

ВЛИЯНИЕ УЧАСТКА НАВИСАНИЯ ГРУНТОВОГО ПОТОКА НА РАБОТУ ПРИДАМБОВОЙ НЕСОВЕРШЕННОЙ ДРЕНЫ

При проектировании дренажей, защищающих территории от подтопления, необходимым условием является поддержание на них уровня грунтовых вод на заданной глубине. Если при работе над дренай образуются не учтенный в существующих методах расчета участки нависания грунтового потока, то это приводит к подъему кривой депрессии и, следовательно, к подтоплению защищаемой территории.

С.Ф. Аверьянов указывает на три фактора [1], которые, действуя порознь или совместно, могут привести к образованию нависания грунтовых вод над дренай: 1) наличие подпора в дренай, когда давление в ней $p > p_{\text{атм}}$; 2) наличие дополнительных сопротивлений на вход воды в дренай; 3) недостаточность размера дренай ($D < D_{\text{кр}}$).

Если водоприемная способность дренай принята достаточной и гидравлический расчет выполнен при работе ее не полным сечением, то первых два фактора отсутствуют. Таким образом, причиной появления нависания остается недостаточный диаметр дренай.

При симметричном двустороннем притоке в закрытую несовершенную дренай имеется ряд гидромеханических [2, 3, 4] и эмпирических [5, 6] решений для определения величины участка нависания (h_0). Во всех этих решениях участок нависания явно или неявно представлен в виде функции только приведенного фильтрационного расхода

$$q_r = \frac{q}{k},$$

где q – удельный фильтрационный расход дренай (на 1 п.м.); k – коэффициент фильтрации грунта.

Задачей исследований явилось изучение участка нависания для более общего случая: при несимметричном боковом притоке вследствие неодинаковых напоров на контурах питания (H_1 и H_2 на рис. 1) и разных расстояний (l_1 и l_2) до них от дре-

ны, при различном расстоянии от оси дрены до водоупора (t) и изменении диаметра дрены.

Для решения поставленной задачи принята схема придамбовой несовершенной дрены, которая часто встречается в практике водохозяйственного строительства в случае защиты территории от затопления и подтопления при создании водохранилищ.

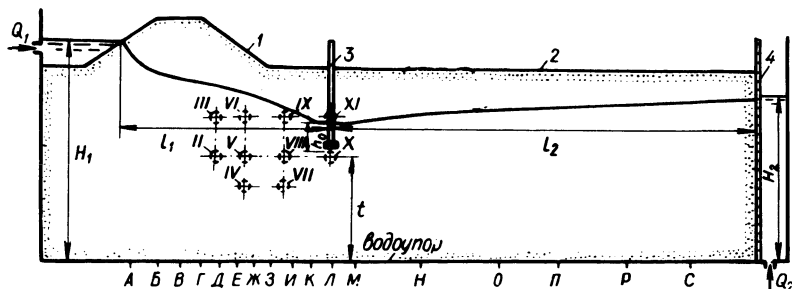


Рис. 1. Схема опытной установки: А, Б, ... С - вертикали установки пьезометров; II, III, ..., XI - места установки дрены; 1 - ограждающая дамба; 2 - защищаемая территория; 3 - перфорированная трубка; 4 - водопроницаемая сетка.

Оборудованная по этой схеме в фильтрационном лотке ($600 \times 100 \times 50 \text{ см}^3$) опытная установка (рис. 1) представляет собой ограждающую дамбу, придамбовую дренажную трубку и защищаемую территорию. Тело дамбы и защищаемая территория отсыпаны из мелкозернистого песка (средний диаметр $d_{50} = 0,27 \text{ мм}$) с коэффициентом фильтрации $k = 0,0064 \text{ см/с}$. Боковая стенка фильтрационного лотка оборудована 102 пьезометрами, расположенными на 17 вертикалях (А, Б, В, ..., С), и 10 патрубками (II, III, ..., XI) для установки дрены. В качестве дрены последовательно устанавливались мелкопористые бетонные трубофильтры, основные характеристики которых приведены в табл. 1.

Крупность заполнителя для трубофильтров и их коэффициент фильтрации приняты в соответствии с имеющимися критериями подбора дренажа из трубофильтров [7, 8]:

$$5 \leq \frac{D_{50}}{d_{50}} \leq 15, \quad 30 \leq \frac{k_{\text{тр}}}{k} \leq 300,$$

обеспечивающими условия достаточной водопримной способности дренажа, отсутствия механической суффозии грунта и минимальной кольматации трубофильтров.

