



ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА*

В. ДУХОВНЫЙ
Кандидат технических наук

Бестраншейный дренаж, получив свое начало благодаря известным работам профессора Янерта, за последние 5—10 лет находит все более широкое применение в Голландии, Англии, ГДР, ФРГ, Франции, Австрии и в нашей стране.

Конструкция всех бестраншейных дренажукладчиков основана на непрерывной тяге пассивного рабочего органа, имеющего форму трех типов: грейпсвальдского плуга (нож — носок рыхлителя), ножа Вильнера (V-образный) и комбинированного типа (сверху V-образный, снизу носок рыхлителя). Каждый из этих типов рабочих органов характеризуется различным сочетанием зон резания и скалывания. Глубина закладки дренажа колеблется в пределах от 1,2 до 2,2 м. Обычно в этих целях используют полимерные трубы диаметром 65—150 мм с фильтром и без него. Только машины фирмы «Мелиомат» и «Барс» позволяют укладывать керамические трубы.

Производительность бестраншейных дренажукладчиков находится в диапазоне 300—780 м/ч. Они характеризуются большой мощностью базисных машин — 175—320 л. с.; на некоторых из них есть дополнительные лебедки для увеличения тягового усилия.

Большое внимание уделяется автоматизации контроля за укладкой дренажа. В этих целях применяют три системы: по копиру, с помощью маятникового гироскопа и с использованием лазерных устройств. Как наиболее надежные единодушно признаны лазерные устройства.

Профессор Х. Коллинз и доктор К. Лощи (ФРГ) предложили оригинальное устройство для автоматического контроля качества укладки труб. Уклон создается с помощью перемещаемого внутри укладываемой трубы следящего устройства, соединенного с компьютером и пультом управления; точность составляет $\pm 2\%$ от уклона.

Н. Белман (ФРГ) провел специальные исследования по точности укладки дренажа, особенно бестраншейного. По его мнению, стандарты ФРГ, допускающие отклонение 1 см на 10 м, чересчур жестки. В то же время очень занижены требования стандарта ГДР, в котором этот показатель достигает 50% внутреннего диаметра труб. Он рекомендует согласиться с нормами Англии: отклонения от отметок ± 2 см, но не выше 10 см на 20 м или не более 25% проектного уклона. Обращается особое внимание на недопустимость «горбов» на профиле дрена.

Как показал сравнительный анализ экономики и мелиоративной эффективности, бестраншейный дренаж на 15—20% дешевле траншейного и предпочтительнее в условиях песчаных, каменистых и супесчаных грунтов. В то же время высказывались мнения о значительном уплотнении глинистых и суглинистых сильновлажных грунтов, где имеется эффект от затирки поверхности ножом.

В сравнении с зарубежным наш опыт строительства бестраншейного дренажа в зоне орошения имеет много общих данных по производительности, скорости укладки, но коренным образом отличается по ряду признаков. Так, разработанная Е. Д. Томиным, В. А. Буравцевым, А. И. Ефремовым, С. Д. Шалыгиным при участии автора статьи оригинальная конструкция трехступенчатого рабочего органа, последовательно трижды сменяющего зоны резания и скалывания, не только не создает уплотнения, но позволяет укладывать дренаж с фильтровой обсыпкой в контакте сверху с разуплотненным грунтом. Это дало возможность увеличить глубину укладки дренажа до 2,5 м от поверхности корыта и получить экономию в 35—40% от проектной стоимости дренажа.

На конгрессе было отмечено, что за последние годы имеются значительные достижения в теории, методах, оборудовании и масштабах дренажных работ. При этом основные направления сводятся к следующему:

а) рост требований к материалам, используемым для дренажа, в части сохранения их свойств на длительный время;

б) создание теории надежности дренажных систем;

в) возросшее внимание к качеству конструкции дренажа и созданию автоматической системы контроля;

г) анализ не только эффективности работ отдельных дрен, но и системы дренажа в целом.

Первое из перечисленных направлений, например, отражено в интересной работе И. Мартинеса — К. Белтрана (Испания). Была дана сравнительная оценка различных видов сочетания дренажных труб и материалов фильтра. В натурных условиях исследованы следующие типы дрен: гончарные трубы диаметром 80 мм без фильтра, те же трубы с гравийно-песчаным фильтром, гофрированные трубы из ПВХ диаметром 50 мм с таким же фильтром и без него, а также с фильтром из двух видов волокон и ячменной соломы. Лучшим сочетанием по всем показателям признаны гончарные трубы с песчано-гравийной обсыпкой, особенно по минимуму фильтрационных сопротивлений и по наиболее высокой надежности. Следом идут гофрированные трубы из ПВХ, трубы с гравийно-песчаным фильтром. Авторы не рекомендуют применять синтетические фильтры на первых из них, так как еще более увеличивается сопротивление и они легко заиливаются.

