

УДК 626.86:631.442.4

ИЗ ОПЫТА ОСУШЕНИЯ СЛАБОПРОНИЦАЕМЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВ

В.Т. Климков, доктор технических наук
Белорусский национальный технический университет

А.И. Митрахович, кандидат технических наук
И.Ч. Казьмирук, научный сотрудник

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: мелиорация, осушение, слабопроницаемые грунты, эффективность, водопроницаемость, дренажный сток

Введение

На территории Беларуси имеется более 1,37 млн. га переувлажняемых глинистых и суглинистых почв, из них более 900 тыс. га тяжелого механического состава [1]. По классификации, принятой во многих странах [2], к слабопроницаемым почвам относятся почвы, коэффициент фильтрации которых ниже 0,1 м/сут. В большинстве случаев они содержат более 50 % глинистых и илистых частиц. Из-за низкой водопроницаемости традиционные способы дренирования, применяемые на хорошо фильтрующих почвах, в таких условиях являются неэффективными. Как показывают расчеты, дренажная сеть на них должна быть чрезвычайно густой – от 0,5 до 5 м и поэтому эффективность осушения обеспечивается за счет усиления осушительного действия трубчатого дренажа фильтрующими засыпками, или комбинации его с беструбчатой сетью, регулированием поверхностного стока. Об эффективности закрытого дренажа для осушения слабопроницаемых минеральных почв высказываются противоречивые мнения, связанные в основном с различной оценкой роли пахотного и подпахотного горизонтов в формировании дренажного стока.

Эффективность осушения слабопроницаемых минеральных почв

Ряд исследователей в процессе изучения действия дренажа на тяжелых почвах сделали вывод о нецелесообразности его применения. Лаборатория пластмасс и стекло-материалов БелНИИМиВХ провела обширные исследования эффективности осушительного действия дренажа на ряде опытных участков со слабопроницаемыми минеральными почвами в Поставском и Браславском районах Витебской области. Одним из них является опытно-производственный участок в колхозе «Гвардия» Браславского района, расположенный в западной части Полоцкой низменности в зоне распространения глин Дисненского бассейна озерно-ледниковых отложений. Почвы участка дерново-подзолистые, тяжелосуглинистые и глинистые.

На территории участка выпадает 580-700 мм осадков в год, а за вегетационный

Таблица 1 – Гранулометрический состав почв (в %) на опытно-производственном участке в колхозе «Гвардия» Браславского района

Место взятия образца	Глубина, см	Фракции, мм					Сумма частиц <0,01
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Система 92	0-10	2,0	22,3	59,5	4,7	11,4	16,1
	20-40	0,6	25	22	22,3	30,1	52,4
	90-120	0,5	8,9	11,8	24,4	54,4	78,8
Система 107	0-20	1,2	15,2	56,8	11,0	15,8	26,8
	40-60	1,8	17,3	17,0	24,2	39,7	63,9
	90-120	0,4	6,1	11,8	19,1	62,8	81,9
Система 43	0-20	1,7	25,7	54,5	10,2	7,2	18,1
	20-50	3,2	23,4	16,0	22,8	35,6	58,4
	90-120	0,3	4,1	13,4	29,8	52,6	82,4

период 425-475 мм. На участке преобладают легкие, средние и тяжелые глины с содержанием глинистых частиц от 25 до 82 %. Почва не содержит скелетных частиц диаметром более 1,0 мм. Коэффициент фильтрации глин 0,0026-0,0052 м/сут, суглинков 0,016-0,032 м/сут. Гранулометрический состав почв приведен в табл. 1.

Варианты опытов участка представляли собой системы закрытого дренажа площадью 2-4 га с расстоянием между дренами 10, 15 и 20 м и средней глубиной закладки 0,9-1,1 м. Защита труб от заиливания осуществлялась стеклохолстом.

Глубина промерзания грунтов достигала 62 см, оттаивание грунта наиболее интенсивно шло сверху, причем в начальный период весь оттаявший за день слой грунта за ночь снова замерзал. Потом мощность оттаявшего за день слоя увеличивалась настолько, что за ночь он замерзнуть не успевал и по утрам в грунте наблюдалась слоистость. Дренажный сток на участке замерялся 1–2 раза в сутки. В табл. 2 приведены величины дренажного стока на различных вариантах гончарного и пластмассового дренажа за осенне-зимний и весенний периоды, имеющие наибольшее значение для развития и общего состояния сельскохозяйственных культур.

