**Осушительно-увлажнительная система**

Е.Г.Сапожников

Белорусская государственная политехническая академия

Минск, 1999

Введение

Задачей курсовой работы является углубление и обобщение полученных студентами знаний при изучении соответствующих разделов курса, приобретение практических навыков проектирования осушительных систем и приучение к самостоятельной работе со справочной и специальной литературой.

Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, выдаваемым студенту.

**1. Исходные данные и состав курсовой работы.**

1.1. Исходные данные. В задании на проектирование приводятся следующие исходные данные:

план участка с эпюрами глубин торфа;

тип водного питания;

мощность подстилающих торф грунтов до залегания водоупора;

коэффициенты фильтрации торфа и подстилающих грунтов;

первоначальный уровень грунтовых вод от поверхности земли;

площадь водосбора до расчетного сечения, длина основного водотока, район строительства и бассейн основной реки;

осадки и испарение за расчетный период, запас воды в слое снега и слой воды на поверхности почвы

содержание закисного железа в грунтовых водах.

1.2. Состав и объем проекта

В расчетно-пояснительной записке должны быть освещены следующие вопросы:

характеристика природных условий объекта (рельеф, почвы,

подстилающие грунты, причины переувлажнения), а также подходящие для данных условий методы и способы осушения;

расчет расстояний между регулирующими элементами сети (фильтрационные расчеты дренажа);

гидрологические расчеты;

проектирование осушительной сети а плане и вертикальной плоскости;

гидравлический расчет каналов и закрытых коллекторов;

расположение дорог и сооружений на плане;

мероприятия по регулированию водного режима;

природоохранные мероприятия.

Графический материал представляется:

планом осушаемого участка с запроектированными сооружениями и элементами сети;

продольными профилями открытых каналов с показом типовых поперечных сечений и расчетных уровней воды в каналах;

продольными профилями коллектора и дрены с показом мест смены диаметров и глубин торфа.

**2. Характеристика природных условий объекта и выбор способа осушения.**

На основании задания на курсовой проект, анализа рельефа местности и справочной литературы дается описание природных условий объекта: климатические (среднегодовые значения атмосферных осадков, температура воздуха, испарение, продолжительность безморозного и вегетационного периодов, глубины промерзания почвы); гидрогеологические (глубины залегания грунтовых вод, наличие напорных вод и значения их пьезометрических уровней относительно поверхности участка); геологическое строение (мощность и коэффициенты фильтрации слагаемых пород).

**3. Расчет расстояний между дренами.**

При расчете расстояний между дренами принята методика разработанная А.И.Мурашко (метод фильтрационных сопротивлений). Расчетные схемы и зависимости применимы при коэффициентах фильтрации грунтов к > 0,2 м/сут. и проводимостью зоны фильтрации Т = mk > 0,5 м.кв./сут при атмосферном,грунтовом безнапорном, склоновом, намывном типах водного питания и также при различных сочетаниях этих ТВП.

Действительная природная среда мелиорируемого объекта довольно сложна и для инженерных расчетов представляет значительные трудности. Поэтому для выполнения необходимых расчетов геологическое строение характерных участков объекта схематизируют и представляют приемлемой расчетной схемой, которая является основной для определения расстояний между дренами. (Приложение 3)

Расчетная схема определяется геометрической формой пласта,т.е. мощностями слоев грунта, фильтрационными характеристиками водоносных горизонтов. Верхней границей схемы является поверхность почвы, нижней - водоупор или кровля напорного горизонта. На схеме водоупор принимается в виде горизонтальной плоскости, проходящей через среднюю на данном участке отметку, волнистые и наклонные границы между слоями так же заменяют горизонтальными линиями. Схематизация геологического строения сводится к тому, что многослойный пласт приводится к расчетным схемам: однослойной, двухслойной и трехслойной.

В курсовой работе выбираются 2-3 характерные расчетные схемы и для них определяются расстояния между дренами для установившейся и неустановившейся фильтрации с гончарными и пластмассовыми дренами без защитных фильтров и с защитой дрен от заиления. Расчетные схемы, выбранные для определения расстояний между дренами должны быть представлены глубокозалежным торфом, подстилаемым минеральными грунтами с глубины не менее 1,6 м; мелкозалежным торфяником с глубиной торфа 0,5-0,7 м, и однородным минеральным грунтом. Глубина залегания водоупора складывается из мощности торфяной залежи в выбранном створе определяется в соответствии с ближайшей от створа эпюрой торфа, и мощности подстилающего торф минерального грунта. Расчетные схемы для определения расстояний между дренами и основные зависимости, а также способы защиты дрен от заиления и формулы для определения фильтрационных сопротивлений по характеру вскрытия пласта (влияние конструкций дрен и фильтров на приток воды к дренам) приведены в приложении 3. Основной задачей фильтрационных расчетов дренажа является определение максимально допустимых расстояний между дренами, которые обеспечивают необходимое снижение уровней грунтовых вод, позволяющее вести на осушаемых землях сельскохозяйственные работы в весенний период, либо сохранять оптимальный водный режим почв для сельскохозяйственных растений в период их вегетации, т.е., обеспечивающее норму осушения. Поэтому расчетными периодами для фильтрационных расчетов являются весенний и летне-осенний. Весенний период длительностью 10-15 суток после окончания снеготаяния является основным, второй - поверочным. В весенний период возможны два варианта:

1) отсутствие затопления поверхности почвы при расположении уровней грунтовых вод к началу расчетного периода на глубине;

2) полное насыщение почвы водой и затопление поверхности участка водой слоем Нв. Поверочные расчеты на летне-осенний период, как правило не выполняются, так как почва в это время имеет большую аккумулирующую емкость, велико испарение и подъем УГВ невелик.

В расчетных зависимостях и на схемах приняты следующие обозначения:

а0 - мощность пахотного слоя почвы,м;

а1 - глубина залегания УГВ к началу расчетного периода, м; а - глубина залегания УГВ к концу расчетного периода, м;

m- общая мощность зоны фильтрации под дреной в мно- го слойных грунтах (расстояние от оси дрены до водоупора), м;

m1 - мощность зоны фильтрации верхнего слоя над дреной, м;

mg -мощность зоны фильтрации под дреной в однородных грунтах, м;

mH- мощность нижнего слоя в двухслойных грунтах, м;

mi - мощность 1-го слоя м;

m0, - расчетная мощность зоны фильтрации над дреной, м;



H0 - превышение УГВ в междренье над осями дрен в начале расчетного периода, м;

h0 - тоже в конце расчетного периода, м;

H0-расчетное превышение УГВ в междренье над осями дрен, м;

Hп - гидростатический напор в дрене (подпор от уровня воды в канале), м;

Hа - гидродинамический напор в дрене, м;

Hр - действующий расчетный напор, м;

В- расстояние между осями соседних дрен, м;

b - глубина заложения дрены (расстояние от оси дрены до пoверхности земли), м;

μт, μм - коэффициенты водоотдачи соответственно торфяников и минеральных грунтов;

Кгр - расчетный коэффициент фильтраци (осредненный), м/сут;

Кв, Кн - коэффициенты фильтрации верхнего и нижнего слоев осушаемых грунтов, м/сут;

Кi - коэффициент фильтрации i-го слоя грунта, м/сут.

