

2.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторная работа 1. ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

Цель работы – изучить конструкции материального и нематериального дренажа.

Задачи.

1. Изучить конструкции керамических и пластмассовых труб, узлы соединений коллекторов и дрен, соединительных и фасонных деталей.
2. Изучить основные параметры дренажа. Ознакомиться с основными требованиями, предъявляемыми ГОСТом к параметрам дренажных труб.
3. Изучить основные защитно-фильтрующие материалы, применяемые при устройстве дренажа.
4. Изучить конструкцию кротового и щелевого дренажей.

Оборудование и материалы. Керамические и пластмассовые трубы, соединительные и фасонные детали к ним, плакаты, линейки, треугольники, защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ), макет ЭТЦ-202, макет кротователя.

Порядок выполнения. 1. Закрытый дренаж устраивается траншейным (ширина траншеи 50 см), узкотраншейным и бестраншейным способом. Бестраншейный способ наиболее производительный. Он используется при укладке гибких пластмассовых дренажных труб, устройстве кротового и щелевого дренажа.

Керамический дренаж устраивается траншейным способом. Для его устройства применяются трубы длиной 333 мм. Согласно ГОСТу 8411-74 их изготавливают круглыми и многогранными по наружной поверхности с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250 мм (рис.3.1). Регулирующая сеть устраивается из труб диаметром 50, реже 75 мм, закрытая проводящая сеть (коллектора) - из труб больших диаметров (75...250 мм).

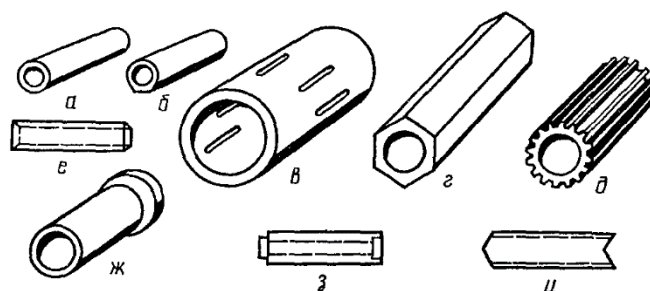


Рис. 3.1. Керамические дренажные трубы:

а, г – цилиндрические и граненые (ГОСТ 8411-74); *б* – с опорной плоскостью; *в* – перфорированные; *д* – рифленые; *е* – с фасками; *ж* – раструбные; *з* - фланцевые; *и* – с фигурным торцом.

Пластмассовые дренажные трубы изготавливают из полиэтилена и поливинилхлорида (рис. 3.2).

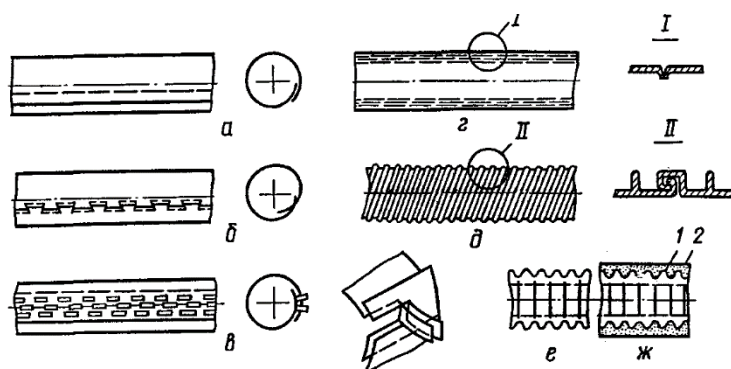


Рис. 3.2. Пластмассовые дренажные трубы:

a – пленочные с упругоподжатым швом; *б* – пленочные со швом «молния»; *в* – пленочные со швом - перфорацией; *г* – пленочные гладкостенные перфорированные; *д* – пленочные спиральновитые из профилированной ленты; *е* – гофрированные без защиты; *ж* – гофрированные, защищенные от заиления; *1* – оплетка; *2* – фильтрующий материал

Наружный диаметр их составляет 50, 63, 75, 90, 110, 125 мм, толщина стенок - от 0,5 до 1,9 мм. Изготавливаются они гофрированными, спиральными или гладкостенными. Гофрированные трубы имеют длину 60...200 м и поставляются в бухтах. Гладкостенные с толщиной стенок до 3...4 мм применяют в основном для устройства коллекторной части дренажной сети. Поставляются в пачках (пакетах). Длина их колеблется от 5 до 12 м.

