

рование. М., 1970. 4. Рекомендации по орошению долголетних культурных пастбищ в нечерноземной полосе РСФСР. Л., 1970. 5. Аверьянов С.Ф. Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод. — В сб.: Влияние оросительных систем на режим грунтовых вод. М., 1956. 6. Афанасик Г.И., Финский А.И. Подпитывание корнеобитаемого слоя от уровня грунтовых вод. — В сб.: Проблемы мелиорации Полесья. Ч.2. Минск, 1970. 7. Финский А.И. Исследование капиллярного подпитывания торфяной почвы. — В сб.: Мелиорация и использование осушенных земель. Минск, 1970. 8. Афанасик Г.И. О возможностях использования приближенных решений дифференциального уравнения влагопереноса для прогноза водного режима корнеобитаемого слоя почвы. — В сб.: Мелиорация мелкозалежных торфяников Белорусского Полесья. Минск, 1972. 9. Лундин К.П., Гончарик В.М., Папкевич И.А. Исследование влагопроводности ненасыщенной почвы. — В сб.: Мелиорация переувлажненных земель. Минск, 1973. 10. Афанасик Г.И. Тепло- и влагообмен в системе открытая почва — атмосфера. — В сб.: Мелиорация переувлажненных земель. Минск, 1973.

Т.П. Горезко

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ВАКУУМИРОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДРЕН (ПО МАТЕРИАЛАМ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ В СОВХОЗЕ "ШАРКОВЩИНСКИЙ" ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ)

Целесообразность применения закрытого дренажа для осушения тяжелых минеральных переувлажненных почв в настоящее время научно обоснована и подтверждается практикой мелиоративного строительства. Однако недостаточная водопроницаемость пахотного и совершенно незначительная водопроницаемость подпахотного горизонтов приводит к тому, что дрены, даже при малых расстояниях между ними (15 и 10 м), не обеспечивают своевременного отвода избыточной воды [1,2].

Для интенсификации работы горизонтального сельскохозяйственного дренажа в условиях малой водоотдачи грунтов предложено вакуумирование дрен. Известны результаты лабораторных исследований осушительного действия горизонтальной дре-

ны с сифонным оголовком [3], выявлены некоторые закономерности влияния вакуумирования на водно-физические свойства грунтов. Предприняты попытки вакуумирования дренажа в опытно-производственных условиях [4, 5].

На кафедре гидротехнического и гидромелиоративного строительства Белорусского политехнического института разработана конструкция оголовка вакуумированного дренажа, обеспечивающая возможность поддержания вакуума на протяжении необходимого времени и регулирования величины вакуума в зависимости от условий влажности, интенсивности стока и т.д. [6]. Проведены стендовые испытания производственной модели воздухоотборника и лабораторные опыты по изучению работы горизонтальной вакуумированной дрены в тяжелых грунтах в условиях неполного насыщения [7].

Весной 1971 г. предложенная конструкция оголовка и воздухоотборника опробована в полевых условиях на тяжелых минеральных почвах совхоза "Шарковщинский" Витебской области.

План опытного участка представлен на рис. 1. Общая площадь участка 7,2 га. Вакуумный коллектор обслуживает часть площади опытного поля, равную 4,84 га (участки №1, 2, 3, 4, 6 на рис. 1). С участка №7 площадью 1,3 га сток поступает в безвакуумный коллектор. Оба коллектора (вакуумный и безвакуумный) подключены к оголовку (2) специальной конструкции [6]. Участок №5 отключен от дренажной сети и является контрольным бессточным участком. Дренажная сеть выполнена из перфорированных полиэтиленовых труб диаметром 4 см.

Программа полевых экспериментов включала вопросы исследования влияния вакуумирования на режим дренажного стока и режим влажности в различных условиях опытов.

Опыты 1971 г. подтвердили принципиальную возможность создания и поддержания вакуума в системе на протяжении необходимого времени с помощью оголовка предложенной конструкции. Наибольшая величина вакуума, которую можно создать в оголовке, зависит от вертикальных размеров камеры и составляет в данном случае 80 см вод. ст.

Установлено, что при любых значениях влажности почвы модули вакуумного стока зависят от величины вакуума в оголовке. Величина вакуума (при неизменном режиме работы воздухоотборного оборудования) меняется в зависимости от "экранирующей способности грунта" [3], обусловленной степенью и характером его увлажнения.