T- проводимость пласта (зоны фильтрации), м.кв./сут.

Кф, Ктф - коэффициент фильтрации фильтра и трубольтра соответственно, м/сут.;

Кфi - коэффициент фильтрации i-го слоя многослойного фильтра, м/сут;

X- интенсивность осадков, м/сут;

E - интенсивность испарения, м/сут;

Hcн - запас воды в слое снега к началу таяния, м;

Нв- слой воды на поверхности почвы, м;

σ - коэффициент стока талых вод;

J- уклон поверхности земли;

W- толщина слоя воды, отводимой дренажем за расчетный период, м;

q- интенсивность инфильтрационного питания (среднесуточный приток воды к дренам за расчетный период), м/сут;

t- продолжительность расчетного периода, сут;

τ- время стабилизации, сут;

Lнд- общие фильтрационные сопротивления (по степени и характеру вскрытия пласта), м;

Фi - фильтрационные сопротивления по характеру вскрытия пласта (безразмерная величина);

c- фильтрационные сопротивления дренажных труб без фильтра (безразмерная величина);

ψф- приращения фильтрационных сопротивлений, обусловленное влиянием фильтра (безразмерная величина);

Д, Д0 - диаметр дренажных труб (наружный и внутренний соответственно), м;

S1- длина керамических дренажных труб, м;

l- ширина стыкового зазора между керамическими дренажными трубами, м;

δ1- толщина фильтра, м;

δi- - толщина i-го слоя многослойного фильтра, м;

l1- ширина полосы фильтра, укладываемого на стыках керамических дренажных труб, м;

S- шаг перфорации дренажных труб, м;

l- длина перфорационных щелей, м;

τ0- ширина перфорационных щелей, м;

d0- диаметр перфорационных отверстий, см;

n- число рядов перфорации;

n1, b1- высота и ширина песчано-гравийной обсыпки дренажных труб, м.

**4. Гидрологические расчеты.**

Целью гидрологических расчетов является определение расчетных расходов для проектирования параметров проводящих каналов и сооружений на них.

Расчетные периоды, условия пропуска этих расходов и их обеспеченность устанавливаются в зависимости от характера сельскохозяйственного использования осушаемых земель, принимаются по таблице.

Таблица 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сельскохозяйствен.использование  осушаемых земель | Расчетные  расходы | Условия пропуска  расчетных  расходов | Обеспе-ченность % |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Полевые севообо- роты с озимыми культурами (вне  поймы). | Весеннего половодья.  Летне-осеннего половодья. | В бровках  с запасом  от бровок 0,3 м | 10  10 |
| Полевые севообороты без озимых культур | Предпосевной | С запасом от бровок канала 0,6 м | 10 |
| Пастб ища | Летне-осеннего  паводка | С запасом от  бровок 0,3 м | 10 |
| Сенокосы | Летне-осеннего  паводка | В бровках канала | 10 |
| Овощные  севообороты | Предпосевной летне-осеннего паводка | С запасом  от бровок 0,8 м  С запасом  от бровок 0,5 м | 5  5 |

Расчетные расходы для проводящих каналов определяются для следующих створов: в устье канала; в местах изменения уклонов канала; после впадения каждого гидравлически рассчитываемого канала.

В принятом створе расход для каждого расчетного периода определяется по следующей расчетной зависимости:

Q = qp⋅F , (1)

где qp - расчетный модуль стока для расчетного периода с

заданной обеспеченностью, л/с с км.кв;

F - площадь водосбора, км.кв.

Расчетный максимальный модуль весеннего половодья, летне-осен-

него и бытового стока определенной обеспеченности определяется по формуле:

\_

qp = q ⋅ Kp, (2)

\_

где q - средний за многолетний период модуль, л/с с км.кв.;

Kp - модульный коэффициент, определяемый по таблицам би номиальных ассиметрических кривых обеспеченности по значениям коэффициентов вариации и ассиметрии (при ложение 1 и 2).

Средний за многолетний период максимальный мгновенный модуль стока весеннего половодья определяется по формуле:

(3)



Коэффициент вариации максимального стока весеннего половодья определяется по зависимости:

(4)



Средний за многолетний период максимальный модуль стока дождевых летне-осенних паводков определяется зависимостью:

(5)



Коэффициент вариации летне-осенних паводков:

(6)



Средний за многолетний период модуль бытового стока:

(7)



Коэффициент вариации бытового стока:

(8)



Максимальный модуль стока предпосевного периода определяется по зависимости:

(9)



Зависимости (1-9) приведены для 10% обеспеченности весеннего половодья, летне-осеннего паводка и предпосевного периода, для бытового - 25% обеспеченность.

В приведенных формулах приняты следующие обозначения:

А - физико-графический параметр, определяемый по приложению 2;

а - географический параметр, определяющий изменение коэффициента изменчивости стока по территории (приложе- ние 2);

F - площадь водосбора, км.кв.;

J- средний уклон основного водотока в промиле;

αвз- средневзвешенная озерность водосбора, %;

(10)



α0 - озерность в % от общей площади водосбора;

Fзар - площадь водосбора, зарегулированная озерами. км.кв.;

βб - заболоченность площади водосбора, %;

ϕлб - залесенность болот водосбора, %;

γлм - залесенность минеральных земель водосбора,% ;

δр- густота речной сети (отношение суммарной длины всех водотоков свыше 2 км к общей площади водосбора км/км.кв;

ηв- коэффициент формы водосбора (отношение площади водосбора к квадрату длины основного водотока);

Вв - средняя ширина водосбора (отношение площади водосбора к длине основного водотока F/1 км).

Определение модулей стока расчетной обеспеченности ведется в следующем порядке:

1. Входящие в расчетные зависимости физико-географические характеристики водосборов (площадь водосбора, заболоченность, озерность, лесистости и др.) могут задаваться в качестве исходных данных к проекту, либо определяться планиметрированием по топографическим картам масштаба 1:25000; 1:50000.

2. Параметры А для вычисления модуля стока и для вычисления коэффициента вариации принимаются по картам изолиний с учетом местоположения объекта, либо задаются таблично. (Приложение 2).

3. Коэффициент ассиметрии для максимумов весеннего половодья принимается равным удвоенному значению коэффициента вариации (Cs = 2Cv).

4. Коэффициент ассиметрии для максимумов весенне-летних паводков принимается равным:

Cs = 4Cv

- для бассейнов рек Днепр, Березина, Сож и правобережных

притоков р.Припять;

- для бассейнов р.Неман и левобережных притоков р.Припять;

- для бассейнов р.Западная Двина.

- коэффициент ассиметрии для бытового стока.

**5. Проектирование водоприемников, открытой оградительной и проводящей сети.**

**5.1. Основные требования к открытой сети.**

В качестве водоприемников осушительных и осушительно-увлажнительных систем служат: реки, ручьи, существующие каналы. В некоторых случаях водоприемниками могут быть озера, водохранилища, балки и овраги. Водоприемники должны отвечать следующим требованиям:

1) пропускать расчетные расходы весеннего половодья и летне-осенних паводков, как правило без выхода на пойму;

2) обеспечить пропуск расчетных расходов предпосевно-посевного и меженного периодов при уровнях, обеспечивающих нормальной функционирование осушительной сети.