Периодичность действия дренажа в течение года в условиях атмосферного водного питания обуславливается неравномерностью выпадения осадков. Различаются два основных периода действия дренажа: весенних паводков и осенних затяжных дождей, являющихся критическими с точки зрения обеспечения необходимых условий для проведения полевых работ и нормального развития сельскохозяйственных культур. Однако, помимо этих основных периодов, дренажный сток имеет место и после зимних оттепелей в декабре и летних ливневых дождей. В табл. 3 приведен режим работы дренажа по годам в зависимости от метеорологических условий.

Из табл.3 видно, как изменяется величина дренажного стока, а следовательно, и режим работы дренажа в зависимости от метеорологических условий. Так, слой осеннего дренажного стока в 1969 г. составлял по вариантам опытных систем от 30 до 40 % от

Таблица 2 – Дренажный сток на опытно-производственном участке в колхозе «Гвардия» Браславского района

Вид дренажа	Номер системы	Слой стока, мм			Расстояние между дренами, м
		осенне-зимний	весенний	суммарный	
Канал К-3, пластмассовый	1969-1970 гг.				
	103	32	39	71	10
	105	20	32	52	15
	107	16	30	46	20
	109	29	40	69	10
Канал К-1, пластмассовый	1970-1971 гг.				
	28	34	69	103	10
	30	32	69	101	10
	32	38	67	105	10
Гончарный	43	37	56	93	10
	45	31	60	91	10
	47	35	50	85	15

Таблица 3 – Режим работы дренажа на опытно-производственном участке в колхозе «Гвардия» Браславского района

Номер системы	Способ осушения	Расстояние между дренами, м	Вид дренажной засыпки	Модуль дренажного стока, л/с га				Гидрологический год
				осенний	зимний	весенний	суммарный	
80	Дренаж из полиэтиленовых гофрированных труб	10	Двух-слойная	22	12	31	65	1969
95		10		23	9	34	66	1970
103		10		24	8	40	72	
109		10		21	9	40	70	
30		10		29	3	69	101	1970
32	10	24	5	67	96			
43	10	33	4	57	94			
51	Дренаж из гончарных труб	10	Гумус-ный грунт	28	4	55	87	1971
28	Дренаж из полиэтиленовых гофрированных труб	10		10	16	39	65	1971
30		10		10	15	36	61	1972

годового, что обуславливалось выпадением тройной нормы осадков в ноябре и декабре. Осенью 1971 г. дренажный сток был в 2–3 раза меньше осеннего стока предыдущих лет. Однако зимний сток в декабре 1971 г. превышал сток в 1969, 1970 гг. Если в 1969 г. зимний сток составлял 11-18 % от годового, 1970 г. – 3-7 %, то в 1971 г. он составил 30-40 %.

Основное влияние на характер осеннего стока оказывают осадки и увлажнение почвы предшествующего периода, сток начинается через 1–1,5 месяца после насыщения почвы влагой.

Весенний дренажный сток в основном зависит от наличия запасов воды в снежном покрове к началу снеготаяния, а также предшествующего увлажнения почвы и глубины ее промерзания. Особенно непредсказуемо осушительное действие дренажа при значительных глубинах промерзания, когда почва является практически водонепроницаемой. Дре-

Таблица 4 – Зависимость дренажного стока от вида засыпки траншей на опытно-производственном участке в колхозе «Гардия»

Номер системы	Способ осушения	Вид засыпки	Слой дренажного стока, мм	Процентное соотношение
45	Закрытые собиратели из гончарных труб	Гумусный грунт	91,74	176
163		Двухслойная	69,7	133,8
165		Вынутый грунт	52,1	100
152		Смесь пахотного и подпахотного слоев	76,9	114,6
154		Двухслойная	67,1	100

Примечание: расстояние между собирателями во всех вариантах составляло 10 м.

через траншейную засыпку. Проникновение воды происходит по трещинам и щелям в засыпке и прилегающей к ней области. Это явление отмечается и другими исследователями [3].