Для внедрения способа вакуумирования в практику сельскохозяйственной мелиорации необходимо изучение и совершенст-

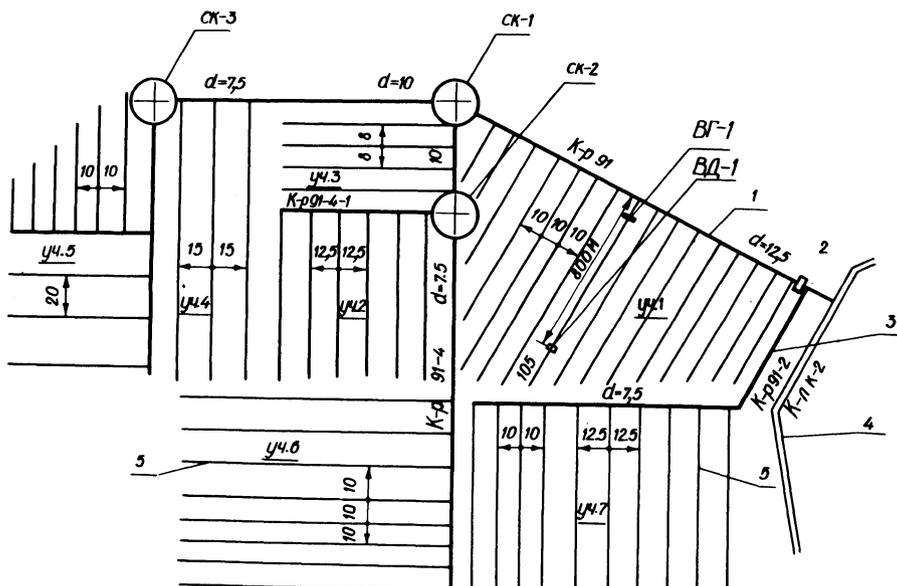


Рис. 1. План опытно-производственного участка вакуумированного дренажа в совхозе "Шарковшинский" Витебской области:

1—вакуумный коллектор; 2—оголовок вакуумного коллектора; 3—безвакуумный коллектор; 4—водоприемник; 5—дрены; СК-1, СК-2, СК-3 — смотровые колодцы; уч.1, ... , уч. 7— номера участков; ВГ-1 — контрольное сечение для замеров вакуума в грунте; ВД-1 контрольная точка для замеров вакуума в дрене.

ование технологии вакуумирования дрен в направлении установления экономичных режимов вакуумирования, уточнения технических возможностей данного способа в различных условиях.

Целью исследований 1972 г. являлось уточнение целесообразных эксплуатационных режимов работы установки. В задачу полевых исследований входило:

а) изучение влияния режима вакуумирования на увеличение вакуумного стока и на формирование безвакуумного стока в перерывах между сеансами;

б) определение "эффективных" величин вакуума в оголовке;

в) выяснение характера и пределов распространения вакуума в системе коллекторов и дрен (т.е. по площади участка) и в поперечном сечении вокруг дрены.

Таблица 1. Таблица сравнения характерных значений модулей

Группа опыта	Номер сеанса	Дата	Время включения вакуума	Продолжительность сеанса, час, мин	Модуль естественного стока перед сеансом, л/с /га
	II	-	16-40	1-00	0,103
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	III	15.IV.72	13-37	0-48	0,055
	IV	-	16-05	0-50	0,052
	V	16.IV.72	9-30	1-45	0,038
	-	-	-	-	через
	VI	-	14-00	1-00	0,033
II	VI	20.V.72	10-15	1-10	0,118
	VII	-	14-30	1-15	0,118
	VIII	21.V.72	9-35	1-55	0,087
	-	-	-	-	-
	X	-	14-30	2-00	0,078
III	XI	29.V.72	10-30	1-15	0,0099
	XII	-	15-10	2-05	0,0087
	-	-	-	-	через
	-	-	-	-	через
	-	-	-	-	через
	XIII	30.V.72	10-30	1-00	0,00703

Примечание. Во втором сеансе в качестве "максимально-регистрация" в момент изменения режима вакуума "характерный" модуль во втором сеансе не возрос, так как вновь увеличили вакуум до

Для наблюдений над распространением вакуума устанавливались водяные вакуумметры на коллекторе 91 в колоде СК-2, на дрене участка №1 в точке ВД-1. Кроме того, производились замеры вакуума в грунте по показаниям семи датчиков, установленных в грунтовом сечении ВГ-1 в радиусе до 35 см в стороны и вверх от дрены.