Если водоприемники в естественном состоянии не удовлетворяют перечисленным требованиям на них могут быть выполнены следующие инженерные мероприятия:

а) регулирование стока и уровенного режима путем устройства водохранилищ, прудов, сборных и разгрузочных каналов, дамб обвалования;

б) увеличение пропускной способности русла за счет его спрямления, углубления и уширения, расчистки от растительности, обвалов и захламления; ликвидации подпоров, создаваемых искусственными сооружениями, впадающими притоками, перекатами и крутыми поворотами;

в) устранения неравномерности движения воды за счет расширения сужений, устройства выправительных сооружений на плесах;

г) закрепления русла с целью придания ему устойчивости в плане и вертикальной плоскости;

д) снижения уровня воды в водоемах с помощью сбросных сооружений или регулирования стока на водосборе.

Наиболее распространенным мероприятием по регулированию водоприемников является их спрямление, углубление и расширение.

Реки и ручьи протекающие по болоту или переувлажненной минеральной пойме шириной более 300м с коэфициентом более 1,5, заросшие и захламленные, как правило, регулируются решительным спрямлением.

Для обеспечения нормального использования водоприемника в бытовых целях, для водозабора и других нужд, должны быть запроектированы водоподпорные сооружения.

Проектирование водоприемника в плане выполняется с учетом следующих положений:

а) общее направление трассы принимается по возможности параллельным коренным берегам поймы, по наиболее низким элементам рельефа, наиболее глубокой торфянной залежи, без значительных отклонений от направления потока весеннего половодья по пойме;

б) ось отрегулированного русла в плане должна представлять собой систему прямых участков, плавно сопрягаемых кривыми;

в) пересечение водоприемника с существующими и проектируемыми дорогами предусматривается под прямым или близким к прямому углом.

**5.2. Проектирование водоприемника в вертикальной плоскости.**

Глубина водоприемника должна быть минимально необходимой в пределах 2,5 - 3 м для сведения к минимуму отрицательного воздействия осушения на прилегающие территории. При устройстве водоприемника в торфяных грунтах его строительная глубина рассчитывается с учетом осадки поверхности при осушении торфяной залежи и ее сработки в результате сельскохозяйственного использования.

Форма поперечного сечения водоприемника выбирается с учетом свойств грунтов и гидрогеологических условий трассы, в зависимости от этих условий и расходов рекомендуется проектировать следующие формы поперечных сечений: трапециальное, параболическое и комбинированное. В курсовой работе рекомендуется принимать трапецеидальную форму с заложением откосов согласно приложению 4.

Оградительная сеть предназначается для защиты осушаемых земель от затопления и подтопления их поверхностными и грунтовыми водами, поступающими на них с прилегающих водосбросов.

К оградительной сети относятся; нагорные каналы, ловчие каналы, нагорно-ловчие каналы, береговой дренаж.

Нагорные каналы перехватывают поверхностные воды стекающие с водосбора во время снеготаяния и дождей. Ловчие и нагорно-ловчие каналы перехватывают грунтовые и грунтово-напорные воды. В плане нагорные каналы проектируют по границе осушаемой площади. Ловчие каналы прокладываются по местам выклинивания или наиболее высокого стояния грунтовых вод (вблизи подошвы склона).

Глубина оградительных каналов назначается в пределах 1,0м-3,0м в зависимости от геологических, топографических и других условий, с учетом осадки и сработки торфа.

Минимальный уклон оградительных каналов - 0,0003.

Поперечное сечение оградительных каналов принимают в форме неравнобокой трапеции. Заложение внутренних откосов принимается по приложению 4, внешних на 0,5 большим. Площадь поперечного сечения определяется на основании гидравлических расчетов при площади водосбора > 5 км.кв.).

Для гидравлически нерассчитываемых каналов ширина по дну принимается в зависимости от оборудования экскаватора, устраивающего канал:

а) обратная лопата - 0,4 м;

б) драглайн - 0,6 м.

Откосы и дно оградительных каналов при необходимости крепятся. Грунт, вынутый при устройстве оградительных каналов, укладывается только на низовую сторону. Разравнивание кавальеров производится слоем 10 см.

Проводящая сеть (магистральные каналы, коллекторы) связывают регулирующую и оградительную сети с водоприемником.

При осушении болот проводящие каналы, как правило, трассируют по самым глубоким местам залегания торфа - понижениям минерального дна. При осушении минеральных земель - трассы проектируют по наиболее низким элементам рельефа. По возможности трассы каналов совмещают с границами землепользователей и севооборотов, учитывают расположение существующих и запроектированных инженерных коммуникаций (дорог, трубопроводов, мостов и др.), пересечения с которыми должны осуществляться под прямым углом или близким к нему. В поймах рек трассы магистральных каналов должны примерно совпадать с направлением движения весеннего паводка.

При осушении равнинных массивов следует, по возможности, обеспечивать двухсторонний впуск коллекторов и соблюдать прямолинейность и параллельность трасс каналов и коллекторов, сохраняя принимающие и впадающие каналы под прямым или близким к нему углом с закруглением.

Уклоны дна проводящих каналов проектируют с таким расчетом, чтобы скорость течения не уменьшалась от истока к устью.

Уклон дна каналов должен, по возможности, соответствовать уклону поверхности земли и быть не менее 0.0003. Минимально допустимый уклон для без уклонных территорий - 0.0002.

Верхним пределом уклона для незакрепленного канала является максимально допустимый на размыв

(11), где



vдоп - допустимая неразмывающая скорость, м/с (принимается в соответствии с приложением 4);

R - гидравлический радиус поперечного сечения при пропуске максимального расхода, м;

C - коэффициент Шези.

Вертикальное сопряжение проводящей сети осуществляется таким образом, чтобы обеспечить бесподпорное движение воды во всех ее элементах, не допуская паводкового затопления на сроки превышающие расчетные.

Между собой и водоприемниками проводящие каналы сопрягаются в соответствии со следующими требованиями:

- расчетные бытовые уровни воды в гидравлически рассчитываемых каналах должны совпадать - уровень в уровень;

- при впадении гидравлически нерассчитываемого канала в рассчитываемый дно впадающего на 0.1 м ниже расчетного среднемеженного уровня в принимающем;

- для гидравлически нерассчитываемых - дно в дно.

Закрытые коллекторы сопрягают с проводящим каналом, таким образом, чтобы запас между нижней поверхностью коллекторной трубы и бытовым уровнем воды в канале составлял не менее 0.2 - 0.4 м; если канал не рассчитывается и уровень воды в нем не известен, то запас от дна должен быть не менее 0.4 м.

**5.3. Гидравлический расчет открытых каналов.**

В результате гидравлических расчетов должны быть обеспечены условия пропуска расчетных расходов в канале в соответствии с табл. 1.

Предварительные параметры каналов: глубины, уклоны, ширины по низу могут быть получены в результате проектирования каналов и их взаимной увязки в вертикальной плоскости.

Гидравлический расчет открытых водотоков производят в следующих створах:

а) в устье водотока;

б) выше и ниже каждого впадающего канала, расход которого составляет 10% и более от расхода рассчитываемого водотока в данном створе;

в) выше и ниже мест перелома уклонов;

г) на бесприточных участках при увеличении водосбросной площади на 10% по отношению к выше расположенному расчетному створу.