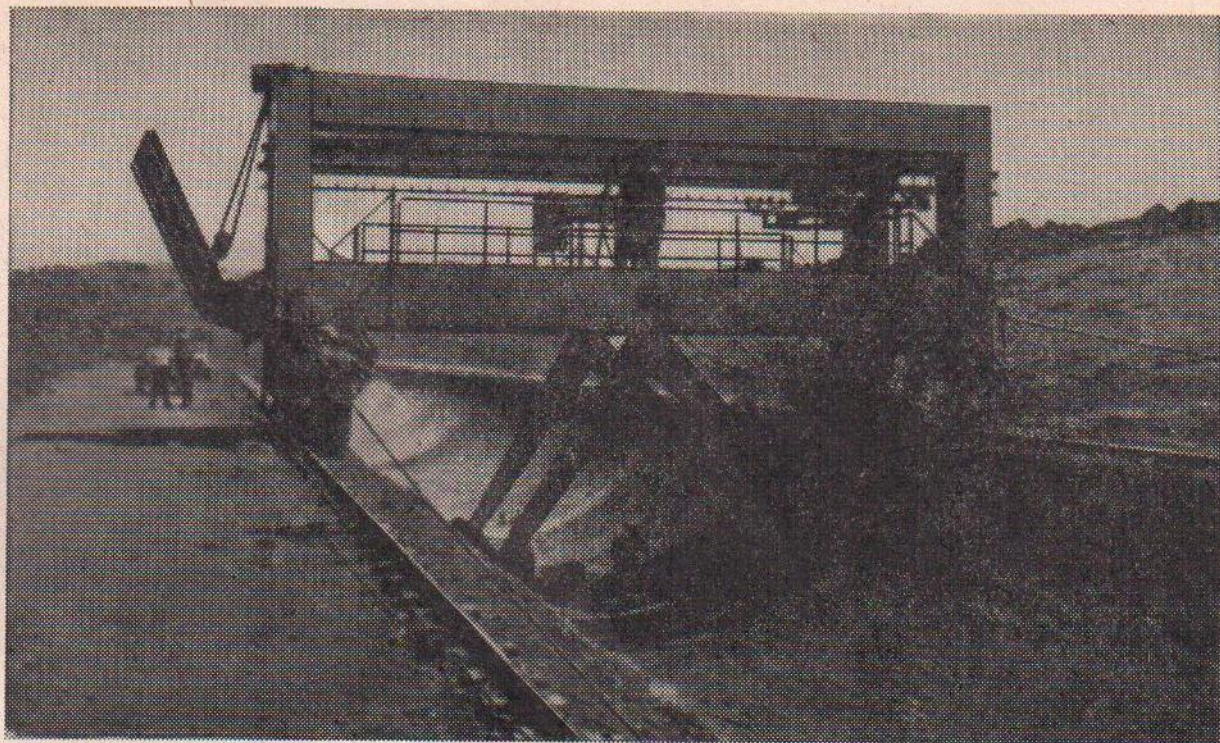
Р. Эггльсман (ФРГ) много внимания уделил проблеме надежности работы закрытого дренажа. Накопленный опыт свидетельствует о том, что гончарные трубы характеризуются высокой долговечностью: служат более 150 лет и очень слабо заиливаются. Переход на механизированную укладку дренажных труб снизил зазоры в трубах до 0,5 мм против 1,2—1,6 мм при ручной укладке. Пришлось пересмотреть междренные расстояния в связи с увеличением фильтрационного сопротивления дрен с 20 до 50—60 см.

В настоящее время при строительстве дренажа обязательно укладывают фильтр в заиляющихся и мокрых грунтах. Разработана классификация грунтов по степени заиления, подразделяемого на первичное (после строительства) и вторичное в процессе эксплуатации дренажа (табл. 1).

В качестве фильтра рекомендуют следующие материалы: древесные волокна толщиной 1,2 см, полипропилен — 0,35 см, стекловолокно — 1,3 см, стекловолоконная ткань — 0,07 см, полиэстерное волокно — 0,1—0,35 см, акрилцеллюлозное волокно — 0,33 см, вспененный полиуретан — 1,2 см, кокосовое волокно — 0,9 см, солома ржаная — 1,3—1,4 см. Отмечается, что укладка фильтров из органических материалов уменьшает заиливание дренажа.

Особое внимание было уделено дренажированию тяжелых земель, масштабы освоения которых непре-

* Окончание (начало см. № 6 с. г.).



В Испании облицовка каналов полукруглого сечения приобрела большое распространение. Этим оригинальным методом сделаны покрытия на каналах различного сечения протяженностью более 10 тыс. км. Облицовка по ширине на 15—20% меньше, чем в каналах трапецидального сечения; характерно и то, что отсутствуют продольные швы.