стока на опытном участке "Шарковщина" (апрель—май 1972 г.).

Модуль стока при вакуумировании, л/с /га			Вакуум в камере	Относительное увеличение модуля стока при вакуумировании	
максимальный	характерный	к концу сеанса		максимального	характерного
0,183	0,138	-	30	1,78	1,34
0,151	прим.1	-	20	1,49	-
0,183	прим.1	-	30-35	1,80	-
0,275	прим.1	-	40	2,7	-
0,165	0,118	-	20	1,63	1,16
0,183	-	(0,165)	35	1,80	(1,63)
0,165	0,083	0,066	25	3,0	1,5
0,103	0,072	0,066	25	2,0	1,39
0,165	0,055	0,044	20	4,3	1,45
1 ч 45 мин	0,038	0,038	18	-	-
0,138	0,041	0,037	18	4,2	1,25
0,207	0,151	0,138	10-12	1,75	1,28
0,207	0,138	0,127	10	1,75	1,17
0,165	0,103	0,092	18	1,9	1,18
через 1 ч 20 мин	-	0,087	14	-	-
0,165	0,098	0,087	17-14	2,1	1,25
через 1 ч 40 мин	-	0,078	11	-	-
0,075	0,0167	0,01	9-8	7,6	1,7
0,055	см. инже	-	30	6,4	-
30 мин	0,0254	-	14	-	2,9
35 мин	0,0275	-	20	-	3,17
40 мин	0,0194	0,0103	14	-	2,2
0,097	0,018	0,0093	14	13,3	2,45

го" отмечаем каждое новое значение модуля, которое регистрируется; величина вакуума не останется постоянной, поэтому может быть замерен. Модуль к концу сеанса (0,165 л/с /га) 35 см вод. ст.

Всего в 1972 г. проведено тринадцать сеансов вакуумирования продолжительностью 1—2 ч. Величина вакуума в камере менялась в зависимости от степени увлажнения грунта от 40 до 8 см вод. ст. (наибольший вакуум, который можно поддерживать при данных размерах оголовка без опасности подтопления устья коллектора, равен 80 см вод. ст.).

Влияние режима вакуумирования на изменение вакуумного стока. В табл. 1 приведены значения модулей естественного (безвакуумного) дренажного стока и стока при вакуумировании, замеренного в опытах 1972 г.

В апреле — мае условия проведения опытов по вакуумированию не оставались одинаковыми: менялись влагонасыщенность и воздухопроницаемость грунта. Целесообразно разделить сеансы вакуумирования на три группы; в пределах каждой группы условия проведения опытов весьма сходны по степени увлажнения грунта.

Первые шесть сеансов вакуумирования проведены с 14 по 16 апреля. Почва была перенасыщена влагой, вода стояла на поверхности, однако естественный дренажный сток начал уменьшаться: 10 апреля модуль стока равнялся 0,165 л/с /га, 14 апреля — 0,103 л/с /га.

Для оценки степени увеличения вакуумного стока в сравнении с безвакуумным рассмотрим в каждом сеансе три значения модуля вакуумного стока: максимальный модуль — сразу после включения вакуумной установки; "характерный" модуль — значения, замеренные через 5—10 минут и сохраняющиеся на протяжении примерно 20 мин; наименьший модуль — к концу первого часа вакуумирования.

Увеличение стока во время первых двух сеансов составило: по максимальным модулям — от 1,5 до 2,7 раза, по "характерным" — от 1,16 до 1,34 раза.

При неизменном режиме вакуумирования дренажный сток в пределах сеанса постепенно снижался, однако значения его оставались на протяжении первых двух часов выше значений безвакуумного стока. Последнее справедливо для условий наибольшего влагонасыщения грунта. При изменении условий влажности эффективная продолжительность сеансов уменьшалась до одного часа.

Постепенное увеличение отбора воздуха во время сеанса вакуумирования позволило не только не допустить снижения вакуумного стока на протяжении первого часа, но постепенно увеличивать его: в начале второго сеанса модуль стока равнялся 0,151 л/с /га при вакууме 20 см вод. ст., затем вакуум увеличили до 30, 35 и 40 см вод. ст. — модуль стока возрос до 0,165; 0,183 и 0,275 л/с /га соответственно.

Характер изменения модулей стока в пределах каждого из сеансов вакуумирования для трех групп опытов был различен и определялся в основном двумя факторами: степенью насыщения

грунта влагой и продолжительностью безвакуумных перерывов перед сеансами.

