

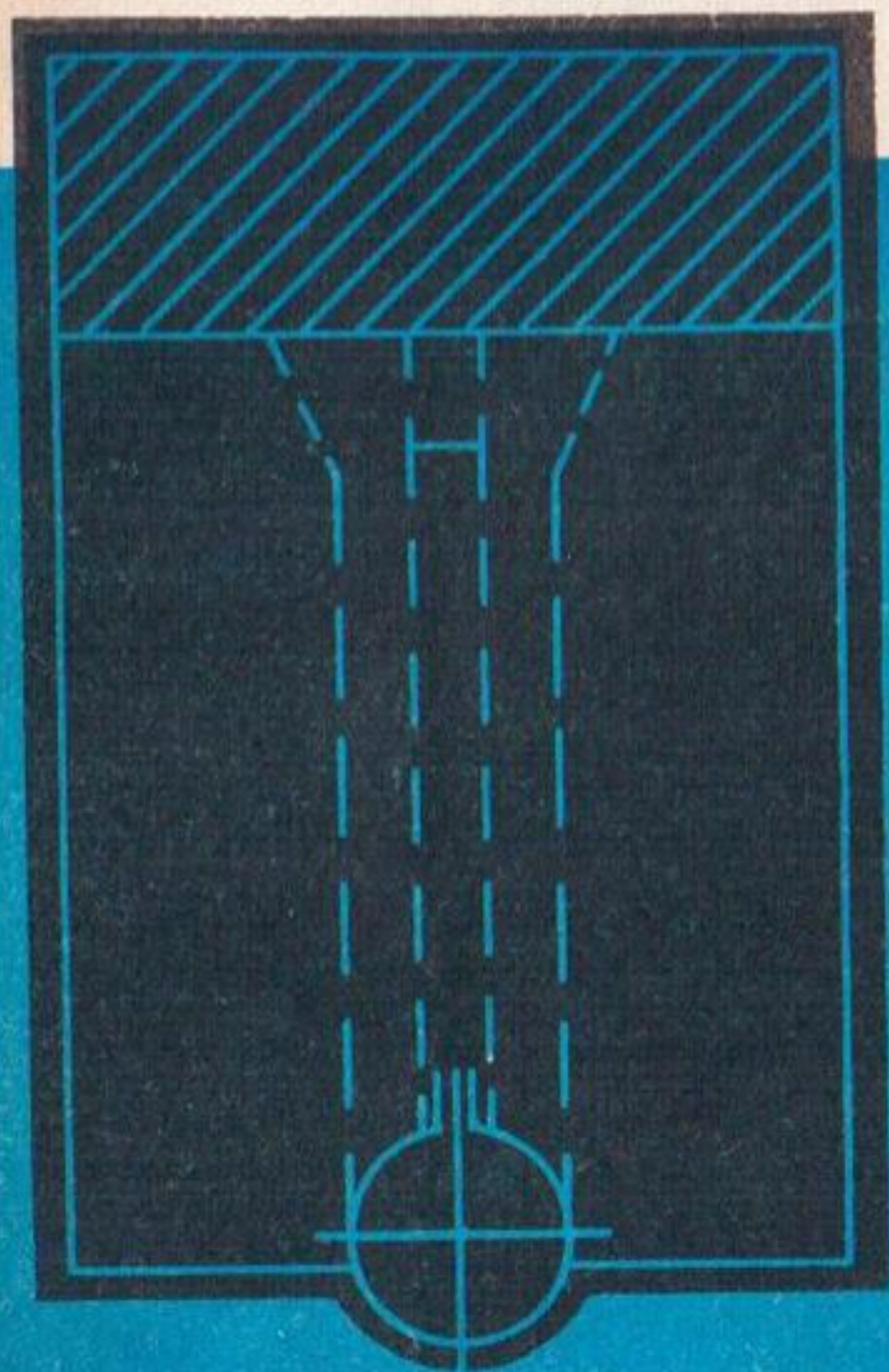
626.86

Н-43

Н.П.Новик, Г.Я.Сегаль, Е.Л.Цонева

65650

ДРЕНАЖНЫЕ ФИЛЬТРЫ



626.86

И-43

Н.П.Новик, Г.Я.Сегаль, Е.Л.Цонева

ДРЕНАЖНЫЕ ФИЛЬТРЫ

65650



МОСКВА "КОЛОС" 1984

ББК 40.63

Н73

УДК 631.62:626.862

Рецензенты: канд. техн. наук *П. А. Волковский* (ТСХА),
канд. техн. наук, заслуженный мелиоратор РСФСР
В. С. Станкевич (ВНИИГиМ).

Раздел "Экономическая эффективность дренажных фильтров усовершенствованной конструкции" написан Г. Я. Сегалем, остальные — Н. П. Новик, Г. Я. Сегалем и Е. Л. Цоневой.

Новик Н. П. и др.

Н 73 Дренажные фильтры / Н. П. Новик, Г. Я. Сегаль, Е. Л. Цонева. — М.: Колос, 1984. — 37 с., ил.

Приведены требования к дренажным фильтрам (гидромелиоративные, сельскохозяйственные, экономические) и их классификация. Описаны рекомендуемые конструкции и дана экономическая эффективность применения усовершенствованных конструкций.

Для мелиораторов и гидротехников.

Н 3802030200 — 204 7 — 84
035 (01) — 84

ББК 40.63
631.6

Основными районами проведения осушительных мелиораций в СССР являются Прибалтийские республики, Белоруссия, Нечерноземная зона РСФСР, Украинское Полесье, Урал, Сибирь и Дальний Восток. Весьма перспективно осушение пойменных земель и плавней южных рек (Волга, Дон, Днепр, Кубань и др.) и бассейна Амура.

Для территорий, осушенных дренажем, особенно на тяжелых слабопроницаемых почвах, характерно периодическое появление поверхностного стока (во время весеннего, а также ливневых паводков). Его быстрый отвод — непереносимое требование, предъявляемое сельскохозяйственным производством к осушительной системе. Для ввода поверхностного стока в закрытый коллектор строят дренажные фильтры, фильтры-поглотители и фильтрующие колонки.

Дренажные фильтры и фильтры-поглотители непосредственно вводят поверхностный сток в дренаж, дренажные колонки повышают интенсивность действия дренажа в зонах местных понижений поверхности земли, в слабопроницаемых почвах, при высоких грунтовых водах. Кроме того, дренажные фильтры нередко выполняют еще и побочные функции: отстойника для перехвата твердого стока, смотрового колодца.

Место, занимаемое дренажным фильтром в осушительных системах, настолько ответственно, что выход его из строя может свести на нет все усилия по осушению.

Надежная работа дренажных фильтров — непереносимое условие успешного функционирования всей осушительной системы в целом.

За последние годы площади отдельных осушительных систем значительно увеличились, вместе с этим возросло и число дренажных фильтров, и их роль в работе систем. Так, по данным Латгипроводхоза, число дренажных фильтров колодезного типа на 100 га осушаемой площади за период с 1968 по 1982 г. почти удвоилось (с 6,6 до 12,6). В Латвийской ССР на каждые 100 га осушаемой площади строят примерно 13 таких сооружений.

За более чем столетнюю практику применения дренажных фильтров накоплен значительный опыт их эксплуатации. Анализ действия дренажных фильтров различной конструкции, выполненный по результатам обширных натурных исследований с привлечением данных технической литературы, нормативных и проектных материалов, позволил разработать основы классификации этих сооружений, сформулировать главные требования к ним, отобрать и рекомендовать для применения наиболее удачные из проверенных на практике конструкций. Кроме того, удалось выявить единые тенденции в попытках усовершенствовать существующие конструкции:

индустриализацию изготовления фильтрующих элементов, то есть стремление от насыпных перейти к жестким сборным конструкциям, которые легко заменить или промыть;

использование восходящего тока воды на входе в фильтр, что стимулирует выпадение содержащихся в ней грунтовых частиц, а следовательно, уменьшает засорение фильтра;

увеличение водоприемной способности сооружения, что непосредственно связано с укрупнением отдельных систем;

упрощение очистки фильтра от наилка, облегчение и удешевление его эксплуатации.

В настоящей работе освещен опыт применения дренажных фильтров в основном в Прибалтийских республиках и Белоруссии, но этот опыт можно использовать в любых районах зоны избыточного увлажнения, учитывая конкретные природные, экономические и организационные особенности.

Классификация дренажных фильтров. В зависимости от условий или требований, предъявляемых к действию или конструкции дренажных фильтров, а также занимаемого места в осушительной системе их можно классифицировать по назначению; расположению относительно дрены — горизонтальные или вертикальные; расположению на местности — открытые или потайные; конструктивным особенностям; сроку службы — постоянные или временные.

Назначение фильтров состоит в том, чтобы удалить поверхностные воды из непроточных впадин и микропонижений; сбросить воды из нагорных и ловчих канав в закрытую дренажную сеть; перехватить и отвести ключевые и родниковые воды в дренажную сеть; перехватить напорные воды; отвести воды с площадей хозяйственного пользования, если они оказываются в пределах осушительной системы.

Горизонтальные фильтры служат как для отвода воды из каналов, впадин и других элементов осушительной системы в дренажную сеть, так и для увеличения притока воды к дрене. Чаще всего их применяют для отвода небольшого количества воды с незначительным содержанием взвешенных частиц. Приемную часть фильтра выполняют из различных дренажных трубок (гончарных, асбестоцементных, пластмассовых) и фильтрующей засыпки. Длину фильтра назначают, исходя из требуемой пропускной способности.

Для отвода значительных объемов поверхностных вод устанавливают вертикальные фильтры, часто в виде колодцев с различными способами отвода воды. Фильтровые колодцы получили наиболее широкое распространение. Заводское изготовление их элементов и возможность механизации работ обеспечили им преимущество перед горизонтальными фильтрами, хотя устройство последних дешевле и проще.

Дренажные фильтры устанавливают как открытые, так и потайные. Открытые конструкции с водоприемными элементами выше уровня земли обеспечивают отвод практически любого количества поверхностных вод. Потайные фильтры располагают под пахотным слоем, поэтому они не мешают обработке полей. К недостаткам такого решения относится невозможность использовать в полной мере высокую пропускную способность фильтрующих материалов, так как она обуславливается фильтрующей способностью толщи грунта над фильтром. Для увеличения пропускной способности сооружения фильтрующую засыпку доводят до уровня земли.

В традиционных конструкциях дренажных фильтров фильтрующая часть, как правило, выполнена из насыпных материалов в виде однослойной засыпки или многослойной по типу обратного фильтра. Затраты на устройство таких фильтров значительны из-за большого объема насыпных материалов (гравий, щебень, крупнозернистый песок) и необходимости

использования ручного труда. Практические трудности вызывает рассев по фракциям и промывка фильтрующего материала. Значительное удаление карьеров от объекта строительства приводит к существенному удорожанию гравия. Например, при увеличении расстояния доставки гравия от 2 до 100 км транспортные расходы возрастают в 13 раз.

Для устранения перечисленных недостатков и сокращения ручного труда в последнее время вместо гравийных засыпок стали применять готовые фильтрующие элементы.

Временные фильтры строят редко, обычно в тех случаях, когда проводят предварительное осушение территорий, например при высоком содержании железистых соединений в отводимых водах. В этом случае участок земли, который намереваются осушить дренажем, из опасения быстрого химического заиления дрен предварительно осушают открытыми канавами. Открытую систему эксплуатируют 2...5 лет, а затем, после устранения опасности химического заиления дрен, ее реконструируют в закрытую.

На этапе предварительного осушения могут возникнуть такие условия, когда воду из открытых осушителей необходимо ввести в коллектор расположенной рядом закрытой осушительной системы. Такой ввод осуществляют через временный дренажный фильтр, который позднее можно ликвидировать. Никаких принципиальных конструктивных отличий от постоянных сооружений он не имеет.

Требования к дренажным фильтрам. Чтобы выполнять свои функции, дренажные фильтры должны обеспечивать надежность, долговечность и удобство эксплуатации с учетом сезонного колебания температур, нормальный режим приема и отвода поступающих поверхностных вод; защищать от заиления отводящий трубопровод и не допускать сброс в дренажные системы вод с содержанием взвешенных частиц более 0,5 г/л, при этом крупность частиц грунта не должна превышать 0,25 мм; исключать механическую суффозию окружающего грунта через водоприемную часть и швы сборных элементов фильтра; обеспечивать быстрое понижение уровня грунтовых вод вокруг фильтра после отвода поверхностного стока, необходимое для создания нормальных условий обработки сельскохозяйственных культур; быть экономичными, обеспечивать выполнение строительства в наиболее короткие сроки при возможно меньшей стоимости, максимальной механизации и сокращении трудовых затрат. При отводе поверхностных вод дренажными фильтрами необходимо принимать во внимание следующее: не допускается затопление осушенных земель, используемых под озимые культуры в весенне-зимний период; продолжительность затопления многолетних трав не должна превышать 25 сут в весенне-зимний период; длительность затопления осушенных земель летними паводками в вегетационный период допускается не более 0,5 сут для зерновых культур, 0,8 сут для овощных и силосных культур и кормовых корнеплодов, 1 сут для многолетних трав и не более 1,5 сут для особо влагоустойчивых трав.

Водопроницаемость материала фильтров должна быть значительно боль-

ше водопроницаемости прилегающих грунтов. При использовании сборных фильтрующих элементов материал для них должен обеспечить достаточные жесткость и прочность, позволяющие выполнять конструкции без дополнительного усиления.

Гранулометрический состав наполнителя материала и количество связующего сборных фильтрующих элементов должны быть подобраны так, чтобы при необходимой прочности и задерживающей способности обеспечивать: максимально возможную водопропускную способность; высокую морозостойкость; минимальную массу (это важно для крупных элементов, чтобы при промывке или замене по возможности обходиться без средств механизации); легкую промывку или очистку для многократного использования элементов.

Результаты обследования дренажных фильтров в производственных условиях. По заданию Министерства мелиорации и водного хозяйства Латвийской ССР было проведено натурное обследование фильтров различного типа, позволившее выше выявить 9 наиболее перспективных конструкций фильтров.

Конструкция 1 (типовой фильтр КОФ-1, проект Латгипроводхоза) — наиболее распространенная. Состоит из сборного железобетонного колодца, имеющего 10 водоприемных отверстий. У отверстий отсыпается гравийный фильтр, назначение которого — очистка воды от механических примесей (рис. 1).

