

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПРИЕМНОЙ СПОСОБНОСТИ ДРЕН С РАЗЛИЧНЫМИ ПРИСЫПКАМИ В ТОРФЯНЫХ ГРУНТАХ

И. Ч. Казмирук, кандидат технических наук,

В. В. Майсюк, студент

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Беларусь

Аннотация

В статье рассмотрен способ присыпки дренажных труб. На фильтрационной модели получены данные о водоприемной способности дрен. Исследована работа дренажных труб в торфяных грунтах с песчаной присыпкой и без нее. Присыпка дрен позволяет увеличить водоприемную способность и более рационально использовать гумус почвы.

Ключевые слова: водоприемная способность, горизонтальный дренаж, мелиорация, осушительная сеть, присыпка дрен

Abstract

I.Ch. Kazmiruk, V.V. Maisjuk

STUDY OF WATER INTAKE ABILITY OF DRAINS WITH DIFFERENT FILLINGS IN PEAT GROUNDS

The article presents the mode of filling of drain tubes. Data on water intake ability of drains are obtained on filtration model. The operation of drain tubes is studied in peat grounds both with filling and without one. Filling of drain increases water intake ability and allows to exploit humus of soil more rational.

Keywords: water intake ability, horizontal drainage, reclamation, drainage network, filling of drains

Введение

Республика Беларусь – один из наиболее заторфованных географических регионов Европы. Общая площадь торфяных болот до начала их освоения составляла 2,9 млн га или 14,2 % территории [1]. Торфяно-болотные почвы наиболее распространены в Брестской, Минской и Гомельской областях. После проведения мелиорации торфяно-болотные почвы приобретают высокое потенциальное плодородие. В составе осушенных земель Республики около 1,1 млн. га торфяных почв [2].

Перед началом проектирования и проведения работ по осушению торфяных грунтов следует знать степень их разложения и минерализации, ботанический состав. Кроме того, необходимы сведения о пористости, плотности и удельном весе твердого вещества. Обратную засыпку траншеи дрен традиционно проводят вынутым грунтом (в данном случае – торфом) с присыпкой непосредственно трубы растительным слоем грунта на высоту 20 см согласно ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). После обратной засыпки траншеи уплотнение разрыхленного грунта в ней происходит постепенно. В период строительства слой первичной присыпки находится в рыхлом состоянии и при насыщении водой нередко превращается в грубодисперсный раствор, который кольмати-

рует защитные фильтры, что снижает водоприемную способность дренажных труб. Присыпка дрен песком будет препятствовать поверхностной кольматации фильтров дрен и позволит более рационально использовать растительный слой торфяных почв, богатый гумусом.

Основная часть

Изучение применения присыпок дрен в различных странах. Традиционным способом осушения торфяно-болотных почв является применение горизонтального дренажа. Эффективность действия его зависит от надежности обеспечения гидравлической связи между водонасыщенными слоями почвы и дренажными трубами. Определенный положительный эффект дает засыпка дрен растительным грунтом, увеличивая модуль дренажного стока на 3...30 % [3].

Н.К. Вахонин в своей работе [4] считает, что одним из основных мероприятий по осушению слобоводопроницаемых почв «является перевод поверхностных вод в подземный сток посредством устройства дрен (коллекторов)-собирателей – водоотводящих перфорированных «трубопроводов», поверхностная вода в которые сбрасывается через поглощающие устройства различной конструкции. В порядке убывания кардинальности действий они могут быть класси-

фицированы: сплошная засыпка трассы дрены водопроницаемым материалом (линейное регулирование), дискретная засыпка (кусочно-линейное регулирование), колодцы, колонки-водопоглотители (точечное регулирование).

При исследовании работы дренажа многими учеными установлено, что засыпка траншеи грунтом с повышенной водопроницаемостью улучшает работу осушительной сети. Такая засыпка быстро оттаивает в весенний период, обеспечивает этим самым в короткий период отвод излишков поверхностной воды [5]. В Великобритании, например, диаметр частиц засыпки допускается от 5 до 50 мм. Основным материалом здесь для фильтрующей засыпки служит промытая морская галька, обеспечивающая «провальную» фильтрацию ($K_f=1000...2000$ м/сут.) [6].