Проектирование и гидравлический расчет открытых проводящих каналов ведется в следующей последовательности:

1) на плане намечается трасса канала в соответствии с выше приведенными рекомендациями;

2) на намеченной на плане трассе на миллиметровой бумаге строится профиль поверхности трассы, на нем показываются все впадающие в канал открытые каналы и закрытые коллектора и отметки их устьев (дна);

3) в соответствии с требованиями сопряжения открытых каналов с открытыми и закрытыми собирателями и исходя из условий пропуска расчетных расходов, устанавливается глубина канала Н (2.0 - 2.5 м); эта глубина канала Н откладывается на построенном профиле;

4) придерживаясь принятых глубин канала, проектируется дно канала, желательно чтобы уклон канала соответствовал уклону поверхности трассы канала.

Гидравлический расчет заключается в определении основных параметров: J - уклон дна; глубины Н; ширины по дну b.

Расчет ведется методом последовательных приближений.

1) в соответствии с принятым уклоном J, назначив ширину по дну (0.4 - 0.6 м) в соответствии с параметрами ковша экскаватора, приняв трапецеидальную форму поперечного сечения и соответствующее для заданных грунтов заложение откосов, для 3 - 4 глубин канала (0.5 м; 1.0 м; 1.5 м; 2.0 м) определяем расходы воды для этих глубин и строим кривую связи Q;

2) проверяем насколько принятые параметры отвечают условиям

пропуска расчетных расходов

H = h + a,

где h - глубина воды в канале при пропуске расчетных расходов, м;

a - запас от бровки канала до расчетного уровня, м; в со ответствии с табл. 1;

3) в случае, если принятые параметры удовлетворяют условиям пропуска расчетных расходов, их оставляют без изменений, если параметры не обеспечивают требуемого запаса\_1 \_0 , то приходится изменять ширину канала по дну, глубину или уклон до получения удовлетворительного результата;

4) для принятых параметров канала определяются максимальные и минимальные скорости воды и сравниваются с допустимыми на размыв и заиление, при скоростях, превышающие допустимые на размыв, подбирается подходящий тип крепления.

Полученные в результате гидравлического расчета уровни воды в канале при пропуске расчетных расходов наносятся на продольные профили и типовые поперечные сечения (Приложе- ние 5).

Гидравлический расчет каналов выполняется по формулам равномерного движения

Q = w⋅v = wC, (12)



где Q - расчетный расход в створе, м.куб./с;

w - площадь живого сечения, м. кв./с;

C - скоростной коэффициент;

R - гидравлический радиус, м;

j- уклон дна канала.

Для трапецеидального русла

w =(b + mh) ⋅ h (13)

R = w/X (14)

X = b + 2h ⋅ (15)



Скоростной коэффициент определяется по формуле Н.Н.Павловского

(19)



а) при 0,1 м < R < 1.0 м у = 1,5



б) при 1.0 м < R < 3.0 м у = 1,3



Коэффициент шероховатости принимается в соответствии с приложением 6.

**6. Проектирование закрытой регулирующей сети.**

**6.1. Порядок проектирования.**

Перед непосредственным проектированием закрытой регулирующей сети в плане необходимо выполнить следующее:

1) установить площади не требующие осушения;

2) определить площади, где необходимо проектировать специальные виды дренажа либо открытую сеть;

3) наметить участки кустарника и мелколесья, которые следует оставить в качестве полезащитных лесополос и природных мероприятий;

4) установить водоразделы и определить, откуда и с какой площади поступает поверхностный сток на осушаемый участок;

5) наметить трассы водоприемника, проводящих и ограждающих каналов, а для польдерных систем - трассы ограждающих дамб;

6) наметить места водохранилищ, прудов, противопожарных водоемов, насосных станций и других сооружений;

7) определить трассы проектируемых и внутрихозяйственных и эксплуатационных дорог;

8) наметить трассы подземных трубопроводов при проектировании осушительно-оросительных систем.

**6.2. Проектирование дренажа в плане.**

Закрытая регулирующая сеть может быть выборочной и систематической. Выборочная сеть проектируется в тех случаях, когда необходимо осушить отдельные понижения с помощью несколько дрен или закрытых собирателей.

Систематической сетью осушается отдельный массив, по которому дрены или закрытые собиратели располагаются на расчетном расстоянии параллельно друг другу.

При уклонах поверхности 0.005 и более систематическую регулирующую сеть следует проектировать перпендикулярно основному потоку поверхностных вод (поперечная схема), располагая под острым углом к горизонталям местности для придания дренам большего уклона, что позволяет избежать большего заглубления устьевой части дрен.

При безуклонной и малоуклонной поверхности осушаемого участка регулирующая сеть может быть расположена как по продольной, так и по поперечной схеме. При реконструкции мелиоративных систем (замене открытой сети на закрытый дренаж), дрены и коллектора должны быть запроектированы таким образом, чтобы было минимальное количество пересечений с ликвидируемыми каналами.

При проектировании дренажной сети необходимо стремиться к двухстороннему впуску дрен в коллектор.

Максимальная длина дрен при уклонах J < 0.005 - 200 м, J > 0.005 - 300 м.

Наименьшая длина - 50 м.

Расстояния между элементами дренажной системы и открытыми каналами, а так же другими сооружениями должны назначаться в соответствии с размерами, указанными в приложении 7.

Длину коллекторов следует принимать не более 500 м.

**6.3. Проектирование дренажа в вертикальной плоскости.**

Глубина заложения дрен и собирателей устанавливается в зависимости от почвенных, топографических и гидрогеологических условий с учетом намечаемого сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель.

Для обеспечения равномерности осушения дрены и собиратели по возможности проектируются одинаковой глубины.

Рекомендуется следующая оптимальная глубина дрен:

а) глины и суглинки, торф ( после осадки и сработки торфа - 1.2 - 1.3 м;

б) пески и супеси 1.1 - 1.2 м.

Минимальные глубины:

а) глины, суглинки, торф - 1.1 м;

б) песок, супесь - 1.0 м.

Наибольшая глубина дрен и собирателей с целью сведения к минимуму отрицательного воздействия осушения на водный режим прилегающей территории не должна превышать 1.4 м.

Уклон дрен и собирателей по возможности проектируется единым по всей длине дрены, близким к естественному уклону поверхности. Оптимальные уклоны дрен - 0.008 - 0.015. Минимальные - 0.003, на безуклонных площадях - 0.002.

Диаметры гидравлически не рассчитываемых дрен принимается конструктивно с таблицей.

Таблица 3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия | Виды дренажа | |
| применения дренажа | Гончарный,  диаметр внутренний | Пластмассовый,  диаметр наружный |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Обычные условия | 50 | 50 |
| 2. Мелкозернистые пылеватые пески, содержание закисного железа в грунтовых водах более 5 мг/л, замкнутые понижения, частки грунтово-напор ного питания, староречья и каналы засыпаемые, первая дрена у дороги без кювета | 75 | 65 |
| 3. Разреженный дренаж | 75 | 65 |

Во избежание закупорки полостей дренажных труб корнями древесно-кустарниковой растительностью, дрены необходимо располагать от лиственных пород не ближе 20 м, а для хвойных - 15 м. При осушении садов дрены прокладываются посередине рядов деревьев.