станно возрастают. Огромен здесь диапазон естественных условий: от монтмориллиновых глин до содовых солонцов. Задача состоит в том, чтобы найти дифференцированные решения для каждого типа почвы.

В этих целях Л. Дамура, И. Дупрата и другие исследователи (Франция) рекомендуют двухслойный дренаж при освоении прибрежных пойм в долинах Севра и Луары. Открытый дренаж глубиной 1,8—2,0 м дополняют густым мелким закрытым дренажем глубиной 0,8 м с междреньями 10—20 м. Дренирующее действие усиливают рыхлением на глубину до 60 см. Выполняют его особым

двухступенчатым рабочим органом, не только рыхлящим, но и скалывающим подпочву. Проф. Павел Дворак (Чехословакия) дал теоретическое обоснование и расчет этого дренажа, советуя применять его для грунтов с коэффициентами фильтрации менее 0,1 м в сутки. Он предлагает устраивать глубокий дренаж в таких грунтах для регулирования уровня грунтовых вод и поверхностный частый дренаж в целях интенсификации инфильтрации в почву. При этом с помощью глубокого рыхления, кротования и других мер им рекомендуется усиливать водопроницаемость верхних слоев.

дренажа, представленного бетонными трубами диаметром 10 см; глубина его — 1,4 м, междренные расстояния 10 и 20 м. Для улучшения водно-физических свойств грунтов вносили 25 т/га гипса в два приема: половину дозы с пахотой на глубину 30 см, а оставшееся количество равномерно распределялось по поверхности массива и заделывали чизелем.

В междренье в 20 м по сравнению с 10-метровым скорость снижения уровня грунтовых вод оказалась на 15—20% меньше. При этом если на недренированной территории внесение гипса почти не изменило водопроницаемости грунтов, то на фоне дренажа увеличило коэффициент фильтрации почти в два раза (до 0,04 м/сут) при запашке его на глубину 30 см и в 3,5 раза (до 0,075 м/сут) при заделке чизелеванием, а при сочетании этих методов — почти в 5 раз (до 0,095 м/сут). Соответственно вариантам урожай хлопка-волокна составил 4,3; 4,9; 9,0; 9,2 и 11,2 ц/га. Таким образом, наряду с дренированием необходимо одновременно вносить химические мелиоранты на тяжелых почвах.

Польские мелиораторы З. Цеслинский и А. Ванке на основе исследований в условиях тяжелопроницаемых грунтов показали, что пахота с почвоуглубителем (30+12 см), пахота без оборота пласта (50—70 см), щелевание и кротовый дренаж на глубину до

Д. ди Боер и Ш. Ча (США) дали оригинальное теоретическое решение двухступенчатого дренажа и на основе его по составленной программе предложили набор технических данных и графиков для расчета. Авторы считают, что эту схему следует применять в двух случаях:

а) при реконструкции открытых дренажных систем, когда в дополнение к ним прокладывают более мелкие дрены бестраншейным методом; б) для первичной сработки высокого уровня грунтовых вод путем строительства более глубоких дрен, а затем бестраншейного.

В целях мелиорации труднопроницаемых ($K_f=0,02$ м/сут) солонцовых почв в дельте Нила были организованы исследования на фоне закрытого

Таблица 1

Грунтовые условия	Первичное заилнение	Вторичное заилнение
Гравелистый песок	—	—
Средние пески	+	+
Мелкие пески	++	++
Илистые пески	+++	+++
Супесь	+	—
Илистые грунты	+++	+++
Плывуны	+++	+++
Иловатые суглинки	++	++
Песчаник	+	—
Пылеватые суглинки	++	—
Суглинок	+	—
Легкие глины	+	—
Средние глины	+	—
Тяжелые глины	—	—

Примечание. Склонность к заилнению: — нет, + слабая, ++ средняя, +++ сильная.



Перфорированные гофрированные трубы из поливинилхлорида «Ольтман» с фильтрующей обмоткой в виде стекловолокон

70 см позволяют увеличить междренные расстояния до 16—24 м против 8—12 м, принятых при расчетах. На этом фоне урожайность возделываемых культур увеличивается на 5—25 %.

Интересный способ усиления оттока на тяжелых грунтах продемонстрировали сотрудники польского института мелиорации земель и пастбищного хозяйства, использовавшие идею вакуумного дренажа, разработанного у нас в стране Б. М. Дегтяревым и В. А. Калантаевым. Последние предложили систему, основанную на насосном вакууме, который в условиях тяжелых грунтов постоянно срывается и требует сложной автоматики для последующего включения. Польские ученые З. Стапель и М. Колацовский установили на каждой дрене сифонный водовыпуск на концевом

колодце, создающий вакуум порядка 30—40 см и автоматически включающийся после каждого срыва вакуума без какой-либо специальной аппаратуры. Такая величина вакуума увеличивает отток из дрены на 26 %.