Дренажный фильтр конструкции 1 требует регулярной очистки и обновления засыпки. Он работает хорошо при нормальной эксплуатации и приходит в полную негодность, когда регулярная очистка отстойника и замена гравийной засыпки не ведется. Натурные обследования показали, что, если

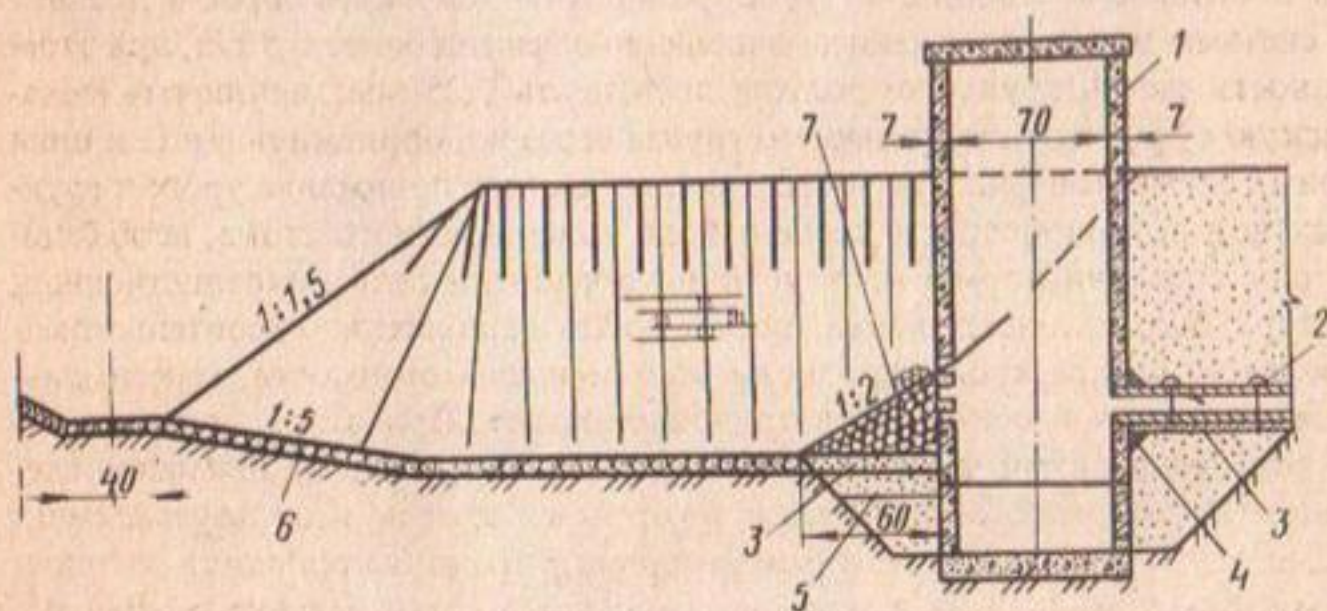
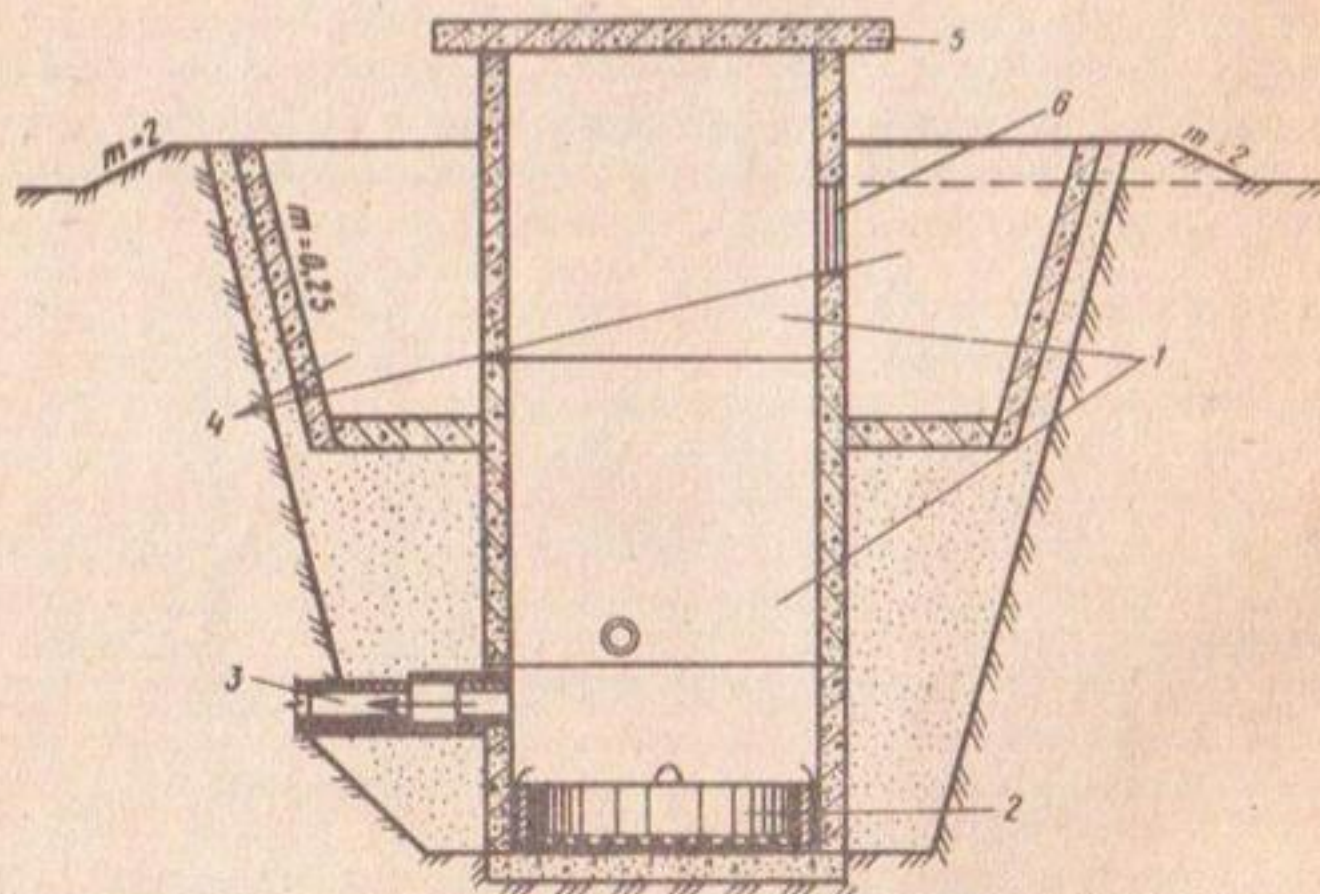
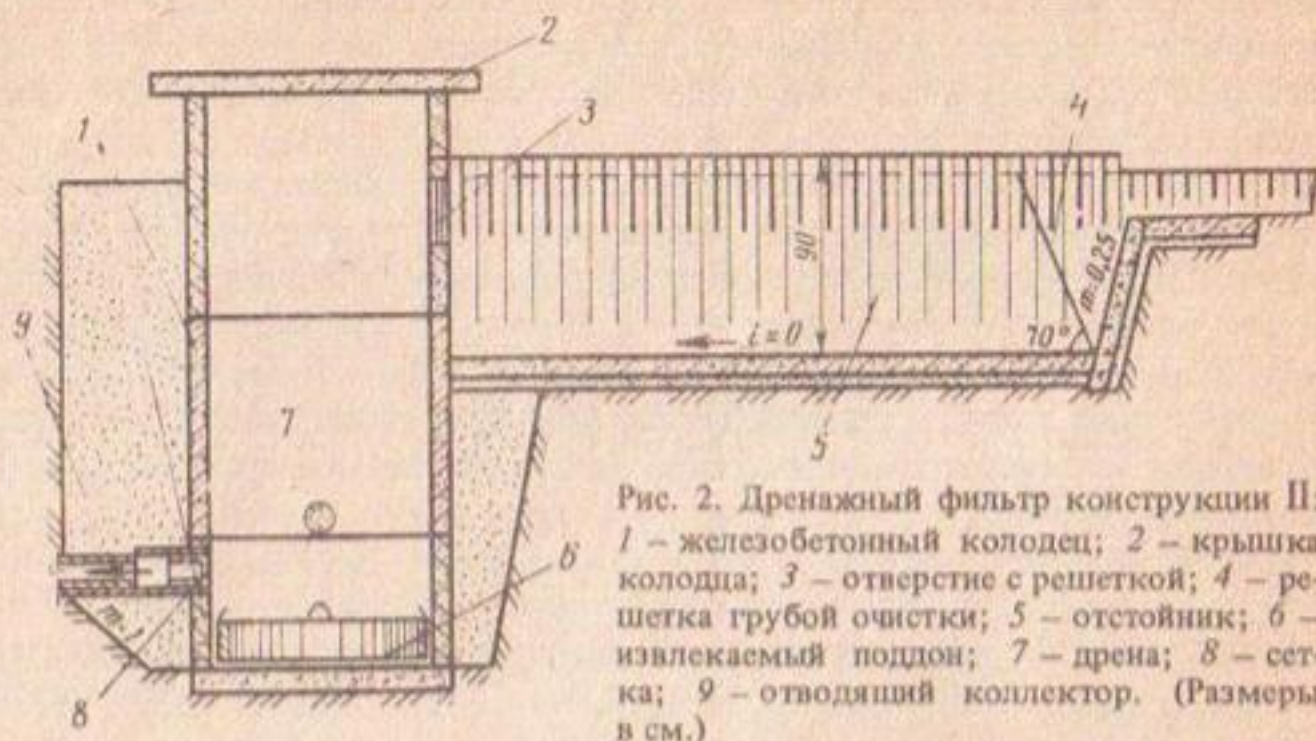


Рис. 1. Дренажный фильтр конструкции 1:

1 — железобетонный колодец; 2 — мешковина, пропитанная битумом; 3 — гравийная подготовка; 4 — заделка бетоном; 5 — песок (в глинистых грунтах); 6 — мощение камнем на гравийной подготовке; 7 — засыпка камнем $d = 10...15$ см и галькой $d = 2...10$ см. (Размеры в см.)



по типовому проекту следовало выполнять засыпку камнем $d = 10 \dots 15$ см и галькой $d = 2 \dots 4$ см, то в действительности она представлена просто мелким щебнем или крупным камнем, а нередко и боем гончарных дренажных труб. Кроме того, дренажный фильтр часто расположен слишком высоко и не способен выполнять свои функции.

Конструкция II (автор А. Я. Бломе) — колодец-поглотитель для больших расходов воды ($100 \dots 200$ л/с). Состоит из железобетонного сборного колодца внутренним диаметром 1 м и прямого отстойника, представляющего собой углубленный и закрепленный участок подводящего канала (рис. 2). В стенке колодца имеется прямоугольное приемное отверстие с решеткой. На дне колодца размещен извлекаемый поддон, с помощью которого предполагается периодическое удаление наносов, скопившихся в колодце. В начале отстойника расположена решетка грубой очистки, а на входе в дренажный коллектор — сетка. Колодец имеет обычную железобетонную крышку; в него могут вводиться дрены.

Конструкция III (автор А. Я. Бломе) отличается от предыдущей лишь кольцевым отстойником вокруг колодца (рис. 3).

Конструкция IV (фильтр ФСПП, авторы Г. Я. Сегаль, В. А. Файтельсон) в основном повторяет типовой фильтр КОФ-1, однако гравийная засыпка заменена сменными фильтрующими заглушками из порозласта. Верхний ряд водоприемных отверстий оставляется открытым в качестве переливных. Перед фильтром имеется небольшой отстойник. Таким образом, при малом поверхностном стоке вода поступает в колодец через фильтрующие заглушки, а при большом — и через переливные отверстия. При значительном расходе опасности заиливания дренажного коллектора мелкими грунтовыми частицами нет (рис. 4).

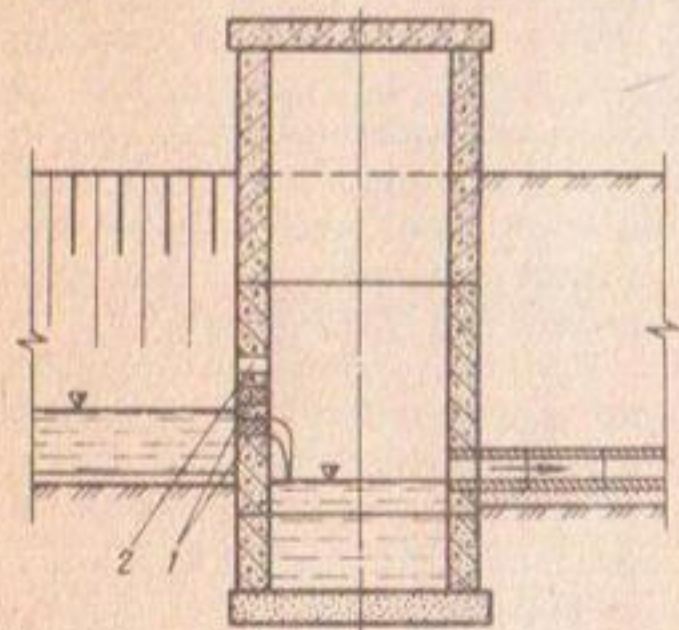


Рис. 4. Дренажный фильтр конструкции IV:

1 — отверстия, закрытые порозластовыми заглушками; 2 — переливные отверстия.

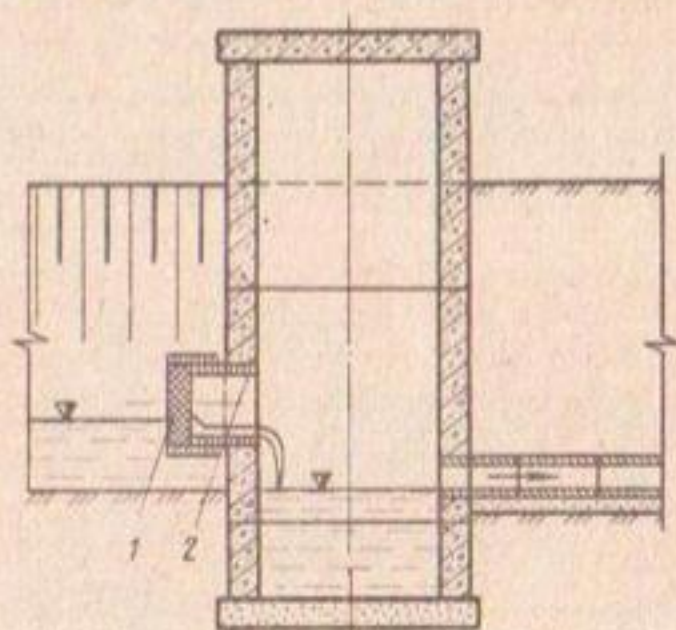


Рис. 5. Дренажный фильтр конструкции V:

1 — муфта с порозластовым фильтром; 2 — отрезок асбестоцементной трубы.

Обследование этих фильтров выявило, что иногда отверстия, включая и переливные, были закрыты порозластовыми заглушками, плохо омоноличены швы между бетонными кольцами колодцев, а водоприемные отверстия расположены слишком высоко над уровнем подводящего канала и пр. Однако эти ошибки не могут быть отнесены к особенностям конструкции, они вызваны небрежностью строителей. Фильтры этого типа находятся в основном в хорошем состоянии, работают. Порозластовые заглушки после двух лет эксплуатации частично засорены, главным образом с поверхности. Замена их осуществляется за 2...3 мин на каждом фильтре.

Конструкция V (фильтр ФСПМ, авторы Г. Я. Сегаль, В. Файтельсон) отличается от предыдущей тем, что вместо фильтрующих заглушек в ней используется асбестоцементная муфта с дном из порозласта. Муфта надевается на отрезок асбестоцементной трубы 2, заделанной в стенку колодца (рис. 5). Замена фильтрующего элемента в этом случае также не вызывает трудностей.

Конструкция VI (автор Г. Я. Свилис) представляет собой (рис. 6) сборный железобетонный колодец с крышкой. Перед колодцем на подводящем канале — облицованный плитами отстойник. Водоприемное отверстие в стенке колодца за решеткой. Вода из колодца в отводящий дренажный коллектор поступает через специальный Т-образный оголовок, выполненный из асбестоцементных труб. Последнее должно обеспечить поступление в дренаж восходящего тока воды для стимуляции осаждения из нее взвешенных частиц. В фильтрах этого типа был обнаружен слой наилка толщиной до 30 см.

Конструкция VII (автор Я. П. Зариныш) состоит из железобетонного сборного колодца, образуемого двумя кольцами различного диаметра: нижнего — меньшего, верхнего — большего. Кольца располагаются эксцентрично, так что образующийся между ними серповидный просвет служит водоприемным отверстием. Верхнее кольцо опирается с одной стороны на камни или другие подкладки, а с другой — на железобетонные плиты крепления отстойника перед фильтром. Конструкция должна обеспечить осаждение наносов перед колодцем и поступление воды в колодец в виде восходящего потока (рис. 7).

При эксплуатации в отстойниках фильтров этого типа скапливается наилок. На очистку одного отстойника затрачивается около

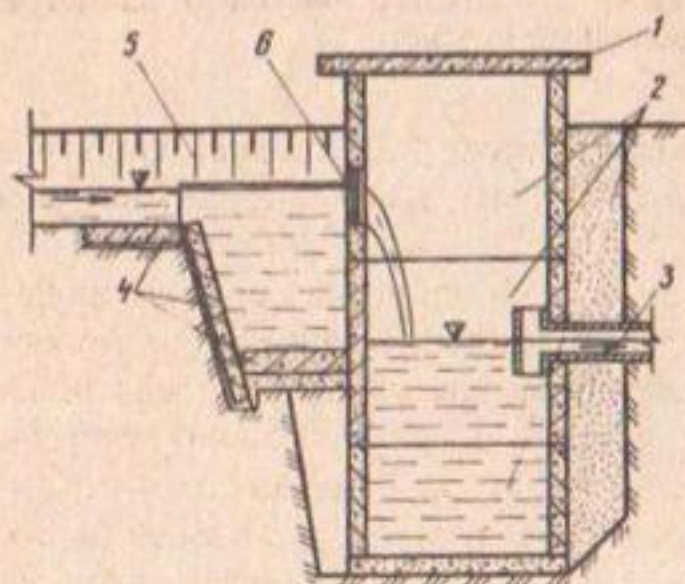


Рис. 6. Дренажный фильтр конструкции VI:

1 — крышка; 2 — железобетонный колодец; 3 — отводящий коллектор; 4 — плиты крепления; 5 — подводящий канал; 6 — отверстие с решеткой.