Сопряжение дрен и собирателей с коллекторами рекомендуется осуществлять под углом 60 - 90, по возможности обеспечивая двусторонний впуск.

**6.4. Защита дренажа от заиления.**

При движении грунтовых вод к дренажным трубам и водоприемным отверстиям дрен происходит сужение фильтрационного потока, увеличение скоростей фильтрации и градиентов фильтрационного напора, в результате чего могут происходить фильтрационные деформации несвязных грунтов в виде выпора через отверстия дрен размером от 2 до 4 мм в полости труб. Частицы грунта при практически встречающихся уклонах дрен откладываются в трубах, уменьшая площадь поперечного сечения, вплоть до полной закупорки труб. В результате заиления полостей дренажных труб, кольматажа водоприемных отверстий дренаж перестает функционировать и дренированные площади становятся непригодными для сельскохозяйственного использования.

Для предупреждения заиления дренажа при его проектировании и строительстве необходимо предусматривать специальные мероприятия, которые заключаются в защите водоприемных отверстий дрен подходящим фильтрующим материалом для конкретных грунтовых и гидрогеологических условий осушаемого участка. Способы защиты и защитные материалы приведены в таблице 3.

Таблица 3.

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристики  грунтов | Рекомендуемые защитно-фильтрующие  материалы и способы их укладки |
| 1 | 2 |
| Глины, тяжелые суглинки и тяжелые супеси. | Стеклохолст типа ВВ-АМ или другой подходящий рулонный материал сплошной полосой поверх труб, ширина полосы 15-17 см. Солома сверху, толщиной 10-20 см в неуплотненном состоянии.  Поверх фильтра присыпка растительным грунтом слоем 20 - 30 см. |
| Супеси и суг- линки, кроме пылеватых. | Стеклохолст или другой подходящий рулонный материал сплошным слоем по всему периметру труб. Поверх филь тра присыпка растительным грунтом слоем 20-30 см. |
| Пылеватые суг- линки, мелкозер нистые пески, плывуны. | Стеклохолст или полиэтиленхолст сплошным слоем по- всему периметру труб. Наружные фильтрующие муфты конструкции БелНИИМиВХ (желательно в плывунах). По верх фильтра присыпка растительным грунтом слоем 20-30 см. Немедленная засыпка траншей на полную глубину траншеи. |
| Средне- и круп- нозернистые пес ки. | Стеклохолст или другой подходящий фильтрующий мате- риал сплошным слоем по всему периметру труб. В суффозионных грунтах с проверкой условий некольматируемости фильтра суффозионными частицами. |
| 1 | 2 |
| Торф низинный плотный ( >0.09 г/см куб.; степень разложения менее 35%). | Стеклохолст или другой фильтрующий материал сплош ной полосой поверх труб, ширина полосы 15-17 см. Присыпка сухим торфом из верхних слоев. Немедленная засыпка траншеи на полную глубину. |
| Торф низинный, малой плотности ( < 0.9 г/ см куб., степень разложения более35%). | Солома, фрезерный торф сверху, слой соломы 10-20 см в неуплотненном состоянии, фрезерного торфа 5-10 см. Присыпка сухим торфом из верхних слоев. Немедленная засыпка траншей на полную глубину. |

При содержании в грунтовых водах осушаемых объектов закисного железа более 3 мг/л должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

а) уклоны дренажных линий должны быть не менее 0.004;

б) защиту стыков дренажных труб производить соломой, льнокострой, опилками.

**6.5. Гидравлические расчеты закрытых коллекторов.**

Цель гидравлических расчетов - определение размеров поперечного сечения (диаметра) коллектора в зависимости от нарастания водосбросной площади.

Расчетные расходы необходимо определить в следующих сечениях: устье коллектора, местах изменения уклонов, при сопряжении коллекторов различных порядков, в местах впусков поверхностных вод из поглащающих устройств.

Расчетный расход дренажных вод в любом створе определяется по формуле:

Q = q ⋅F, где

q - модуль дренажного стока, л/(с га) - задается в зада нии;

F- площадь дренажной системы выше расчетного створа, га.

Гидравлический расчет труб производится по формулам равномерного движения при работе трубы полным сечением при безнапорном режиме

Q = q ⋅F = w ⋅ C ⋅ , где



Q - расход коллектора, л/с;

w - площадь живого сечения коллектора, м кв.;

R - гидравлический радиус, м;

J - уклон коллектора;

C - скоростной коэффициент.

Для облегчения гидравлических расчетов закрытых коллекторов в справочных пособиях приводятся таблицы и графики.

Гидравлический расчет (подбор диаметров коллекторов) от истока к устью ведется в следующей последовательности:

1) в истоке принимается минимальный диаметр равный 5 см или 7.5 см;

2) определение площади, которая может быть обслужена данным диаметром коллектора при запроектированном уклоне



3) для облегчения определения площади, ее определяют по формуле:

, где



- суммарная длина дрен, которая может быть подключе- на к данному коллектору, м;



B- расстояние между дренами, м.

Суммируется длина дрен, начиная сверху, и на плане определяется место изменения диаметра коллектора.

4) для увеличенного диаметра коллектора снова определяется суммарная длина дрен и снова определяется место изменения диаметра. Расчеты выполняются последовательно до устья коллектора.

В приложении 8 приведены таблицы для подбора диаметра коллекторов из керамических труб в зависимости от уклонов коллекторов и расходов.

Результаты гидравлических расчетов сводятся в таблицу 4.

Таблица 4.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр  Д0, см | Уклон  J | Расход  Q, л/с | Скорость  V, м/с | Площадь,  обслужива-емая F, га | Суммарная длина дрен  , м | Местположение  изменения диаметра коллектора, м |

**7. Дороги и сооружения на мелиоративных системах.**

При проектировании мелиоративных систем должны быть предусмотрены дороги для вывоза с полей сельскохозяйственной продукции к местам ее хранения и переработки, для перемещения сельскохозяйственных машин, перегона скота. В зависимости от конкретных условий могут быть запроектированы следующие виды дорог: межхозяйственные, внутрихозяйственные, полевые и эксплуатационные.

При проектировании дорог необходимо учитывать следующие положения:

по возможности совмещать дороги различного назначения; трассировать вдоль границ хозяйств, полей севооборотов, рек-водоприемников и каналов; стремиться к минимальному количеству пересечений трассдорог с реками и каналами; трассы дорог должны проходить по наиболее высоким отметкам и участкам с минимальными глубинами торфа.

При проектировании дорог и переездов должны быть использованы типовые сооружения.

Для нормальной эксплуатации осушенных земель должны быть запроектированы необходимые сооружения: мосты, пешеходные мостики, трубыпереезды, трубы-регуляторы, смотровые и наблюдательные колодцы, дренажные устья, колодцы-поглотители, скотоперегоны и другие.

Строительство сооружений осуществляется по типовым проектам. Гидравлические расчеты сооружений производятся в соответствии с требованиями СНиП.

