

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ЗАЩИТНО-ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДРЕНАЖА

А. И. Митрахович, кандидат технических наук

Э. Н. Шкутов, кандидат технических наук

В. М. Макоед, старший научный сотрудник,

В. В. Лебедев, инженер

РУП «Институт мелиорации»

г. Минск, Беларусь

Н. М. Авраменко, кандидат технических наук

РУП «ПОСМЗиП»

Ключевые слова: геотекстильный материал, дренаж, заиление, кольматация фильтров, шурф, защитные фильтры, коэффициент фильтрации, градиент напора, водопримная способность.

Введение

Горизонтальный дренаж является самым распространенным способом осушения сельхозугодий. В настоящее время он широко применяется на объектах реконструкции мелиоративных систем. Применение дренажа требует большого объема защитно-фильтрующих геотекстильных материалов. Для защиты дренажа от заиления требуется порядка 72 м²/га ЗФМ. Исходя из расчетов использования его на 1 га осушаемой площади (300 м дренажных труб диаметром 63 мм), на площадь 150 тыс. га потребуется более 10 млн. м² материала. Ежегодная потребность ЗФМ дренажа только в Республике Беларусь составляет ориентировочно около 3 млн. м².

Для защиты дренажа от заиления геотекстильные материалы являются перспективными. Они обладают хорошими фильтрационными характеристиками и рекомендованы к применению в качестве защитно-фильтрующих материалов дренажа. Некоторые из них уже широко внедряются при строительстве мелиоративных систем и зарекомендовали себя как надежный и эффективный материал в различных почвогрунтах. Однако до настоящего времени нет сведений о влиянии срока его эксплуатации на фильтрационные характеристики материала, который может характеризоваться степенью кольматации, обуславливающей снижение коэффициента фильтрации и водопримной способности дрен, а следовательно, и эффективности осушительного действия дренажа в целом. Для изучения данного вопроса были проведены специальные лабораторные исследования по определению влияния срока эксплуатации систем дренажа на фильтрационные характеристики ЗФМ.

Основные результаты исследования

На основании данных обследования состояния мелиорированных земель и техни-

ческого состояния мелиоративных систем на 14 объектах были выбраны характерные мелиоративные объекты, на которых отбирались образцы дренажных труб с ЗФМ Тураг SF 27 для проведения лабораторных исследований.

Отбор образцов защитных материалов осуществлялся по следующей методике. Над дренажной трубой отрывался шурф до трубы и из нее вырезался образец длиной 40—50 см, который после внешнего осмотра заворачивался в полиэтиленовую пленку, чтобы сохранить его в естественном состоянии до проведения лабораторных испытаний. При этом велось описание состояния образца, в котором указывалось наличие или отсутствие кольматажа водоприемных отверстий, внутренней поверхности трубы и фильтрационного материала. На место отобранного образца трубы на дренаже вставлялся новый отрезок трубы, стыки которого с ЗФМ дренажа соединялись муфтами и шурф засыпался.

На рис. 1 приведен вид в шурфе вскрытой дренажной трубы, заложенной в 2010 году на объекте «Железинка» Пуховичского района Минской области, реконструированном в 2010—2011 гг. Были отобраны образцы из ЗФМ Тураг® SF 27 с полиэтиленовых дренажных труб диаметром 63 мм, заложенных в торфе. На отобранных ЗФМ местах имеются повреждения: потертости в виде отверстий. На внутренней поверхности трубы имеется налет охры; заиливания трубы не обнаружено.



Рисунок 1 — Вид сверху в шурфе вскрытого дренажного коллектора № 21 на объекте «Железинка», Пуховичского района, Минской области.

На объекте «ПОСМЗиЛ» Лунинецкого района Брестской области строительство дренажа проведено в 2006 г., при этом использовались ПВХ трубы «Vavin» диаметром 65 мм и (длина дрен — 280 м) ЗФМ Тураг® SF 27. Дрены заложены в песке и устья их находились большой период времени в подтопленном состоянии. При раскопках установлено, что внутренняя поверхность дрен почти полностью покрыта охристыми отложе-

ниями, которые закупорили часть перфорационных отверстий. Заиления частицами грунта не наблюдалось.