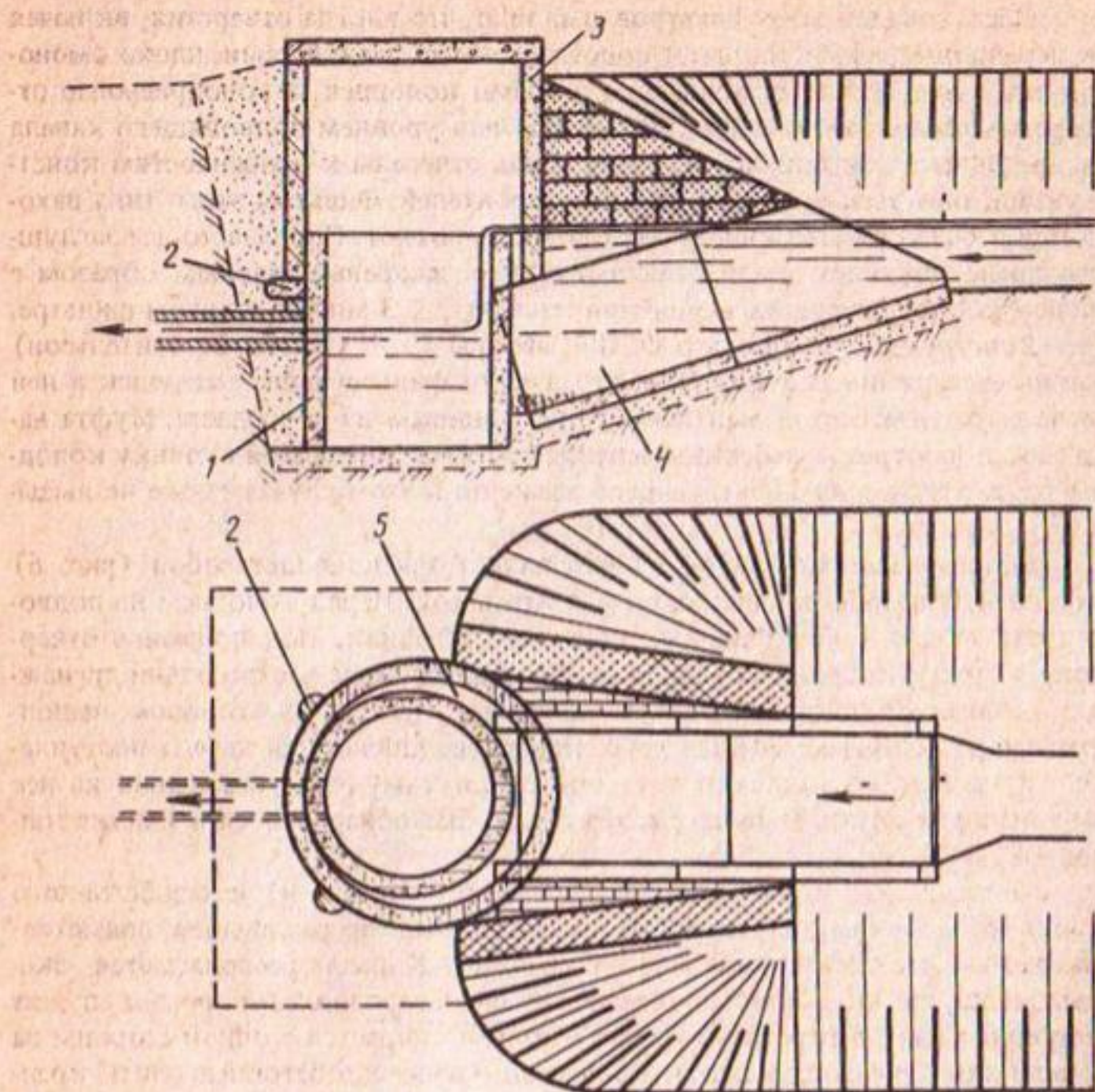


Рис. 7. Дренажный фильтр конструкции VII:

1 — колодец малого диаметра; 2 — камень; 3 — колодец большого диаметра; 4 — плиты крепления остоиника; 5 — серповидный просвет.

15 мин. Наиболее крупные частицы (диаметром $1 \dots 0,25$ мм) фильтр задерживает, но частицы фракции $0,25 \dots 0,05$ мм все же проникают в закрытый коллектор.

Конструкция VIII (КОФ-Шв, автор Я. Р. Попроцкий) состоит из двух концентрически расположенных колодцев различного диаметра: верхний, большего диаметра, опирается на железобетонное днище с защищенными фильтрующим материалом (стеклохолстом) водоприемными отверстиями; нижний, меньшего диаметра, входит внутрь большего, имеет свою крышку и ряд открытых водоприемных отверстий. Отводящая дрена входит в нижний колодец. Весь фильтр обсыпан гравием. Таким образом, этот

фильтр может принимать поверхностные воды через обычные водоприемные отверстия в верхнем колодце, а также непосредственно грунтовые воды — через гравийную засыпку и донные отверстия верхнего колодца. Пространство между стенками обоих колодцев образует отстойник. Ввиду расположения водоприемных отверстий в стенках колодца можно менять в зависимости от его укладки. Такой фильтр используют и для каптажа ключей (рис. 8).

Конструкция IX полностью повторяет типовой дренажный фильтр

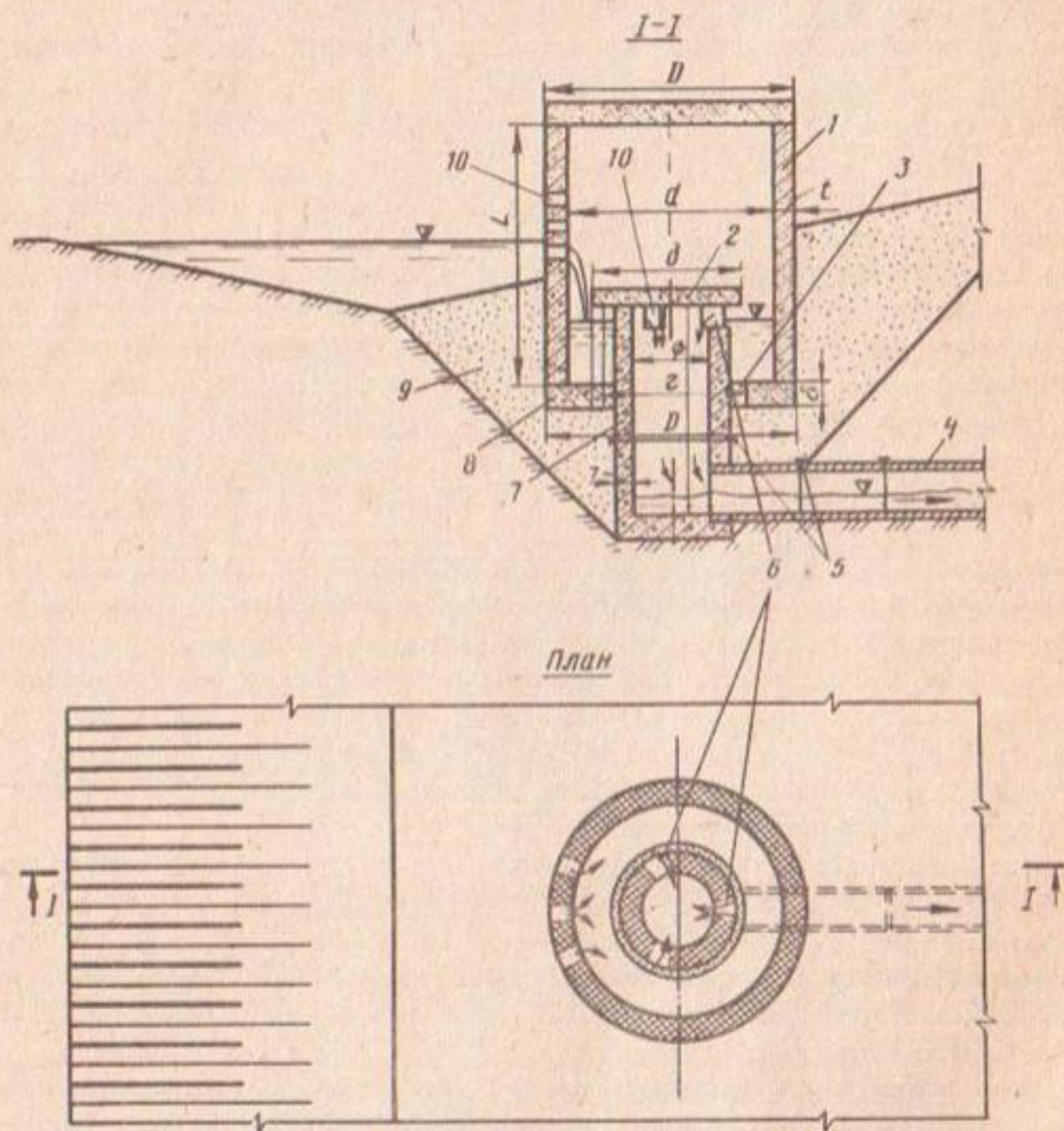


Рис. 8. Дренажный фильтр конструкции VIII:

1 — железобетонный колодец большого диаметра; 2 — крышка; 3 — водоприемные отверстия; 4 — отводящая дрена; 5 — стеклохолст; 6 — водоприемные отверстия 8×8 см; 7 — колодец малого диаметра; 8 — железобетонное днище; 9 — гравий; 10 — открытые водоприемные отверстия.

КОФ-1, однако круглые отверстия в стенке колодца и гравийная фильтрующая засыпка заменены одним прямоугольным отверстием (20 X 20 см) с решеткой.

На практике чаще строят фильтры смешанного типа: решетку (самая различная по размерам ячеек) присыпают галькой, щебнем или камнем. Со временем лоток и решетка заносятся песком.

На основании изложенного можно сформулировать следующие тенденции усовершенствования типовых проектов дренажных фильтров:

отказ от фильтрующей засыпки. Основные причины: трудности, возникающие при подвозке небольшого количества гравия ко многим точкам строящегося объекта; отсутствие хорошо промытого гравия и нежелание его сортировки; быстрый выход из строя фильтров из-за заиливания гравийной засыпки и необходимость ее периодической полной замены;

использование восходящего тока воды на входе в фильтр с тем, чтобы стимулировать выпадение грунтовых частиц;

увеличение водоприемной способности фильтра в связи с общей тенденцией укрупнения дренажных систем и площади, обслуживаемой одним фильтром;

упрощение очистки фильтра от наила для максимального сокращения эксплуатационных затрат.

Пути реализации этих тенденций различны, основные из них приведены ниже.

1. Замена фильтрующей засыпки отстойником. По данным Е. С. Семеринова, опасность для дрен представляют лишь частицы крупностью более 0,1 мм. Если это так, то, используя закон Стокса для определения скорости падения частиц в стоячей воде, можно получить приближенную зависимость для выбора размеров отстойника.

$$1,5H < LF/Q, \quad (1)$$

где H , L , F — глубина, длина и площадь сечения; Q — расход воды, поступающей в фильтр.

Мелкий песок все же может не успеть осесть в отстойнике при значительном притоке к фильтру, а это отрицательно скажется на работе дрен. Однако реальную угрозу дренам создают частицы крупнее 0,25 мм (данные ЛатНИИГиМ). В этом случае отстойники явно могут справиться с задачей по задержанию грунтовых частиц, формирующих наилок в дренах.

2. Сочетание отстойника с конструкцией, обеспечивающей поступление воды в фильтр в виде восходящего потока. Этот прием, очевидно, должен быть оценен положительно, однако если отстойник перед фильтром имеет достаточные размеры, особой необходимости в восходящем потоке нет. В то же время пока нельзя сказать, насколько возможно уменьшить размеры отстойника за счет организации восходящего тока воды в фильтр.

3. Использование сменных фильтрующих элементов из новых материалов для упрощения их замены после заиливания. Возможно применение

фильтрующих элементов разового или многократного (после промывки) использования.

4. Замена мелких водоприемных отверстий в стенках сооружения крупным отверстием с сороудерживающими решетками для резкого увеличения расхода фильтров. Это, вероятно, наиболее реальная возможность создания дренажных фильтров на расходы более 100...150 л/с.

5. Устройство извлекаемых поддонов для удаления наилка, осевшего внутри сооружения. Такое решение рационально лишь для дренажных фильтров, обслуживающих очень большие площади, имеющие подъезды, так как вручную извлекать подобные поддоны слишком тяжело. Более целесообразно устраивать отстойник перед фильтром, чтобы максимально сократить поступление грунта внутрь сооружения.

6. Крепление отстойника перед дренажными фильтрами бетонными плитами для облегчения их очистки. При таком исполнении отстойника его очистка вручную 1...2 раза за сезон не вызывает никаких трудностей.

В зависимости от конкретных условий расположения фильтра на местности и его назначения наиболее целесообразно использовать четыре типа фильтров: II, III, IV и VIII (рис. 2, 3, 4, 8).

КОНСТРУКЦИИ ДРЕНАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ

Фильтры для малых концентрированных притоков поверхностных вод. Типичные места установки таких сооружений следующие: местное замкнутое понижение поверхности земли площадью до 10 га осушаемой территории; местное понижение дорожного кювета (общая длина кювета, обслуживаемая фильтром, до 1000 м); сочетание замкнутого понижения поверхности земли и местного понижения дорожного кювета; ввод в дренажную систему поверхностных вод с асфальтированной (бетонированной, мощеной) территории площадью до 1,5 га; ввод в дренажную систему стока с кровли строений площадью до 0,5 га; ввод в дренажную систему стока из короткого нагорного или ловчего канала.

Указанные площади и длины соответствуют условиям Прибалтики. При более мощном поверхностном стоке на осушаемой территории их уменьшают, а при меньшем стоке увеличивают.

Если необходимо отвести поверхностный сток с площади большей, чем здесь указано, но меньшей, чем рекомендуется для фильтров, рассчитанных на большие концентрированные притоки, то устанавливают несколько дренажных фильтров.

Во всех перечисленных случаях нет постоянного значительного притока воды. Следовательно, поверхностный сток в течение вегетационного периода может многократно возникать и прекращаться, а значит, возможны периоды, когда отводимая вода будет содержать большое количество механических примесей. Поэтому в дренажных фильтрах, предназначенных для отвода малого концентрированного притока поверхностных вод, необходимо предусматривать фильтрующий элемент. В противном случае обиль-

ное поступление твердого стока при относительно малом расходе воды может вызвать заиливание дренажной системы. Значительная неравномерность стока создает такое положение, когда в моменты большого притока воды ее пропуск через фильтрующий элемент связан либо с длительным временем осушения, либо с необходимостью создавать фильтр большой площади, которая работает лишь считанные часы в сезон. В этом случае целесообразно оборудовать дренажный фильтр отводящими элементами двоякого рода: фильтрующими элементами, работающими при малых расходах, и открытыми переливными отверстиями, вступающими в работу, когда фильтрующий элемент (или элементы) малой площади не справляется с отводом поступающей воды. Если в последнем случае в дренажный коллектор попадает какое-то количество механических примесей, то при большом расходе воды это не опасно. Чтобы свести поступление твердых частиц в дренажную систему к минимуму, перед сооружением целесообразно создать небольшой отстойник, в котором наиболее крупные грунтовые частицы осядут. Для периодической очистки такого отстойника его дно и откосы закрепляют.

Из фильтров для малых концентрированных притоков поверхностных вод следует назвать ФСПП с фильтрующими заглушками из порозласта, конструкцию фильтра-поглотителя типа VU, а также фильтра типа НК-II.

Фильтрующие заглушки для фильтра ФСПП могут быть изготовлены также из крупнопористого бетона, всевозможных пористых полимербетонов.

Эксплуатация фильтров ФСПП сводится к выполнению следующих мероприятий: очистки (вручную) отстойника перед колодцем один раз в сезон (после прохождения весеннего паводка); очистки (вручную) отстойника в колодце в те же сроки (чаще всего реже, так как основная масса наносов осаждается во внешнем отстойнике); замены 7 фильтрующих заглушек один раз в 2...3 сезона (новыми или промытыми старыми).