Во Франции [7] наибольшее распространение получила засыпка из хорошо проницаемых почвогрунтов, которая, по данным французских ученых, при благоприятных условиях строительства и эксплуатации осушенных площадей удовлетворительно работает до 20 лет.

Предлагаемое решение. В зависимости от величины засыпки дренажной траншеи хорошо фильтрующим материалом (с коэффициентом фильтрации более 5 м/сут.) ее называют

- *присыпкой дрены*, если она выполнена по всей длине на высоту до 15 см;
- *сплошной засыпкой* дренажной траншеи, если она выполнена по всей длине на высоту до подошвы пахотного горизонта;
- *комбинированной засыпкой* дренажной траншеи, если она выполнена дискретно по всей длине на высоту до подошвы пахотного горизонта.
- *колонкой-поглотителем*, если засыпка выполнена на всю глубину траншеи, имеет определенную конструкцию, расположена на дрене точно и может доходить до подошвы либо до поверхности пахотного горизонта. Колонка-поглотитель может иметь и другие конструктивные элементы, способствующие ускоренному отводу воды с поверхности.

Массовое применение дренажных засыпок при строительстве, реконструкции либо восстановлении мелиоративной сети ограничено из-за их дороговизны, поскольку материалы для засыпок (песок, гравий, песчано-гравийная смесь) чаще всего являются при-

возными. При достаточной удаленности мелиоративной системы от карьера засыпка дренажной траншеи хорошо фильтрующим материалом становится экономически не оправданной. Однако применение присыпок дрен на торфяниках позволяет более рационально использовать гумус плодородных почв. Согласно ТКП 45-3.04-8-2005 (02250), дрены следует присыпать растительным грунтом на высоту 20 см (рисунок 1).

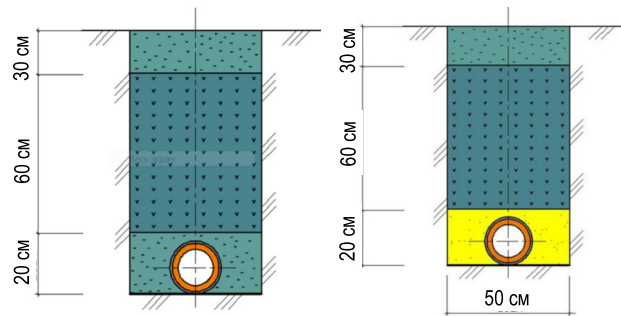


Рисунок 1. – Присыпка дрены растительным грунтом

Рисунок 2. – Присыпка дрены песком

Для использования в сельскохозяйственном производстве осушению подвергают болота низинного типа, с высокой степенью разложения торфа (свыше 35 %). В них слой растительного грунта содержит большое количество гумуса. Гумус и его важнейшая составляющая – гуминовая кислота, становятся труднодоступными для корневой системы растений. Как известно, торфяно-болотные почвы низинного типа содержат до 10 % гумуса (по Т.А. Романовой). По своим свойствам такие почвы близки к слабоводопроницаемым. Они имеют низкий коэффициент фильтрации, содержат мелкие частицы, способные коагулировать дренажный фильтр, что не способствует быстрому отводу воды с осушаемой территории. Предлагаемое решение данной проблемы состоит в том, чтобы дрены присыпать не растительным грунтом, а песком или песчано-гравийной смесью с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут. (рисунок 2).

Здесь решаются две проблемы. Первая – сохранение торфяного слоя почвы, который образуется со скоростью от 0,5 до 1 мм в год [8]; вторая – своевременный отвод воды с осушаемой территории. Увеличение водоприемной способности одной дрены позволит увеличить междреннее расстояние и уменьшить количество дренажных труб на одном гектаре. Сейчас в среднем используют около 400 м дренажной трубы при осушении 1 га систематиче-

ским дренажем. Увеличение притока воды к дрене с присыпкой происходит за счет того, что коэффициент фильтрации слоя присыпки выше, чем у низинного торфяника. Были проведены лабораторные эксперименты по определению водоприемной способности дренажных труб с присыпкой дрен песком и со сплошной засыпкой торфом.