При недостаточно продолжительном перерыве максимальный модуль мог оказаться столь же высоким, как в предыдущем сеансе (например, в VIII сеансе после трехчасового перерыва); однако "характерный" модуль быстро уменьшался и эффективность сеанса в целом снижалась.

В качестве примера рассмотрим изменение стока в седьмом и восьмом сеансах второй группы опытов 20 и 21 мая. Поверхностный слой грунта был переувлажнен, модуль естественного стока равнялся 0,118 л/с /га. Небольшой вакуум (10 см вод. ст.) вызывал повышение модуля стока до 0,165 л/с /га; через 15 мин вакуум увеличили до 12 см вод.ст., модуль стока возрос до 0,207 л/с /га; через 40 мин после начала сеанса вакуумирования модуль стока составил 0,151 л/с /га при вакууме 10 см вод. ст., т.е. в пределах седьмого сеанса модуль вакуумного стока почти не снизился. После трехчасового перерыва естественный сток появился сразу после выключения вакуума и через 3 мин восстановил значение, предшествующее седьмому сеансу — 0,118 л/с /га. Таким образом, к началу восьмого сеанса условия опыта якобы аналогичны седьмому сеансу. Действительно, при вакууме 10 см вод. ст. в первые 5 мин восьмого сеанса был замерен модуль стока 0,207 л/с /га, но в последующие 15 мин модуль стока снизился до 0,127 л/с /га и сохранил это значение до конца сеанса. Исключив разовые максимальные отсчеты в начале восьмого сеанса, отмечаем постепенное снижение модуля стока по сравнению с зарегистрированными в предыдущем седьмом сеансе.

Безвакуумный перерыв (3 ч) оказался недостаточным для того, чтобы вновь сформировались условия, благоприятные для эффективного действия вакуума и восьмой сеанс следует считать продолжением седьмого сеанса.

Распространение вакуума в коллекторах и дренах. Установлено, что вакуум появляется в коллекторах, дренах и грунте при любых значениях влажности, но значения его тем меньше, чем ниже влажность. На рис.2 показано изменение вакуума в дрене (h_{BD-1}) и коллекторе (h_{CK-2}) в зависимости от величины вакуума в оголовке $h_{огол}$. Вакуум в дрене быстро реагирует на изменение вакуума в оголовке.

Соотношение величин вакуума в дрене и оголовке ($\frac{h_{BD-1}}{h_{огол}}$) назовем коэффициентом распространения вакуума ($K_{рас}$).

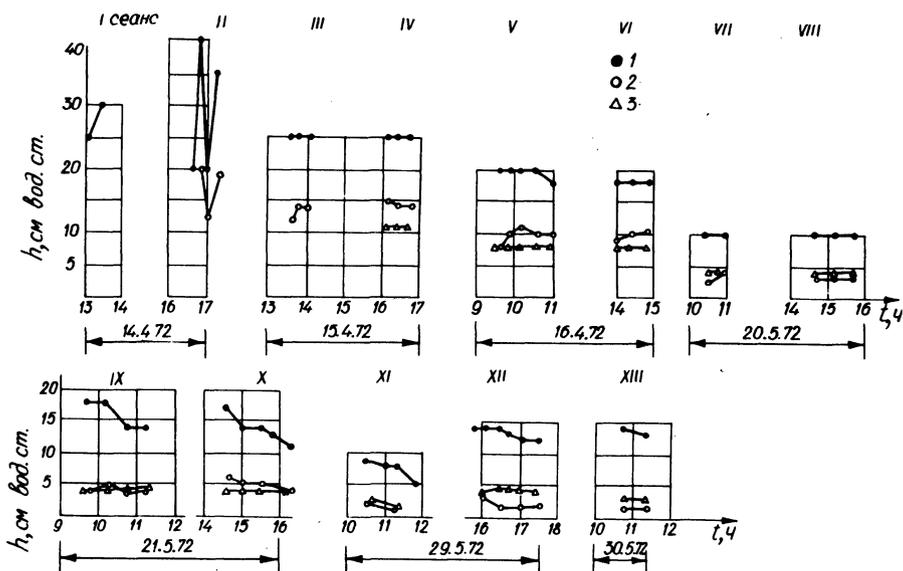


Рис. 2. Изменение вакуума в дрене и коллекторе в зависимости от вакуума в оголовке:

1—вакуум в оголовке — $h_{огол}$; 2—вакуум в дрене — $h_{ВД-1}$; 3—вакуум в коллекторе — $h_{СК-2}$.