На объекте «Железинка» Пуховичского района дренаж выполнен из ПВХ труб «Vavin» диаметром 93 мм с ЗФМ Турар SF 27, заложенных в торфянике, подстилаемом песками.

Осмотр отобранных образцов на перечисленных объектах показал, что все они подвержены заилению. Заиление дренажа — это процесс, включающий отложение механических частиц грунта в полости труб, железистых соединений на трубе, закупорке водоприемных отверстий и кольматаж фильтра. Наряду с заилением дрен частицами грунта при осушении некоторых относительно хорошо водопроницаемых почв грунтового и грундово-напорного питания в дренах и коллекторах может проявляться процесс заохривания труб железистыми соединениями, выпадающими в осадок из грунтовых вод в результате химических реакций с кислородом воздуха и жизнедеятельности железобактерий. Наряду с заилением полостей дренажных труб часто наблюдается кольматация защитного фильтрующего материала. В результате заиления полости труб снижается их водопропускная (внутри дрены) способность, а в результате кольматации ЗФМ уменьшается и водоприемная (приток воды в дренах) способность дрен. В обоих случаях увеличивается период отвода избыточных вод, что приводит к ухудшению водного режима почв и потере урожайности сельскохозяйственных культур. Наиболее подвержен заохриванию дренаж на низинных болотах, а также на землях с перегнойно-глеевыми и глееватыми почвами [1].

Оценка потенциального уровня опасности заиления дренажа железистыми соединениями и интенсивности образования окисных соединений железа производится на основании данных по содержанию Fe^{+2} в грунтовой воде, общей кислотности почв pH, окислительно-восстановительного потенциала Eh, содержания кислорода и др.

В полевых условиях возможный уровень заохривания дрен определяют визуально по цвету, железистым пятнам и полосам в почве, содержанию охры в устьях старых дрен, по следам железистых осадков на старых дренажных трубах.

Одной из основных характеристик, позволяющих судить о работоспособности защитных фильтров в процессе их эксплуатации, является степень кольматации фильтрующего материала, поэтому для количественной оценки степени кольматации использовался параметр α

$$\alpha = \frac{K_{\text{фз}}}{K_{\text{фч}}},$$

где $K_{\text{фз}}$ — коэффициент фильтрации закольматированного материала;

$K_{\text{фч}}$ — коэффициент фильтрации чистого ЗФМ.

Коэффициент фильтрации геотекстильных материалов определялся на экспери-

ментальной установке, представляющей собой модифицированный прибор Дарси, по методике СТБ [2].

Чистые образцы материалов перед установкой в прибор смачивались. Для испытания в прибор укладывали по три образца материала.

Определение коэффициента фильтрации образцов ЗФМ, бывших в эксплуатации, проводилось по такой же методике, как и для чистых образцов, но фильтрующий материал укладывался между чистыми образцами фильтра для предотвращения вымывания и просыпания частиц, колющими фильтр. Испытания всех образцов проводились под давлением 0,02 МПа.

По результатам обработки полученных данных определялся коэффициент фильтрации геотекстильного материала чистого и бывшего в эксплуатации. Отдельные результаты обработки испытаний образцов приведены в табл. 1. Также построены графики зависимости скоростей фильтрации от градиента напора (рис. 2—4).