Из вышеизложенного вытекает, что решающее значение в эффективности осушительного действия дренажа на слабопроницаемых глинистых почвах оказывает проницаемость засыпки траншей и приточность к ней по верхней части почвенного профиля. На опытном участке засыпка дренажных траншей была выполнена по четырем вариантам: засыпка вынутым грунтом; засыпка из смеси грунта пахотного и подпахотного слоев; двухслойная: внизу гумусный грунт (0,4-0,6 м) и сверху грунт, выбранный при отрывке траншеи; засыпка гумусным грунтом. В табл. 4 приведены данные по величине дренажного стока в зависимости от вида засыпки.

Установлено, что величина стока возрастает с увеличением водопроницаемости засыпки. Лучшей водопроницаемостью обладает засыпка траншей гумусным слоем, самая низкая у засыпки из вынутого грунта.

Рассмотренный характер формирования дренажного стока в зависимости от вида траншейных засыпок присущ практически всем типам почвенных условий слабопроницаемых минеральных грунтов. Подобные результаты отмечались и на других опытных участках. Таким образом, опыт эксплуатации горизонтального дренажа на слабопроницаемых почвах экспериментальных участков с равнинным рельефом показал, что дренаж в таких условиях может работать довольно эффективно при соблюдении ряда технологических требований при его устройстве.

Однако существует еще большое количество факторов обуславливающих особенности способов осушения, конструкций мелиоративных систем и мероприятий, применяемых в других природных условиях, например, при осушении слабопроницаемых грунтов с западным рельефом. На лессовидных суглинках опытно-производственного участка в СПК «Мазоловский» Мстиславского района Могилевской области проводятся испытания девяти способов осушения, в том числе и выборочным дренажем с различными конструкциями дрен и колонок-поглотителей [4]. Почвы на аналогичных лессовидных

нажный сток в этот период формируется из поверхностных вод, образовавшихся в результате снеготаяния, которые перемещаются по поверхности почвы и более проницаемому пахотному слою, поступают в дрены

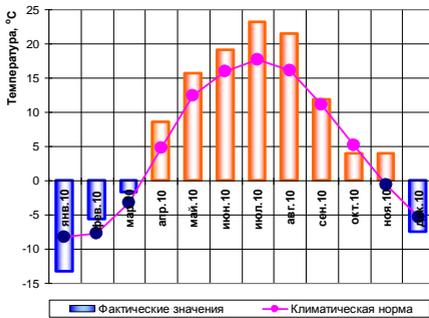
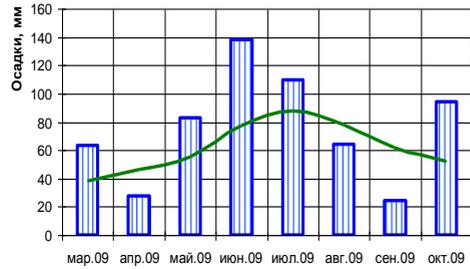
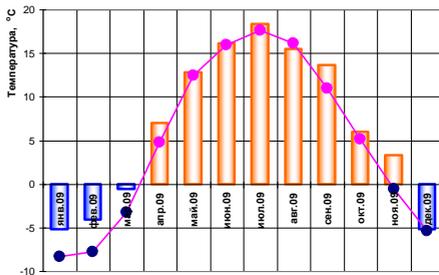
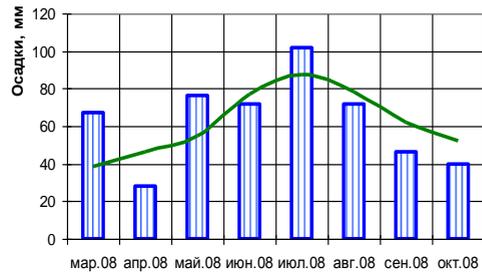
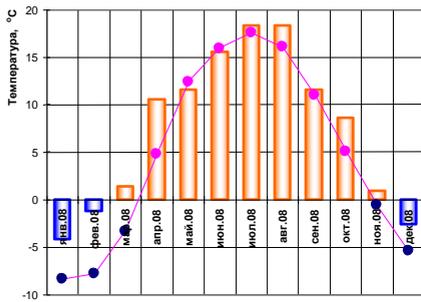
суглинках в Могилевской области занимают 783,6 тыс. га, или 6,2 % общей площади Республики Беларусь, из них 10-15 % составляют глеевые и глееватые почвы, расположенные в замкнутых понижениях (западинах) с площадью от 0,01 до 0,2 га. На 100 га обычно приходится до 60 понижений и более.