Достоинства: легкость, технологичность в строительстве, лучшие технико-экономические показатели при их изготовлении и укладке дренажа.

Соединение коллектора с дренажной трубой без фасонных деталей осуществляется двумя способами - впритык или внахлест (рис. 3.3).

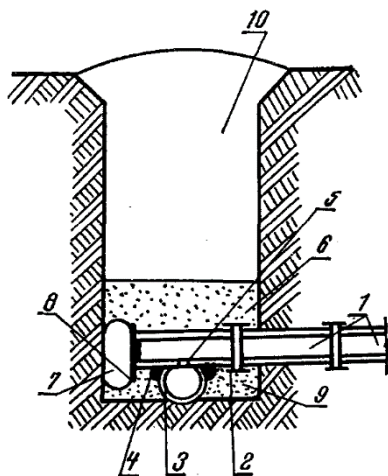


Рис. 3.3. Узел сопряжения дренажной трубы с коллектором:

1 – дренажные трубы; *2* – защитно-фильтрующий материал; *3* – труба коллектора; *4* – обмазка цементным раствором; *5* – отверстие; *6* – присыпка гумусной почвой; *7* – упор; *8* – заглушка; *9* – подсыпка из песчано-гравийной смеси или щебня; *10* – обратная засыпка.

Применение фасонных соединительных деталей сокращает затраты времени (в 2...5 раз), повышает прочность и надежность узловых соединений. Для этого применяются дренажные тройники, пластмассовые втулки и угольники, керамические, фасонные трубы,

соединительные муфты, переходники, заглушки и др.(их конструкции и применимость изучаются студентами на наглядном натурном материале во время занятий).

2. Составить дренажную линию из 5...7 керамических труб (диаметром 50...75 мм) (рис. 3.4) с устройством отдельных соединений (коллектора с дренажной, узла перехода одного диаметра труб на последующий).

3. Замерить основные параметры по дренажной линии согласно рис. 3.4, полученные размеры нанести непосредственно на схему.

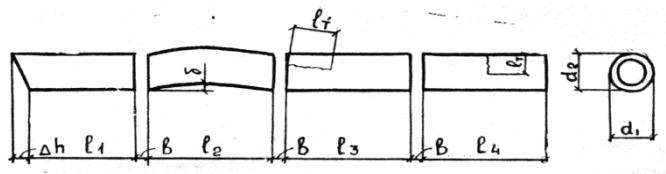


Рис. 3.4. Схема дренажной линии:

$l_1 - l_4$ - длина керамических труб; b - зазор между трубами; b - величина прогиба; d_1, d_2 - взаимно перпендикулярные размеры; l_t - длина трещин; Δh - перпендикулярность торца трубы.

4. Ознакомиться с основными требованиями ГОСТа, предъявляемыми к параметрам дренажа (табл. 3.1), сопоставить с полученными размерами и сделать вывод о пригодности данных труб в мелиоративном строительстве

Таблица 3.1. Технические требования к качеству керамических труб диаметром 50, 75 мм (ГОСТ 8411-74):

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Длина трубы, мм	Овальность трубы, мм	Перпендикул. торцов, мм	Зазор в мм не более	Допустимая длина трещин, мм	
						продольных	поперечных
50 ± 2	11 ± 2	333 ± 10	± 2	± 3	2	80	1/4 окружностей и трубы
75 ± 2	13 ± 2		± 3	± 4	2	80	

5. Для предотвращения механического заиливания дренажей применяют различные защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ) - органические (мох, торф, солома и др.) и минеральные (песчано-гравийные смеси, шлаки, гранулированные отходы химической промышленности, искусственные стеклоткани, стеклохолсты и т.д.). Чтобы ЗФМ обеспечивали надежную работу дренажа, их коэффициент фильтрации должен превышать водопроницаемость песчаных грунтов не менее чем в 5, торфяных - в 10, тяжелых - в 20 раз.