По мере снижения влажности уменьшается "экранирующая способность" грунта [3]; изменение "экранирующей способности" грунта влияет на величину $K_{рас}$, следовательно, $K_{рас}$ зависит от влажности грунта. В апреле $K_{рас}$ был не менее 0,5, в мае уменьшился до 0,4—0,3; наименьшее значение $K_{рас}$ в десятом сеансе (0,22).

Значительный интерес представляет вопрос о характере изменения вакуума в системе дрен и коллекторов по мере удаления от насосной станции (оголовка).

Данные об изменении вакуума в точках ВД-1 и СК-2 в зависимости от величины вакуума в оголовке (рис. 2) свидетельствуют о том, что значения вакуума в указанных двух точках практически равны. Заметим, что к точке ВД-1 воздух поступает через толщу дренируемого грунта по длине дрены 105, к точке СК-2 — через все дрены участков № 2 и 6. Сопrotивление грунта движению воздуха намного превышает величину сопротивления движению воздуха по длине трубопровода (т.е. дрен и коллекторов), вследствие чего давление в сети

выравнивается. Таким образом, значения вакуума могут быть малы или велики в зависимости от мощности воздухоотборного оборудования и объема притока воздуха, но они достаточно однородны на всей площади системы.

Определенной площади дренирования, обслуживаемой одним оголовком. Вследствие достаточно равномерного распространения вакуума в системе и сохранения однородных значений его во всех элементах сети при любых значениях влажности предел увеличения площади дренирования, обслуживаемой одним оголовком, не ограничивается удаленностью периферийных участков, но зависит от соотношения мощности воздухоотборных средств и величины притока воздуха в дренажную систему. Расход воздуха через толщу грунта меняется в зависимости от влажности и характеризуется удельным объемным расходом воздуха Q^0 , т.е. расходом, отнесенным к единице фильтрующей площади (в нашем случае — к единице площади дренажной засыпки).

Таким образом, для определенных условий влажности приток воздуха в систему зависит от суммарной протяженности дрен и ширины дренажных траншей. Один оголовок может обслуживать площадь требуемой величины с учетом двух ограничений: 1) сток с рассматриваемой площади должен поступать в один сборный коллектор; 2) мощность предусматриваемого проектом воздухоотборного оборудования должна соответствовать объему притока воздуха в систему.

При рассмотрении вопроса о наибольшей площади, обслуживаемой одним оголовком, следует оценивать, достаточна ли мощность воздухоотборного оборудования для создания во всей системе "эффективной величины" вакуума.

"Эффективной" называем величину вакуума, достаточную для значительного увеличения модуля дренажного стока. Установлено, что в наиболее неблагоприятных условиях (переувлажнение почвы выпавшими в мае дождями на фоне усиленной фильтрации воздуха вследствие неравномерного промачивания грунта) вакуум 10 см вод. ст. вызывает увеличение модуля дренажного стока в среднем в 1,5 раза. В условиях наибольшего влагонасыщения грунтовой толщи в период весеннего снеготаяния вакуум 20 см вод. ст. увеличивает модуль стока в 4,3 раза по сравнению с безвакуумным.

Для расчета требуемой мощности воздухоотборного оборудования необходимо иметь экспериментальные данные о величине вакуума (рис. 3) в системе (h) при определенных зн-

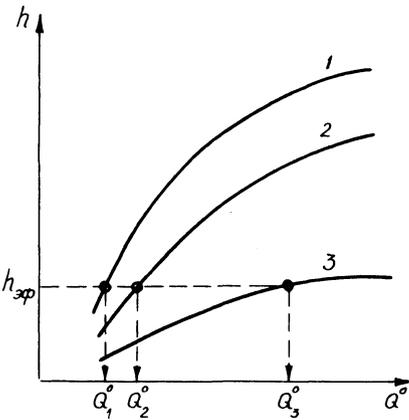


Рис. 3. График для определения объема откачки воздуха, необходимого для создания эффективной величины вакуума в системе при различных влажностях грунта:

1—кривая $h = f_1(Q^0)$ при влажности W_1 ; 2—кривая $h = f_2(Q^0)$ при влажности W_2 ; 3—кривая $h = f_3(Q^0)$ при влажности W_3 ; h — вакуум в системе, см. вод. ст.; Q^0 — удельный объемный расход, $\text{см}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$; $h_{\text{эф}}$ — «эффективная величина» вакуума.