На участке с 2008 по 2010 гг. изучалось формирование водного режима и дренажного стока на различных вариантах осушения. Сток замерялся в устьях коллекторов и в смотровых колодцах. На рисунке показаны фактические значения осадков по месяцам и их климатическая норма, так как при атмосферном водном питании дренажный сток зависит от величины осадков, выпадающих на данной территории. Приведены данные по среднемесячной температуре воздуха и ее отклонения от среднееголетней в годы наблюдений. 2008 г. характеризовался как умеренно теплый. Суммы осадков по месяцам на протяжении вегетационного периода в основном не превышали среднееголетних (нормы за месяц), кроме марта, в котором фактические осадки превысили среднееголетнюю норму в полтора раза, что практически не отразилось на мелиоративной обстановке и не сказалось на развитии растений, так как площадь объекта была засеяна яровым ячменем. Апрель выдался засушливым, что позволило провести сев вовремя. 2009 г. также характеризовался как умеренно теплый. Среднемесячная температура не существенно отличалась от среднееголетней на протяжении всего вегетационного периода. Суммы осадков по месяцам были значительно выше среднееголетних, но это не оказало существенного влияния: переувлажненные территории с полной гибелью урожая не превышали 1% от общей засеваемой площади.

2010 г. существенно отличался от предыдущих лет наблюдений. Маловлажные, но достаточно теплые март и апрель не оказали отрицательного влияния на посевы. В целом вегетационный период 2010 г. характеризовался как жаркий и избыточно увлажненный. Засушливым можно назвать только июль. Несмотря на превышение суммарных за месяц осадков в сентябре, осень была сухой и теплой вплоть до декабря. В период избыточных осадков в мае-июне, которые выпадали в виде ливневых дождей, мелиоративные системы работали на пределе своих возможностей. Переувлажненные территории с полной гибелью урожая в 2010 г. составили 3% от общей засеваемой площади.

В табл. 5 приведены значения модулей дренажного стока в 2008-2010 гг. Величина его колеблется от 0,01 до 0,07 л/с-га. Максимальный модуль, равный 0,07 л/с-га, зафиксирован в коллекторе из труб поливинилхлоридных гофрированных фирмы «Вавин» (на дренах в качестве защитно-фильтрующего материала – геотекстиль «Тайпар» и кокосовый фильтр) и колонках-поглотителях, расположенных в понижениях. Модули дренажного стока в избыточно-увлажненном 2010 г. имели большие значения, чем в предыдущие годы. Особо выделяется значение модуля стока в смотровом колодце коллектора 18 с геотекстилем «Пинема», который в апреле составил 0,96 л/с-га.

На второй день после выпадения осадков 3 сентября 2010 г. (в количестве 13 мм



Температура воздуха и осадки по метеостанции в г. Мстиславле в годы наблюдений 2008-2010 гг.*

за 6 ч), сток из коллектора 2 на участке 3 составил 0,01 л/с-га. Участок осушается выборочным дренажем из полиэтиленовых труб с ЗФМ «Пинема» со сплошной и пунктирной засыпкой песчано-гравийной смесью отдельных дрен до пахотного горизонта.

На объекте наблюдений проведено изучение водопроницаемости траншейной засыпки. На дрене 3 коллектора 19 определялся послойно по глубине коэффициент фильтрации. В результате были установлены его значения по профилю траншеи. Верхний горизонт на глубину до 12-30 см представлен пахотным гумусовым слоем, нижние слои – лессовидными суглинками. Коэффициент фильтрации гумусового слоя составляет 0,44 м/сут, на глубине 30-40 см он равен 0,026 м/сут, на глубине 60-70 см – 0,022 и на глубине 90-100 – 0,016 м/сут. Траншея засыпана вынутым грунтом, поэтому засыпка имеет низкий коэффициент фильтрации, с тенденцией уменьшения с увеличением глубины.

* Данные за январь-март 2008 г. даны по метеостанции г. Горки.