Наиболее широкое применение получили рулонные искусственные ЗФМ (стеклохолсты, стеклоткани). А для пластмассовых труб - нанесение на их поверхность пневмоэкструзионным способом защитной бесшовной фильтрующей оболочки из волокнисто-пористого полиэтилена. Рулонные ЗФМ должны иметь коэффициент фильтрации не менее

20 м/сут, не пропускать частиц грунта размером более 0,05 мм, защищать дренаж от закисных соединений железа при содержании его не менее 3 мг/л и рН 3,5...9,0.

Для гарантированной защиты толщина слоя рулонного ЗФМ должна быть не менее 1 мм, а для коллекторных керамических труб диаметром более 75 мм - не менее 2 мм.

При коэффициенте фильтрации грунта менее 1 м/сут, кроме защиты водоприемных отверстий рулонным ЗФМ, устраиваются объемные фильтры. Это присыпки дрен до глубины 30 см или полная засыпка дренажной траншеи пористым материалом (щебень, гравий, керамзит, древесная щепа и т.п.). Они значительно увеличивают водоприемную способность дренажа.

Во время занятий необходимо ознакомиться на наглядном натурном материале с конструкцией ЗФМ, на собранной дренажной линии произвести защиту труб от заиления одним из ЗФМ.

6. Кротовый дренаж применяют на тяжелых (глинистых) и торфяных почвах в сочетании с керамическим, полиэтиленовым дренажем и открытыми каналами. Кротовые дрены устраиваются длиной 100...200 м с уклоном 0,003...0,005, глубиной 0,5...0,7 м, диаметром 6...8 см.

Щелевой дренаж устраивается на торфяных почвах. Длина щелевых линий до 300 м. Расстояние между ними 20...40 м, глубина - 0,7...0,9 м

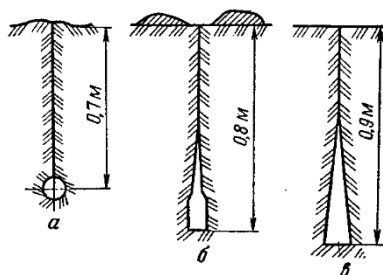


Рис. 3.5. Схемы кротовых (а) и щелевых (б, в) дрен.

Назначение кротового и щелевого дренажей - ускорить отвод избыточных поверхностных и грунтовых вод из корнеобитаемого слоя почвы. Их схема приведена на рис.3.5.

Лабораторная работа 2. ЗАЩИТА ЗАКРЫТОЙ СЕТИ ОТ ЗАИЛЕНИЯ

Цель работы: освоить основные способы защиты труб от заиления и приобрести навыки составления схем регулирующей и проводящей осушительной сети на топографическом плане.

Основные задачи.

1. Изучить основные способы защиты закрытого дренажа от заиления.
2. Составить схему осушения участка земель закрытым дренажом.

Оборудование и материалы: керамические и пластмассовые трубы, соединительные и фасонные детали к ним, линейки, защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ), методическая и справочная литература, план участка земель в горизонталях М 1:2000.

Под заилением закрытой трубчатой сети понимают частичную или полную закупорку полостей труб (минеральными частицами грунта, органическими соединениями, отложениями железистых соединений и минеральных солей, корнями растений), кольматаж стыковых зазоров и водоприемных отверстий в трубах, защитных фильтров и придренной области грунта. В связи с этим различают механическое, химическое и биологическое заиления закрытой сети.