Анализ результатов проведенных опытов показал, что коэффициенты фильтрации образцов ЗФМ Турар SF 27, бывших в эксплуатации, находятся в диапазоне от 21 до

Таблица 1 — Коэффициенты фильтрации образцов ЗФМ Турар SF 27 с мелиоративных объектов под нагрузкой (0,02 МПа)

№ п/п	Объект	Коэффициент фильтрации образца, м/сут	Почвы	Срок эксплуатации
1	Эталонный образец	65,45		
2	«Железинка»	34,98	торфяник	2 года
3	«Пуховичское»	20,70	торфяник	2 года
4	«ПОСМЗил»	24,68	песок мелкий	8 лет

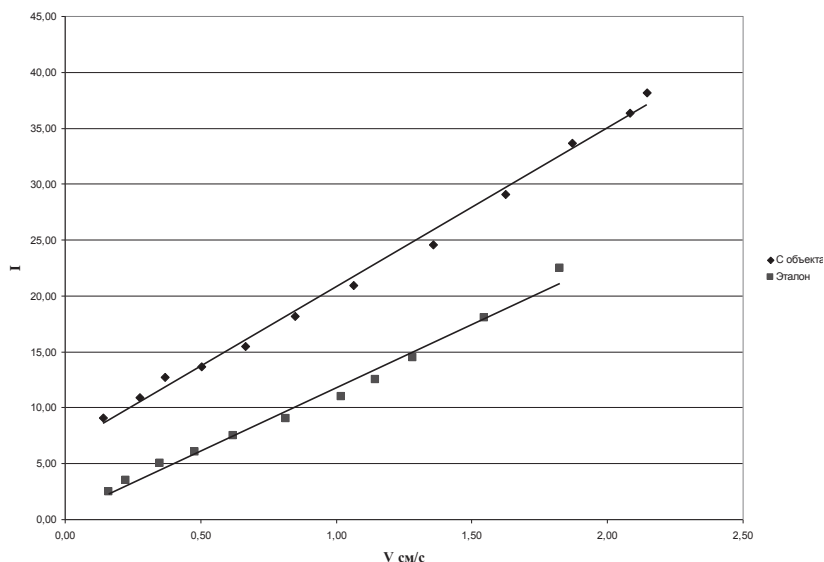


Рисунок 2 — Зависимость скоростей фильтрации (V) от градиента напора(I) для ЗФМ с объекта «Железинка» Пуховичского района

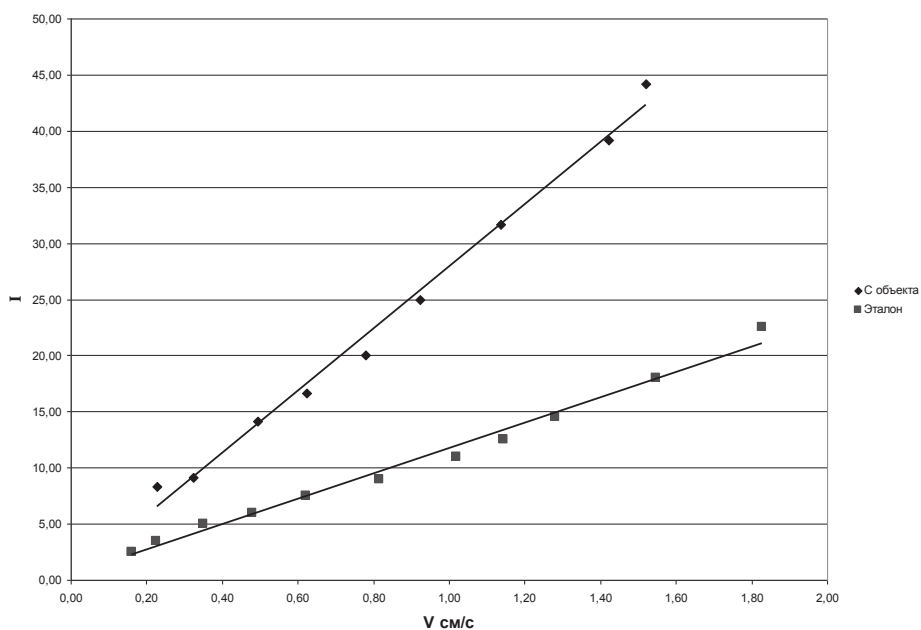


Рисунок 3 — Зависимость скоростей фильтрации (V) от градиента напора (I) для ЗФМ с объекта «Пуховичское» Пуховичского района (почвы — торфяник, срок эксплуатации — 2 года)