Облегченная конструкция фильтра-поглотителя типа VU (авторы В. А. Калищиемс, Х. А. Смилга, Я. А. Музыкант) представляет собой круглый железобетонный поддон с центральным отверстием для пластмассовой трубы, соединенной с дренажным коллектором и перфорированной железобетонной крышкой (рис. 9). Чтобы при обработке земли механизмы не повредили низко расположенные сооружения, его с трех сторон ограждают (обозначают) железобетонными столбиками. Крышку окрашивают в черный цвет для ускорения таяния снега весной. Такой фильтр устанавливают на пониженном участке осушаемого поля. Вокруг поддона делают круговую одерновку. Как видно, в этом сооружении нет традиционного железобетонного колодца, что существенно (примерно в 9 раз) уменьшает расход железобетона. Еще одним важным достоинством фильтра такой конструкции служит то обстоятельство, что со временем, после планировки и окультуривания поля, его легко удалить (масса поддона и крышки 83 кг). При этом пластмассовую трубу, соединяющую фильтр с коллектором, обрезают ниже пахотного горизонта и закрывают заглушкой. Недостаток этой

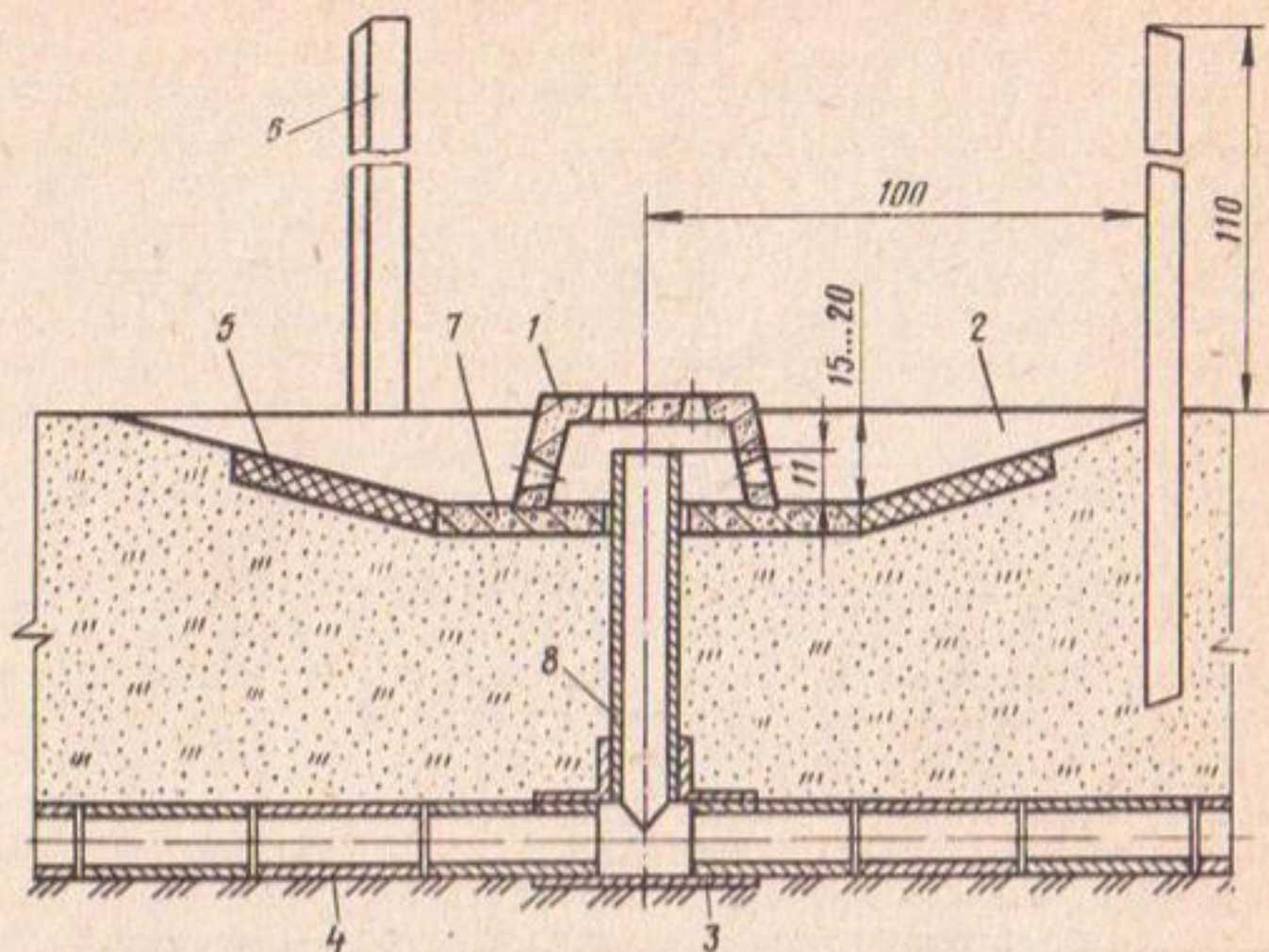


Рис. 9. Дренажный фильтр VU (вариант исполнения):

1 — крышка; 2 — отстойник; 3 — пластмассовый тройник; 4 — дренажный коллектор; 5 — одерновка; 6 — железобетонный столбик; 7 — поддон; 8 — отрезок трубы. (Размеры в см.)

конструкции — малая емкость отстойника, формирующегося по периметру фильтра-поглотителя. Поэтому при нарушении режима эксплуатации (если он вовремя не очищен) наилок из отстойника может попасть непосредственно в дренаж, причем при малых расходах. Во избежание этого нижний ряд отверстий в крышке может закрываться порозластовыми заглушками — теми же, что в фильтрах типа ФСПП.

Дренажный фильтр типа НК-II (Эстмелиопроект) представляет небольшой железобетонный цилиндр с ребристой крышкой, устанавливаемый в понижениях осушаемой территории непосредственно над дренажным коллектором (рис. 10). С последним он соединяется посредством тройника и отрезка асбестоцементной или пластмассовой трубы. Вокруг сооружения устраивают отстойник глубиной 40 см. Откосы отстойника покрывают дерном, а дно крепят фигурными железобетонными плитами. В этой конструкции собственно фильтра нет. Задержание механических примесей, содержащихся в вводимой в коллектор поверхностной воде, обеспечивается отстойником в сочетании с использованием восходящего тока воды.

Фильтры для больших концентрированных притоков поверхностных вод. Такие дренажные фильтры строят в следующих случаях: при местном

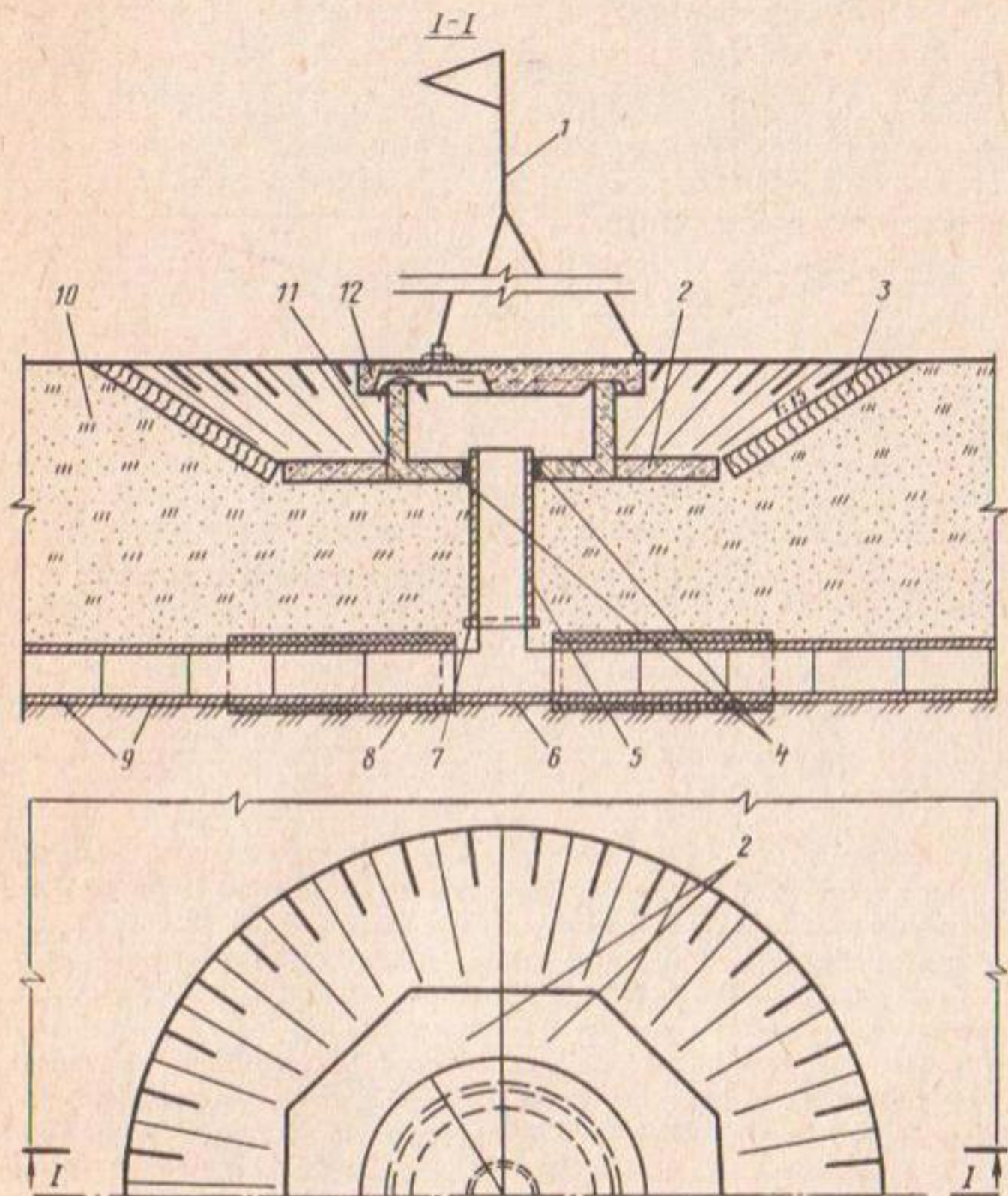


Рис. 10. Дренажный фильтр НК-II:

1 – флажок NT; 2 – плиты крепления; 3 – дерн; 4 – цементный раствор; 5 – асбестоцементная или пластмассовая труба; 6 – пластмассовый тройник; 7 – стеклохолст; 8 – стеклохолст по всему периметру на длине не менее двух дренажных труб; 9 – дренажные трубы; 10 – грунт траншейной засыпки; 11 – донное кольцо колодца; 12 – ребристая крышка РК.

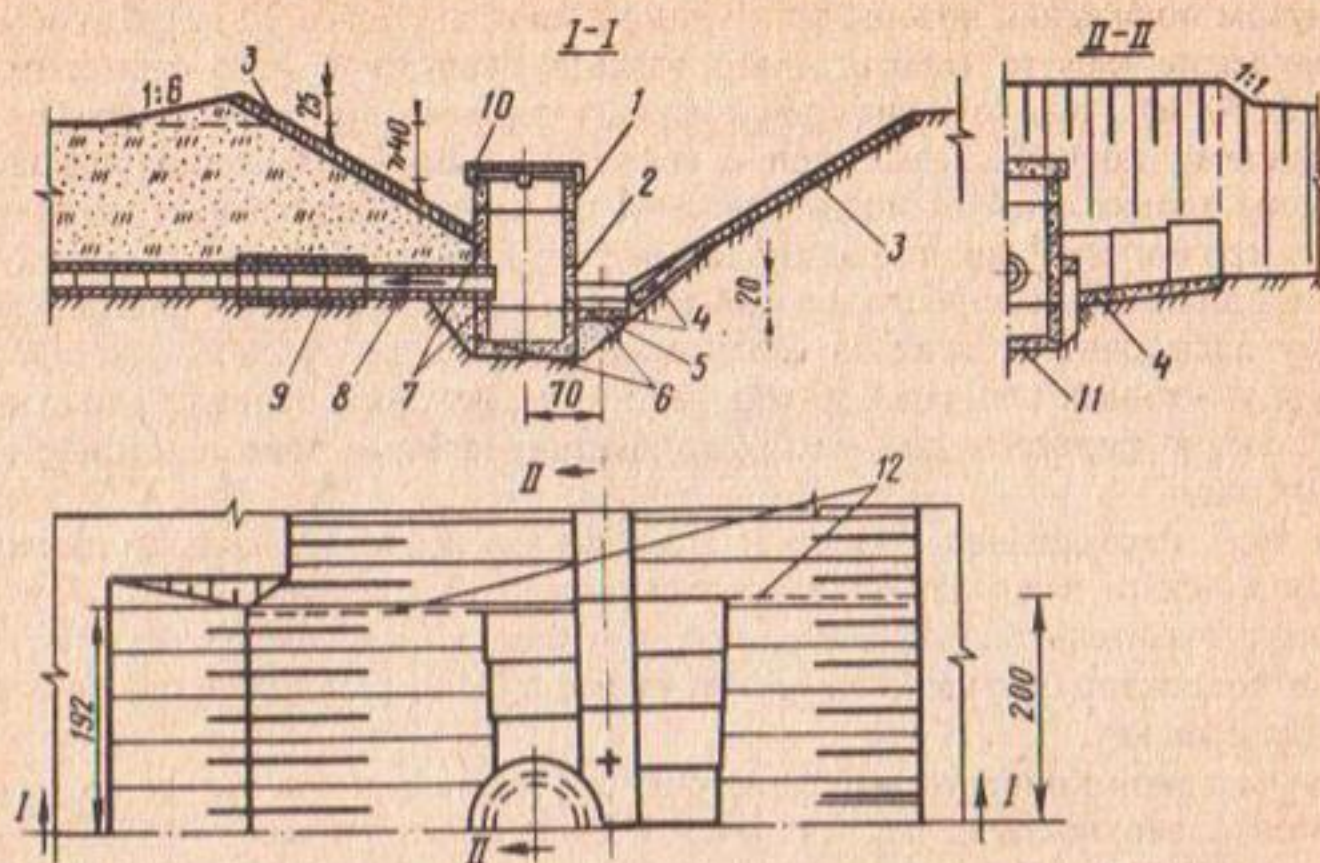


Рис. 11. Фильтр типа КК-1 для ввода воды из открытого собирателя в дренажный коллектор:

1 – кольцо колодца КС7-1-1; 2 – отверстие $d = 20$ см; 3 – дерн; 4 – плиты крепления МКР; 5 – кольцо колодца КС7-2-1а; 6 – уплотненный грунт; 7 – цементный раствор; 8 – половина асбестоцементной трубы; 9 – стеклохолст по всему периметру на длине не менее двух дренажных трубок; 10 – ребристая крышка РК; 11 – донное кольцо колодца КД7-1-1а; 12 – граница одерновки. (Размеры в см.)

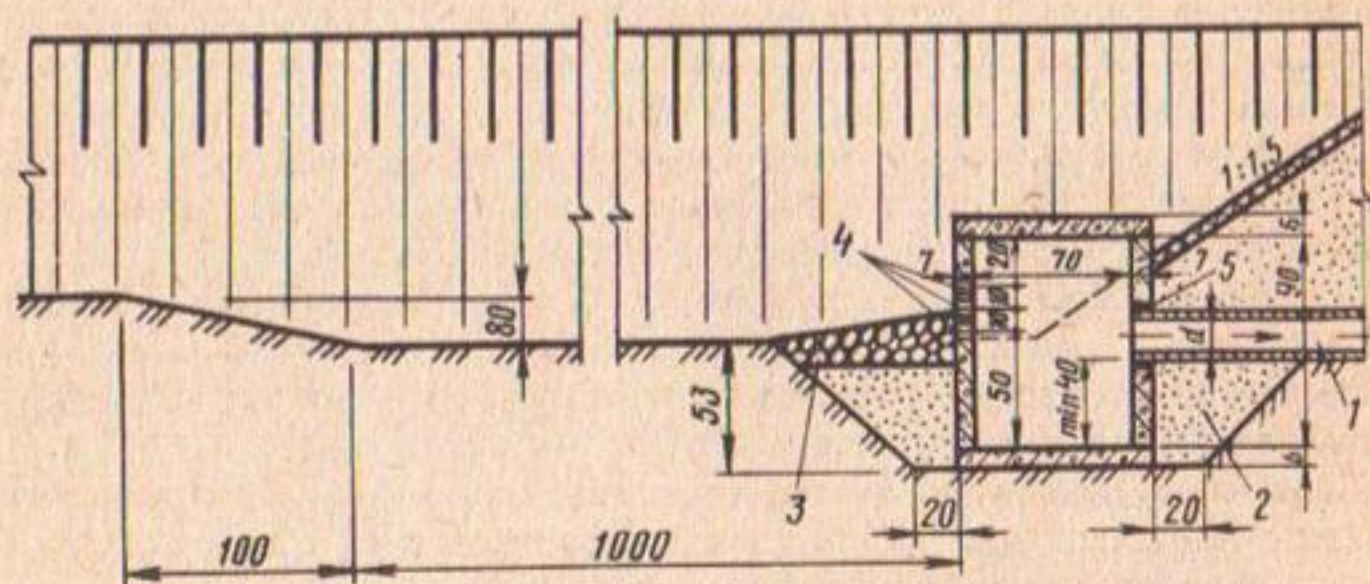


Рис. 12. Дренажный фильтр КОФ-1:

1 – асбестоцементная труба длиной не менее 130 см; 2 – уплотненный грунт; 3 – засыпка из камней и гальки $d = 10 \dots 15$ мм; 4 – 10 отверстий $d = 60$ мм; 5 – цементный раствор. (Размеры в см.)