На практике наиболее часто встречается механическое заиление. Основной причиной, вызывающей такое заиление, являются высокие градиенты фильтрационного потока вблизи труб, способствующие выносу мелких частиц грунта в их полость.

1. Для предотвращения механического заиления дрен применяют различные защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ): органические (мох, торф, солома) и минеральные (песчано-гравийные смеси, шлаки, искусственные стеклоткани, стеклохолсты т. д.). Для надежной работы дренажа коэффициент фильтрации ЗФМ должен превышать водопроницаемость песчаных грунтов не менее чем в 5 раз, торфяных – в 10, тяжелых – в 20 раз (табл. 2.1) [1].

Таблица 2.1. **Технические характеристики рулонных защитно-фильтрующих материалов**

Название материала	Марка	Размеры материала в рулоне			Масса, г/м ²	Коэф. филь- трации, м/сут	Проч- ность на разрыв полоски шириной 5 см, Н
		длина, м	ширина, см	толщин а холста, мм			
Стекловолоконный холст	ВВ-АМ	До 200	30 (±1)	0,7 (±0,2)	100	200	120
Полотно нетканое клееное мелиоративное	НКЛМ		15–30 (±1)	0,8	100	50	65
Холст волокнисто-пористый из полиэтилена	ПЭ-холст	20–100	15–30	1–2	200– 300	350	78

Наиболее широкое применение получили рулонные искусственные ЗФМ (стеклохолсты, стеклоткани). Для пластмассовых труб – нанесение на их поверхность пневмоэкрузионным способом защитной бесшовной фильтрующей оболочки из волокнисто-пористого полиэтилена (рис. 2.1) [1, 2]. Рулонные ЗФМ должны иметь коэффициент фильтрации не менее 20 м/сут, не пропускать частиц грунта размером более 0,05 мм, защищать дренаж от закисных соединений железа при содержании его не менее 3 мг/л и рН 3,5–9,0.

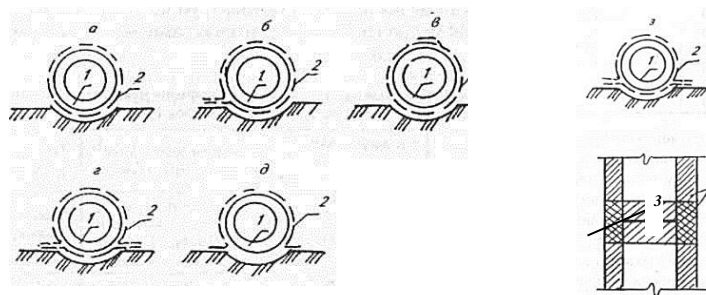


Рис. 2.1. Схемы защиты труб от заиления: 1 – трубы; 2 – рулонный защитно-фильтрующий материал; 3 – объемный фильтр; а, б, в, г, д, з – варианты укладки рулонных защитных материалов; е – применение объемного фильтра

Для гарантированной защиты толщина слоя рулонного ЗФМ должна быть не менее 1 мм, а для коллекторных керамических труб диаметром более 75 мм – не менее 2 мм.

Кроме рулонных ЗФМ для защиты водоприемных отверстий устраиваются *объемные фильтры*. При коэффициенте фильтрации грунта менее 1 м/сут применяют присыпку дрен до глубины 30 см или полную засыпку дренажной траншеи пористым материалом (щебень, гравий, керамзит, древесная щепа, торфокрошка, мох и т. п.). Они значительно увеличивают водоприемную способность дренажа. Толщина защитного фильтра из мха принимается не менее 2–3 см в уплотненном состоянии, а из песчано-гравийной смеси – 6 см и более.

Если на тяжелых почвах предусматривают глубокое рыхление или кротование, толщина объемного фильтра над трубами должна быть такой, чтобы подошва зоны рыхления или кротования не пересекала объемный фильтр.