**8. Мероприятия по охране природы.**

С целью уменьшения отрицательного воздействия мелиоративных мероприятий на окружающую среду, предохранения почв от ветровой о водной эрозии, а вод от загрязнения, сохранения фауны, при проектировании осушительных систем необходимо соблюдать следующие условия:

глубина проводящих каналов не должна превышать 2.7 м, дрен - 1.4 м, коллекторов - 1.7 м, нагорных каналов - 1.3 м, ловчих дрен - 2.0 м;

предусматривать создание водоохранных зон и прибрежных полос вдоль водотоков; не регулировать русла рек без специальных обоснований по ширине поймы до 300 м;

проектировать лесополосы;

осушенные торфяники должны иметь систему надежного противопожарного водоснабжения.

Часовой расход вод для тушения пожаров определяется по формуле:

Q = 160 ⋅ ,



где F - площадь расчетного участка, км кв.;

обычно площадь расчетного участка не превышает 10 км кв.

Источником противопожарного водоснабжения могут служить:

а) водохранилища, пруды, реки, озера, выработанные карьеры, а также специально устраиваемые противопожарные водоемы;

б) осушительные каналы с подпорными сооружениями;

в) при отсутствии поверхностных источников - подземные воды.

**9. Регулирование водного режима осушаемых земель.**

В связи с тем, что атмосферные осадки в течение года выпадают неравномерно, в вегетационный период наблюдается дефицит влаги в почве, что снижает урожай сельскохозяйственных культур. Для восполнения дефицита влаги необходима дополнительная подача воды в корнеобитаемый слой. Наиболее часто увлажнение осушаемых земель в условиях Белоруссии осуществляется методами внутрипочвенного увлажнения или дождевания.

Наиболее экономичным способом увлажнения является осушительно увлажнительная система с увлажнением почв путем инфильтрации воды из каналов и дрен посредством поднятия уровней воды в каналах и создания напора воды в закрытых дренах при шлюзовании. Этот способ применяется на малоуклонных выровненных участках с хорошо фильтрующими грунтами (мелко- и среднезалежные торфяники, подстилаемые песками). При глубинах торфа, превышающих 1.0 м для ускорения цикла увлажнения дополнительно к каналам и дренам эффективен кротовый дренаж, прокладываемый от открытых каналов. На участках со значительными уклонами и сложным рельефом местности могут быть применены для увлажнения дождевальные машины и установки с забором воды из открытых водотоков или скважин. Этот способ значительно дороже первого и применяется для увлажнения высокорентабельных культур.

**Приложение 1.**

Ординаты кривых обеспеченности (модульный коэффициент Кр)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | СV | | | | | | | | | | | |
| P% | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 |
| Сs=Сv | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | 1.24 | 1.49 | 1.75 | 2.03 | 2.31 | 2.59 | 2.87 | 3.15 | 3.45 | 3.78 | - | - |
| 5.0 | 1.17 | 1.34 | 1.52 | 1.70 | 1.90 | 2.10 | 2.31 | 2.52 | 2.76 | 3.04 | - | - |
| 10.0 | 1.13 | 1.26 | 1.39 | 1.53 | 1.68 | 1.83 | 1.99 | 2.16 | 2.35 | 2.57 | - | - |
| 25.0 | 1.06 | 1.13 | 1.19 | 1.26 | 1.33 | 1.41 | 1.47 | 1.52 | 1.58 | 1.62 | - | - |
| 50.0 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.96 | 0.93 | 0.89 | 0.83 | 0.76 | 0.67 | - | - |
| 75.0 | 0.93 | 0.86 | 0.78 | 0.71 | 0.62 | 0.53 | 0.42 | 0.31 | 0.21 | 0.14 | - | - |
| Cs=2Cv | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | 1.248 | 1.522 | 1.825 | 2.156 | 2.511 | 2.890 | 3.289 | 3.712 | 4.150 | 4.605 | - | - |
| 5.0 | 1.170 | 1.350 | 1.540 | 1.736 | 1.938 | 2.146 | 2.358 | 2.568 | 2.782 | 2.996 | - | - |
| 10.0 | 1.130 | 1.264 | 1.399 | 1.536 | 1.670 | 1.804 | 1.938 | 2.064 | 2.788 | 2.303 | - | - |
| 25.0 | 1.065 | 1.126 | 1.183 | 1.232 | 1.277 | 1.312 | 1.343 | 1.368 | 1.378 | 1.386 | - | - |
| 50.0 | 0.977 | 0.986 | 0.970 | 0.948 | 0.918 | 0.886 | 0.846 | 0.800 | 0.748 | 0.693 | - | - |
| 75.0 | 0.931 | 0.858 | 0.784 | 0.708 | 0.634 | 0.556 | 0.489 | 0.416 | 0.352 | 0.288 | - | - |
| Сs=3Сv | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | 1.25 | 1.55 | 1.88 | 2.25 | 2.66 | 3.07 | 3.49 | 3.92 | 4.40 | 4.88 | 5.37 | 5.85 |
| 5.0 | 1.17 | 1.36 | 1.54 | 1.75 | 1.94 | 2.14 | 2.35 | 2.51 | 2.70 | 2.89 | 3.05 | 3.23 |
| 10.0 | 1.14 | 1.26 | 1.39 | 1.52 | 1.63 | 1.76 | 1.87 | 1.97 | 2.06 | 2.15 | 2.24 | 2.31 |
| 25.0 | 1.07 | 1.12 | 1.17 | 1.21 | 1.23 | 1.26 | 1.27 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.27 |
| 50.0 | 0.99 | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.90 | 0.86 | 0.82 | 0.78 | 0.74 | 0.70 | 0.66 | 0.61 |
| 75.0 | 0.93 | 0.86 | 0.79 | 0.72 | 0.65 | 0.58 | 0.52 | 0.47 | 0.41 | 0.36 | 0.31 | 0.27 |
| Сs=4Сv | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | 1.25 | 1.58 | 1.94 | 2.34 | 2.77 | 3.17 | 3.59 | 4.01 | 4.43 | 4.90 | 5.35 | 5.82 |
| 5.0 | 1.17 | 1.36 | 1.55 | 1.75 | 1.93 | 2.11 | 2.28 | 2.45 | 2.60 | 2.77 | 2.92 | 3.07 |
| 10.0 | 1.11 | 1.26 | 1.38 | 1.51 | 1.61 | 1.72 | 1.82 | 1.90 | 2.00 | 2.05 | 2.12 | 2.18 |
| 25.0 | 1.06 | 1.11 | 1.15 | 1.19 | 1.21 | 1.23 | 1.23 | 1.23 | 1.24 | 1.25 | 1.24 | 1.22 |
| 50.0 | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 0.92 | 0.89 | 0.85 | 0.82 | 0.78 | 0.75 | 0.71 | 0.67 | 0.63 |
| 75.0 | 0.93 | 0.86 | 0.79 | 0.72 | 0.66 | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.37 | 0.32 |