Экспериментальные данные. Водоприемная способность дренажа – наиболее важный показатель его работоспособности. Она зависит от конструкции системы, вида и состояния присыпки дрен, обратной засыпки траншеи, защитно-фильтрующего материала, тесно связана с водопроницаемостью грунта и его водоотдачей.

Водоприемная способность дренажных труб с различными вариантами присыпки изучалась в лабораторных условиях путем построения фильтрационной модели. Модель выполнена для наихудших условий, в которых может работать дрена при осушении сельхозугодий – наличия слоя воды на поверхности почвы. Поскольку дрена после завершения процесса строительства засыпается подсушенным грунтом с нарушенной структурой, то такой грунт и использовался в лаборатории. Работа дренажной трубы в грунтовом лотке является имитацией работы дренажа в полевых условиях и позволяет исследовать ее водоприемную способность. Вода с поверхности поступает через макропоры почвы, образованные при обратной засыпке дренажной траншеи, в микропоры дренажного фильтра, затем в полость трубы через перфорационные отверстия. Одиночными дренами и коллекторами дренируемая вода отводится в водоприемник. Лабораторная модель выполнена по принципу одиночной дрены несовершенного типа.

Экспериментальные исследования по определению водоприемной способности проводились в грунтовом лотке (рисунок 3). Испытания проводились на дренажной трубе диаметром 63 мм с геотекстильным материалом Турар® SF 27. В качестве грунта использовали песок мелкозернистый, торф. В таблице 1 приведен гранулометрический состав грунтов. Гранулометрический состав песчаной поч-

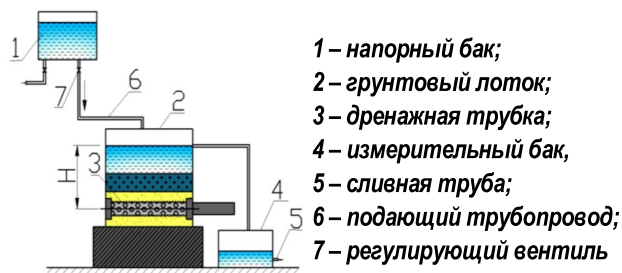


Рисунок 3. – Схема фильтрационной модели (грунтовый лоток)

вы определялся ситовым методом с промывкой водой, торфяной почвы – мокрым ситовым анализом по ГОСТ 12536-2014.

В песке мелкозернистом преобладают фракции частиц грунта, диаметром 0,25–0,1 мм – 58,2 %. Коэффициент неоднородности составляет $d_{60}/d_{10} = 2,5$; в торфе такой фракции – 86,8 %.

Теоретической основой проведенных лабораторных экспериментов является ранее установленная Мурашко А.И. [9] линейная зависимость расхода от напора при безнапорном движении воды в трубах. Лабораторные эксперименты проводились по следующей схеме. В грунтовый лоток (2) укладывалась дренажная полиэтиленовая гофрированная перфорированная труба (3) наружным диаметром 63 мм, площадь перфорации трубы 2 % (38 см²/м) с геотекстилем Турар® SF 27, находящаяся на высоте 5 см от дна. Она засыпалась грунтом на высоту 25 см над верхом трубы. Из напорного бака (1) по подающему трубопроводу (6) в грунтовый лоток поступает вода при открытом вентиле (7), максимум ее уровня регулируется переливной трубой. Расход из дренажной трубы замеряется в измерительном баке (4), из которого вода сбрасывается по сливной трубе (5) в канализацию. По изменяющемуся напору (от поверхности воды до центра трубы) над дренажной и расходу из трубы строятся графики водоприемной способности. Данные результатов исследований приведены на рисунке 4. Гидравлические характеристики водоприемной способности полиэтиленовой дренажной трубы с различными присыпками: первая схема – с присыпкой песком на 8 см выше верха трубы и дальней-

Таблица 1. — Гранулометрический состав грунтов, мм

	Фракции грунта										Примечание
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	1-0,5	0,25-0,1	<0,1	
СОДЕРЖАНИЕ ФРАКЦИИ, %	0	0	0	0	0	0,9	1,9	10,5	86,8	0	торф
	0	0	0,2	0,2	0,1	0,5	1,1	8,1	58,2	30,7	песок мелкозернистый