На закрытых собирателях объемный фильтр рекомендуется выполнять для создания гидравлической связи полости труб с поверхностными водами. Схемы защиты пластмассового дренажа от заиления приведены в табл. 2.2 [1].

Таблица 2.2. Схемы и способы защиты пластмассовой закрытой сети от механического заиления

Грунты, в которые укладываются трубы	Материал фильтра и способ укладки (один из перечисленных)	Варианты укладки рулонных ЗФМ (рис. 2.1)
Глины, суглинки	Стеклохолст ВВ-АМ сплошным слоем вокруг труб	а, б, в, г, д
	Стеклохолст сверху труб (2/3 диаметра)	
	Песчано-гравийная смесь слоем не менее 10 см	
Супеси и пылеватые суглинки	Стеклохолст сплошным слоем вокруг труб	а, б, в, г
	То же плюс присыпка слоем торфокрошки 4–5 см	
	Песчано-гравийная смесь	

	слоем не менее 10 см	
Мелкозернистые и пылеватые пески	Стеклохолст сплошным слоем вокруг труб	<i>a, б, в, г</i>
	То же плюс присыпка слоем торфокрошки 4–5 см	
Плывуны	Стеклохолст в 2–3 слоя и присыпка слоем торфокрошки 4–5 см	<i>a, б, в, г</i>
Средние и крупнозернистые пески	Стеклохолст сплошным слоем вокруг труб	<i>a, б, в, г</i>
	Без фильтров при размерах водоприемных отверстий менее 1,5 мм и наличия в грунте частиц диаметром более 1 мм не менее 40 %	
Торф	Стеклохолст сплошным слоем вокруг труб	<i>a, б, в, г</i>

Во время занятий необходимо ознакомиться на наглядном натурном материале с конструкцией ЗФМ, на собранной дренажной линии произвести защиту труб от заилиения одним из ЗФМ.

2. В состав закрытой осушительной системы входят: постоянная регулирующая сеть – дренаж; временная – кротовый и щелевой дренажи; проводящая и оградительная сеть; водоприемник; дороги и гидротехнические сооружения и т. д.

Основным элементом осушительной закрытой системы является регулирующая сеть. Она включает дрены и коллекторы.

Расположение закрытой осушительной сети на плане является одним из самых ответственных моментов проектирования дренажа и заключается в придании определенного направления дренажным линиям по отношению к рельефу местности.

Проектирование дренажных систем в плане начинается с водоприемника, оградительной и проводящей сети.

Оградительная часть мелиоративной системы (нагорно-ловчие каналы и дрены) проектируется по границе осушаемого участка с учетом направления движения поступающих на участок грунтовых и поверхностных вод [3, 4].

Магистральный канал проектируется, как правило, по самому низкому месту участка. Магистральный канал необходимо устраивать в следующих случаях:

- а) при длине коллектора более 1000 м;
- б) при уклоне поверхности земли менее 0,002 и невозможности дальнейшего заглубления коллекторов;
- в) при больших водосборных площадях и, как следствие этого, больших диаметрах коллекторов (прокладывание коллекторов в две нитки экономически нецелесообразно);
- г) из хозяйственных соображений (устройство водопоев для скота, противопожарные нужды и др.).

Закрытая проводящая сеть (коллекторы разных порядков) обычно проектируется по пониженным частям рельефа. При этом расстояние между коллекторами определяется допустимой длиной дрен и возможностью их двустороннего впадения в коллекторы.

При расположении в плане необходимо соблюдать следующие условия:

- уклоны дна дрен должны находиться в допустимых пределах (0,002–0,02).

Наилучший уклон – 0,006–0,008;

- глубина дрен на всем их протяжении должна как можно меньше отличаться от проектной (+0,2–0,3 м);

- дрены по мере возможности должны проектироваться перпендикулярно или под острым углом к направлению грунтового и поверхностного потоков.

Кроме того, необходимо учитывать и целый ряд других факторов, а именно:

- дрены с коллекторами необходимо стремиться сопрягать под углом 90°. При невозможности обеспечить прямой угол впуск дрен в коллекторы следует осуществлять под углом не менее 60°;

- с целью уменьшения длины проводящей сети нужно стремиться к двустороннему вводу дрен в коллекторы, а коллекторов – в магистральный канал. При этом противолежащие дрены (коллекторы) должны смещаться минимум на 2–5 м относительно друг друга;

- каналы и закрытые коллекторы должны иметь минимальное количество поворотов и пересечений с дорогами и другими сооружениями. Дрены, как правило, проектируются без поворотов;

- следует избегать ввода одиночных дрен в открытые каналы;

- уклон для коллектора желательно проектировать одинаковым по всей длине или же увеличивающимся к устью;

- ловчие закрытые дрены предусматриваются при водосборных площадях менее 10–40 га. Во всех других случаях необходимо проектировать ловчие и нагорные каналы. Располагать их необходимо, как правило, по границам участка перпендикулярно к направлению грунтового и поверхностного потоков;

- при проектировании дрен и коллекторов необходимо располагать их через пониженные точки местности, минуя отдельные возвышенности;

- дрены принято располагать от границы осушаемого участка на расстоянии $E/2$ (E – расстояние между дренами), а верхние концы дрен удалять от всей границы на $E/3$. Расстояния между сходящимися концами дрен принимаются равными $E/3$ – $E/4$, а между такими же перпендикулярными концами и дренами или коллектором – $E/2$. От открытого канала дрены удаляются при глубине канала 1,5 м на E , при глубине 1,6–2,0 м – на $1,5E$ и при глубине 2,1–3,0 м – на $2E$;

- в местах резких поворотов коллектора (менее 120°), а также при сопряжении в одном месте нескольких коллекторов или изменении уклона коллектора устраивают смотровые колодцы (регуляторы).

Итоговое задание.

1. Составить схемы защиты труб от заиления, изученных на наглядном материале, М 1:1.

2. Составить схему осушительной системы при расстоянии между дренами 20 м на плане М 1:5000 (выдается преподавателем).

Лабораторная работа 3. ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ И ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Цель работы – изучить устройство и принцип работы современной дождевальной техники.

Задачи.

1. Ознакомиться с конструкцией и технической характеристикой дождевальных насадок и аппаратов.
2. Изучить принцип их работы.
3. Изучить дождевальные машины и установки и ознакомиться со схемами их расположения на местности.

Оборудование и материалы. Дождевальные насадки и аппараты, дождевальные машины и установки, отдельные детали и узлы дождевальных машин и установок, экспериментальная дождевальная установка с насадками и аппаратами, плакаты с конструкциями, технической характеристикой и схемами расположения дождевальных устройств.

Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее частей, перемещающихся друг относительно друга, называется дождевальной насадкой. Устройства для образования искусственного дождя и распределения его по площади полива, включающие подвижные элементы, называются дождевальными аппаратами и машинами.

Дождевальные устройства подразделяют на короткоструйные (радиус разброса капель дождя до 10 м), средне- (до 40 м) и дальнеструйные (свыше 40 м). По напору воды могут быть низконапорными (до 0,3 МПа), средненапорными (0,3...0,5 МПа) и высоконапорными (0,5...0,6 МПа). По способу перемещения их подразделяют на дождевальные агрегаты, машины и установки.

Дождевальные агрегаты состоят из самоходной опоры и насосного агрегата, смонтированного в комплексе с дождевальным устройством.

Дождевальные машины состоят из самоходных опор, на которых смонтированы дождевальные устройства. Напор для них создает автономная насосная станция.

Дождевальные установки не имеют самоходных опор. Вода к ним подается по напорной трубчатой оросительной сети.