**Приложение 2**

Параметры и физико-географические характеристики водоприемников и их водосбросов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название  водопри-  емника | | Авп | | авп | | Адп | | адп | | Аб | | аб | | Ап | | δр | Fзар  в %  от F | | | | α0 |
| 1 | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | 11 | | | | 12 |
| Бресткая область | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Горынь | | 400 | | 1.20 | | 150 | | 1.9 | | 0.6 | | 0.40 | | 10 | | 2.5 | 6.2 | | | | 1.2 |
| 2 | Муховец | | 250 | | 1.05 | | 130 | | 1.7 | | 0.6 | | 0.35 | | 12 | | 2.0 | 12.0 | | | | 3.0 |
| 3 | Ствига | | 400 | | 1.25 | | 150 | | 1.9 | | 0.5 | | 0.40 | | 10 | | 2.2 | 7.7 | | | | 1.5 |
| 4 | Цна | | 410 | | 1.10 | | 130 | | 1.8 | | 0.7 | | 0.35 | | 10 | | 2.1 | 6.2 | | | | 1.0 |
| 5 | Щара | | 370 | | 1.00 | | 125 | | 1.7 | | 0.8 | | 0.30 | | 11 | | 2.4 | 7.0 | | | | 1.7 |
| 6 | Ясельда | | 350 | | 1.00 | | 135 | | 1.8 | | 0.7 | | 0.30 | | 10 | | 2.1 | 8.5 | | | | 2.0 |
| Витебская область | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Дрисса | | 600 | | 0.70 | | 300 | | 1.3 | | 1.1 | | 0.35 | | 14 | | 0.1 | | | 26.2 | | 7.0 |
| 8 | Лучесса | | 650 | | 0.75 | | 175 | | 1.4 | | 1.0 | | 0.40 | | 21 | | 0.15 | | | 24.0 | | 6.5 |
| 9 | Свечанка | | 550 | | 0.85 | | 175 | | 1.2 | | 1.2 | | 0.30 | | 18 | | 0.13 | | | 30.4 | | 7.5 |
| 10 | Свольна | | 600 | | 0.70 | | 350 | | 1.3 | | 1.2 | | 0.35 | | 12 | | 0.13 | | | 28.7 | | 7.0 |
| 11 | Ушача | | 550 | | 0.75 | | 225 | | 1.2 | | 1.1 | | 0.30 | | 19 | | 0.11 | | | 21.8 | | 5.0 |
| 12 | Эсса | | 530 | | 0.85 | | 180 | | 1.2 | | 1.2 | | 0.35 | | 18 | | 0.14 | | | 26.1 | | 6.5 |
| Гомельская область | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Сож | | 370 | | 1.10 | | 100 | | 1.9 | | 0.6 | | 0.45 | | 16 | | 0.10 | | | 8.3 | | 1.5 |
| 14 | Птичь | | 400 | | 1.10 | | 150 | | 1.7 | | 0.7 | | 0.35 | | 14 | | 0.11 | | | 10.7 | | 2.0 |
| 15 | Тремля | | 390 | | 1.10 | | 150 | | 1.7 | | 0.7 | | 0.35 | | 14 | | 0.12 | | | 5.2 | | 1.0 |
| 16 | Уборть | | 400 | | 1.15 | | 150 | | 1.8 | | 0.3 | | 0.40 | | 12 | | 0.13 | | | 7.7 | | 1.5 |
| 17 | Уза | | 400 | | 1.05 | | 100 | | 1.9 | | 0.6 | | 0.45 | | 17 | | 0.14 | | | 13.6 | | 2.5 |
| Гродненская область | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Вилия | | 470 | | 0.90 | | 275 | | 1.6 | | 1.1 | | 0.20 | | 16 | | 0.25 | | | 14.8 | | 3.0 |
| 19 | Россь | | 325 | | 1.00 | | 125 | | 1.4 | | 1.3 | | 0.20 | | 13 | | 0.30 | | | 16.1 | | 3.5 |
| 20 | Щара | | 370 | | 1.00 | | 125 | | 1.4 | | 1.2 | | 0.20 | | 11 | | 0.20 | | | 13.7 | | 2.5 |
| 21 | Уша | | 460 | | 1.10 | | 125 | | 1.5 | | 1.0 | | 0.25 | | 15 | | 0.26 | | | 14.2 | | 3.0 |
| 22 | Уса | | 470 | | 1.10 | | 135 | | 1.5 | | 1.1 | | 0.20 | | 15 | | 0.20 | | | 17.6 | | 3.5 |
| Минская область | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Березина | | 470 | | 1.05 | | 135 | | 1.5 | | 1.0 | | 0.30 | | 14 | | 0.15 | | | 6.1 | | 1.0 |
| 24 | Ислочь | | 420 | | 0.95 | | 200 | | 1.5 | | 1.4 | | 0.20 | | 15 | | 0.18 | | | 8.3 | | 1.5 |
| 25 | Морачь | | 430 | | 1.00 | | 135 | | 1.7 | | 0.8 | | 0.35 | | 13 | | 0.20 | | | 5.4 | | 0.8 |
| 26 | Ореса | | 420 | | 1.10 | | 150 | | 1.7 | | 0.8 | | 0.35 | | 14 | | 0.22 | | | 6.7 | | 1.0 |
| 27 | Эсса | | 530 | | 0.90 | | 180 | | 1.2 | | 1.4 | | 0.30 | | 17 | | 0.21 | | | 3.6 | | 0.5 |
| Могилевская область | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Березина | 520 | | 1.10 | | 150 | | 1.3 | | 1.2 | | 0.35 | | 14 | | 0.15 | | | 4.7 | | 0.8 | |
| 29 | Беседь | 550 | | 1.05 | | 120 | | 1.9 | | 0.6 | | 0.40 | | 25 | | 0.20 | | | 6.1 | | 1.0 | |
| 30 | Друть | 530 | | 1.05 | | 170 | | 1.5 | | 1.0 | | 0.30 | | 18 | | 0.10 | | | 6.8 | | 1.2 | |
| 31 | Проня | 600 | | 1.10 | | 140 | | 1.8 | | 0.9 | | 0.35 | | 23 | | 0.12 | | | 4.2 | | 0.7 | |
| 32 | Реста | 600 | | 1.10 | | 150 | | 1.7 | | 1.0 | | 0.30 | | 22 | | 0.10 | | | 3.1 | | 0.5 | |

**Приложение 4.**

Коэфициент заложения откосов проводящих каналов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Грунты | Глубина русла Н, м | | |
|  | < 1,5 | 1,5 ... 2,5 | > 2,5 |
| Крупные гравелистые пески | 1,25 | 1,50 | 1,75 |
| Мелкие и средние пески, пылеватые супеси | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| Мелкозернистые пылеватые пески | 2,50 | 3,00 | 3,50 |
| Средние и тяжелые глины и суглинки | 1,00 | 1,25 | 1,50 |
| Легкие суглинки, супеси | 1,50 | 1,75 | 2,25 |
| Торф со степенью разложения |  |  |  |
| < 50% | 1,00 | 1,50 | 1,75 |
| >=50% | 1,50 | 1,75 | 2,00 |

Допустимые неразмывающие скорости для незакрепленного русла.

|  |  |
| --- | --- |
| Грунты | Неразмывающие скорости, v доп. м/с |
| Глины | 0,6- 1,0 |
| Суглинки | 0,4 - 0,7 |
| Песок | 0,4 - 0,9 |
| Торф | 0,8 - 1,2 |

**Приложение 6.**

Коэффициент шероховатости проводящих каналов, работающих в нормальных условиях эксплуатации