замкнутом понижении поверхности земли площадью более 20 га; в самом низком месте кювета (общая длина кювета, обслуживаемого фильтром, более 2 000 м); при сочетании двух первых случаев; при вводе в дренажную систему поверхностных вод с асфальтированной (бетонированной, мощеной) территорией площадью более 3 га; вводе в дренажную систему стока с кровли строений площадью более 1 га; вводе в дренажную систему стока из длинного нагорного или ловчего канала; при вводе в дренажную систему избыточного стока из небольших прудов атмосферного питания.

Для указанных площадей и длин действует оговорка, приведенная применительно к фильтрам для малых концентрированных притоков поверхностных вод.

Во всех перечисленных случаях в дренажный фильтр с началом ливня или таянья снега начинают обильно поступать поверхностные воды, которые несут значительное количество твердых частиц. Так как эти воды вводятся в коллектор большого диаметра, а расход велик, серьезной опасности заиливания дрен нет.

Характерной конструкцией фильтров для больших концентрированных притоков поверхностных вод является КК-I (Эстмелиопроект) (рис. 11). Он предусмотрен для ввода в закрытый дренаж воды из открытого собирателя. Вода попадает через круглое отверстие диаметром 20 см в стенке железобетонного кольца внутрь колодца, который служит отстойником. Из него она поступает в дренажный коллектор из труб диаметром не менее 100 мм. Колодец накрывают ребристой железобетонной крышкой. Если отверстие в стене колодца не справляется с отводом воды, начинается подъем уровня и в какой-то момент вода начинает переливаться внутрь под крышкой. Небольшой участок канала на подходе к колодцу крепят по дну и откосам железобетонными плитами.

Вариант этой же конструкции — фильтр КК-II, отличающийся от рассмотренной меньшим диаметром водоприемного отверстия в стенке колодца (50 мм), а также заглублением самого колодца в дно канала. В этом случае вода в колодец поступает через отверстие под крышкой постоянно.

Оба этих сооружения достаточно просты и эффективны, но при нарушении режима эксплуатации (опоздание с очисткой колодца от наилка) может произойти быстрое заиливание дренажного коллектора.

По этим соображениям более предпочтительны сооружения с наружным отстойником, например фильтр конструкции А. Я. Бломе (см. рис. 3). Очистка таких фильтров отличается простотой, степень заиливания нагляднее, колодец же служит дополнительным внутренним отстойником.

Более совершенным по сравнению с фильтрами КК-I и КК-II является колодец-поглотитель типа КОФ-I (Латгипроводхоз), в котором предусмотрен фильтр из гальки или порézластовых заглушек (рис. 12).

Наиболее простым по конструкции является фильтр KF-FP (Эстмелиопроект), предназначенный для ввода воды из открытого собирателя в дренаж. В нем использованы фильтрующие блоки из крупнопористого бетона и камень (рис. 13). Из-за промерзания откоса весной фильтр поздно

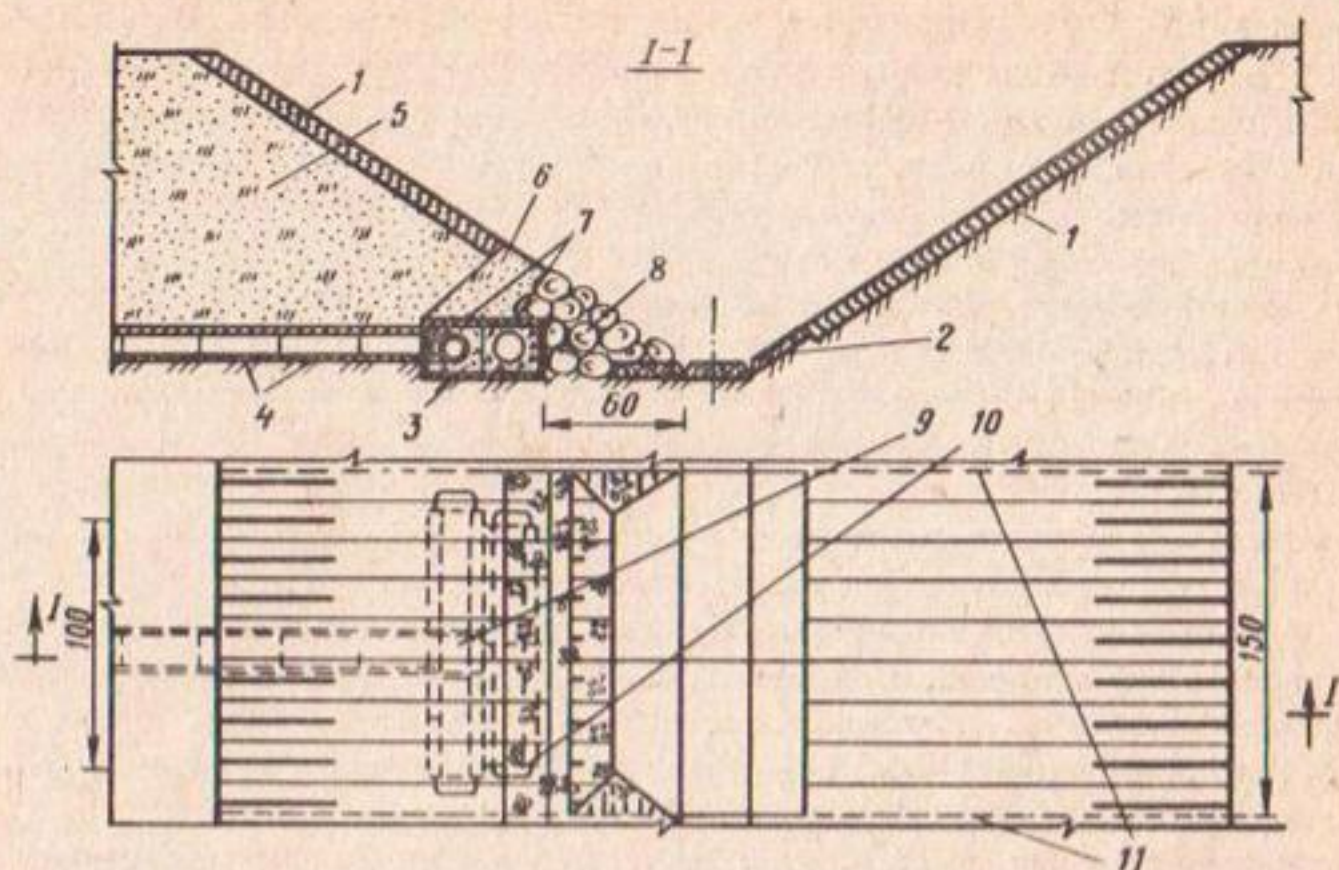


Рис. 13. Фильтр KF-FP:

1 – дерн; 2 – плиты крепления МР; 3 – стеклохолст; 4 – дренажные трубы $d = 100$ мм; 5 – уплотненный грунт; 6 – гравий; 7 – фильтрующие блоки FP; 8 – камни; 9 – пластмассовый тройник; 10 – камень-плитняк; 11 – группа одерновки. (Размеры в см.)

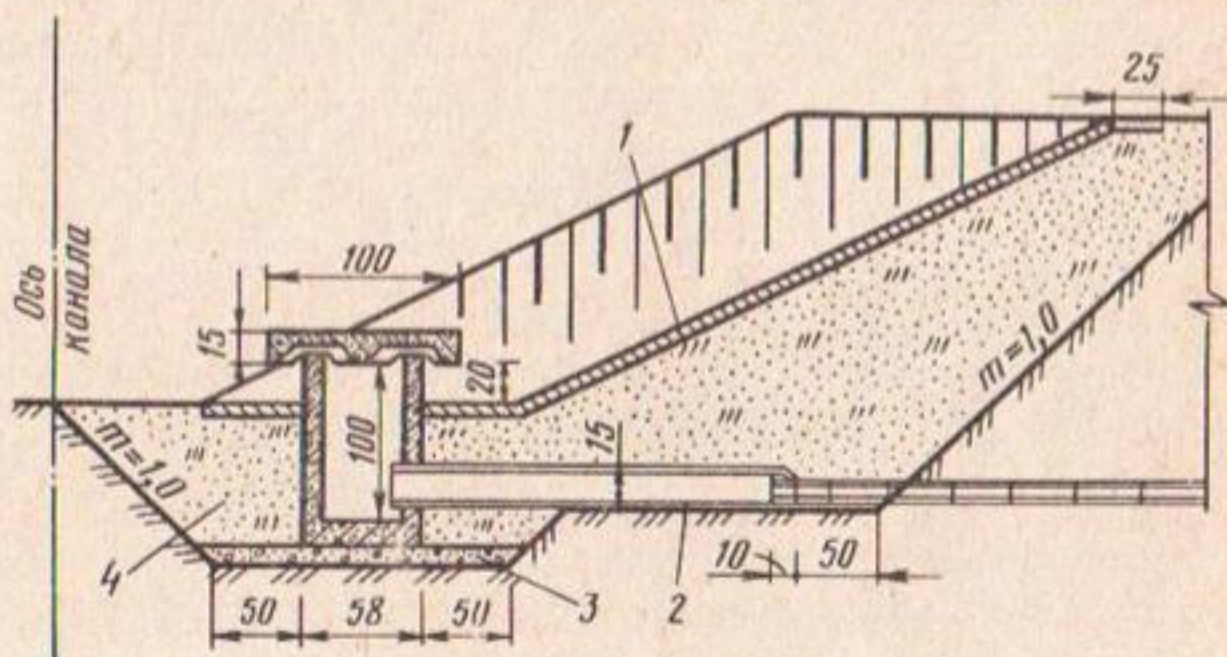


Рис. 14. Дренажный фильтр типа КППК-50-100 для отвода воды из открытого собирателя в закрытый:

1 – одерновка плашмя; 2 – сопрягающая асбестоцементная труба; 3 – подготовка из гравия толщиной 10 см; 4 – обратная засыпка с уплотнением. (Размеры в см.)

вступает в работу, задерживая отвод воды из открытого собирателя.

В Белоруссии для ввода воды из каналов в дренаж применяют колодцы-поглотители КПП-50-100 расчетной пропускной способностью до 50 л/с (рис. 14). Они перекрыты ребристой крышкой и установлены в местном уширении канала. Последний служит отстойником. Вода в колодец попадает, втекая (восходящий поток) под ребристую крышку.

Подобную конструкцию фильтра применяют и в Литве. По разработкам Литгипроводхоза рекомендуется использовать своеобразную двухэтажную ребристую крышку колодца, предназначенную для увеличения пропускной способности. Если отверстие первого уровня не справляется с отводом поступающей воды, уровень в канале начинает повышаться и вступает в работу отверстие второго уровня (рис. 15). Этот фильтр рассчитан на максимальную пропускную способность 80 л/с.

Фильтры-поглотители и фильтрующие колонки для интенсификации осушения слабопроницаемых почв. Общая тенденция решения проблемы осушения площадей с микропонижениями — стремление интенсифицировать приток поверхностных вод через траншейную засыпку к дренам. Эта цель достигается либо введением специальных хорошо фильтрующих материалов в траншейную засыпку, либо трансформацией слабопроницаемого грунта засыпки в хорошо фильтрующий с помощью различных химических структурообразователей.

Более перспективен первый путь, так как имеются нетоксичные фильтрующие материалы (естественные и искусственные) более или менее длительного срока службы (гравий, керамзит, щепа, стеклохолст, отходы синтетического волокна, порозласт, и др.) и отсутствуют надежные, проверен-

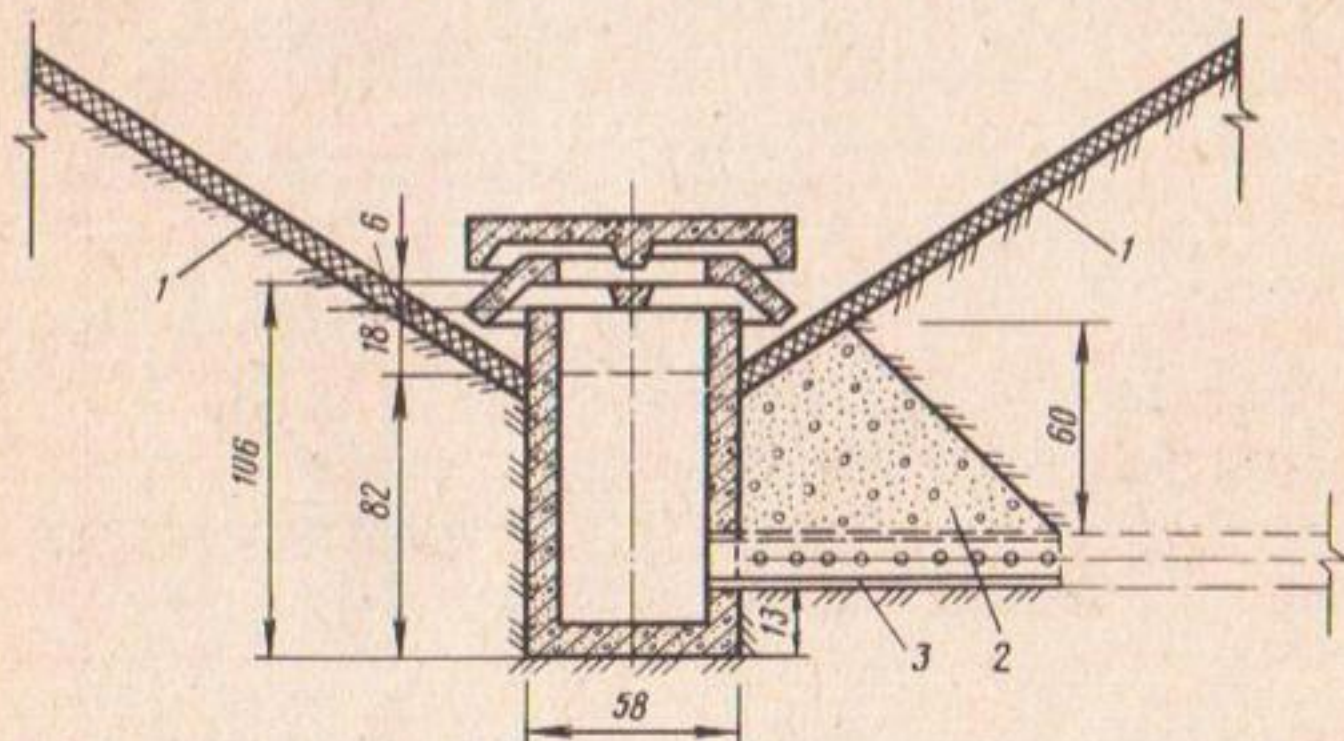


Рис. 15. Дренажный фильтр F-5-1:

1 — дерн; 2 — гравий; 3 — перфорированная асбестоцементная труба $d = 200$ мм, обернутая стеклохолстом на длине 1 м. (Размеры в см.)

ные в природных условиях структурообразователи для слабопроницаемых почв, исключаяющие проникновение в почву токсичных веществ и гарантирующие длительную сохранность образующихся агрегатов.

Из различных фильтрующих материалов, которые можно вводить в траншейную засыпку на тяжелых почвах, наиболее подходят гравий, керамзит, щебень, крупнопористый бетон и порозласт. Для этих целей следует использовать также и щепу мелких деревьев и кустарников, удаляемых с трасс осушительных каналов или дрен.