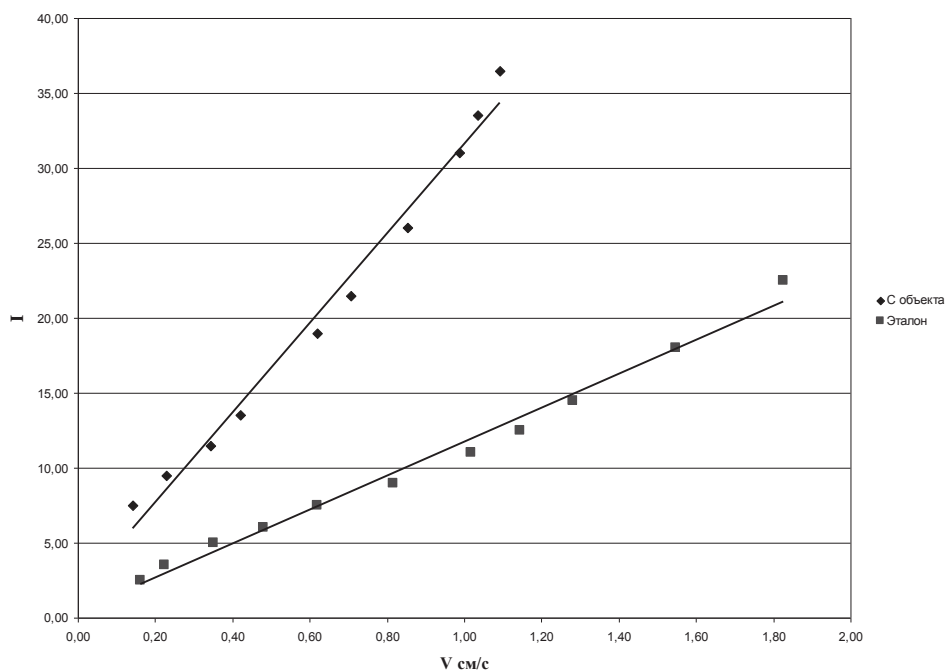


Рисунок 4 — Зависимость скоростей фильтрации (V) от градиента напора (I) для ЗФМ с объекта «Железинка» Пуховичского района (почвы — песок мелкий, срок эксплуатации — 8 лет)

34 м/сут. Коэффициент фильтрации эталонных (новых) образцов составляет 65,5 м/сут., то есть в результате эксплуатации коэффициент фильтрации уменьшился почти в два раза, что видно на графиках (рис. 2—4). Степень кольматации α составила 0,33—0,54.

Определение водопримной способности бывших в эксплуатации дренажных труб проводилось в грунтовом лотке с мелкозернистым песком, куда укладывалась дренажная полиэтиленовая гофрированная труба (диаметр трубы 63 мм с площадью перфорации 38 см²/м) и исследуемым ЗФМ. Из напорного бака по подающему трубопроводу в грунтовый лоток подавалась вода, замерялся расход из дренажной трубы и напор над дренажной. По полученным данным построены графики зависимости расхода (водопримная способность) от напора (рис. 5—7).

Водопримная способность трубы с образцом ЗФМ Турар SF 27 с объекта «Железинка» Пуховичского района при напорах от 18 до 30 см находилась в пределах от 16 до 29 м³/сут на 1 м.п. трубы. Для образца с объекта ПОСМЗил Лунинецкого района