чениях удельного объемного расхода воздуха (Q^0) в различных условиях влажности (W).

Для расчетной влажности W по графику определяется значение удельного объемного расхода Q^0 и рассчитывается суммарный объем притока воздуха в систему

$$Q = F_3 Q^0,$$

где F_3 — площадь дренажной засыпки.

При отсутствии достаточного количества экспериментальных данных при проектировании объекта на аналогичных почвах нужно знать объемный расход Q^0 для критического периода и протяженность сети на проектируемом объекте L . Если густота сети и ширина дренажных траншей на проектируемом объекте приняты такими же, как на опытном участке, то объем притока воздуха в систему и, следовательно, мощность воздухоотборного оборудования приблизительно могут исчисляться по соотношению площадей проектируемого объекта и опробованного опытного участка.

Распределение вакуума в грунте. На протяжении всех сеансов вакуумирования осуществлялись замеры вакуума в грунте по показаниям семи датчиков, размещенных в стороны и вверх от дрены в радиусе до 35 см и соединенных с водяными вакуумметрами. Наблюдения за вакуумом в грунте проводились с целью определения области распространения его в поперечном сечении и изучения характера изменения градиен-

тов давления в грунтовом сечении в зависимости от условий опыта — степени увлажненности, режима вакуумирования.

Замеры вакуума осуществлялись в начале и в конце каждого сеанса вакуумирования и, кроме того, через 20—30 мин на протяжении сеанса. По данным измерений построены изолинии вакуума в грунтовом сечении (рис. 4).

В начале первого сеанса форма изолиний вакуума свидетельствует о достаточно равномерном снижении вакуума при удалении от дрены. Исключение составляет центральная часть сечения над дренаем, через которую усиленно фильтруется воздух.

К концу первого сеанса вакуум распространяется в стороны от дрены за пределы дренажной засыпки: вакуум в датчике, размещенном за пределами засыпки, равен 6 см вод.ст. Кроме расширения общей площади вакуумной зоны в грунтовом сечении, отмечаем значительное увеличение площади "зоны высоких вакуумов" (т.е. близких по значению к вакууму в дренае). Расширение "зоны высоких вакуумов", или выравнивание значений вакуума вокруг дрены, свидетельствует о значительном обезвоживании околосекционного пространства в радиусе около 20 см.

При сравнении изолиний вакуума в первом и втором сеансах замечаем, что в начале обоих сеансов границы "зоны высоких вакуумов" почти совпадают; общая площадь вакуумной зоны, ограниченная линией 1 см вод. ст., заметно уменьшается от первого сеанса ко второму и в пределах второго сеанса. Это происходит вследствие усиления притока воздуха через дренажную засыпку.

Расширение "зоны высоких вакуумов" в нижней части сечения, или уменьшение градиентов давления в вакуумной зоне, свидетельствует о выравнивании значений влажности в указанной области сечения.

Начиная с третьего сеанса, вакуум в дренае снижается, общая площадь вакуумной зоны уменьшается, но особенно заметно сокращается "зона высоких вакуумов". Изолинии размещаются более полого, перепад давлений в дренае и нижних датчиках почти отсутствует. Эффективность вакуумирования при тех же значениях вакуума в оголовке снижается.

В опытах второй группы 20—21 мая характеристики и очертания вакуумной зоны меняются. Очертания изолиний вакуума свидетельствуют о неравномерном распределении влаги в сечении засыпки: наибольшее количество воды скапливается в нижней части сечения у границы дренажной засыпки, причем сю-