Исходя из возможностей Латвии и для индустриализации строительства фильтров-поглотителей ВНИИводполимер предложены три типа: гибкий, складной и с фильтрующими элементами из порозласта. Эти фильтры значительно увеличивают поглотительную способность дренажа, но гибкий и складной относительно сложны по устройству. Наиболее эффективен фильтр из порозластовых блоков П- и Г-образной формы.

Из таких блоков устраивают колонки между пахотным слоем и дренажной.

В Белоруссии строят колонки-поглотители КП-1 и КП-2, рассчитанные соответственно на расходы 0,2 и 0,1 л/с.

Колонки-поглотители КП-1 применяют только в несвязных грунтах, осушение которых, как правило, осуществляется легче, чем связных, а КП-2 — в связных грунтах. Они представляют участок дренажа (собирателя или коллектора), на котором приняты специальные меры по интенсификации притока воды. В конструкции КП-1 это двойные дренажные трубы с гравийной обсыпкой и засыпкой растительным грунтом (рис. 16), в конструкции КП-2 — просто засыпка траншеи растительным грунтом на всю глубину. Первая из этих конструкций достаточно эффективна, но трудоемкая, вторая — не слишком эффективна.

В Литве для тех же целей применяют фашинные горизонтальные фильтры (Литгипроводхоз). Вначале они эффективны, но недолговечны и требуют значительного применения ручного труда.

Фашинные колонки-поглотители применяют и в Эстонии. Они представляют сочетание продольных фашин малого диаметра (20 см) с короткой вертикальной фашинной большого диаметра (40 см) и рядом дренажных труб. В Эстонии производят фильтрующие блоки из крупнопористого бетона, позволяющие строить различные фильтрующие колонки (автор А. Х. Юске, рис. 17).

Если агрессивные грунтовые воды разрушат цементную связку блоков, то заполнитель все равно останется в траншейной засыпке и обеспечит интенсивный приток воды к дрене.

С 1983 г. в Латвийской ССР получили массовое применение фильтрующие колонки из заполненного керамзитом полиэтиленового сетчатого мешка. Они достаточно эффективны, но наряду с достоинствами (простота, легкость, доступность, значительная водоприемная способность) имеют один недостаток: керамзит обладает низкой водостойкостью и через некоторое время начинает разрушаться.

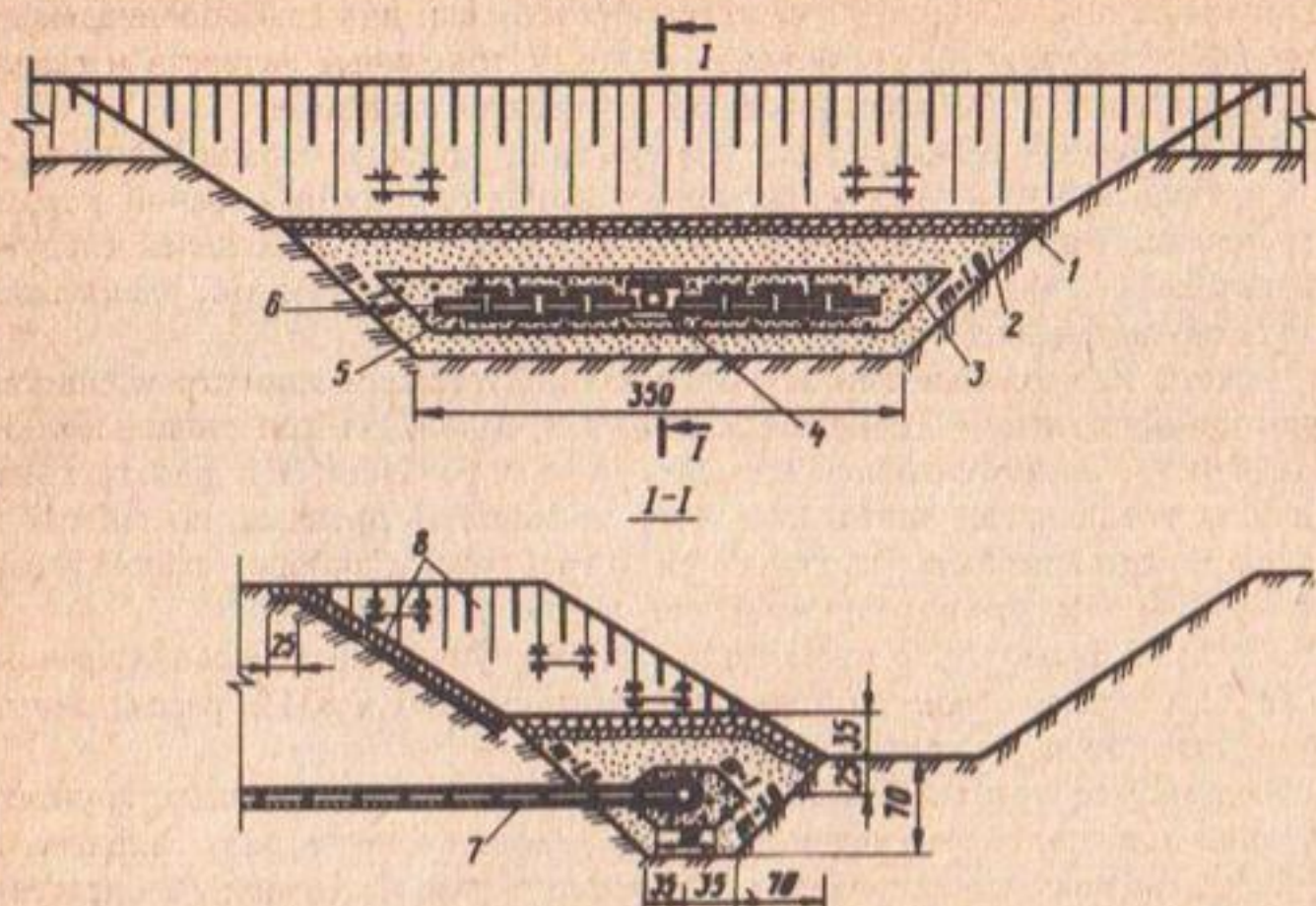


Рис. 16. Дренажный фильтр КП-1 для ввода воды из открытого собирателя в закрытый:

1 – отсыпка из камня $d = 10...15$ см слоем 30 см; 2 – крупнозернистый песок слоем 20...25 см; 3 – гравий; 4 – пластмассовый тройник 100 × 50; 5 – фильтровой коллектор; 6 – заглушка; 7 – отводящий коллектор; 8 – одерновка плашмя по слою растительного грунта толщиной 6...8 см. (Размеры в см.)

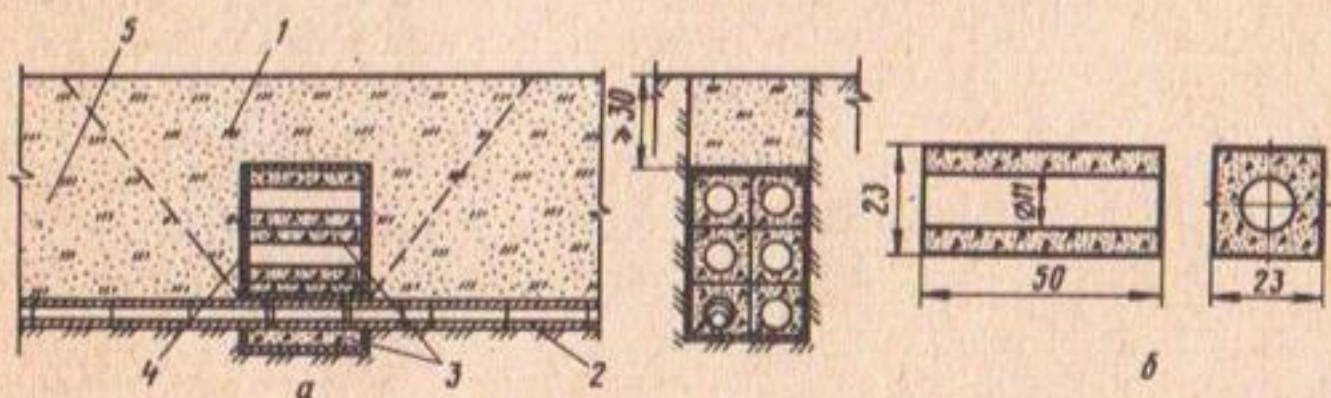


Рис. 17. Фильтр DF-FP (а) и блоки из крупнопористого бетона для их устройства (б):

1 – засыпка грунтом пахотного слоя; 2 – дренажные трубы диаметром 50 или 75 мм; 3 – фильтрующие блоки РР; 4 – стеклохолст; 5 – гравийная засыпка. (Размеры в см.)

В Эстонии начали применять фильтрующие колонки из сетчатых мешков, наполненных щепой из мелиоративной древесины.

Заслуживает внимания создание фильтрующих колонок с помощью инвентарных обсадных труб. Такие трубы, изготовленные из стали и оборудованные петлей для извлечения их из земли, устанавливают рядом с дренажным проводом до засыпки траншеи. По завершении этой операции в трубу насыпают керамзит, гравий, щебень или другой сыпучий фильтрующий материал, а обсадную трубу извлекают. Использование такого приспособления сокращает расход фильтрующего материала и исключает потребность в таре для его дозирования и укладки в траншейную засыпку.

Фильтры для отвода напорных грунтовых вод. Далеко не на каждом объекте осушения мелиораторы сталкиваются с необходимостью перехвата и отвода напорных грунтовых вод. Если же это случается, то приходится решать непростую техническую задачу. Вопросам каптажа ключей уделялось немало внимания и раньше, существовали различные проверенные практикой приемы, но большинство из них довольно трудоемки.

Обычно рассматривают два случая перехвата напорных грунтовых вод: в чистом виде и в сочетании с транспортировкой транзитного дренажного стока.

Примером первого технического решения могут служить дренажные фильтры АК-А (Эстмелиопроект) и КОФ-III (Латгипроводхоз). Первый достаточно прост (рис. 18,а) и представляет собой железобетонное кольцо с отводящей трубой, опирающееся на ребристую крышку, перекрытое такой же крышкой и обсыпанное гравийным фильтром. Недостаток конструкции состоит в том, что она располагается на глубине 60 см и контроль ее состояния затруднен. Правда, в заглублении фильтра заключено и определенное достоинство, поскольку в таком исполнении он не мешает обработке полей.

Фильтр КОФ-III значительно сложнее, однако регулярный контроль его работы не представляет особых сложностей (рис. 19).

Выше было дано описание конструкции КОФ-III^в, сочетающей функции поглотителя поверхностных вод и фильтра для перехвата грунтовых вод (см. рис. 8). К достоинствам ее следует отнести наличие внутреннего отстойника, использование восходящего тока воды, к недостаткам — относительную сложность выполнения и необходимость специального инструмента для очистки узкого кольцевого канала внутреннего отстойника.

Примером технического решения конструкции, сочетающей дренажный фильтр для перехвата напорных грунтовых вод и смотровой колодец-отстойник для пропуска транзитного дренажного стока, служит повторно применяемая разработка Эстмелиопроекта АК-Р (рис. 18,б). Донный элемент железобетонного колодца имеет круглое отверстие диаметром 25 см. Двуслойная гравийная обсыпка обеспечивает перехват грунтовых вод и их ввод в колодец.

Пути совершенствования конструкций дренажных фильтров. Анализ предложений по усовершенствованию дренажных фильтров и эксплуати-

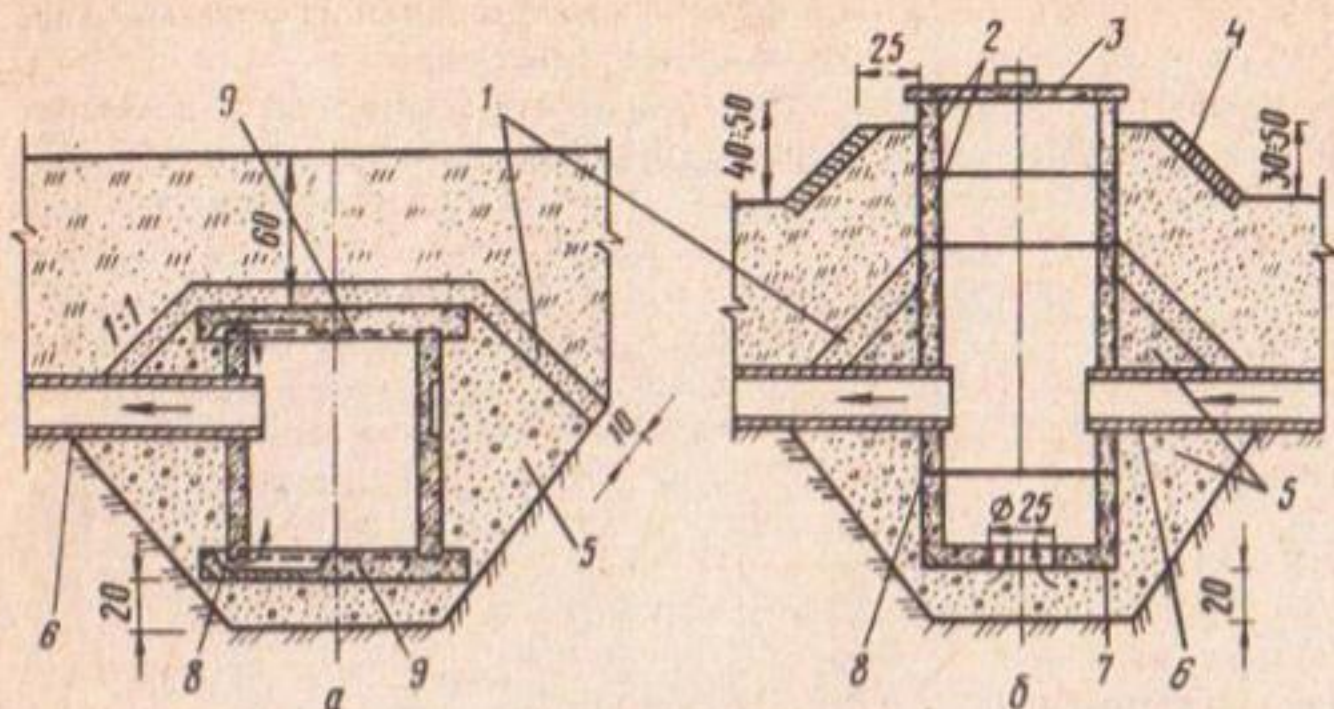


Рис. 18. Дренажные фильтры для перехвата напорных грунтовых вод:

а – АК-А; б – АК-Р; 1 – крупнозернистый песок; 2 – кольца колодца; 3 – крышка; 4 – дерн; 5 – гравий; 6 – половина асбестоцементной трубы; 7 – донное кольцо колодца КД7-1-1а; 8 – кольцо колодца КС-2-1а; 9 – ребристая крышка РК. (Размеры в см.)