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | РАСХОД | | | | |
| Характеристика  каналов | | весеннего половодья  и предпосевной | | летне-осеннего  паводка и меженный | |
| Q ≥ 25 м3/с | | | | | |
| в песчаных грунтах | | 0,025 | | 0,028 | |
| в глинистых грунтах | | 0,022 | | 0,026 | |
| в торфяных грунтах | | 0,024 | | 0,030 | |
| в песчано-галечниковых | |  | |  | |
| грунтах | | 0,027 | | 0,028 | |
| Q < 25 м3/с | | | | | |
| в песчаных грунтах | | 0,026 | | 0,032 | |
| в глинистых грунтах | | 0,024 | | 0,029 | |
| в торфяных грунтах | | 0,026 | | 0,033 | |
| в песчано-галечниковых | |  | |  | |
| грунтах | | 0,026 | | 0,032 | |

Коэффициент шероховатости креплений каналов

|  |  |
| --- | --- |
| Тип креплений | Коэффициент |
| Железобетонные сборные плиты и лотки | 0,003...0,015 |
| Бетонная облицовка с грубо отделанной поверхностью, плиты и блоки из пористого бетона | 0,015...0,018 |
| Одерновка, залужение | 0,030...0,035 |
| Пригрузка (наброска) из гравия и щебня | 0,025...0,032 |
| Фашины, хворостяные канаты и плетневые стенки, тюфяки | 0,027...0,034 |
| Крепления из синтетических и стекловолокнистых материалов | 0,012...0,017 |

**Приложение 8**

Таблица для определения площади водосбора (в га) в зависимости от диаметра коллектора, его уклона и модуля дренажного стока

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Диаметр коллектора, мм | | | | | | | | | |
|  | 75 | | | | | | | | | |
| Уклон | Модуль дренажного стока л/с с 1 га | | | | | | | | | |
|  | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | | | |
| 0,0015  0,0020  0,0025  0,0030  0,0035  0,0040  0,0045  0,0050  0,0055  0,0060  0,0065  0,0070  0,0080  0,0090  0,0100 | 1,80  2,04  2,35  2,51  2,81  2,91  3,11  3,25  3,40  3,57  3,67  3,85  4,11  4,32  4,60 | 1,62  1,84  2,11  2,36  2,45  2,62  2,73  2,90  3,00  3,13  3,25  3,40  3,69  3,93  4,13 | 1,47  1,67  1,86  2,05  2,25  2,38  2,62  2,70  2,81  2,90  3,00  3,14  3,36  3,62  3,76 | 1,35  1,53  1,66  1,88  2,04  2,18  2,31  2,42  2,58  2,66  2,75  2,90  3,08  3,30  3,45 | 1,16  1,31  1,46  1,62  1,73  1,87  1,93  2,07  2,16  2,29  2,36  2,46  2,64  2,81  2,95 | 1,01  1,15  1,30  1,41  1,60  1,64  1,72  1,80  1,90  1,98  2,07  2,16  2,31  2,45  2,59 | 0,90  1,02  1,15  1,25  1,36  1,46  1,54  1,62  1,68  1,77  1,85  1,92  2,05  2,16  2,30 | 0,81  0,92  1,01  1,13  1,21  1,31  1,38  1,44  1,54  1,62  1,66  1,75  1,86  1,96  2,07 | | | |
| 0,0015  0,0020  0,0025  0,0030  0,0035  0,0040  0,0045  0,0050  0,0055  0,0060  0,0065  0,0070  0,0080  0,0090  0,0100 | 3,87  4,50  5,07  5,45  5,90  6,26  6,65  7,00  7,39  7,66  8,02  8,30  8,84  9,40  9,93 | 3,48  4,05  4,50  4,90  5,30  5,63  6,01  6,31  6,63  6,90  7,18  7,44  7,96  8,49  8,92 | 3,16  3,68  4,06  4,45  4,77  5,12  5,40  5,69  6,09  6,26  6,53  6,80  7,23  7,70  8,12 | 2,90  3,36  3,80  4,07  4,38  4,70  4.90  5,20  5,40  5,76  5,92  6,18  6,53  7,10  7,43 | 2,49  2,88  3,16  3,50  3,78  4,02  4,23  4,41  4,68  4,92  5,09  5,25  5,68  6,05  6,37 | 2,18  2,52  2,78  3,06  3,30  3,52  3,72  3,90  4,11  4,31  4,45  4,62  4,97  5,30  5,58 | 1,93  2,15  2,50  2,72  2,88  3,12  3,22  3,50  3,61  3,82  3,90  4,12  4,42  4,68  4,96 | 1,74  2,08  2,20  2,20  2,63  2,82  3,00  3,13  3,13  3,45  3,52  3,68  3,98  4,19  4,47 | | |
| 0,0015  0,0020  0,0025  0,0030  0,0035  0,0040  0,0045  0,0050  0,0055  0,0060  0,0065  0,0070  0,0080  0,0090  0,0100 | 6,76  7,86  8,91  9,73  10,45  11,10  11,75  12,31  12,90  13,55  14,15  14,63  15,71  16,70  17,58 | 6,07  7,08  7,90  8,76  9,41  10,00  10,45  11,00  11,60  12,20  12,67  13,10  14,13  15,05  15,80 | 5,52  6,43  7,40  7,98  8,51  9,07  9,68  10,17  10,62  11,10  11,50  11,90  12,85  13,43  14,38 | 5,06  5,90  6,62  7,31  7,78  8,33  8,72  9,21  9,65  10,15  10,50  10,91  11,78  12,45  13,18 | 4,33  5,06  5,63  6,26  6,66  7,13  7,57  7,92  8,32  8,70  9,04  9,40  10,12  10,70  11,28 | 3,80  4,43  4,90  5,48  5,90  6,26  6,64  7,00  7,41  7,61  8,10  8,35  8,86  9,44  9,87 | 3,38  3,93  4,36  4,87  5,12  5,56  5,82  6,10  6,25  6,76  7,00  7,24  7,86  8,31  8,78 | 3,04  3,54  3,96  4,38  4,73  5,00  5,37  5,60  5,92  6,10  6,22  6,62  7,07  7,30  7,90 | |
| 0,0015  0,0020  0,0025  0,0030  0,0035  0,0040  0,0045  0,0050  0,0055  0,0060  0,0065  0,0070  0,0080  0,0090  0,0100 | 11,43  13,13  14,60  16,10  17,35  18,61  19,70  20,68  21,70  22,70  23,62  24,54  26,30  27,68  29,00 | 10,30  11,80  13,10  14,46  15,05  16,70  17,64  18,55  19,50  20,41  21,22  22,10  23,62  24,93  26,10 | 9,70  10,75  12,01  13,15  14,21  15,20  16,02  16,82  17,62  18,53  19,20  20,00  21,45  22,60  23,70 | 8,60  9,83  10,88  12,04  13,01  13,91  14,67  15,50  16,40  17,10  17,80  18,43  19,70  20,78  21,78 | 7,36  8,45  9,46  10,33  11,11  11,91  12,56  13,12  13,98  14,59  15,21  15,80  16,90  17,80  18,65 | 6,45  7,40  8,12  9,06  9,73  10,41  11,00  11,60  12,18  12,73  13,23  13,80  14,80  15,60  16,30 | 5,71  6,57  7,30  8,06  8,67  9,28  9,81  10,32  10,80  11,30  11,80  12,27  13,15  14,06  14,80 | | 5,15  5,92  6,55  7,24  7,83  8,36  8,80  9,36  9,78  10,20  10,61  11,02  11,81  12.21  13,05 | | | |