Вода из напорного бака подавалась на контуры питания, постоянство уровней которых обеспечивается при помощи уста-

Таблица 1

Номер п/п	Основные характеристики трубофильтров					
	внешний диаметр D, см	внутренний диаметр d, см	длина l, см	крупность заполнителя мм	средний диаметр заполни- теля D 50, мм	коэффициент фильтрации k _{тр} , см/с
1	5,2	2,0	50	2-3	2,5	1,56
2	6,8	3,5	50	2-3	2,5	1,43
3	7,9	5,0	50	2-3	2,5	1,211

новленных там водосливных воронок. Они могли перемещаться в вертикальном направлении для задания различных уровней H_1 и H_2 . Ординаты кривой депрессии определились для каждой вертикали по показаниям шести пьезометров (один донный и пять боковых). Определение величины участка нависания при помощи пьезометров в большинстве случаев оказалось невозможным из-за резкого изменения напоров фильтрационного потока в придренной области и недостаточного количества пьезометров. Поэтому измерение отметки уровня грунтовых вод над дренажной производилось при помощи установленной над ней перфорированной медной трубки диаметром 1,5 см и электросигнализатора. Трубку, закрытую с одной стороны пробкой с расширенным резиновым кольцом и обернутую защитной сеткой для предотвращения заиливания, помещали над поверхностью дрены на слое песка минимальной толщиной 2 см. Устанавливать трубку непосредственно на поверхность дрены было нельзя, так как это вызывало сосредоточенную фильтрацию в дренаж вдоль стенок трубки и местное понижение уровня грунтовых вод, что значительно уменьшало (до 30 – 50%) величину участка нависания. При таком замере участка нависания не учитывалась сплошная зона капиллярного поднятия.

В состав электросигнализатора входила измерительная игла, подключенная к элементу питания и сигнальному прибору (электрорадиодинамометр). При касании измерительной иглой поверхности воды в перфорированной трубке происходило замыкание электрической цепи, при этом срабатывало сигнальное устройство.

Фильтрационный расход, поступающей в дренаж, а также расходы отдельно со стороны контуров питания измерялись объемным способом.

При установленном режиме фильтрации снимались показания пьезометров, измерялись расходы и уровни на контурах, величина участка нависания и температура воды. Для каждого

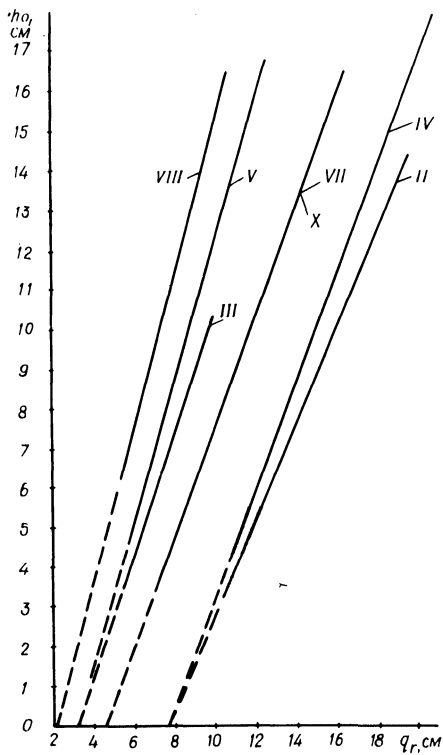


Рис.2. Графики зависимости $h_0 = f(q_r)$ (для трубофилтра №2).

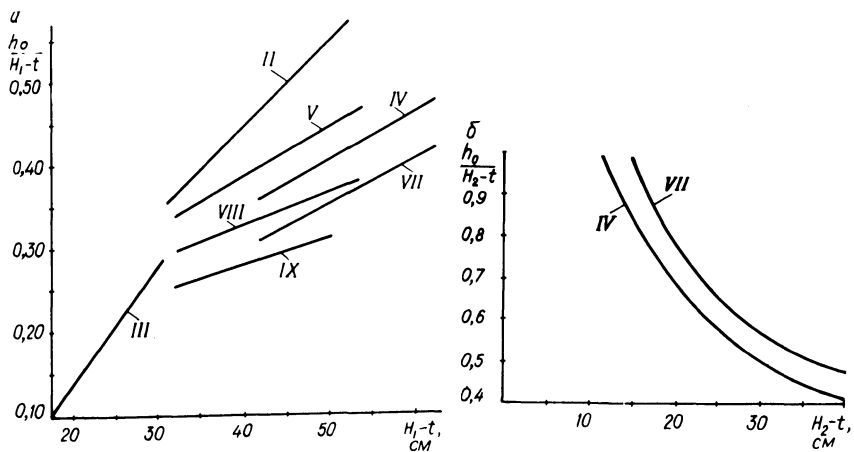


Рис.3. Зависимости $\frac{h_0}{H_1 - t} = f(H_1 - t)$ для трубофилтра №1 при $H_2 = \text{const}$ (а) и $\frac{h_0}{H_2 - t} = f(H_2 - t)$ для трубофилтра №1 при $H_1 = \text{const}$ (б). Римскими цифрами обозначено местоположение соответствующих дрен.

