

ЛИТЕРАТУРА

1. Ж и л е н к о в В.Н. Водоупорные свойства грунтов ядер и экранов высоких плотин. — Л., 1968.
2. П р а в е д н ы й Г.Х. Проектирование и подбор гранулометрического состава фильтров переходных зон высоких плотин. — Л., 1966.
3. И с т о м и н а В.С. О контактном размыве песчаных грунтов. — Трин-та ВОДГЕО. М., 1974, вып. 44.
4. В я л о в С.С., П е к а р с к а я Н.К., М а к с и м я к Р.В. О физической сущности процессов деформирования и разрушения глинистых грунтов. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1970, № 1.
5. Б у р е н к о в а В.В. Исследование поведения суглинка в горизонтальной трещине под действием фильтрационного потока. — Трин-та ВОДГЕО. М., 1974, вып. 44.
6. М и ш у р о в а Г.В. Исследование структуры контакта супесчаных грунтов и фильтров. — В сб.: Водное хозяйство и гидротехническое строительство. Минск, 1981, вып. 11.
7. Рекомендации по расчету обратных фильтров плотин из грунтовых материалов с глинистыми противофильтрационными устройствами и однородных плотин из супесчаных грунтов с w_{3-5} . — М., 1977.
8. М и ш у р о в а Г.В. Контактный размыв супесчаных грунтов. — Трин-та ВОДГЕО. Научные исследования в области гидротехники. М., 1977, вып. 61.

УДК 626.86+626.212

Г.Г.КРУГЛОВ, канд.техн.наук, и.о. доц. (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРИБОРЕ ЭГДА ПРИДАМБОВОГО ДРЕНАЖА, РАБОТАЮЩЕГО С НАВИСАНИЕМ

При определенных условиях над несовершенной придамбовой дренаей, защищающей территорию от подтопления, образуется участок нависания, величину которого можно определить по эмпирической зависимости [1, 2]:

$$\left(\frac{\Delta h}{D}\right)^2 = 0,00414 \frac{q_r}{(l_r^2 - 3,28 l_r)} \left(\frac{t}{D}\right)^{2,7} - 2,83. \quad (1)$$

Зависимость (1) выведена в результате обработки экспериментальных данных, полученных на опытной установке, оборудованной в грунтовом лотке [3]. Несмотря на то, что диапазон значений относительных размеров l_2/l_1 и t/D (рис. 1.), исследованных в грунтовом лотке, достаточно широк, он тем не менее не охватывает всех встречающихся в проектной практике случаев.

В связи с этим были проведены исследования придамбовой дренаей, работающей с нависанием, на приборе ЭГДА 9-60, которые позволили сопоставить результаты опытов, полученных в грунтовом лотке и на ЭГДА, а также значительно расширить область применения зависимости (1).

Существующие методы моделирования безнапорной фильтрации на приборах ЭГДА [4–8] позволяют исследовать работу дренаей как без участка нависания (в этом случае на дренаю подается нулевой потенциал), так и с ним, для чего предварительно вычисляется величина участка нависания. Для моделирования работы дренаей с нависанием была разработана следующая методика исследований.

Для рассматриваемой расчетной схемы по (1) вычислялась величина участка нависания Δh и определялась ордината кривой депрессии над дренаей (см. рис. 1.):

$$h_{др} = t + \frac{D}{2} + \Delta h, \quad (2)$$

где t — расстояние от оси дрены до водоупора; D — диаметр дрены.

Выбирался соответствующий масштаб моделирования и, согласно общим правилам [5, 7], из электропроводной бумаги вырезалась модель. Исследования на ней велись в два этапа.

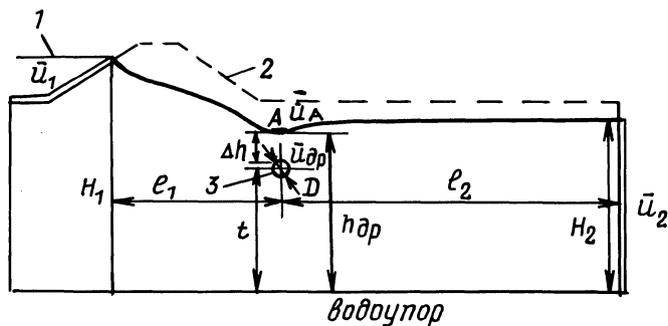


Рис. 1. Расчетная схема модели на электропроводной бумаге: 1 — водохранилище; 2 — дамба; 3 — придамбовая дрена.

