

## ПОДБОР ФИЛЬТРОВ ДРЕНАЖА ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

**А.И. Митрахович**, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

г. Минск, Беларусь

**И.Ч. Казьмирук**, ассистент

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Беларусь

**Ключевые слова:** водопримная способность, геотекстиль, дренаж, дренажный сток, заиливание, заохривание, защитно-фильтрующие материалы, кольматация, фильтры.

### Введение

Осушительная мелиорация направлена на улучшение водного режима, обеспечивающего повышение плодородия почв, и получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Состояние мелиорированных земель оценивается величиной соответствия существующего водного режима почв к благоприятному для сельскохозяйственного производства. Причины, вызывающие переувлажнение осушаемых земель, могут быть различными. Например, причиной переувлажнения могут послужить ошибки при проектировании и строительстве: неверно выбранный метод осушения, некачественная стыковка дрен с коллектором. Признаками неудовлетворительной работы дренажа является запаздывание сроков сева и уборки сельскохозяйственных культур, вымокание их в вегетационный период. На почвах с грунтовым и грунтово-напорным водным питанием избыточное переувлажнение обусловлено высоким уровнем грунтовых вод, несоответствующим норме осушения, а на почвах с атмосферным и склоновым питанием – застаиванием воды на поверхности, приводящим к образованию переувлажненных участков площадью 10-15% от всей осушаемой территории[1].

Водный режим осушенных почв зависит от эффективности работы всей мелиоративной системы, в том числе и горизонтального дренажа. Показателями его работы являются водопримная и водоотводящая способности дрен, т.е. способность принимать избыточную воду из корнеобитаемого слоя в полость дренажной трубы и своевременно удалять ее по дренажной сети в водоприемник. Основные характеристики и показатели дренажа приведены в ТКП 45-3.04-177-2009 [2].

Современные дренажные трубы выпускают с фильтрующими материалами, структурными фильтрами. К ним относят кокосовое волокно, геотекстиль и другие подобные материалы. Неструктурные (сыпучие) фильтры используют при устройстве колонок-поглотителей, обсыпке дрен, а также комбинированной и сплошной засыпке дренажной траншеи. Применение объемных неструктурных фильтров увеличивает приток воды в дрину или собиратель.

В процессе эксплуатации дренажа происходит заилиение и заохривание труб, кольматаж водоприемных отверстий дрен и защитно-фильтрующих материалов (ЗФМ), что снижает водоприемную способность дрен. Признаком низкого осушительного действия дренажа является наличие воды над дренами при безнапорном движении воды в их полости. Этот фактор наряду со степенью заилиения труб необходимо учитывать при оценке мелиоративного состояния осушаемой площади и работоспособности дренажной системы в целом.

На минеральных землях основной причиной неудовлетворительной работы дренажа является недостаточная фильтрующая способность дренажной засыпки, обсыпки труб, сплошной или комбинированной засыпки дренажной траншеи песчано-гравийной смесью (ПГС), коэффициент фильтрации которой ухудшается в результате кольматажа поровых ходов, а также уплотнения после многократного прохождения сельскохозяйственной техники[3].

Исследования механизма действия закрытого дренажа в слабопроницаемых почвах показывают, что с течением времени водопроницаемость дренажных засыпок уменьшается за счет их уплотнения или кольматажей и изменяется в пределах  $K_f=0,2\div 0,01$  м/сут. [4], [5]. Нормативные требования к коэффициенту фильтрации неструктурных фильтров  $K_f\geq 10$ м/сут.[6].

По данным Юрченкова Н.П.[4], проводившим исследования в Калининградской области, опасность закупорки стыков и заилиения дренажа железистыми соединениями возникает при содержании закисного железа в грунтовой воде более 4 мг/л и скорости воды в дренажных линиях менее 0,35 м/с. В данных условиях закупорка стыков и заилиение труб железистыми соединениями наступает через 4-5 лет. Наибольшему заилиению подвергается закрытый дренаж, заложенный в плавунах, супесях и легком или пылеватом суглинках.

Определение работоспособности фильтров горизонтального трубчатого дренажа при эксплуатации в условиях возможности заилиения полости дрен и кольматажи структурного и неструктурного фильтров является важным показателем при оценке работоспособности дренажной системы в целом.

#### **Подбор фильтров дрен**

Защита дренажных труб является важной составляющей осушительной мелиорации, поскольку от правильно подобранного фильтра и его характеристик зависит работоспособность дренажа в целом. Для проектирования дренажа с тем или иным ЗФМ должны учитываться физико-механические характеристики грунтов, количество закисного железа в грунтовых водах, почвенно-грунтовые условия и гидрогеологический режим подземных вод.