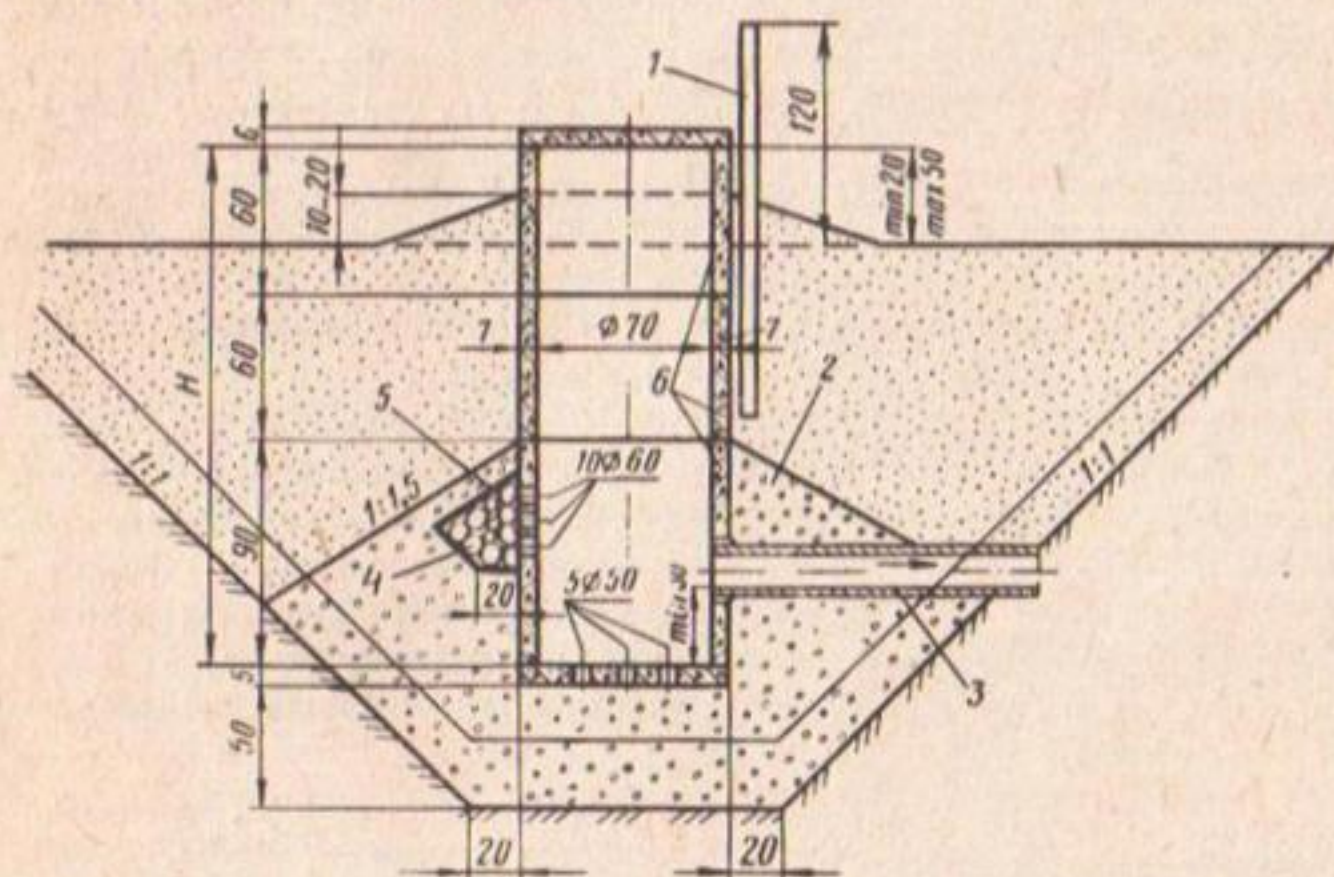


Рис. 19. Дренажный фильтр типа КОФ-III:

1 – столбик пастбищного загона С-1; 2 – отсыпка щебня $d = 20 \dots 40$ мм; 3 – асбестоцементная труба длиной не менее 130 см; 4 – отсыпка из камней и гальки $d = 10 \dots 15$ см; 5 – три слоя стеклохолста; 6 – кольца колодца. (Размеры в см.)

руемых новых конструкций позволяет сформулировать главные тенденции совершенствования конструкций дренажных фильтров.

1. Создание промышленных конструкций дренажных фильтров или их элементов. Если раньше это были сборные железобетонные детали колодцев, фильтрующие блоки из крупнопористого бетона и порозласта, то сейчас к ним добавляются различные элементы из пластмассовых дренажных труб, стеклопластика, перфорированных асбестоцементных труб.

2. Увеличение пропускной способности фильтрующих элементов сооружений. Эту задачу можно решить увеличением площади фильтрующих элементов и напора на них.

3. Поиск путей по облегчению эксплуатации дренажных фильтров: создание легко заменяемых фильтрующих элементов, "двойное дно" в колодце с тем, чтобы приблизить место осаждения наилка к поверхности земли.

4. Расширение ассортимента используемых строительных материалов. Оно происходит, прежде всего, за счет различных пластмасс, асбестоцемента. Однако основными по-прежнему остаются гравий, щебень, керамзит. Имеется некоторый опыт по утилизации мелиоративной древесины, использованию химмелиорантов-структурообразователей для увеличения пропускной способности траншейной засыпки. Пока не следует отказываться и от таких традиционных материалов, как солома, фашины, хотя их применение явно сокращается.

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДРЕНАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ

Приток к фильтрам. Расчетный сток для площадей, рассеченных бесстоковыми понижениями, устанавливают по балансу поступающих вод.

Ц. Н. Шкинским и Х. А. Смилой (ВНИИводполимер) предложено в гидрологических расчетах дренажных фильтров отдельно рассматривать весенний и летне-осенний дождливые периоды.

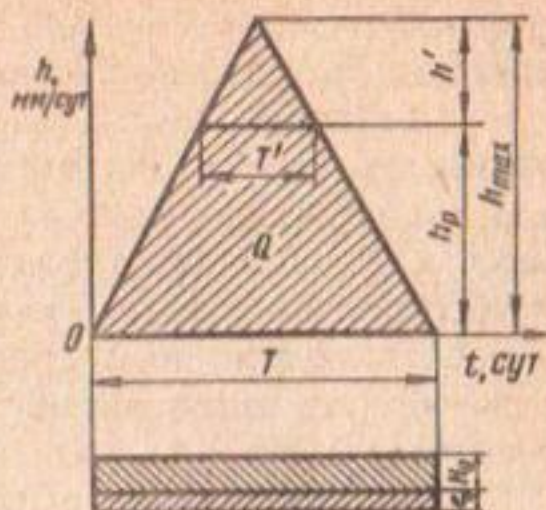
В весенний период расчетный объем вод, отводимый с площадей, рассеченных бесстоковыми понижениями, определяют запасами снеговых вод к моменту снеготаяния, осадками и среднесуточным испарением за весь расчетный период. Аккумулирующей емкостью почвы можно пренебречь, поскольку в это время ее поверхность еще находится в мерзлом состоянии.

Проверочным служит летне-осенний дождливый период, когда расчетный объем отводимых вод определяется максимальными осадками, испарением и аккумулярующей способностью почвы.

Исходными данными для расчета нормативной интенсивности отвода излишних паводковых вод весеннего периода служат расчетные запасы снеговых вод к моменту таяния Q , среднесуточные осадки 10 %-ной обеспеченности H_0 , расчетная продолжительность паводков T , среднесуточное испарение e_0 и допустимая продолжительность затопления почвы T' . Для площадей, рассеченных бесстоковыми понижениями, гидрограф питания талых вод с достаточной точностью можно редуцировать к треугольнику, площадь которого выражает общий запас воды в снеге к моменту таяния

Рис. 20. Схема расчетного гидрографа поступления весенних паводковых вод:

h — интенсивность стока, мм/сут; h' — требуемая интенсивность отвода воды, мм/сут; $h_{\max}$ — максимальная интенсивность поступления воды, мм/сут; h_p — нормативная интенсивность совместного дренажного и поверхностного стока, мм/сут; t — время, сут; T — продолжительность снеготаяния, сут; T' — допускаемая продолжительность затопления почвы, сут; e_0 — среднесуточное испарение, мм/сут; Q — запасы воды в снеге к моменту таяния, мм; H_0 — среднесуточные осадки обеспеченностью 10 %, мм/сут.



Q ; основанием служит расчетная продолжительность паводков T , а высота представляет собой максимальную интенсивность поступления воды $h_{\max}$ (рис. 20). Запас воды в снеге к моменту таяния Q определяется по климатическому справочнику; продолжительность паводков T — там же, как разность между средней датой разрушения снежного покрова и средней датой полного оттаивания почвы. Тогда максимальная интенсивность поступления талых вод (мм/сут)

$$h_{\max} = 2Q/T. \quad (2)$$

На треугольном гидрографе, параллельно основанию, откладывают допускаемую продолжительность затопления почвы T' , определяемую по СНиП II-52-74. После этого, используя подобие большого и малого треугольников, можно определить расчетную интенсивность отвода талых вод

$$\begin{aligned} h_{\max}/h' &= T/T'; \quad h_{\max} = (Th')/T'; \\ h' &= (h_{\max}T')/T = (2QT')/T^2; \\ h_p &= h_{\max} - h' = 2Q/T - (2QT')/T^2 = 2Q/T (1 - T'/T); \end{aligned} \quad (3)$$

Под треугольным гидрографом для наглядности строят эпюру среднесуточных осадков 10 %-ной обеспеченности и среднесуточного испарения (e_0). И ту, и другую величину берут по справочнику для весеннего периода. Тогда нормативный модуль отводимого стока

$$q_n = h_p - e_0 + H_0. \quad (4)$$

Проверочный расчет проводят для дождливого периода. В этом случае нормативный модуль отводимого стока представляет разность среднего из максимальных суточных осадков (H), водоаккумулирующей способности почвы ($Q_{\text{почв}}$) и среднесуточного испарения (e_0). Значения H и e_0 берутся по климатическому Справочнику для дождливого периода. Водоаккумулирующая способность дренированной почвы $Q_{\text{почв}}$ в дождливый

период при достаточном верхнем слое определяется ее скважностью и недостатком насыщения, а также аккумулирующим объемом почвы, то есть

$$Q_{\text{почв}} = \delta \varphi (t - a), \quad (5)$$

где δ — водоотдача почвы, $\delta = 0,05$; φ — коэффициент депрессии, $\varphi = 0,75$; t — глубина укладки дрен, $t = 1,2$ м; a — норма осушения, $a = 0,7$ м (это средние значения для Латвийской ССР).

Тогда для Латвийской ССР $Q_{\text{почв}} = 0,05 \times 0,75 \times (1200 - 700) = 18,75$ мм, а нормативный модуль (мм) отводимого стока для дождливого периода

$$q''_n = H - e_0 - 18,75. \quad (6)$$

Из двух подсчитанных нормативных модулей отводимого стока выбирают максимальный и определяют нормативный расход дренажных фильтров

$$Q_{\text{ф}} = \alpha q_n F, \quad (7)$$

где F — площадь бассейна впадины; α — коэффициент поверхностного стока на водосборной площади (табл. 1).

1. Коэффициент поверхностного стока α

Водопроницаемость почвы	Коэффициент фильтрации почвы, м/сут	Уклон водосборной площади, %		
		менее 1	1...5	более 5
Хорошая	$> 1,0$	0,10...0,20	0,15...0,25	0,20...0,30
Средняя	0,6...1,0	0,15...0,25	0,20...0,30	0,25...0,40
Ниже средней	0,2...0,5	0,20...0,30	0,25...0,45	0,35...0,60
Слабая	$\leq 0,1$	0,25...0,40	0,30...0,60	0,50...0,75

П р и м е ч а н и я. Большие значения коэффициента α принимают для спланированных площадей, меньшие — для площадей с хорошо выраженным микрорельефом.

Пропускная способность. Пропускную способность дренажных фильтров колодезного типа определяют по обычным формулам гидравлики по размеру водоприемных отверстий и действующему напору. При этом считают, что насыпной гравийный фильтр, имеющий значительные размеры, заведомо обеспечит приток воды к водоприемным отверстиям и не будет лимитировать пропускную способность сооружения. (На практике дело обстоит иначе, так как гравийный фильтр очень быстро кольматируется, и именно он становится определяющим фактором для установления пропускной способности сооружения.)

При использовании порозластовых элементов вместо гравийного фильтра даже теоретически нельзя считать, что пропускную способность сооружения определяет размер водоприемного отверстия. Совершенно очевид-

но, что расчет следует вести по пропускной способности фильтрующего элемента из порозласта

$$Q_{\text{ф}} = 15,6 (F_{\text{ф}} \sqrt{d_{\text{ср}} H}) / b, \quad (8)$$

где $Q_{\text{ф}}$ — пропускная способность фильтра, л/с; $F_{\text{ф}}$ — суммарная площадь фильтрующих элементов, м²; b — толщина фильтрующих элементов, см; H — средний действующий напор, см; d — средний диаметр зерен наполнителя порозласта, мм; 15,6 — числовой коэффициент, учитывающий размерность входящих в формулу величин.

Например, фильтрующие элементы изготовлены из порозласта на гравии крупностью 7...10 мм. Они имеют толщину 5 см и общую площадь 0,04 м². Средний действующий напор 30 см, тогда

$$Q_{\text{ф}} = 15,6 \frac{0,04 \sqrt{8,5 \cdot 30}}{5} = 2 \text{ л/с.}$$

Если речь идет о фильтре типа ФСПП, то, когда приток к сооружению превысит 2 л/с, начнет повышаться уровень воды в отстойнике и через некоторое время начнут действовать переливные отверстия. (Расчет их пропускной способности выполняют по обычным формулам гидравлики.)

Срок службы. Срок службы дренажных фильтров при отсутствии грубых ошибок строительства определяется сроком службы собственно фильтра. С выходом его из строя действие сооружения прекращается. Его возобновление связано с заменой или промывкой фильтра. Если это по каким-либо причинам невозможно, то дренажный фильтр из важного элемента осушительной системы превращается, в лучшем случае, в бесполезное сооружение, вносящее дополнительные помехи в обработку земли, а в худшем случае — в источник нарушения работы дренажа. Поэтому прогнозировать, хотя бы приближенно, время, в течение которого фильтр может выйти из строя, весьма важно. Зная это время, можно, не доводя дело до аварии, своевременно заменить или промыть его.

Поскольку наиболее прогрессивным направлением в конструировании дренажных фильтров является переход на сменные жесткие фильтрующие элементы, рассмотрим, как определить срок их службы. Совершенно очевидно, что он находится в прямой зависимости от мутности воды, протекающей сквозь него.

Для определения расчетной мутности воды, поступающей к фильтрам, необходимо найти массу почвы, смываемой в период весеннего половодья. Среднемноголетний смыв почвы талыми водами в зависимости от местных условий определяют по формуле

$$G = 140 c F' \gamma, \quad (9)$$

где G — масса смытой почвы, т; c — показатель смыва почвы (табл. 2), м³/м; γ — средняя плотность наносов с учетом неразложившихся растительных остатков: для легкосуглинистых почв $\gamma = 1,1$; для лессовидных и среднесуглинистых $\gamma = 1,3$; для

глинистых почв $\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$; 140 – числовой коэффициент, имеет размерность, м/га; F' – эрозионная часть площади водосбора, га.

2. Значение C в зависимости от площади водосбора F и среднего уклона местности i , м³/м

Площадь бассейна, га	i , %				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
15	0,0176	0,0208	0,024	0,0272	0,0304
20	0,0456	0,0488	0,052	0,0550	0,0580
25	0,0740	0,0770	0,080	0,0830	0,0860

Продолжение

Площадь бассейна, га	i , %				
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
15	0,0336	0,0368	0,0400	0,0432	0,0464
20	0,0616	0,0650	0,0680	0,0710	0,0740
25	0,0900	0,0930	0,0960	0,0990	0,1020

Эрозионная часть площади водосбора фильтра представляет разность между всей площадью водосбора F и критической, то есть эрозионно безопасной площадью F_0 , которая определяется из выражения

$$F_0 = 12,5 - 1,15 i, \quad (10)$$

где i – средний уклон местности, выраженный в процентах.

Определив массу смытой почвы G , находим расчетную мутность воды по формуле

$$k' = \frac{G}{F h_{P=10\%} \gamma_B} 100 \%, \quad (11)$$

где k – мутность воды по массе, выраженная в процентах; F – площадь водосбора фильтра, м²; $h_{P=10\%}$ – расчетный слой стока весенних паводков 10 %-ной обеспеченности, м; γ_B – средняя плотность воды, $\gamma_B = 1 \text{ т/м}^3$.

Мутность воды рассчитывают по формуле (11) в случае, если площадь водосбора фильтра равна или больше 15 га. Для меньших площадей мутность воды принимают равной 0,02 %.

Расчетную мутность воды, поступающей с дорог с гравийным покрытием, принимают от 0,25 до 0,75 % в зависимости от качества покрытия и уклона дороги. При отсутствии дорожного покрытия мутность воды принимают равной 0,75 %; при бетонном или асфальтовом покрытии – 0,10 %.

Со временем пропускная способность порозластового фильтра уменьшается. За допускаемый предел уменьшения рекомендуется принимать 50 % его первоначальной пропускной способности, и время, выраженное в часах, непрерывной работы фильтра t_n до допускаемого предела следует определять по формуле

$$t_n = \sqrt[3]{2},$$

где показатель корня в свою очередь определяют из выражения

$$a = 21k'/(d_{\text{ср}}H), \quad (1-)$$

где k' – мутность воды по массе, выраженная в процентах; $d_{\text{ср}}$ – средний диаметр зерен наполнителя порозластового фильтра, мм; H – средний действующий напор, см.

Тогда число необходимых промывок или замен фильтрующих элементов за один сезон

$$n = (t_{\text{вес}} + t_{\text{лет}})/t_n, \quad (14)$$

где $t_{\text{вес}}$ – время весеннего снеготаяния, сут; $t_{\text{лет}}$ – продолжительность дождей и ливней слоем > 15 мм, сут.