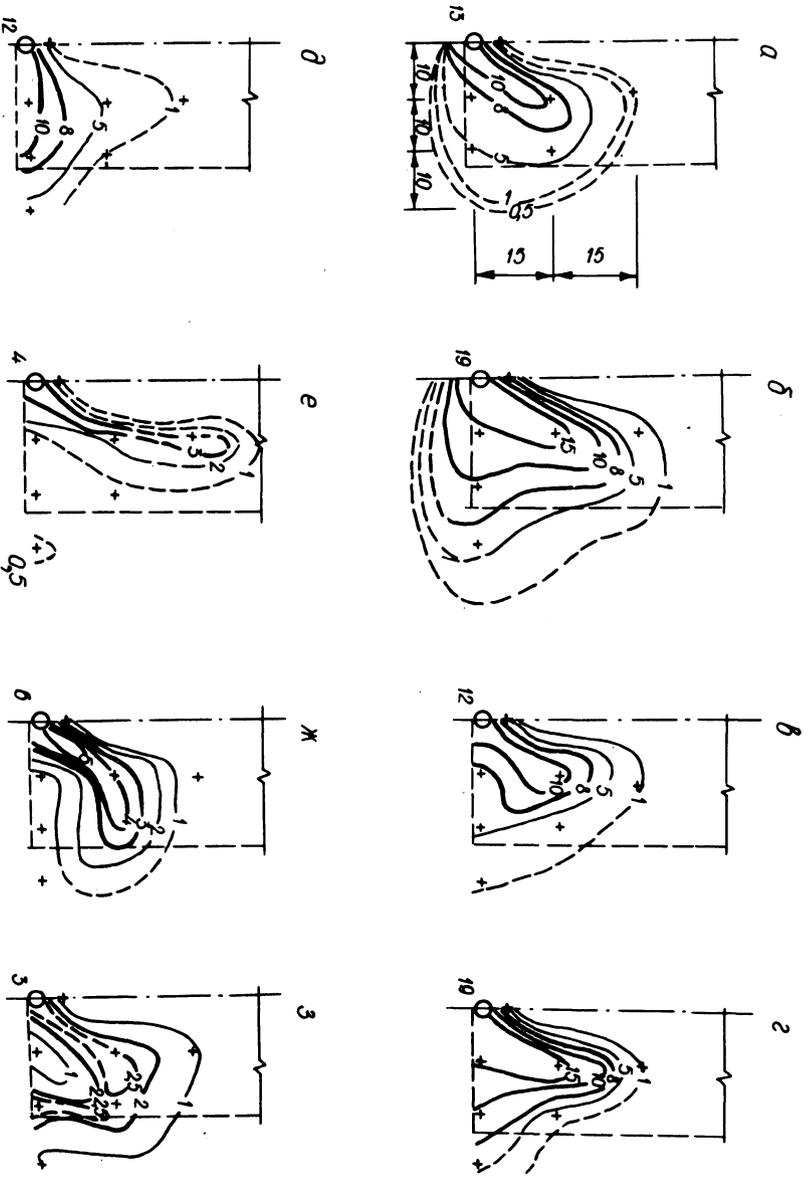


Рис. 4. Изолинии вакуума в грунте: а,б — начало и конец первого сеанса; в,г — то же второго; д,е,ж,з — начало и конец третьего сеанса.

да поступают новые порции воды из междренья по пахотному слою [1,2]. Кроме того, вода к дрене поступает через среднюю часть сечения, являющуюся вакуумной зоной.

В третьей группе опытов 29--30 мая при включении вакуума в грунте образуется зона вакуума, по очертаниям и по площади почти не отличающаяся от вакуумной зоны в первых сеансах. Однако если в первых сеансах первой группы на той же площади вакуумной зоны перепад давлений между вакуумом в дрене и на границе вакуумной зоны составлял 20, 15 и 10 см вод. ст., то для третьей группы опытов перепад давлений в указанных точках не превышал 3,0 см вод. ст. Малые абсолютные значения вакуума являются следствием притока больших количеств воздуха через подсохший грунт, а отсутствие значительных перепадов давлений свидетельствует о выравнивании значений влажности в сечении дренажной засыпки.

В условиях влажности, сложившихся к концу мая, исследование влияния вакуумирования на усиление дренажного стока не представляет практического интереса, однако анализ результатов опытов третьей группы подтвердил следующее:

а) в случае достаточно равномерного увлажнения грунта вакуум в нем можно поддерживать и при весьма низких значениях влажности; б) по мере подсыхания грунта поступление в дрину через обратную засыпку увеличенного расхода воздуха вызывает снижение значений вакуума в дрене, но зона распространения его в поперечном сечении грунта практически не уменьшается.

Последнее хорошо согласуется с высказанным ранее положением о том, что при поступлении в дренажную систему больших количеств воздуха (в связи с подсыханием грунта) снижение значений вакуума происходит во всех звеньях системы, но его значения остаются достаточно однородными, а область распространения практически не меняется.