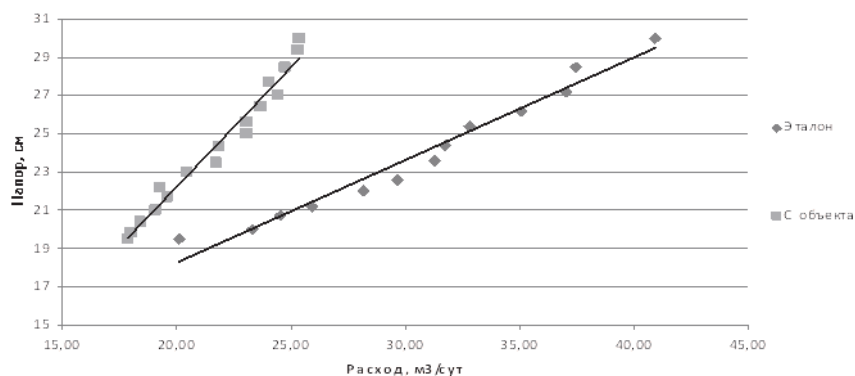


Рисунок 5 — Водопримная способность образца трубы с ЗФМ Турар SF 27 с объекта «Железинка» Пуховичского района (почвы — торфяник подстилаемый песком, срок эксплуатации — 2 года)

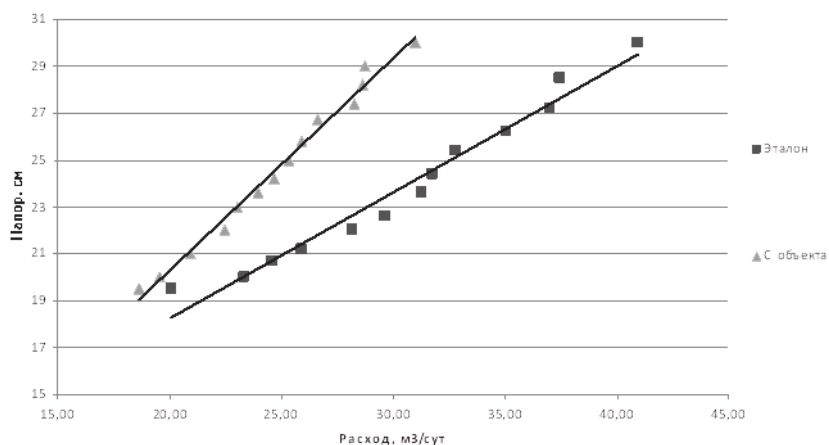


Рисунок 6 — Водопримная способность образца трубы с ЗФМ Турар SF 27 с объекта ПОСМЗил Лунинецкого района (почвы — песок мелкий, срок эксплуатации — 8 лет)

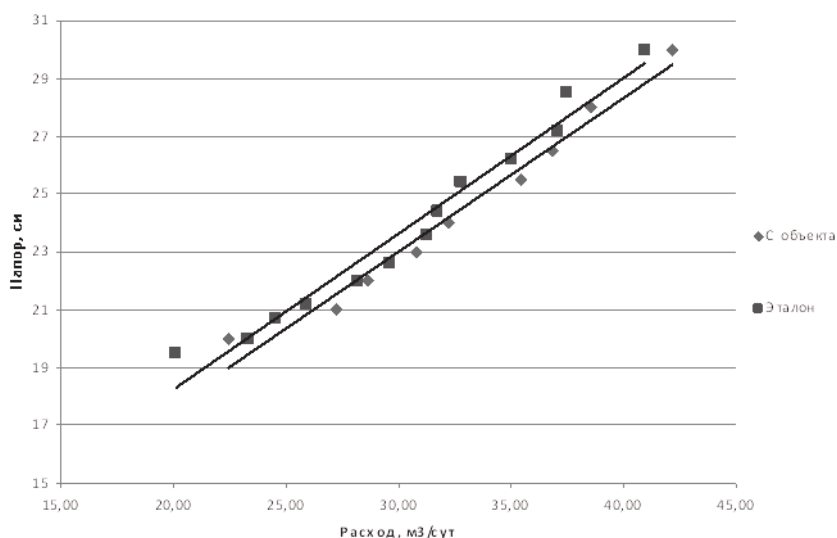


Рисунок 7 — Водоприемная способность образца трубы с ЗФМ Турар SF 27 с объекта «Пуховичское» (почвы — торфяник, срок эксплуатации — 2 года)

при напорах от 19 до 30 см она была в пределах от 18 до 30 м³/сут на 1 м.п. трубы; для трубы с образцом ЗФМ с объекта «Пуховичское» при напорах от 19 до 30 см изменялась в пределах от 23 до 40 м³/сут на 1 м.п. трубы.