места установки дрены проводилась серия опытов при различных величинах напоров H_1 и H_2 , после чего дрена переставлялась на новое место.

Как показали опыты, в пределах одного местоположения дрены величина участка нависания аналогично [2, 3] полностью определяется величиной приведенного расхода. Всякое изменение при этом напоров H_1 и H_2 ведет к изменению фильтрационного расхода, величина которого и определяет участок нависания. В отличие от зависимостей, полученных в [2, 3], в опытах участок нависания появляется при наличии некоторого начального расхода, на что указывает пересечение оси абсцисс всеми прямыми (рис. 2). Каждая прямая характеризует зависимость $h_0 = f(q_r)$ для определенного места установки дрены. Таким образом, наличие ряда прямых показывает, что величина участка нависания зависит от местоположения дрены (т. е. от l_1, l_2 и t).

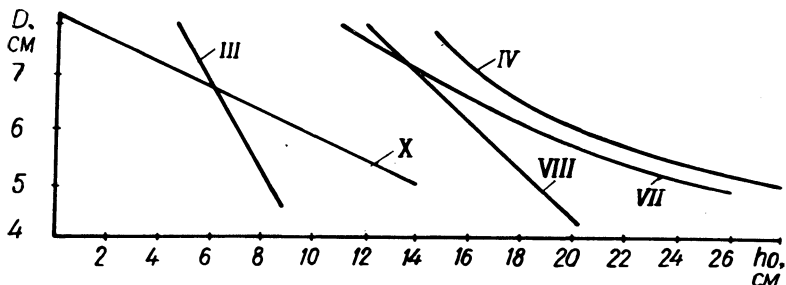


Рис. 4. Зависимости $h_0 = f(D)$ при $H_1 = \text{const}$ и $H_2 = \text{const}$.

Необходимость учета участка нависания при проектировании защитных дренажей видна из рис. 3, характеризующего величину участка нависания относительно заглубления дрены под уровни на контурах питания, которая достигает соответственно 95 и 55% их величины. Появление такого участка нависания ведет к значительному подъему кривой депрессии на защищаемой территории (со стороны H_2). В этом случае для поддержания уровня грунтовых вод на защищаемой территории на заданной глубине необходимо дополнительное заглубление дрены или увеличение ее диаметра, что уменьшает величину участка нависания (рис. 4). Следовательно, существует такой диаметр дрены, названный В.В. Ведерниковым [2] критическим, при котором нависания грунтового потока над дренаем не будет. Величина критического диаметра зависит от приведенного расхода дрены [2],

а также и от ее местоположения. Это подтверждается наличием ряда зависимостей $h_0 = f(D)$, а также их различным характером (в виде прямых и криволинейных зависимостей).

Р е з ю м е

При работе придамбовой несовершенной дрены возможно нависание над ней грунтового потока, что приводит к подтоплению защищаемой территории. Величина участка нависания зависит от приведенного расхода, диаметра дрены и ее местоположения. Ликвидация участка нависания связана либо с дополнительным заглублением дрены, либо с увеличением ее диаметра.

Л и т е р а т у р а

1. Аверьянов С.Ф. Горизонтальный дренаж при борьбе с засолением орошаемых земель. М., 1959. 2. Ведерников В.В. Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа. М.-Л., 1939. 3. Полубаринова - Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. М., 1952. 4. Хомовская Е.Д. Гидромеханическое решение задачи о притоке грунтовых вод к водосборной трубе при наличии весьма мощного водопроницаемого слоя. - "Труды ГГИ", 1937, вып. 6. 5. Михайлов Г.И. О суммарных сопротивлениях некоторых конструкций горизонтальных дренажей. - "Экспресс-информация ЦБНТИ, сер. 2. Осушение и осушительные системы", 1972, вып. 3. 6. Дубовик Г.И. Разгрузочная приоткосная дрена как один из способов обеспечения устойчивости откосов осушительных каналов. - "Науч.-техн. инфор. Мелиорация и водное хозяйство", 1972, № 12. 7. Сборные дренажи из пористых бетонных блоков. Временные указания по проектированию и изготовлению. М.-Л., 1960. 8. Жуковский М.П. Дренажные пористые трубы в мелиоративном строительстве. - В сб.: Водное хозяйство Белоруссии. Вып. 5. Минск, 1975.