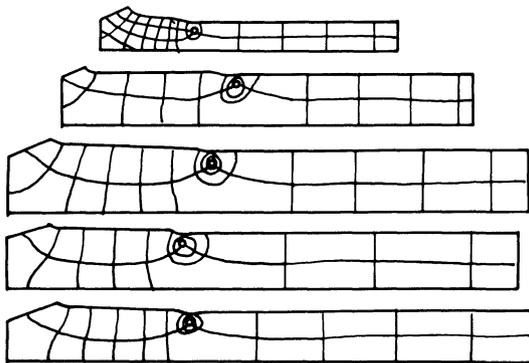


Рис. 2. Примеры построения гидродинамических сеток.

На первом этапе для нахождения верхней границы области фильтрации отыскивалось положение кривых депрессий в сторону водохранилища (H_1) и коренного берега (H_2). Использовался известный способ последовательного подрезания модели [5]. Приведенные потенциалы на границах области фильтрации рассчитывались по зависимости

$$\bar{u} = \frac{\Delta \bar{u}}{\Delta \bar{u}_{\max}} = \frac{H_i - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}}, \quad (3)$$

где напору $H_{\max} = H_1$ соответствовал потенциал 100%, а $H_{\min} = h_{\text{др}}$ – потенциал 0%.

На этом этапе дрена в схему не включалась, а нулевой потенциал подавался в точку, соответствующую отметке уровня грунтовых вод над дренай (точка А, рис. 1).

На втором этапе с учетом верхней границы области фильтрации (кривые депрессии) пересчитывались приведенные потенциалы, подаваемые на контуры питания, для чего использовалась зависимость (3). При этом за нулевую плоскость отсчета принимался водоупор (следовательно, $H_{\min} = 0$). Тогда на контур питания со стороны водохранилища, как и на первом этапе, подавался потенциал 100%:

$$\bar{u}_1 = \frac{H_1}{H_1} = 1,0,$$

на контур питания со стороны коренного берега:

$$\bar{u}_2 = \frac{H_2}{H_1},$$

а в точку А для моделирования участка нависания:

$$\bar{u}_A = \frac{h_{\text{др}}}{H_1}.$$

В месте установки дрена крепились шина, на которую подавался нулевой потенциал.

В результате исследований на электропроводной бумаге строилась гидродинамическая сетка, по которой с учетом масштаба модели определялись расходы, поступающие в дрена со стороны водохранилища и коренного берега, и суммарный дебит дрена:

$$q = q_1 + q_2; \tag{4}$$

$$q_{1,2} = \sum_0^p \frac{k}{\Delta h} \Delta S, \tag{5}$$

где p – число лент расхода на гидродинамической сетке; n – число эквипотенциалей; ΔS – ширина ленты расхода; Δl – длина линии тока между соседними эквипотенциалами.

На рис. 2 показаны примеры построения на ЭГДА гидродинамических сеток для опыта №4 (табл. 1) и для схем 2–5 (табл. 2).

Принятая методика была проверена путем сопоставления опытных данных, полученных в грунтовом лотке и на ЭГДА. Приведенные в табл. 1 результаты сопоставления подтвердили достоверность разработанной методики моделирования дрена, работающей с нависанием.

В соответствии с принятой методикой моделирования были выполнены исследования по расширению области применения зависимости (1). Для это-

Таблица 1

**Сопоставление опытных данных, полученных
в грунтовом лотке и на приборе ЭГДА**

№ опы- тов	Удельный расход $q, \text{см}^2/\text{с}$		Ординаты кривых депрессий на расстоянии $x = 50 \text{ см}, 150, 250 \text{ см}$ от оси дрены в сторону коренного берега, см					
	ЭГДА	грунто- вый ло- ток	ЭГДА			грунтовой лоток		
			H_{x1}	H_{x2}	H_{x3}	H_{x1}	H_{x2}	H_{x3}
1	0,0725	0,0748	61,0	62,1	63,3	61,2	62,3	63,2
2	0,1930	0,2100	59,5	61,8	63,0	59,4	61,5	62,7
3	0,1405	0,1334	43,5	44,0	44,5	43,4	43,7	44,0
4	0,0592	0,0568	61,5	63,0	64,0	61,7	62,3	62,7
5	0,1060	0,1048	43,0	43,7	44,3	43,2	43,4	43,6
6	0,0749	0,0728	60,0	62,5	62,8	60,0	61,4	62,0
7	0,1970	0,1866	53,5	54,0	54,3	53,0	53,5	53,6

