա գտնվող պատվարների մարմնով կառավարվող ֆիլտրացիայի հաշվարկը հիդրավիկ մեթոդով, որը համարվում է մեր նախորդ աշխատանքի* մասնավոր դեպքը:

Քանի որ նախորդ աշխատանքը (ինչպես ցույց է արված նրա ամփոփման մեջ) ավելի ընդհանուր է և ճիշտ, քան մինչ այդ լույս ահառված (որոնց թվում ահազ. Պավլովսկու և պրոֆ. Ալգինչուսի) աշխատանքները

* Фильтрация воды через земляные плотины на проницаемых основаниях. Известия АН Арм. ССР, № 5, 1947 г.

հիղրավիկ մեթոդով, տպա նրա մասնավոր զեպքը ևս կարևոր է և պրակտիկայում կիրառելի:

Չնայած ստացված քանակների պարզությունը, լուծումը տրված է նամպրաֆիկ եղանակով՝ օգտագործումն ավելի հեշտապնկու համար:

Բերված օրինակները ցույց են տալիս ավյալ մեթոդի լուծման սահմանային հեշտությունը:

