

## ИЗ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО СПОСОБА СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА

**Э.Н. Шкутов**, кандидат технических наук,

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

**В.М. Макоед**, ведущий научный сотрудник,

**В.П. Иванов**, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

г. Минск, Беларусь

**Ключевые слова:** бестраншейный дренаж, комбинированный дренаж, геотекстильный материал, коэффициент фильтрации, многоковшовый экскаватор, уклон, модуль стока, опытный участок, коллектор.

### Введение

В ближайшие годы в Республике Беларусь планируется выполнить значительные объемы работ по реконструкции мелиоративных систем на основе внедрения технически совершенных систем, адаптированных к различным природным условиям.

Реализация этого плана неразрывно связана с разработкой и внедрением высокопроизводительных машин и механизмов для строительства дренажа, прогрессивной технологией и применением новых материалов. Одним из основных факторов, сдерживающих рост темпов дренажных работ, является низкая производительность современных дреноукладчиков – траншейных многоковшовых экскаваторов и их недостаточное количество. Решение этой проблемы может быть достигнуто путем применения бестраншейного способа укладки труб, когда гибкие пластмассовые трубы укладываются на необходимую глубину, не отрывая траншеи, а разрезая грунт специальным пассивным органом без движущихся частей. В образованную щель укладываются трубы. Опыт применения бестраншейного пластмассового дренажа в зоне избыточного увлажнения бывшего союза в т.ч. нашей республики показал, что при этом значительно повышаются темпы мелиоративного строительства.

Основные преимущества бестраншейного способа строительства бестраншейного дренажа состоят в отсутствии процесса отрывки и засыпки траншей, при котором не должен повреждаться пахотный слой почвы, что особенно важно с точки зрения сохранения его плодородия.

Основным механизмом при строительстве бестраншейного дренажа был дреноукладчик МД-4 в агрегате с тягачом МД-5.

Бестраншейный дреноукладчик МД-4 представляет собой специальное навесное оборудование в виде пассивного рабочего органа, отрывающего щель и укладываемого в нее пластмассовые дренажные трубы диаметром до 90 мм на глубину до 1,8 м. Навешивается оборудование на трактор Т-130Г.

В плотных грунтах для увеличения тягового усилия машина агрегируется с тягачом МД-5. Техническая производительность – 550 м/ч., эксплуатационная – 150 м/ч. Общая масса – 22840 кг, в т.ч. рабочего органа 1980 кг.

Основные недостатки машины:

- малая транспортная скорость, снижающая эксплуатационные показатели из-за больших затрат времени на переезды с трассы на трассу;
- неудовлетворительная конструкция барабана для труб;
- затруднительная эксплуатация машины.

Как показала практика, применение МД-4 и МД-5 особенно в период сильного переувлажнения почвы, не способствует сохранению структуры почвы. Проход двух тяжелых машин, одна за другой, может настолько уплотнить влажный почвенный покров, что коэффициент фильтрации его уменьшается на 1-2 порядка. Все это лишь ухудшит мелиоративную обстановку на объекте. [1]

В настоящее время в производство для строительства бестраншейного дренажа поступила машина дренажная ирригационная МДИ. Она представляет собой навесную установку, прикрепляемую на заднюю навеску типа НЧ-3 трактора «Беларус 322Д» или его модификации, для укладки гофрированной пластмассовой трубы диаметром до 65 мм и глубиной до 80 см. Масса машины в комплексе с трактором 14000 кг. Как видно параметры этой машины существенно отличаются от использовавшихся ранее МД-4, МД-5 и МД-12.

В частности, глубина закладки дренажа с помощью МДИ составляет лишь 0,8 м (ограниченный опыт практического применения показывает, что это возможно только на торфяных почвах) против 1,2 м у МД-4. Это сильно ограничивает область эффективного применения машины по топографическим условиям осушаемой территории. Имеются и ряд других вопросов требующих проведения специальных исследований, связанных не только с конструкцией, но и с особенностями работы бестраншейного дренажа, которые необходимо учитывать при проектировании реконструкции дренажных систем.

Вместе с тем практика и результаты наблюдений за действием систем, построенных бестраншейным способом, показали, что его осушающее действие в различных почвенно-грунтовых условиях неодинаково. По данным результатов исследований действия бестраншейного дренажа в нечерноземной зоне РСФСР установлено, что при осушении слабопроницаемых почв бестраншейный дренаж не обеспечивает необходимого режима осушения и его эффективность меньше, чем траншейного дренажа, так как в этих условиях не обеспечивается гидравлическая связь пахотного слоя с дренажной. В ряде случаев повысить эффективность бестраншейного дренажа удастся путем применения различных фильтрующих элементов и засыпок, закладываемых в дренажную щель одновременно с укладкой труб, а также проведения дополнительных мероприятий, повышающих фильтрационные свойства дренируемых почвогрунтов и усиливающих приток воды к дренам. В

настоящее время одна из актуальных задач наших исследований – установить критерии, которые позволили бы определить целесообразность бестраншейного строительства дренажа дренажукладчиком МДИ в Республике, а также предложить мероприятия, позволяющие расширить область применения этого способа.

#### **Результаты обсуждения и объекты исследования**

Важнейшие результаты ранее выполненных в СССР и за рубежом исследований по проектированию и строительству бестраншейного дренажа позволяют сделать вывод о принципиальной возможности эффективного использования бестраншейного пластмассового дренажа.

Эффективность работы бестраншейного дренажа оценивается по степени его влияния на водный режим осушаемых земель, обеспечению оптимальных условий для развития сельскохозяйственных культур и возможности проведения полевых работ.

По данным зарубежной печати [2] наиболее эффективно применение бестраншейного дренажа при осушении земель с более легкими по механическому составу почвами. В Голландии [3] такой дренаж укладывают глубже 1,2 м только в песчаных почвогрунтах. В связанных переувлажненных грунтах бестраншейный дренаж допускается устраивать на глубину не более 1,0 м. В Дании таким способом этот дренаж укладывают в основном в легких и торфяных почвах. При изучении работы бестраншейного дренажа на моренных суглинистых почвах выявлено, что его работа по сравнению с уложенным в траншею дренажом менее эффективна, особенно в тех случаях, когда дрены укладывали в переувлажненную почву.

В ФРГ установлено, что работоспособность бестраншейных дрен не отличалась от работоспособности траншейных, если при строительстве не нарушались требования стандарта, не допускалось отклонение от проектных уклонов, строительство в неблагоприятное время года, пересечение старых дрен без подключения их к новым.

В практике применения бестраншейного дренажа СССР [4] были данные, свидетельствующие о снижении в среднем в два раза осушающего действия бестраншейного дренажа в плотном торфянике.

В то же время, как показали наблюдения, при наличии фильтрующего заполнителя в щели (мякина) бестраншейный дренаж, проложенный через 10 м в суглинистых грунтах (Япония), оказал такое же осушающее действие, как и траншейный. Модуль стока в период интенсивных осадков составил 0,4-0,5 л/с·га.

Установлено, что эффективность бестраншейного дренажа определяется главным образом водно-физическими и фильтрационными свойствами почвогрунта в околдреновой зоне.

По некоторым данным (Дания) на моренных суглинистых почвах выявлена менее эффективная его работа, чем траншейного.

По исследованиям российских ученых в хорошо проницаемых грунтах с  $K_f > 0,3$  м/сут. разница в действии траншейного и бестраншейного дренажа не обнаружена. В грунтах с  $K_f < 0,3$  м/сут. наблюдалось снижение действия бестраншейного дренажа по сравнению с траншейным.

На почвах тяжелого механического состава интенсивность осушения бестраншейным дренажем намного ниже, чем траншейным; модуль стока на них при напорах 0,9 м почти в три раза меньше, чем на траншейном.

Ухудшение осушающего действия бестраншейного дренажа по сравнению с траншейным (керамического и пластмассового) в грунтах с  $K_f < 0,2 \dots 0,3$  м/сут. вызвано главным образом быстрым (в течении первых двух-трех лет эксплуатации) уменьшением фильтрационных свойств грунта, разрыхленного при прокладке дрен.

Данные ряда исследований показали, что в почвах тяжелого мехсостава с  $K_f < 0,3$  м/сут. бестраншейный дренаж работает недостаточно эффективно, т.к. нет надежной гидравлической связи между осушаемым пахотным слоем и дренажной трубой, уложенной в слабопроницаемый подпахотный горизонт. В данном случае необходимо предусматривать комплекс дополнительных мер по обеспечению отвода избыточной влаги из пахотного горизонта к дренажным трубам. При этом дренажная щель заполняется хорошо фильтрующим материалом до подошвы пахотного горизонта по всей длине траншеи или пунктирно. В качестве фильтрующих заполнителей могут быть использованы сыпучие материалы (песчано-гравийные смеси) или фильтрующие элементы из других материалов (пористых блоков и пр.). На дренах устанавливают также колонки-поглотители, которые на 20-30% увеличивают модули стока и объем дренажного стока.

Применение фильтрующих элементов увеличивает осушающее действие дренажа за счет усиления притока воды к дренам из пахотного слоя через колонки-поглотители, при этом степень увеличения зависит от частоты их расположения в дрене.

Опыт строительства и эксплуатации траншейного дренажа свидетельствует, что при соблюдении технологии строительства и правильном использовании местных грунтов засыпка траншей обеспечивает удовлетворительную работу дренажа в течение длительного периода. Следовательно, при бестраншейном способе строительства целесообразно использовать местные грунты в качестве проницаемой засыпки щели.

Проницаемость грунта для засыпки дренажной щели должна быть не ниже 0,4-0,5 м/сут.

На почвах тяжелого механического состава наибольшей проницаемостью обладает пахотный слой, который на хорошо окультуренных почвах с содержанием частиц физической глины размером менее 0,01 мм в количестве, не превышающем 30-40% (легкие и средние суглинки), имеет  $K_f = 1-2$  м/сут и может применяться в качестве засыпки.

Проведенные СевНИИГиМ исследования позволили установить, что грунт пахотного слоя при содержании в нем более 1,5% гумуса может быть использован для засыпки

щели. Установлено, что при бестраншейном способе строительства необходимо не только заполнять дренажную щель проницаемым материалом, но и создавать также в придренном пространстве разрыхленную зону. Оптимальнее всего рыхлить наддренные полосы предварительно, до закладки дренажа на глубину 80-90 см.

Исследования, проведенные во ВНИИТиМе, показали, что предварительное рыхление дрен с одновременным внесением в разрыхляемую зону химмелиорантов позволяет применять бестраншейный дренаж в грунтах с  $K_f=0,1-0,05$  м/сут. Наличие разрыхленной зоны позволяет повысить производительность машин на 12-14%.

В Беларуси было построено несколько опытных участков с различными перспективными вариантами дренажа. Краткая их характеристика приведена ниже.

1. **Объект «Гвардия»**, Браславский район. Годы строительства 1969-1970 г. Грунты: глины, суглинки пылеватые супеси ( $K_f=0,0005-0,0035$ ). Площадь 123 га комбинированного дренажа: разреженный гончарный, пластмассовый  $E=10,15,20$ м (со специальными засыпками и без)+ систематический кротовый дренаж (глубина 45-60 см,  $E=2,5; 3; 3,5; 4; 5$ м). Материальный дренаж укладывался траншейным ЭТЦ-202 и узкотраншейным ЭТЦ-163, засыпки: ПГС на высоту 40-50 см, гумусный слой – доверху траншеи. Целью исследований было изучение осушительного действия комбинированного дренажа и сравнение его эффективности с обычным дренажем.

2. **Объект «Калинина»**, Поставский район. Год строительства 1968 г. Тяжелые глинистые почвы  $K_f=0,0001-0,02$  м/сут. Различные виды пластмассового дренажа -45 га (полиэтиленовые гладкие, гофрированные трубы  $\varnothing 42$  мм, ПВХ  $\varnothing 45,55$  мм, керамические круглые трубы  $\varnothing 50$ мм). Имеются варианты гончарного дренажа. Дренаж закладывался траншейным экскаватором ЭТН-171 и финским узкотраншейным Мара-55. Есть варианты ярусного дренажа (пластмассовые трубы+кротовый дренаж). Целью исследований было сравнение эффективности различных видов пластмассовых труб по сравнению с керамическим дренажем, оценка работоспособности ярусного дренажа.

3. **Объект «Казачи»**, участок «Ленина», Шарковщинский район.

Первая очередь осушения опытно-производственного участка (ОПУ) «Ленина» была построена в 1982 году при строительстве мелиоративного объекта «Казачи». Почвы участка - тяжелые суглинки, подстилаемые ленточной глиной.

Для сброса поверхностных вод на участке между каналами была выполнена организация поверхностного стока с помощью трех комбинированных водоприемников поверхностного стока (КВПС). КВПС представляют собой конструкцию с водоотводными коллекторами из керамических трубок диаметром 100 мм, (к ним подключены по два колодца-поглотителя), с засыпанным вынутым грунтом коллектором и с пилообразной ложбиной стока с уклоном к колодцам-поглотителям.

На участке для сброса избытков влаги из пахотного и подпахотного горизонтов в

1989 году была построена 2-я очередь осушения в виде дополнения межложбинной полосы дренажем. Был выполнен дренаж со следующими вариантами:

1) траншейный керамический дренаж выполнен дренаукладчиком ЭТЦ-202 с вариантами фильтрующих элементов (4-е дренажные системы, по 4 дрены на каждой, длиной – 150 м):

- химмелиорантами (вынутый грунт + негашеная известь 1,5%);
- колонками-поглотителями из фашины (вертикальные пучки);
- колонки-поглотители из песчано-гравийной смеси (типовые);
- контролем (нормативная засыпка вынутым грунтом).

2) бестраншейный пластмассовый дренаж выполнен дренаукладчиком МД-4 с вариантами засыпки щели (4-е дренажные системы по 4 дрены на каждой длиной – 150 м):

- фильтрующей засыпкой щели гранулированным полистиролом;
- контролем (нормативные параметры).

4. **Объект «ВЭХ»**, участок «Богданово» 37 га, Сенинский район. Год строительства 1982 г. Почвы: торф и минеральные почвы, подстилаемые с глубины 0,7÷1,1 м от супесей до тяжелых суглинков  $K_f=0.00n \div 0.000n$  м/сут. Год строительства 1982. Сравниваются варианты траншейного дренажа (закладка ЭТЦ-202) и бестраншейного (закладка МД- 4, МД-4-5). Целью исследований было сравнение осушительного действия разных дренажных конструкций (пластмассовый, керамический, различные варианты ЗФМ).

В 1972 году проведено испытание бестраншейного пластмассового дренажа дренажной машиной «Мелиомат-стандарт» марки В-710-Д (Г2У), ширина щели 12 см, глубина 0,4-1,4 м.

**Таблица 1 - Конструкция опытной дренажной системы**

№ дрен	Механизм	Вид и Ø мм	ЗФМ	L
2-8	ЭТЦ-202А	ПЭ гофр. 50	ПЭ холст	170
10-16	ЭТЦ-202А	Гонч. 50	Полоски СТХ (стекло- холста) по стыкам	170
18-24	ЭТЦ-202А	Гонч. 50	Полоса СТХ снизу, торф 5 см сверху	170
26-32	ЭТЦ-202А	Гонч. 50	Полоса СТХ снизу, солома 5-10 см сверху	170
34-40	МД-4-5	ПЭ гофр. 50	СТХ вкруговую	90
1-7	МД-4а	ПЭ гофр. 50	СТХ вкруговую	170
9-15	ЭТЦ-202А	ПЭ гофр. 50	ПЭ холст	180
17-23	МД-4-5	ПЭ гофр. 63	СТХ вкруговую	200
25-31	МД-4-5	ПЭ гофр. 75	без защиты	200
33-39	МД-4-5	ПЭ гофр. 63	СТХ вкруговую	200
<b>К-л К-1-5</b>				
8-14	МД-4-5	ПЭ гофр. 63	СТХ вкруговую (трассы перед укладкой рыхлились)	250
18-24	МД-4-5	ПЭ гофр. 63	СТХ вкруговую (трассы перед укладкой рыхлились)	200

Участок дренажа находился на объекте в к-зе им. Буденного Логойского района. Грунты участка – супеси – легкие суглинки. Было уложено 10 км труб. В результате исследований было установлено, что производительность дренаукладчика «Мелиомат-стандарт» в 3,5 раза выше, чем у ЭТЦ-202. Применение дренаукладчика считалось перспективным.

В производственных условиях на объекте в совхозе «Первомайский» Горецкого района, Могилевской области был заложен бестраншейный пластмассовый дренаж на площади 212 га с помощью дренаукладчика МД-4 с протяженностью регулирующей сети 125 км. Расстояние между дренами уменьшено на 20% по сравнению с гончарными в соответствии с «Временными рекомендациями по проектированию и строительству дренажа из пластмассовых труб с применением бестраншейного дренаукладчика МД-4 с тягачом МД-5». [5] Длина дрен увеличена до 250 м. Дренаж из пластмассовых труб был заложен на большей площади в тяжелых грунтах. Почвенный разрез представлял следующую картину: глубина 0 – 0,5 м – коричневая супесь, тяжелая мелкая; глубина 0,5 – 1,2 м – серо – синий тяжелый суглинок с коэффициентом фильтрации менее 0,3 м/сут., что не допускается в данных рекомендациях. Дренаж выполнен в 1984 году из пластмассовых труб диаметром 63 мм при средней глубине закладки дрен 1,2 – 1,4 м. В процессе строительства дренажа по траншее замерялась пористость нарушенной структуры грунта, которая находилась в пределах 40 – 45 % по глубине вдоль оси дрена.

Анализ образцов грунта по поперечному сечению дрен показал, что существенного уплотнения грунта вдоль полости бестраншейной дрены не наблюдается как для свежерытой траншеи, так и после трех месяцев ее устройства.

Исследования на опытных участках с бестраншейным дренажом были непродолжительными, поскольку его строительство в СССР было приостановлено и финансирование прекращено. Предпринята попытка по сбору информации о современном состоянии бывших опытных участков и их использовании за прошедший период. Проведены экспедиционные обследования объектов «Гвардия», «Калинина», «Богданово», которые показали, что опытные участки уже выработали свой ресурс и некоторые уже реконструированы. Отдельные объекты после ремонта могут быть вполне пригодны для экспериментальных исследований. В результате раскопок установлено, что дренажная засыпка глинистым грунтом перемешалась с известью и после 30 лет работы отличается визуально ниже пахотного горизонта наличием вкраплений извести и выраженной структурой почвенных агрегатов. По другим источникам работоспособность таких засыпок ограничивается тремя годами.

### **Выводы**

1. Проведен обзор литературы по применению бестраншейного дренажа на мелиоративных объектах бывшего СССР и Республики Беларусь. Отражены достоинства и недостатки бестраншейного дренажа.

2. Даны характеристики построенных в Беларуси мелиоративных объектов с бестраншейным дренажом. По результатам экспедиционных обследований проанализировано их современное состояние. В результате раскопок дренажа после 30- и летней эксплуатации объекта на глинистых почвах обнаружены фрагменты химвелиораторов (извести) и выраженной структуры почвенных агрегатов в траншейной засыпке.

3. Отмечен ряд проблем, связанных с устройством дренажа с использованием дренажной ирригационной машины МДИ и в частности с необходимостью разработки принципиальных схем комбинированного дренажа.

#### Библиографический список

1. Мурашко, А. И. Сельскохозяйственный дренаж в гумидной зоне. / А. И. Мурашко – Москва: Колос, 1982. – 249 с.
2. Артюхов, Ю. Н. Строительство бестраншейного дренажа. / Ю. Н. Артюхов, А. М. Смирнов, Н. Н. Ковальчук – Москва: ВО Агропромиздат, 1987. – 84 с.
3. Алексанкин, А.В. Мелиоративные работы в Голландии. / А.В. Алексанкин // Гидротехника и мелиорация. – 1984. – № 10. – С. 80-86.
4. Томин, Е.Д. Бестраншейное строительство закрытого дренажа. / Е.Д. Томин – Москва: Колос, 1984. – 240 с.
5. Временные рекомендации по проектированию и строительству дренажа из пластмассовых труб с применением бестраншейного дренаукладчика МД-4 с тягачом МД-5 – Ленинград: СевНИИГиМ, 1978.

#### Summary

*E. Shkutov, A. Mitrakhovich, V. Makoed, V. Ivanov*

#### THE USE OF TRENCHLESS CONSTRUCTION METHOD

The use of trenchless construction methods of drainage in humid zone is described. Author gives us technical characteristics of draining stacker mechanism used before and recommended to exploit currently. The advantages and disadvantages of this method of construction and implement mechanisms are shown. Reclamation objects with trenchless drainage constructed in Belarus are highlighted also its current status and some study results are analyzed. In particular, during excavation it was found that after 30 years running trench backfilling using clay soil and lime had a hard structure of soil aggregates.

*Поступила 1.04.2015*