Анализ изменения изолиний вакуума в зависимости от условий опыта и влияния характеристик вакуумной зоны на режим стока позволяет отметить следующее:

а) в условиях максимального влагонасыщения грунта действие вакуума аналогично увеличению действующего напора над дреной; б) по мере обезвоживания грунта градиент давлений между дреной и периферийными датчиками уменьшается, что свидетельствует о выравнивании снижающихся значений влажности дренажной засыпки. Вакуумирование способствует удалению заземленной в порах воды, увеличенный приток воздуха

усиливает внутрпочвенное испарение; в) вокруг дрены формируется "зона высоких вакуумов", площадь которой непосредственно определяет эффективность влияния вакуума на дренажный сток.

В ы в о д ы

1. В дренажной системе вакуум можно создавать и поддерживать на протяжении необходимого времени.

2. "Эффективная" величина вакуума зависит от степени и характера увлажнения грунта; наибольшая величина вакуума в системе определяется размерами оголовка.

3. Вакуум вокруг дрены распространяется почти до границы пахотного слоя, значительно увеличивая проницаемость дренажной засыпки.

4. Целесообразен прерывистый режим вакуумирования с сеансами длительностью от 1 до 2 ч. Оптимальная продолжительность перерывов (10—15 ч) при максимальном увлажнении грунта может быть уменьшена до 5 ч.

5. Прерывистый режим вакуумирования дает возможность использовать один оголовок поочередно для обслуживания нескольких дренажных систем, что повысит эффективность использования капитальных вложений при строительстве систем вакуумированного дренажа.

6. В целях повышения эффективности работы вакуумной установки ширину дренажной траншеи следует уменьшить до 20—25 см.

7. Для объектов на аналогичных почвах требуемая мощность воздухоотборного оборудования может приблизительно исчисляться по соотношению протяженности дрен (без коллекторов) проектируемого объекта и опытного участка.

Л и т е р а т у р а

1. Ивицкий А.И. Осушительное действие закрытого дренажа в минеральных почвах. — В сб.: Мелиорация и использование осушенных земель. Т. 17. Минск, 1968.
2. Брусиловский Ш.И., Рудой А.У. Исследование осушительного действия дренажа на тяжелых минеральных почвах. — В сб.: Мелиорация и использование осушенных земель. Т.17. Минск, 1969.
3. Дегтярев Б.М. Вакуумирование горизонтальных дрен. —

"Гидротехника и мелиорация", 1968, №1, 4. Климко А.И. Об использовании вакуума при осушении сельскохозяйственных земель. — "Гидротехника и мелиорация", 1964, №12. 5. Калантаев В.А. Эффективность применения вакуума в закрытых горизонтальных дренажных системах в условиях орошения. Автореф. канд.дис.М., 1965. 6. Минаев И.В., Майорчик А.Н., Горезко Т.П. Экспериментальная проверка работы горизонтального вакуумированного дренажа в полевых условиях. — "Науч.-техн. инф. по мелиорации и водному хозяйству", 1971, №10. 7. Шимко К.И., Минаев И.В., Горезко Т.П. Экспериментальная проверка работы горизонтальной вакуумированной дрены в лабораторных условиях. — "Науч.-техн. инф. по мелиорации и водному хозяйству", 1971, №4.

В.К. Свистунов

ИЗУЧЕНИЕ ЗОНЫ ВЫКЛИНИВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИ ШЛЮЗОВАНИИ КАНАЛОВ

Значительное влияние на устойчивость фильтрующих откосов оказывает высота выклинивания грунтового потока. При работе каналов в обычном гидрологическом режиме она может отсутствовать или быть очень малой. В совершенных осушительно-увлажнительных системах, когда вода подается в канал для подъема уровней грунтовых вод, а затем сбрасывается после 8—12 дней стояния на высоких горизонтах, наблюдается определенная зона выклинивания. Особенно она заметна при интенсивном сбросе воды с верхнего бьефа. Уровни грунтовых вод не успевают следовать за горизонтом воды в канале и кривая депрессии в приоткосной зоне и в зоне выхода на дневную поверхность имеет криволинейную форму.

Исследования по установлению зоны высачивания и ее влиянию на деформируемость русел проводились на крупномасштабной модели откоса канала. Были определены все грунтовые характеристики откоса. По классификации В.В. Охотина [1] грунт откоса отнесен к среднезернистому песку с объемным весом $\gamma = 1,51--1,64 \text{ г/см}^3$, удельным — $2,67 \text{ г/см}^3$. Коэффициент пористости грунта, определенный после серии опытов, распределялся следующим образом: в нижней части откоса он был равен $0,622--0,674$, в средней — $0,675--0,724$, в верхней — $0,743$. Такое увеличение коэффициента пористости по высоте