Р. Ковиан (Испания) оценивает опыт мелиорации земель поймы р. Гвадалквивир, где общая площадь дренированных земель равна 136 тыс. га. Здесь в условиях полуаридного климата благодаря высокой испаряемости, близкому залеганию грунтовых вод, тяжелому составу глинистых грунтов, напорному питанию минерализованных рассолов широко распространено содовое засоление. Для мелиорации этих земель применяют как обычный способ строительства дренажа, так и бестраншейный. Сначала устраивают собиратели и более разреженные дрены, а затем после некоторой сработки уровня грунтовых вод проводят загущение дренажа бестраншейным способом.

Отмечается, что трубы ПВХ диаметром 50 мм, уложенные бестраншейным методом без фильтра, очень быстро заиливаются на 30 %. Поэтому в пойме р. Гвадалквивира предпочтение отдают керамическим трубам диаметром 8 см и толщиной стенки 1,0 см с фасочным стыком; глубина дренажа — 1,1—1,5 м, коллекторов — до 2,5 м. Чтобы повысить долговечность поливинилхлоридных труб и предотвратить заиливание, бестраншейный дренаж в последние годы укладывают с фильтром из стекловолокон толщиной 7—8 мм.

Особое место среди работ участников конгресса занимают исследования проф. Л. Вилардсона и В. В. Донана (США), посвященные «Критериям выбора глубины дренажа и междренных расстояний». А Мануэль Лопес представил программу сокращения дренажного стока в ирригационном округе Велтон-Мохавк. Своеобразие их заключается в выборе параметров дренажа и оросительной системы на основе оптимизации мелиоративного режима.

Профессор Вилардсон, в частности, подчеркивает, что концепция мелкого дренажа характерна для переувлажненных земель, где засоление не встречается. В этих условиях преследуется цель быстрой сработки поверхностного стока. Перенос данной концепции учеными голландской школы в зону орошения приводит к перерасходу воды на мелиоративные цели. В орошаемых регионах США считают, что дренаж необходимо устраивать глубиной 2—3 м.

Теоретические проработки по минимому первоначальной стоимости показывают, что при использовании траншейных экскаваторов наиболее экономичен дренаж глубиной 2,1 м, а в условиях бестраншейной укладки — 1,6—2,1 м. Если применяют регулируемые дренаукладчики, то дренаж

устанавливают на уровне 2,6 м; метод «корыта» позволяет прокладывать его на глубине 3 м. Такой подход, как признает сам автор, не учитывает разницы в эксплуатационных затратах. Кроме того, надо добавить, что при этом не принимается во внимание изменение затрат воды на орошение комплексного гектара.

В. Донан, пользуясь графиком орошения, составленным на основе показаний нейтронных влагомеров, сократил водоподачу на поле. В сочетании с такими мероприятиями, как борьба с потерями на фильтрацию, строительство облицованных каналов и систем напорного орошения, а также тщательная планировка, это позволило резко уменьшить дренажный сток в целом на ирригационной системе. Благополучие мелиоративного состояния земель было признано, после того как на большей части территории установилась глубина грунтовых вод на уровне 1,9—2,5 м.

Этой теме уделили внимание проф. Г. В. Скачербое, Дж. Лоу, В. Уолкер. Они провели исследования по трем крупным оросительным системам в целях улучшения качества речной воды. Задача была решена путем уменьшения сброса солей в реку и снижения инфильтрации оросительной воды различными технологическими способами: облицовкой каналов, повышением КПД системы, уменьшением промывной доли и т. д.

Злободневной является проблема качества воды в Колорадо. Ежегодный ущерб по этой причине достиг 53 млн. долларов (расчет за 1973 г.). Бюро мелиорации США провело совместно с лабораторией засоления в Риверсайде (IRSSL) детальные исследования эффективности орошения за ряд лет на системе Велтон Мохавк (25,6 тыс. га). Было установлено, что повышение КПД и снижение промывной доли на 10 % может резко уменьшить возвратный сток, о чем свидетельствуют данные таблицы 2.

Таблица 2

Вариант	КПД	Возвратный сток (млн. м ³ /год)	Капиталовложения (млн. долларов)
Нынешний уровень	0,56	264	
Первый	0,64	206	1,65
Второй	0,69	181	5,53
Третий	0,72	168	7,51
Четвертый	0,82	116	11,15

В верховьях р. Колорадо располагается долина Гранд Волей. Здесь под влиянием орошения вымывалось ранее 18 т/га в год или сбрасывалось в реку 680 тыс. т солей. В результате полной облицовки каналов содержание их в сбрасываемой воде снизилось на 18 %, а после строительства глубокого дренажа — на 50 %.