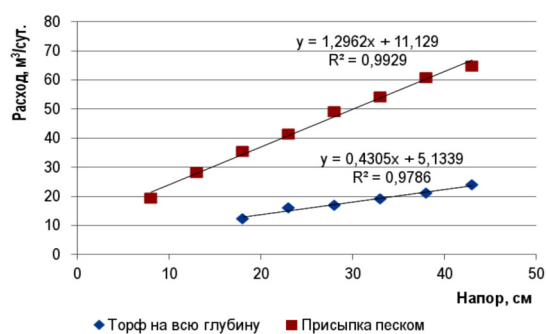


Рисунок 4. – Водоприемная способность дренажной трубы в торфе

шей присыпкой торфом на всю необходимую высоту (25 см) и вторая схема – засыпка дрены полностью торфом. На диаграммах представлена зависимость расхода из дренажной трубы от величины напора воды над ее осью. При одинаковых прочих условиях (диаметр дренажной трубы, марка защитного фильтра, окончательная высота засыпки трубы, температура воды и другое) и равном напоре наибольший расход обеспечивает лучшую водоприемную способность. Анализ диаграмм позволяет сделать сравнительную оценку водоприемной способности 1 м дренажной трубы с различными присыпками. Расход из трубы, полностью засыпанной торфом, при напоре 40 см над дренажной составлял 21 м³/сут., а присыпанной песком – 62 м³/сут., то есть наблюдается увеличение

расхода приблизительно в 3 раза на 1 метре дренажной трубы. Дренажная труба, присыпанная песком на высоту 8 см над трубой, обладает лучшей водоприемной способностью, чем труба без присыпки (засыпанная торфом на всю глубину).

Проведенные лабораторные исследования показывают, что присыпка дрены песком мелким на сравнительно небольшую высоту существенно увеличивает водоприемную способность дренажной трубы. При проектировании осушительных мероприятий с присыпкой дрен хорошо фильтрующим материалом следует учитывать повышенную водоприемную способность такой конструкции, которая будет влиять на норму осушения и корректировать расстояние между дренами в сторону увеличения.

Выводы

Анализ отечественных и зарубежных источников показал, что присыпки дрен хорошо фильтрующим материалом эффективны при осушении слабо-водопроницаемых грунтов, к которым относят и торфяники с высокой степенью разложения.

В лабораторных условиях на фильтрационной модели определена водоприемная способность дрены с присыпкой песком на высоту 8 см. Установлено, что присыпка позволяет увеличить водоприемную способность 1 м дрены приблизительно в 3 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Семененко, Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья. Трансформация и пути эффективного использования / Н. Н. Семененко. – Минск, 2015. – 282 с.
- Мееровский, А. С. Проблемы использования и сохранения торфяных почв // А.С. Мееровский, В. П. Трибис / Новости науки и технологий. – 2012. – № 4 (23). – С. 3-9.
- Томсон, Х. Ю. Осушительная способность дренажа на глинистых почвах Эстонии / Х. Ю. Томсон // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству. –1991.– № 10. – С. 37-39.
- Вахонин, Н. К. Теоретические аспекты работы и требования к параметрам дренажа при осуществлении реконструкции в различных природных условиях / Н. К. Вахонин // Мелиорация. – 2011. – № 2 (66) – С. 5-16.
- Технические указания по ремонту и восстановлению закрытого дренажа в Калининградской области. – Калининград, 1977.
- Ingold, T. S. Geotextiles and Geomembranes // T. S. Ingold // Ed., published by Elsevier Applied Science Publishers. – Essex, England, 1984.
- Armour, J. C. Fluid flow through, woven screens // J. C. Armour, J. A. Cannon / IChE Journal. – 1968. – P. 415-420.
- Циклопедия [Электронный ресурс] : <http://cyclowiki.org/wiki/Торф>. – Дата доступа 30.04.2018 г.
- Мурашко, А. И. Фильтрационные расчеты горизонтального трубчатого дренажа / А. И. Мурашко, Е. Г. Сапожников // Конструкции и расчеты осушительно-увлажнительных систем : сб. тр. БелНИИМиВХ. – Минск, 1976. – Вып. 2. – С. 22-55.

Поступила 17.09.2018