Пример расчета. Определить необходимую площадь сменных фильтрующих элементов дренажных фильтров и межпромывной срок для них на осушаемой площади в Вентспилском районе Латвийской ССР.

Исходные данные: площадь водосбора 20 га; почвы среднесуглинистые; средний уклон $i = 3$ ‰.

1. Расход дренажного фильтра вычисляют через модуль поверхностного стока $q_{\text{л}}$, который берут по соответствующей картограмме. Для Вентспилского района $q_{\text{л}} = 0,3$ л/(га · с). Тогда

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{л}} F = 0,3 \cdot 20 = 6 \text{ л/с.}$$

2. Площадь сменного фильтрующего элемента подсчитывают по формуле (8) с учетом коэффициента запаса 1,2. При этом $d_{\text{ср}} = 5 \dots 7$ мм (в среднем 6 мм); толщину фильтра принимают $b = 5$ см, средний действующий напор $H = 24$ см (по конструктивным соображениям)

$$F_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{ф}} \cdot b \cdot 1,2}{15,6 \sqrt{d_{\text{ср}} H}} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 1,2}{15,6 \sqrt{6 \cdot 24}} = 0,192 \text{ м}^2.$$

3. Среднемноголетний смыв почвы вычисляют по формуле (9), при этом $c = 0,0616$ (см. табл. 2), $\gamma = 1,3$ (см. стр. 00)

$$\begin{aligned} G &= 140 \cdot c \cdot F' \cdot \gamma = 140 \cdot 0,0616 \cdot [20 - (12,5 - 1,15 \cdot 3)] = \\ &= 140 \cdot 0,0616 \cdot 10,05 = 122,76 \text{ т.} \end{aligned}$$

4. Мутность поступающей к фильтру воды определяют по формуле (11), в которой $h_{P=10\%} = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м.}$

$$k' = \frac{G \cdot 100 \%}{F \cdot h_p = 10 \% \cdot \gamma_{\text{в}}} = \frac{122,76 \cdot 100 \%}{200\,000 \cdot 0,1 \cdot 1} = 0,61 \%$$

5. Для определения непрерывной работы фильтра подсчитывают показатель корня a по формуле (13)

$$a = \frac{21k'}{d_{\text{ср}} H} = \frac{21 \cdot 0,61}{6 \cdot 24} = 0,089.$$

Тогда время непрерывной работы фильтра по формуле (12)

$$t_{\text{н}} = \sqrt[2]{a} = \sqrt[2]{0,089} = 2^{11,24} = 2418,7 \cong 100 \text{ сут.}$$

6. Число необходимых промывок вычисляют по формуле (14)

$$n = \frac{t_{\text{вес}} + t_{\text{лет}}}{t_{\text{н}}} = \frac{15 + 3}{100} = 0,18.$$

Значения $t_{\text{вес}}$ и $t_{\text{лет}}$ определены по данным метеорологических наблюдений.

В результате расчета получили, что при площади водосбора 20 га на среднесуглинистых почвах со средним уклоном 3 % необходимы порозластовые фильтры общей площадью $\sim 0,2 \text{ м}^2$ при диаметрах зерен наполнителя 5...7 мм и толщине фильтра 5 см. Эти сменные фильтры подлежат промывке или замене один раз в 5 лет.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРЕНАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Экономическую эффективность дренажных фильтров можно рассматривать в двух аспектах: от применения фильтров и от усовершенствования их конструкции.

Общий эффект от применения дренажных фильтров. В качестве примера приведен приближенный расчет эффективности применения дренажных фильтров в Латвии. Расчет можно выполнить по следующей формуле:

$$\Delta C = (F_{\text{в}} - nF_{\text{ф}}) C_1 - nkC_2, \quad (15)$$

где ΔC — разница между приростом дохода от дополнительной сельскохозяйственной продукции и дополнительными капиталовложениями на строительство дренажных фильтров, р.; $F_{\text{в}}$ — дополнительная площадь земли, с которой получают урожай после ликвидации вымочек, га; $F_{\text{ф}}$ — потери площади земли, не обрабатываемой сельскохозяйственной техникой возле дренажного фильтра; по данным обследований на каждом дренажном фильтре в среднем теряется 4 м^2 земли, тогда $F_{\text{ф}} = 4/10\,000 = 0,0004$ га; C_1 — чистый доход от реализации сельскохозяйственной продукции, р. с 1 га осушаемой площади; n — число дренажных фильтров на 1 га осушаемой территории; C_2 — затраты на строительство одного дренажного фильтра; k — нормативный коэффициент эффективности, $k = 0,15$.

Как уже указывалось, по оценке специалистов в конце 70-х — начале 80-х годов, отмеченных обильными осадками в вегетационный период, площадь вымочек посевов на дренированных полях достигала 15 %.

Число дренажных фильтров на 100 га осушаемых земель можно принять 13,6 (или 0,136 на 1 га) на уровне проектирования последних лет. По данным Латгипроводхоза, стоимость одного дренажного фильтра типа КОФ-П-100-210 составляет примерно 71,7 р. Тогда формула (15) приобретает следующий вид:

$$\Delta C = (0,15 - 0,136 \cdot 0,0004) C_1 - 0,136 \cdot 0,15 \cdot 71,7 = 0,1499 C_1 - 1,462.$$

Чистый доход от реализации сельскохозяйственной продукции, полученной с осушенных земель (C_1), по данным ВНИИводполимер (П. Шкеле, Т. Белявская), по колхозам и совхозам Латвии в среднем за 1979 – 1981 гг. составил 87 р. с 1 га. Тогда годовой экономический эффект от строительства дренажных фильтров может достичь 11,6 р. с 1 га. Выполненный приближенный расчет справедлив для богатого осадками года. В более сухие годы экономический эффект ниже. Дренажные фильтры выполняют положительную роль и при отсутствии вымочек. Ускорение отвода избыточной воды с осушаемых территорий и связанные с ним улучшения условий и сроков обработки полей, а также водного и воздушного режимов почв, несомненно, дают значительный, хотя и трудно поддающийся оценке экономический эффект.

Экономический эффект от усовершенствования конструкции дренажных фильтров. Один из путей их усовершенствования – уменьшение размеров (глубины) колодца за счет его частичной замены вертикальной трубой. На рисунке 21 показано, как меняется стоимость дренажных фильтров в зависимости от глубины колодца. Анализ выполнен по двум конструкциям, разработанным институтами "Эстмелиопроект" и "Латгипроводхоз". Как видно, темп прироста стоимости сооружений для обеих конструкций практически одинаков и составляет примерно 10 р. на каждые 0,5 м увеличения высоты сооружения.

Еще один путь усовершенствования дренажных фильтров заключается в замене насыпных фильтрующих элементов на индустриальные жесткие. Такие сооружения, в частности, вошли в последний типовой проект Латгипроводхоза. В этом проекте объем гравийного фильтра резко уменьшен по сравнению с более ранними конструкциями, поэтому его стоимость почти не отличается от стоимости порозластовых фильтрующих заглушек в варианте сооружения со сменными индустриальными фильтрующими элементами. Тем не менее экономический эффект от использования порозластовых заглушек налицо, если рас-

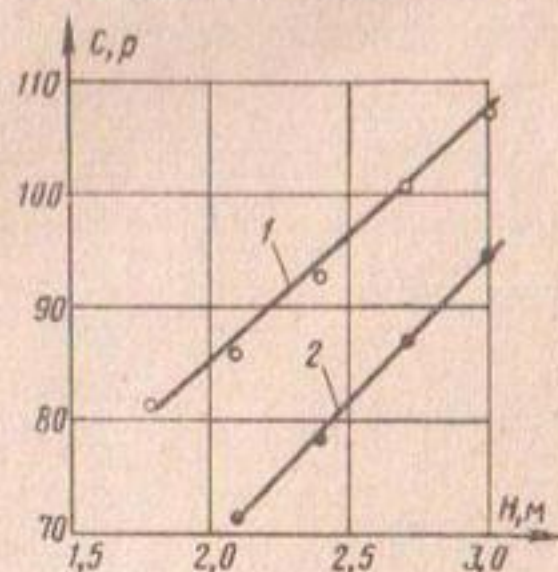


Рис. 21. Зависимость стоимости C дренажных фильтров от их высоты H :

1 – дренажный фильтр АК-Р; 2 – дренажный фильтр КОФ-П-100.

смотреть ход эксплуатации дренажных фильтров. Насыпной гравийный фильтр здесь имеет объем от 0,10 до 0,15 м³, поэтому в среднем каждые 2...3 года к каждому сооружению надо подвести от 170 до 250 кг гравия, что потребует транспортных средств. Удаление старого насыпного фильтра и замена его новым — тяжелая ручная работа. Замена же 7 порозластовых заглушек, общая масса которых примерно 1,2 кг, — дело нескольких минут, причем никакие транспортные средства здесь не требуются. Следует также считаться с тем, что замена насыпного гравийного фильтра возможна лишь после завершения сезона полевых работ, чтобы транспортные средства не нанесли ущерб выращиваемым культурам. Замена же порозластовых заглушек возможна в любое удобное для службы эксплуатации хозяйства время. В колхозах и совхозах, располагающихся на осушенных землях, последний момент немаловажен, поскольку существенно облегчает организацию эксплуатации осушительных систем.

Особо остановимся на фильтрах, рассчитанных на большой расход — до 200 л/с. Аналога фильтра конструкции II, рассчитанного на такой расход, среди типовых нет.

При анализе стоимости дренажных фильтров серии КОФ-II можно обнаружить определенную взаимосвязь их сметной стоимости и пропускной способности (размеров), а именно: КОФ-II-70 — 30 л/с и 52 р.; КОФ-II-100 — 50 л/с и 81 р.; КОФ-II-150 — 100 л/с и 136 р.

Если бы эта закономерность сохранилась, то стоимость фильтра типа КОФ-II на расход 200 л/с оказалась бы равной примерно 250 р.

Сметная стоимость дренажного фильтра конструкции II — 312 р. Следовательно, он на 62 р. дороже КОФ-II. Тем не менее это не может служить причиной для отказа от его применения. Дело в том, что применяются сооружения на столь большой расход относительно редко, а надежность работы его значительно выше, чем фильтров серии КОФ-II на большой расход. Вопрос о применении этих фильтров следует рассматривать индивидуально в каждом конкретном случае.

Наибольший экономический эффект от усовершенствования конст-

3. Сметная стоимость типовых дренажных фильтров серии КОФ-II

Тип фильтра	Год	Пропуск- ная способ- ность, л/с	Сметная стоимость, р.	Разница	
				р.	%
КОФ-II-70-210	1967	30	97,3	53,2	55
	1980		44,1		
КОФ-II-100-260	1967	50	158,0	70,9	45
	1980		87,1		
КОФ-II-150-300	1967	100	226,0	72,0	31
	1980		154,0		

рукции дренажных фильтров достигнут для сооружений относительно малой пропускной способности, то есть наиболее массовых (табл. 3).

Уменьшение стоимости дренажных фильтров достигается экономией строительных материалов. Очевидно, здесь скрываются возможности и дальнейшего удешевления конструкции, поскольку на материалы приходится от 55 до 83 % стоимости дренажных фильтров — в ценах 1969 г. или от 71 до 98 % — в ценах 1984 г.

Внедрение новых, более совершенных конструкций дренажных фильтров дает дополнительный чистый доход в 1 р. на каждый гектар осушаемой площади.

Таким образом, экономическая эффективность применения дренажных фильтров усовершенствованной конструкции в значительной степени зависит от экономии строительных материалов и дальнейшего сокращения затрат на эксплуатацию.

Временная инструкция по проектированию дренажных фильтров со сменными фильтрующими элементами из порозласта в Латвийской ССР. — Елгава: ВНИИводполимер, 1977. — 14 с.

Временные технические условия и нормы проектирования закрытых осушительных систем на тяжелых избыточно увлажненных минеральных землях. — Минск: Белгипроводхоз, 1975. — 37 с.

Временные указания по устройству фильтров поглотителей поверхностных вод на дренированных площадях и их производственной проверке. — Елгава: ВНИИводполимер, 1981. — 6 с.

Временные указания по устройству и производственной проверке дренажных фильтр-колонок для подпахотного слоя почвы. — Елгава: ВНИИводполимер, 1981. — 8 с.

Железобетонные дренажные вспомогательные сооружения. Альбом I. — Рига: Латгипроводхоз, 1967.

М а с л о в Б. С. Конструкции и параметры дренажных систем в условиях интенсивного сельскохозяйственного производства. — М.: Труды В/О "Союзводпроект", 1982, № 58, с. 3...18.

Н и к о л ь с к а я А. А., Г о р н о с т а е в А. М. Некоторые вопросы проектирования осушительных систем. — М.: Труды В/О "Союзводпроект", 1982, № 58, с. 19...22.

Рекомендации по проектированию закрытых собирателей в Ленинградской области. — Л.: СевНИИГиМ, 1976. — 32 с.

Руководство по определению проектных параметров дренажа. — Таллин: Эстмелипроект, 1980. — 17 с.

С в и к л и с П. Б. О расчетной обеспеченности максимальных расходов водоприемников и водопроводящих каналов на территории Латвийской ССР. — В кн.: Гидротехника и мелиорация в Латвийской ССР. — Елгава: ЛатНИИГиМ, 1970, т. 15, 6.3-33.

С е н е Г. К. Основные принципы проектирования осушительных систем. — Вопросы мелиорации избыточно увлажненных земель в Латвийской ССР. Сборник научных трудов. — Елгава: ВНИИводполимер, 1982, с. 8...11.

СНиП-52-74. Сооружение мелиоративных систем. — М.: Стройиздат, 1975. — 25 с.

Технические указания по проектированию и строительству поглотителей поверхностных вод на осушительной сети в условиях Латвийской ССР. — Рига: Минводхоз ЛатвССР, 1976. — 5 с.

Дренажная арматура. Повторно применяемые проекты мелиоративных сооружений. VII. — Таллин: Эстмелипроект, 1973. — 63 с.

Э г л и й Э. Х., Г а й л и т и с И. Ю., Я н с о н В. О. и др. Закрытые фильтры из полимерных материалов для увеличения интенсивности осушения. Сельское хозяйство Советской Латвии, 1979, № 11, с. 42...47.

Д р у в н е т и с Р. Я., Э г л и й Э. Х. Дрены из стеклоткани и гальки. — Сельское хозяйство Советской Латвии, 1968, № 5, с. 47...48.

Указания по составлению проектов осушения сельскохозяйственных земель в ЛатвССР. I часть. Осушение. — Рига: Латгипроводхоз, 1971. — 252 с.

Правила технической эксплуатации осушительных систем. — Рига: Латгипроводхоз, 1972. — 32 с.

Сборник единичных и комплексных расценок водохозяйственного строительства. И-3. Шифр 43779. — Рига: Минводхоз ЛатвССР, 1983.

Сборник единичных расценок водохозяйственного строительства. И-2. Дополнения и изменения. — Рига: Минводхоз ЛатвССР, 1981. — 24 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Условия применения дренажных фильтров	5
Конструкции дренажных фильтров	14
Расчет основных параметров дренажных фильтров	26
Экономическая эффективность дренажных фильтров усовершенствованной конструкции	32
Указатель литературы	36

Ноемия Перецевна Новик,
Гилель Яковлевич Сегаль,
Елена Леонидовна Цонева

ДРЕНАЖНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Заведующая редакцией Г. М. Попова
Редактор Г. В. Елизаветская
Художник Л. Ч. Гоцлавский
Художественный редактор С. В. Соколов
Технический редактор Л. А. Балакина
Корректор Н. И. Ключкова

ИБ № 3651

Сдано в набор 18.01.84. Подписано к печати 11.06.84.
Т-12270. Формат 60 X 84¹/₁₆. Бумага офсетная. Набор
машинписный. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32.
Усл. кр.-отг. 2,55. Уч.-изд. л. 2,4. Изд. № 295. Ти-
раж 7000 экз. Заказ №2035 Цена 10 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство
"Колос", 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-
Спасская, 18.

170 000, г. Калинин. Областная типография.

Дренажные фильтры — это малые гидротехнические сооружения, задача которых — ввести поверхностные воды в закрытый дренаж и не допустить при этом его заиливания. Нередко они выполняют и побочные функции: отстойника для перехвата твердого стока, смотрового колодца. Надежная работа дренажных фильтров — неременное условие успешного функционирования всей осушительной системы.