Данные испытаний показали, что водоприемная способность дренажных труб с ЗФМ из геотекстиля Турар SF 27, бывших в эксплуатации на некоторых мелиоративных системах от 2 до 8 лет, уменьшилась на 20—30 % по сравнению с новым материалом. Однако и с учетом уменьшения величины водоприемной способности труб с защитно-фильтрующим материалом в результате их эксплуатации они могут обеспечивать сброс избытков воды с осушаемой площади при расчетном модуле стока 0,6 л/с с га. В общем случае прогнозировать эффективность работы дренажа во времени на некоторых объектах, особенно предрасположенных к заохриванию дренажа, довольно сложно; в настоящее время исследования на эту тему практически отсутствуют. На сданных в эксплуатацию объектах мелиорации должны выполняться нормативные требования к будущей эксплуатации дренажных систем, т.е. должны проводиться своевременные профилактические и предупредительные мероприятия. При реконструкции следует применять новые материалы и конструкции элементов дренажа. Все это позволит повысить эффективность, надежность и долговечность дренажных систем.

Выводы

Проведенные на мелиоративных системах с различными почвенно-грунтовыми условиями полевые обследования технического состояния дренажных систем, труб с ЗФМ из геотекстильного материала Турар SF 27, показали, что после 2—8 лет эксплуатации дренаж обеспечивает требуемый водный режим на всех обследованных объектах.

По результатам лабораторных испытаний на фильтрационном приборе и в грунтовой лотке образцов дренажных труб с ЗФМ Tyrap SF 27 и образцов геотекстильного материала установлено, что:

— коэффициент фильтрации геотекстиля с участка с торфяными почвами составил 34 м/сут при сроке эксплуатации 2 года и уменьшился по сравнению с эталонным на 45 %;

— коэффициент фильтрации геотекстиля с участка с песчаными почвами составил 24 м/сут при сроке эксплуатации 8 лет и уменьшился по сравнению с эталонным на 64 %, т.е. степень кольматации составила 0,32—0,54;

— водопримная способность дренажных труб с ЗФМ Tyrap SF 27 в результате их работы на мелиоративных участках со сроком эксплуатации от 2 до 8 лет уменьшилась на 20—30 %, однако она достаточна для сброса избыточной воды на дренажной системе с расчетным модулем стока 0,6 л/с*га.

Библиографический список

1. Зубец, В.М., Вакар, А.Е. Эксплуатация закрытых осушительных систем / В.М. Зубец, А.Е. Вакар // Агропромиздат. — Москва.—1989—80—81 с.
2. СТБ 1980—2009 Полотно нетканое мелиоративное. Технические условия. // Госстандарт — Минск. — 2009

Summary

A. Mitrakhovich, E. Shkutov, V. Makoyed, V. Lebedev, N. Avramenko

OPERABILITY OF GEOTEXTILE PROTECTIVE FILTERING MATERIALS OF THE DRAINAGE

Data on studying of influence of term of operation of drainage systems on filtrational characteristics protective filtering materials are provided. Meliorative systems with drainage corrugated pipes and the geotextile protective Tyrap SF 27 filter are picked up. The term of operation of a drainage from 2 to 8 years. Drainage excavation is carried out, technical condition of pipes and filters is filled. The zaokhrivaniye of pipes and filtering materials is noted. Laboratory researches of filtrational characteristics of geotextile materials and water reception ability of pipes with samples of ZFM which were in operation are conducted. It is established that coefficients of a filtration of samples of the geotextile material Tyrap SF 27 from various objects at operation term from 2 to 8 years decrease on the average by 40 — 60% in comparison with the new. Water reception ability decreased by 20 — 30%.

Поступила 31.03.14