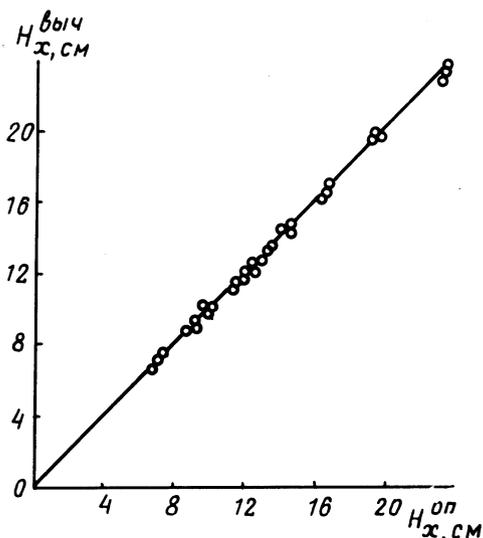
Таблица 2

**Сопоставление опытных и вычисленных значений
дебитов дрены**

№ схем	Относительные размеры схем		Удельный фильтрационный расход $q, \text{м}^2/\text{сут}$		$\Delta q = \frac{q_{\text{ЭГДА}} - q_{\text{выч}}}{q_{\text{ЭГДА}}} \times 100\%$
	$\frac{l_2}{l_1}$	$\frac{t}{D}$	вычисленный по зависимо- сти (1)	определенный на ЭГДА	
1	1,3	27	1,80	2,104	14,4
2	1,5	25	2,16	2,392	9,7
3	2,0	20	2,92	3,352	12,9
4	2,52	22,5	2,00	2,112	5,3
5	2,67	16	2,12	2,096	1,1
6	4,0	14	2,52	2,668	5,5
7	5,0	90	3,16	3,428	7,8
8	6,0	10	2,36	2,432	3,0
9	7,0	60	4,12	3,952	4,3
10	9,5	40	3,24	3,76	13,8

го выбраны десять реальных расчетных схем придамбовой дрены, защищающей территорию от подтопления, основные размеры которых изменялись в пределах: $8 \leq t \leq 25 \text{ м}$; $24 \leq l_1 \leq 60$; $60 \leq l_2 \leq 90 \text{ м}$. Они охватывали наиболее часто встречающиеся в практике случаи проектирования придамбовых защитных дрен, не исследованные на опытной установке в грунтовом лотке. По разработанной методике [2] выполнялись фильтрационные расчеты дрен, которые во всех случаях работали с нависанием. Вначале рассчитывалась величина участка нависания, затем из электропроводной бумаги вырезалась модель и производились исследования на ЭГДА. Определялся дебит дрены и

Рис. 3. Сравнение опытных и вычисленных ординат кривых депрессий.



на гидродинамической сетке измерялись по три ординаты кривой депрессии на защищаемой территории, которые сравнивались с вычисленными значениями. Если опытные данные хорошо совпадали с расчетными, то считалось, что зависимость (1) справедлива для исследуемой расчетной схемы.

Результаты сопоставления приведены на рис. 3 и в табл. 2.

В исследованном диапазоне относительных размеров схем совпадение расчетных и опытных данных хорошее.

Расхождение в фильтрационных расходах не превышало 14%, а ординаты депрессионных кривых совпадали почти полностью, о чем свидетельствовало расположение всех точек (см. рис. 3) на биссектрисе угла XOY (расхождение расчетных данных с опытными на графике характеризуется отклонением точек от биссектрисы угла).

В результате выполненных исследований была установлена область применения зависимости (1), которая характеризуется следующими относительными размерами расчетных схем:

$$1,3 \leq \frac{l_2}{l_1} \leq 10; \quad 3 \leq \frac{t}{D} \leq 90.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. К р у г л о в Г.Г. Определение участка нависания грунтового потока над придамбовой дренай. — НТИ. Мелиорация и водное хозяйство: Инф. бюл., 1977, № 11.
2. К р у г л о в Г.Г. Фильтрационный расчет придамбовой дренай при образовании над ней участка нависания. — В сб.: Водное хозяйство и гидротехническое строительство. Минск, 1979, вып. 9.
3. К р у г л о в Г.Г. Влияние участка нависания грунтового потока на работу придамбовой несовершенной дренай. — В сб.: Водное хозяйство Белоруссии. Минск, 1977, вып. 7.
4. В е в и о р о в с к а я М.А., К р а в ч е н к о И.П., Р у м я н ц е в С.А. Методы гидравлических аналогий В.С.Лукиянова и метод электрогидродинамических аналогий Н.Н.Павловского применительно к фильтрационным расчетам. — М., 1962.
5. Д р у ж и н и н Н.И. Метод электрогидродинамических аналогий и его применение при исследовании фильтрации. — М. — Л., 1956.
6. Ж е р н о в И.Е., Ш е с т а к о в В.М. Моделирование фильтрации подземных вод. — М., 1971.
7. Ж е р н о в И.Е., П а в л о в е ц И.Н. Моделирование фильтрационных процессов. — Киев, 1976.
8. Ф и л ь ч а к о в П.Ф., П а н ч и ш и н В.И. Интеграторы ЭГДА. Моделирование потенциальных полей на электропроводной бумаге. — Киев, 1961.