Таблица 5 – Модули дренажного стока на объекте «Мазоловский»

Номер смотрового колодца	Площадь водосбора, га	Модуль дренажного стока, л/с·га (2008-2009)	Модуль дренажного стока, л/с·га (2010)	Номер коллектора/участка	Вариант осушения
1	3,3	0,02-0,007	-	25/7	Западные ложбины с коллектором из полиэтиленовых труб
2	3,5	0,003-0,04	-	17/5	Фашинный дренаж
3	0,7	0,02-0,07	0,01-0,48	20/4	Выборочный дренаж из полиэтиленовых труб с колонками
4	0,75	0,02-0,1	0,004-0,75	19/4	Выборочный дренаж из труб ПВХ с колонками
5	2,16	0,02-0,1	0,04-0,1	19/4	Тот же
6	1,0	0,03-0,06	0,02-0,08	18/4	Выборочный дренаж из полиэтиленовых труб с колонками
7	2,7	0,004-0,09	0,22-0,96	18/4	Тот же
8	3,5	-	0,01-0,11	17/5	Фашинный дренаж
Дренажный сток из коллектора					
	1,5	0,01-0,02	-	20/4	Выборочный дренаж из полиэтиленовых труб с колонками
	4,5	0,02-0,03	-	24/7	Западные ложбины с коллектором из полиэтиленовых труб

Выводы

1. Дренаж на слабопроницаемых почвах с равнинным рельефом на объекте в колхозе «Гвардия» выполняет свою осушительную функцию при качественном строительстве и соблюдении рекомендуемых требований по его устройству и эксплуатации.

2. На слабопроницаемых почвах отмечается периодичность действия дренажа в течение года в условиях атмосферного водного питания, которая обуславливается как неравномерностью выпадения осадков, так и другими метеорологическими факторами, такими как глубина промерзания почвы.

3. Эффективная работа закрытого дренажа на минеральных суглинистых почвах обеспечивается в основном высокой водопроницаемостью дренажной засыпки. Лучшей водопроницаемостью обладает засыпка траншей гумусным слоем, а также смесью пахотного и подпахотных слоев; самая низкая у засыпки из вынутого грунта.

4. На объекте в СПК «Мазоловский», судя по мелиоративной обстановке (отсутствие вымочек и переувлажненных площадей), более эффективное осушение достигается на системе с выборочным дренажем из полиэтиленовых труб со сплошной и пунктирной засыпкой песчано-гравийной смесью отдельных дрен до пахотного горизонта.

5. Исходя из значений модулей дренажного стока (0,02-0,1 л/с·га в 2008-2009 гг. и 0,1-0,9 в 2010 г.) можно заключить, что при уклонах поверхности > 0,005 применение систематического дренажа на слабопроницаемых почвах следует ограничить, поскольку осушение осуществляется в основном за счет сброса поверхностных вод. Целесообразно применение выборочного дренажа в понижениях с устройством на нем закрытых собирателей.

6. Подложбинные коллекторы необходимо устраивать дифференцированно, соотносясь с рельефом поверхности, при невозможности или экономической нецелесообразности раскрытия ложбин и необходимости сброса поверхностного стока в колодцы-поглотители.

Литература

1. Азява, Г.В. Опыт проектирования мелиоративных систем на тяжелых почвах./ Г.В.Азява.// Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – №6. – С. 12-15.
2. Гулюк, Г.Г. Руководство по мелиорации полей./ Г.Г.Гулюк, М.Б.Черник [и др.]. – Санкт-Птб, 2007. – 235 с.
3. Юрченков, Н.П. Технологические указания по ремонту и восстановлению закрытого дренажа в Калининградской области./ Н.П.Юрченков. – Калининград, 1977. – 49 с.
4. Митрахович, А.И. Оценка эффективности осушения лессовидных суглинков. / А.И.Митрахович, И.Ч.Казмирук, С.В.Набздоров.// Мелиорация. – 2010. – №1(63). – С. 78-85.

Summary

Klimkov V.T., Mitrakhovich A.I., Kazmiruk I.Ch.

THE DRAINING OF THE ACQUITARD MINERAL SOILS

The results of the analysis concerning the effectiveness of draining of badly pervious mineral soil with the help of horizontal drainage in Postavy and Braslav districts of Vitebsk region and various methods of loess loam draining in Mstsislav district of Mogilev region on dish relief are given in the article. The positive role of drainage on the acquitard soils with plain relief is noted. The periodicity of drainage effectiveness and a great influence of water permeability of drainage filling are established. Most effective draining of loess loam on dish relief is reached on the areas which were drained using the solid and punctate filled selective sand-gravel drainage of separate drains to a plough-layer level. In case of >0.005 surface slope it is recommended to limit the usage of systematic drainage. It is stated that under-hollow collectors should be arranged differentially as consistent with surface relief.

Поступила 30 декабря 2010 г.