При правильно подобранном фильтре дренируемая вода, проходя из почвы в дренажные трубы, вымывает только мелкие частицы грунта, диаметр которых менее 0,03-

0,05 мм. Такие частицы не вызывают заилиения дренажных труб, поскольку транспортирующая скорость дренажной воды, выше скорости выпадения этих частиц в осадок. Для пылеватых частиц диаметром 0,005-0,05 мм она составляет 0,1-0,18, а для глинистых – 0,25-0,35 м/с[7]. После вымывания мелких частиц соединительная структура крупных частиц прилегает к фильтрующему материалу и образуется естественный фильтр, который последовательно уменьшает вымывание, вплоть до его полного прекращения. Данная система эффективна в силу своей высокой пропускной способности и долговечности. Дренажная система, работающая по принципу «обратного фильтра» увеличивает водозаборную способность дрен.

Важно, чтобы фильтрующий материал не был подвержен кольматации. В поровом пространстве фильтра не должно происходить механического осаждения частиц грунта. В противном случае кольматация мельчайшими частицами верхнего слоя гравийной обсыпки приведет к снижению водопроницаемости засыпки из ПГС или других неструктурных фильтров. Ко́льматаж различают по двум основным принципам:

– механизму действия: биологический, механический, химический, зарастание полостей дренажных труб корнями растений.

– месту расположения: ко́льматаж защитных фильтров, водоприемных отверстий, сводобразующей придренированной области грунта или неструктурных фильтров.

Ко́льматаж водоприемных отверстий является результатом отложения на них карбонатов и гидроксидов железа. В результате контакта дренажной воды с кислородом происходит выпадение в осадок. Присутствие в воде катионов кальция и магния, нарушение углекислотного равновесия приводят к образованию трудно растворимых соединений  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ .

Причиной уменьшения эффективности осушительной способности дренажа может являться его заилиение, т.е. частичная или полная закупорка полости трубы минеральными частицами грунта. Факторами, обуславливающими заилиение дренажа являются: большие градиенты потока вблизи дрен, отсутствие либо механическое повреждение фильтров, чаще до укладки, или неправильный их подбор, смещение или разрушение дренажных труб, окислительные процессы при аэрации дренируемой воды с высоким содержанием закисного железа, деятельность железобактерий, низкое качество выполнения строительных работ.

Горизонтальный трубчатый дренаж будет длительно функционировать в нормальном режиме только в том случае, если материал фильтра долговечен, а его параметры соответствуют механическому составу осушаемого грунта и условиям фильтрации. После завершения деформационных процессов в фильтрах и частичной их ко́льматации снижение коэффициента фильтрации фильтра должно быть не более 50% от первоначального. Параметры ЗФМ определяются путем проведения полевых и лабораторных исследований.

При проектировании защитных мероприятий для выбора материала фильтра должны быть известны уровни грунтовых вод на период строительства для наиболее характер-

ных участков мелиоративной системы. Для минеральных грунтов определяется гранулометрический состав, связность, пористость, плотность и фильтрационные свойства. Для торфяных грунтов – степень разложения и ботанический состав. Кроме того, необходимо знать пористость, плотность и удельный вес твердого вещества.

Пластмассовые дренажные трубы должны соответствовать СТБ 2119-2010 [8] в первую очередь, по размерам водоприемных отверстий и кольцевой жесткости. Защитные фильтры дренажных труб должны соответствовать СТБ 1980-2009[9] по фильтрационным, прочностным характеристикам и не допускать вероятности кольматации осушаемым грунтом.

Подбор структурных фильтров в несвязных грунтах

Выбор фильтрационного материала для защиты дренажа от заиливания осуществляется в зависимости от гранулометрического состава, суффозионных свойств и водопроницаемости осушаемого несвязного грунта. Для обеспечения нормального функционирования дренажа в песчаном грунте защитный фильтр должен:

- обеспечивать непротсыпаемость частиц скелета грунта через фильтр в количестве выше допустимого.
- не кольматироваться суффозионными частицами
- увеличивать водозахватную способность дрен.

Подбор структурных фильтров в супесях и пылеватых суглинках

Супеси по механическому составу характеризуются следующим распределением фракций – незначительное количество зерен, крупнее 1 мм, содержание частиц от 0,1 до 0,25 мм – не более 7%; от 0,25 до 0,005 мм– более 30% и частиц от 0,05 до 0,11 мм– не менее 16% по весу. В пылеватых суглинках содержатся частицы меньше 0,01 мм , но их не более 42%.

При разработке дренажной траншеи и последующей обратной засыпке структура супесей и пылеватых суглинков нарушается, при насыщении водой они размокают и могут проникать в дренажные трубы, заиливая их. При правильно подобранном фильтре истечение грунтовой массы исключается. Наиболее подходящими фильтрами дрен в указанных грунтах являются геотекстили. Они надежно предохраняют дрены от заиливания и сами существенно не кольматируются.

Для уменьшения степени кольматации фильтра и улучшения условий притока воды к дренам присыпку дренажных труб необходимо осуществлять растительным грунтом. Допускается присыпка труб песком крупным, который обладает значительно большей водопроницаемостью, чем супеси и пылеватые суглинки.

Подбор защитных фильтров в тяжелых суглинках

В ненарушенном состоянии тяжелые суглинки обладают большой фильтрационной устойчивостью. При нарушении их структуры в процессе разработки и обратной засыпки траншеи водопрочность отдельных агрегатов значительно снижается, особенно, если

грунты содержат катионы легких металлов  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . После обратной засыпки дренажной траншеи возникает опасность размокания агрегатов грунта и проникновения их в полость труб. На дренажных трубах следует применять объемный фильтр, например, из кокосового волокна. Для обеспечения достаточного осушительного эффекта дрены необходимо присыпать растительным слоем почвы на высоту минимум 20-30 см. На равнинных участках рекомендуется выполнять сплошную либо пунктирную засыпку траншеи ПГС или другим неструктурным фильтром, коэффициент фильтрации которого составляет не менее 10 м/сут., а при западном рельефе устраивать в понижениях колонки-поглотители различных конструкций.

#### Подбор защитных фильтров в торфяных грунтах

Торфяные грунты обладают высокой фильтрационной устойчивостью. В период строительства слой первичной присыпки находится в рыхлом состоянии и при насыщении водой нередко превращается в бузу, которая кольматирует защитные фильтры. После обратной засыпки траншеи уплотнение грунта происходит постепенно. Фильтрационная прочность торфа небольшая и опасность кольматации довольно высока.

Основное назначение защитных фильтров в торфяных грунтах состоит в предотвращении деформаций выпора, предохранении перфорационных отверстий труб от закупорки частицами торфа. В качестве фильтров дрен в торфяных грунтах следует применять геотекстиль.

#### Заохривание

Заохривание перфорационных отверстий дрен, коллекторов и образование в них нерастворимого осадка – гидроксида железа происходит в результате химических реакций и деятельности железобактерий. Для предотвращения заохривания и снижения скорости химических реакций следует уменьшить доступ кислорода в полость дренажных труб, т.е. устраивать подтопленные и затопленные устья. Можно также вносить в дренажную траншею ингибиторы (например, известь, смесь извести с гипсом). При эксплуатации дренажа в таких условиях следует промывать коллектора дренажнопромывочными машинами, можно добавлять в воду растворы кислот. При этом следует учитывать, что промыть дренаж (являющуюся водопоглощающей частью коллекторно-дренажной сети) невозможно. На таких участках обычно устраивают одиночные дрены, диаметр которых позволяет проводить их промывку. Следует учитывать и экономические показатели, т.к. частые и дорогостоящие промывки могут существенно увеличить стоимость эксплуатации мелиоративной сети. При экономической нецелесообразности осушения закрытым дренажем используют открытые осушители либо оставляют земли в естественном состоянии. При содержании закисного железа в грунтовой воде более 8 мг/л устройство закрытой сети не рекомендуется [2].

#### Полевые исследования одиночных дрен.

Летом 2012 г проводились полевые исследования на объекте «Волма» Минского района Минской области, включавшие раскопки и отбор образцов дренажных труб для

лабораторных исследований. Грунт на объекте – торф, подстилаемый супесью сизой. В процессе раскопок одиночных дрен и осмотра образцов труб, было выявлено заохривание внутренней полости труб и перфорационных отверстий (рис. 1). Заохривание уменьшает площадь перфорационных отверстий, скважность дренажных труб, снижает эффективность их работы. При определении водопримной способности дрен в полевых условиях, после подачи воды в шурф и замера дренажного стока объемным способом (рис. 2) выявлено, что дренажные воды имели характерную бурю окраску, указывающую на избыток железистых соединений.



**Рисунок 1 – Образец трубы, взятой с одиночной дрены № 26 объекта «Волма», срок эксплуатации 1,5 года**



**Рисунок 2 – Вода с избыточным содержанием закисного железа из дрены №26 объекта «Волма»**

#### **Исследование фильтров дрен**

Для исследования работоспособности фильтров дрен необходимо проводить их обследование в полевых и лабораторных условиях. Для этого проводится комплекс работ и исследований.

При раскопках дрен следует определять:

- размеры и состояние перфорационных отверстий в пластмассовых трубах, соответствие их техническим условиям, наличие или отсутствие их кольматажа;
- состояние ЗФМ: наличие круговой защиты всей поверхности пластмассовых труб, кольматация ЗФМ;
- величину слоя заиления дрен;
- грунт обсыпки дренажных труб, его вид и состояние, особенно в слабопроницаемых грунтах и торфе с высокой степенью разложения, которые при переувлажнении могут образовывать своеобразный противотрифильтрационный экран.

- грунты в шурфе, в который уложена дрена с фильтром;
- состав и состояние обратной засыпки дренажных траншей, эффективность работы которой следует устанавливать путем послойного определения ее коэффициента фильтрации в полевых условиях.

Причиной неудовлетворительной работы дренажа может послужить уплотнение переувлажненной обсыпки под действием веса засыпки, гидравлического действия и кольматации, а также может использование непригодного материала и низкое качество работ.

#### Организация работ по оценке технического состояния ЗФМ

Оценку технического состояния ЗФМ необходимо выполнять на дренажных системах с неудовлетворительным водным режимом. При обследовании дренажных систем, в первую очередь необходимо определить место расположения коллекторов и дрена. Следует ознакомиться с проектом мелиоративной системы и исполнительной документацией. Затем на местности произвести осмотр и оценку осушительных каналов, определить места расположения дренажных устьев, выполнить отбор образцов труб с ЗФМ для лабораторных испытаний, провести визуальный осмотр фильтров, дренажных труб, обратной засыпки траншеи в полевых условиях.

Сначала следует найти месторасположение дренажных устьев и расчистить их. Направление коллектора или одиночной дрены определяется согласно проектного плана. Найти расположение коллектора можно при помощи поискового устройства.

#### Способы нахождения дрена

Обнаружение дрена в полевых условиях производится по плану проектного расположения коллекторно-дренажной сети. При движении вдоль водоприемника (канала, реки и др.) находится местоположение устья коллектора и, в соответствии с картой, определяют места впадения дрена (левосторонняя компоновка, правосторонняя компоновка, двухсторонняя компоновка).

Методика оценки технического состояния ЗФМ в полевых условиях состоит в визуальном осмотре ЗФМ, который может быть выполнен только при раскопках дрена или коллекторов. Весьма трудоемкой работой при этом является нахождение месторасположения дрена. Их рекомендуется отыскивать следующим образом:

- мерной лентой замеряется расстояния до места расположения дрена (изначально измеряется по карте и умножается на масштаб);
- отрывается траншея, параллельная дренажной траншее коллектора на глубину заложения дрены и до пересечения с ней.
- обнаружения дрена с помощью поисково-диагностических приборов (может использоваться комплекс средств диагностики закрытого дренажа КСД-160, георадар ОКО-2).

После обнаружения места расположения дрена или коллекторов над ними отрывают шурф 60\*30 см (по дну), чтобы можно было изъять отрезок пластмассовой трубы, длиной до 50 см. Примечание: место расположения шурфа не должно быть ближе 3м от соединительных деталей (муфты устьевой трубы, тройника, ответвителя и др.)

Участок дрены, длиной 33-50 см вырезается для осмотра состояния трубы и фильтрующего материала, с него осторожно удаляют грунт, а тем новым отрезком трубы соответствующего диаметра с применением соединительных муфт восстанавливают существующую дренажную линию (коллектор). Для исследований может сниматься только фильтрующий материал, тогда дренаж в месте снятия обертывается новым ЗФМ.

Восстановление дренажной линии в шурфе следует производить трубами того же типоразмера. Длина вновь устанавливаемого отрезка пластмассовой трубы должна быть на 2-4 мм короче вырезаемого отрезка. Под восстанавливаемый участок дрены укладывается ЗФМ, после обворачивается. Засыпка шурфа на высоту 10-15 см над трубой выполняется вручную. Окончательная засыпка шурфа может выполняться бульдозером [10].

Далее проводится визуальный осмотр внутренней и внешней поверхности ЗФМ, отмечается наличие заохривания, частиц грунта или торфяной бузы. Сведения заносятся в журнал полевых исследований с указанием: названия объекта; шифра коллектора и номера дрены; марки ЗФМ (по проекту); даты забора образца; приводятся краткое описание внешнего вида (целостность фильтра, наличие частиц грунта между трубой и фильтром, наличие заохривания и кольматации фильтра, заохривание водоприемных отверстий трубы, высота наилки в полости трубы и т.д.). В завершении фотографируются фильтр, полость дренажной трубы и шурф.

Для проведения последующих лабораторных исследований (по определению фильтрационных характеристик, водоприемной способности и др.) отобранный образец ЗФМ или трубы с ЗФМ заворачивается в полиэтиленовую пленку для сохранения его в естественном состоянии до проведения лабораторных испытаний. Все образцы подписываются с указанием даты забора образца, названия объекта, шифра коллектора, номера дрены, наименования и марки ЗФМ, наименования грунта, из которого изъят образец.

Устанавливаются следующие показатели для определения технического состояния пластмассовых дрен:

- размеры и состояние перфорационных отверстий в пластмассовых трубах, соответствие их техническим условиям;
- вид и состояние обсыпки дренажных труб особенно в слабопроницаемых грунтах и торфе с высокой степенью разложения, которые при переувлажнении могут образовывать своеобразный противофильтрационный экран;
- визуальная оценка повреждений (если имеются);
- наличие кольматации водоприемных отверстий и фильтрующего материала.

#### Определение водопроницаемости засыпки дренажной траншеи и колонок-поглотителей

Эффективность работы обратной засыпки дренажных траншей коллекторов и дрен, колонок-поглотителей и др. следует устанавливать в полевых условиях путем определения послойно ее коэффициента фильтрации. Для вышеназванных целей РУП «Институт



мелиорации» рекомендует полевой фильтрационный прибор ППФ-1[11]и методику Шупилова Я.М. и Черника П.К.

Водопроницаемость определяется через каждые 0,2-0,3 м по глубине траншеи в зависимости от типа грунта или неструктурного фильтра. Для этого отрывается ступенчатый шурф, на горизонтальных площадках которого устанавливается кольцо с внутренним диаметром 74 мм. Кольцо вдавливается в грунт, в него подается вода и определяется скорость падения напора в пьезометрической трубке. По скорости падения напора воды, длине пути фильтрации равной объему образца в кольце и напору, вычислялся коэффициент фильтрации по формуле:

$$K_{\phi} = - \frac{d^2 \times l}{D^2 \times t} \times \ln\left(1 - \frac{S}{H}\right), \quad (1)$$

где  $d$  – внутренний диаметр пьезометрической трубки, равный 5 мм;

$l$  – высота испытуемого образца, см;

$D$  – внутренний диаметр тонкостенного кольца (образца почвы) равный 74 мм;

$t$  – время от начала опыта до снижения уровня воды в пьезометрической трубке на величину  $S=H-h_n$ ;

$h_n$  – положение воды в стеклянной трубке на момент времени  $t$ ;

$H$  – высота напора воды в приборе от уровня земли (при определении выше УГВ).

В 2010 году на объекте «Мазоловский» была апробирована эта методика исследования для определения водопроницаемости дренажных засыпок. Водопроницаемость рассчитана по формуле (1). Коэффициент фильтрации траншейной засыпки определялся на опытном участке №4 на дрене 3 коллектора 18. Дрена выполнена из пластмассовой трубы диаметром 63 мм с защитно-фильтрующим материалом «ТайпарPRO». Результаты приведены в табл. 1.

По профилю траншеи верхний горизонт почвы на глубину до 12 – 30 см представлен пахотным гумусовым слоем, а ниже лежащие слои - лессовидные суглинки. Коэффициент фильтрации гумусового слоя составляет 0,44 м/сут. (табл. 1), что значительно больше ниже лежащего горизонта. При таких величинах коэффициента фильтрации трудно рассчитывать на хорошую водопроницаемую способность дренажа, без дополнительных мероприятий.

**Таблица 1 - Водопроницаемость траншейной засыпки, определенная на дрене 3 коллектора 18**

Слой грунта от поверхности, см	Коэффициент фильтрации, 10 <sup>-4</sup> см/с	Коэффициент фильтрации, м/сут.
0-10	5,1	0,44
30-40	3,0	0,026
60-70	0,254	0,022
90-100	0,189	0,016

Полученные данные по водопроницаемости траншейных засыпок указывают на необходимость проведения детального изучения их влияния как одного из основных факторов, обуславливающих эффективную работу дренажа на слабопроницаемых грунтах. Глубина закладки дренажа на объекте 1,7 м и более объясняет малые величины модулей дренажного стока, которые составляют 0,07-0,1 л/с с гектара. Для повышения эффективности работы дрен следует производить засыпку дренажных траншей песчано-гравийной смесью либо устанавливать колонки-поглотители.

Определение водопримной способности участка дрены (коллектора)

Одним из показателей оценки эффективности работы дренажа является водопримная способность. Наиболее достоверным следует считать способ ее определения в полевых условиях, так как при определении эффективности работы дрен учитываются природные условия объекта. Водопримная способность характеризуется способностью принять избыточную воду из корнеобитаемого слоя почвы в полость дренажной трубы, а водоотводящая – своевременно отвести ее за пределы осушаемого участка.

Водопримная способность дрен зависит от конструкции дренажа, вида и состояния присыпки дрен и обратной засыпки траншей. Конструкция дренажа определяется типом дренажных труб, количеством, размерами, и размещением отверстий и стыков для поступления воды, видом защитно-фильтрующих материалов и объемных фильтров (неструктурных) для увеличения притока воды в дренаж.

Основным признаком низкой водопримной способности дрен является высокое стояние УГВ, не соответствующее норме осушения при безнапорном движении воды в дренах и коллекторах, наличие постоянных переувлажненных площадей на осушаемой территории с вымокшими посевами и недопаханными участками.

Оценка водопримной способности дрен должна производиться после определения технического состояния системы. Водоотводящая способность зависит от диаметра и вида труб дренажных линий, степени заиления, подпора от канала, местных сопротивлений потоку воды по длине коллектора. При отсутствии подпора от канала показателем нормальной водоотводящей способности коллектора является безнапорный характер его работы. Наличие вымочек и переувлажненных участков на мелиорированных землях, работа коллектора в напорном режиме являются показателем того, что диаметр и уклон не соответствуют имеющемуся расходу или в коллекторе имеются местные сопротивления, которые следует выявить в процессе изысканий.

Методика проведения исследований заключается в замерах стока из дрен, который создается путем заполнения водой шурфа, открытого над дренажной трубой. Шурф открывается в устье дрены на расстоянии 2,5-3 м от торца устьевой трубы. Дренажная труба освобождается от грунта полностью по длине 40-50 см, над дренажной трубой вертикально устанавливается труба диаметром 110 мм, в которой замеряется напор над дренажной трубой после заливки воды в

шурф. Объем поданной воды в шурфе составляет 40-60 л. После заливки воды в шурф отмечается время начала стока из дрены, которое замеряется объемным способом, и напор над дренажной трубой, который замеряют мерной лентой. Замеры продолжаются до прекращения стока из дрены. Следует отметить, что данная методика применима при безнапорном движении воды в дренах и в грунтах с низким коэффициентом фильтрации дна траншеи [10].

При подпоре воды в дренах или коллекторе следует спустя 1-4 часа после отрывки шурфа замерить высоту слоя воды в шурфе над дренажной трубой. Не следует вынимать образцы труб до ликвидации подпора. В особых случаях, при необходимости выемки труб в шурфе надо делать специальное углубление вне трассы дрены для отвода в него воды, которую следует периодически откачивать. Дрена должна быть восстановлена до заполнения углубления водой.

Методика была апробирована на опытно-производственном участке «Волма» на дренах с различными типами ЗФМ. Величина водоприемной способности колебалась в пределах 0,8-4,9 м<sup>3</sup>/сут. с 1 м.п. трубы и несколько отличается от величин, полученных в лабораторных условиях 35-42 м<sup>3</sup>/сут. с 1 м.п. трубы. Такая разница объясняется зависимостью водоприемной способности дренажных труб от водопроницаемости грунтов (в полевых условиях – торф, в лабораторных – песок мелкий).

Наиболее общую характеристику водопроницаемости грунта дает определение его в полевых условиях. Следует отметить, что лабораторные определения коэффициента фильтрации характеризуют водопроницаемость отдельных «точек» водоносного слоя. При этом более близкую к естественным условиям картину дают определения водопроницаемости на образцах с ненарушенной структурой. Для связных структурных грунтов определение коэффициента фильтрации на образцах с нарушенной структурой совершенно не отражает их естественной водопроницаемости, но поскольку обратная засыпка дренажных траншей выполняется нарушенным грунтом, для лабораторного определения водоприемной способности дрен в связных грунтах рекомендуется использовать его в подсушенном виде с комковатой структурой. Эта способность связных грунтов приобретать комковатую структуру существенно влияет на величину водопроницаемости. Следует иметь в виду, что в процессе эксплуатации горизонтального дренажа происходит уплотнение связного грунта под действием воды и работы сельскохозяйственной техники, которое протекает в два этапа: на первом происходит разрушение отдельных комьев и исчезновение вследствие этого наиболее крупных вторичных пор, а на втором - уменьшается объем первичной пористости. В случае, если начальная влажность грунта меньше оптимальной, энергия уплотнения затрачивается главным образом на разрушение комьев. В связи с вышесказанным рекомендуется выполнять требования ТКП 45-3.04-177-2009 [2] и засыпать дренажную траншею подсушенным грунтом (т.е. через не-

сколько дней после укладки дренажной трубы, при условии отсутствия атмосферных осадков). Это существенно увеличит водопримную способность горизонтального дренажа непосредственно после выполнения строительных работ, а также повысит ее при дальнейшей эксплуатации, что увеличит срок эксплуатации дренажной сети и повысит эффективность ее работы.

Рассматриваемая проблема очень важна, т.к. мелиоративные мероприятия находятся в тесном соответствии с особенностями почвенного покрова, генезисом и составом почвообразующих пород. Одним из основных элементов, обуславливающих эффективную работу дренажа, являются присыпка дрен и засыпка дренажных траншей подсушенным грунтом, что приводит в связных грунтах к повышению интенсивности работы дренажа.

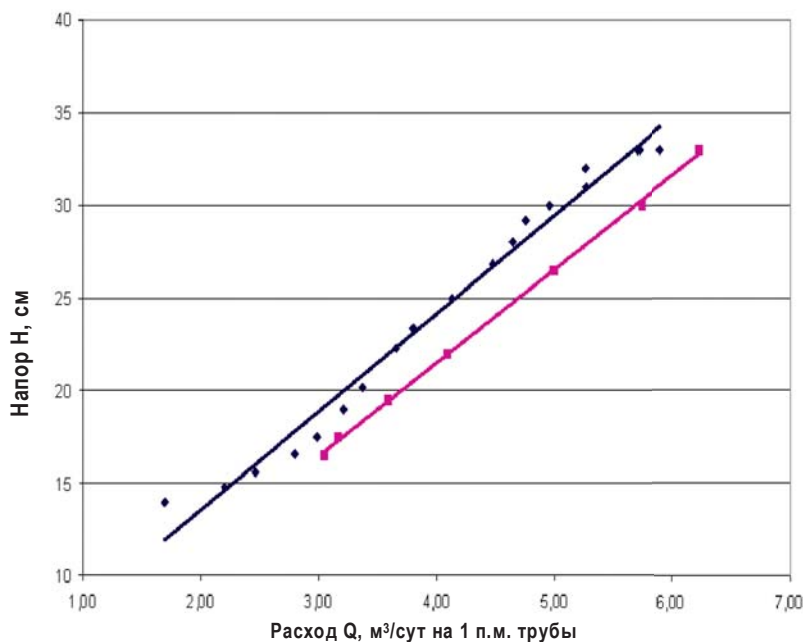
#### Испытания образцов труб с ЗФМ в лабораторных условиях

По окончании полевых исследований и доставке образцов в лабораторию проводят соответствующие их испытания. В лабораторных условиях определяют водопримную способность образцов труб, взятых с опытных участков, и сравнивают их с образцами труб, не бывших в эксплуатации, такой же марки, диаметра и выпуска того же завода производителя с той же маркой ЗФМ. Определяется коэффициент фильтрации фильтра бывшего в эксплуатации и нового (эталона).

По данной методике в 2008 году были проведены исследования дренажной трубы, бывшей два года в эксплуатации с объекта с неудовлетворительным водным режимом в СПК «Баума» Ивьевского района, Гродненской области для установления причин малоэффективной работы мелиоративной системы.

В грунтовом лотке с песком мелкозернистым проводилось определение водопримной способности полиэтиленовой дренажной трубы  $d=63$  мм с ЗФМ «ПИНЕМА» с поверхностной плотностью  $110$  г/м<sup>2</sup>. При визуальном осмотре внутренней поверхности трубы было выявлено, что она практически по всему периметру покрыта железистыми отложениями, и перфорационные щелевые отверстия полностью либо частично закольматированы. Выявлено, что заводские размеры перфорационных отверстий также не соответствовали требованиям СТБ 2119-2010 [8], и составляли по длине менее 4 мм и по ширине менее 2 мм. Защитно-фильтрующий материал «ПИНЕМА» не был закольматирован железистыми отложениями, но на его поверхности имелся песчаный налет, а в толще фильтра – частицы песка (кольматация песчаным грунтом).

Для оценки степени влияния природных факторов на водопримную способность дренажной трубы, бывшей в эксплуатации, проведены сравнительные исследования аналогичной новой трубы (трубы-эталона). Результаты испытаний приведены на рис. 3. При анализе полученных данных было установлено, что при одинаковых напорах, сток из 1 м.п. трубы-эталона находится в пределах 3-6 м<sup>3</sup>/сут, а сток из трубы с объекта СПК «Баума» – 2.8-5.5 м<sup>3</sup>/сут, т.е. на 6-7 % меньше.



На приборе ФП-1 по методике, приведенной в СТБ 1980-2009[9], были определены коэффициенты фильтрации материала «ПИНЕМА» с объекта СПК «Баума» и эталона. В результате исследований установлено: коэффициент фильтрации эталона ЗФМ «ПИНЕМА» с поверхностной плотностью 110 г/м<sup>2</sup> – 36 м/сут.; коэффициент фильтрации образца ЗФМ «ПИНЕМА» с объекта – 13 м/сут., т.е. снижен на 64 %. Полученные данные свидетельствуют о кольматации толщи фильтра песком мелкозернистым. Неудовлетворительный водный режим на объекте обуславливается многими факторами, в т.ч. и малоэффективной работой дренажа, которая снижена в результате кольматации фильтра и водопримных отверстий дренажных труб.

Полученные данные учтены при разработке дополнительных мероприятий по улучшению мелиоративной обстановки на объекте в СПК «Баума», а также при составлении рекомендаций по подбору фильтров в различных грунтовых условиях.

### Выводы

1. Охарактеризованы причины, обуславливающие неудовлетворительный водный режим почв мелиорируемых земель на участках, осушенных пластмассовыми трубами, и приведены наиболее характерные причины, влияющие на снижение эффективности осушительного действия дренажа.

2. Предложен комплекс работ и последовательность их выполнения при оценке технического состояния дрен, ЗФМ и неструктурных фильтров.

3. Приведена методика оценки состояния ЗФМ и установлены показатели, характеризующие техническое состояние пластмассовых дрен.

4. Даны рекомендации по подбору фильтров дренажа в различных почвенно-грунтовых условиях.
5. Апробирована методика определения водопроницаемости дренажных засыпок.

#### Библиографический список

1. Мурашко, А. И. Горизонтальный пластмассовый дренаж / А. И. Мурашко – Минск: Ураджай, 1973.
2. Реконструкция осушительных систем. Правила проектирования. ТКП 45-3.04-177-2009 (02250) – Минск, 2009.
3. Митрахович, А.И. Факторы, влияющие на осушительную способность дренажа на слабопроницаемых почвах / А.И. Митрахович, И.Ч. Казымирук // Доклады международной научной конференции, посвященной 100-летию Института мелиорации Минск, 14-16 декабря 2010 г.
4. Юрченков, Н.П. Технические указания по ремонту и восстановлению закрытого дренажа в Калининградской области. /Н.П.Юрченков. –Калининград, 1977.
5. Александ, К.Ф. Причины отказа действия дренажа в Эстонской ССР // Гидротехника и мелиорация, 1984, № 3. С. 57-59.
6. Типовые проектные решения. Б.820-01-3.05. Колонки-поглотители на мелиоративных системах. Альбом 1. Архитектурно-строительные чертежи / разраб. Макоед В.М. Минск, 2008 – 31 с.
7. Меламут, Д.Л. Гидромеханизация в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. / Д.Л. Меламут, – М., 1981. – С. 89.
8. Трубы полиэтиленовые гофрированные дренажные. СТБ 2119-2010 – Минск, 2010. – 13 с.
9. Полотно нетканое мелиоративное. Технические условия. СТБ 1980-2009 – Минск, 2010. – 14 с.
10. Митрахович, А.И. Исследование способов сопряжения дренажных линий с учетом факторов их заиливания./А.И. Митрахович,Э.Н. Шкутов, В.М. Макоед, И.Ч. Казымирук, В.В. Лебедев. Мелиорация №1(69)– Минск, 2013. – С 46-56.
11. Шупилов, Я.М. Полевой фильтрационный прибор ППФ. / Я.М. Шупилов, П.К. Черник – Минск, 1981. - 2 с.

#### Summary

*A. Mitrakhovich, I. Kazmiruk*

##### **DRAINAGE FILTERS FOR RECLAMATION SYSTEMS**

Causes of poor water regime on areas drained by tube drainage are analyzed. The most important of them are causes reducing the effectiveness of drainage work and affecting the ability to absorb water. The most essential are silting of drainage pipes and mudding of perforation holes in drainage pipes or protective filters. The range of activities and sequence of its implementation are developed to estimate technical condition of drainage systems, protective filtering materials and nonstructural filters. The most common cases of reduction of drainage efficiency are presented. The range of activities and methods to define technical condition of drainage and ability of drainage pipes to absorb water are offered. This method can be used in developing of reclamation systems. The method of determining the ability of drainage systems to absorb water on field area is tested. Author gives us recommendation how to select protective filters in incoherent, peat soils and loams, which should be used during the reconstruction of reclamation systems.

*Поступила 6.04.2015*