Для создания искусственного дождя применяются дефлекторные (отражательные) и струйные насадки. Наиболее широкое практическое применение получила короткоструйная дождевальная насадка с конусным дефлектором (рис.5.1). Дефлекторные насадки устанавливаются на двухконсольных дождевальных агрегатах ДДА-100 МА, дождевальных машинах "Кубань", а также на установках для полива цветников, газонов, в теплицах. Они создают дождь диаметром капель 0,9...1,1 мм. Основной недостаток – небольшой радиус (6...8 м) охвата площади дождем и большая интенсивность дождя (0,7...1,1 мм/мин). Вода под напором (0,08...0,15 МПа) вытекает с определенной скоростью из отверстия (сопло) и, ударяясь о дефлектор (конус под углом 120°), образует водяную пленку, которая в воздухе распадается на мелкие капли.

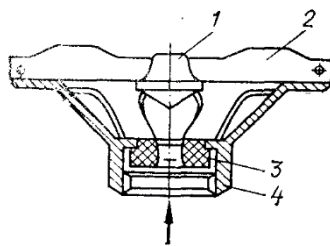


Рис. 5.1. Короткоструйная дефлекторная насадка с конусным распылителем: 1 – дефлектор; 2 – планка; 3 – сменное сопло; 4 – корпус

Струйные насадки используют во всех вращающихся аппаратах дождевальных машин и установок. По конструкции они мало отличаются друг от друга, но существенно различаются по напору и расходу воды, а также принципу вращения и дальности полета струи.

Основные части струйного аппарата: присоединительный патрубок, корпус, ствол сопло, механизм привода вращения (рис.5.2). Вращение ствола аппарата может осуществляться при помощи коромысла, реактивной силы выходящей струи воды или за счет энергии двигателя базовой машины.

В лабораторных условиях студенты изучают конструкцию аппаратов, включают их в работу, изучают принцип работы и характер образования дождя.

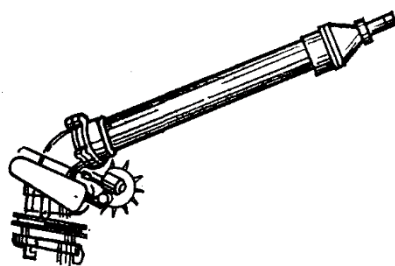


Рис. 5.2. Дальнеструйный дождевальный аппарат: 1 - ствол; 2 - сопло; 3 - механизм привода вращения (гидравлическая турбинка); 4 - присоединительный узел

Современные дождевальные машины и установки в зависимости от типа используемых насадок делятся на три типа: короткоструйные (низконапорные), среднеструйные (средненапорные), дальнеструйные (высоконапорные). К короткоструйным относятся: ДДА-100МА, "Кубань", ДШ-25/300. К среднеструйным - "Фрегат", "Днепр", ДКШ-64, "Ока", ДКН-80, ДШ-10, КИ-50, "Сигма", комплект синхронно-импульсного дождевания КСИД-10. Дальнеструйными дождевальными машинами являются дождеватели дальнеструйные навесные ДДН-100. В практике широко применяются также переносные дальнеструйные дождевальные аппараты типа ДД-15, ДД-30, ДД-50 и ДД-80. По принципу работы они похожи друг на друга и отличаются в основном производительностью, радиусом полета струи, способом перемещения и приводом вращения ствола. Следует иметь в виду, что некоторые дождевальные машины и установки, в зависимости от условия их применимости и назначения, имеют несколько модификаций ("Фрегат") или являются производными от других. К примеру "Ока" (ДКГ-80) и ДКН-80 разработаны на базе ДКШ-64.

Забор воды для орошения дождевальными машинами и установками осуществляется из трубопроводной оросительной сети или открытых каналов. В зависимости от принципа работы, технологии полива и перемещения дождевальных устройств можно выделить две основные схемы расположения оросительной сети и дождевальной техники - при фронтальном ее перемещении (рис. 5.3) и работе по кругу (рис. 5.4).

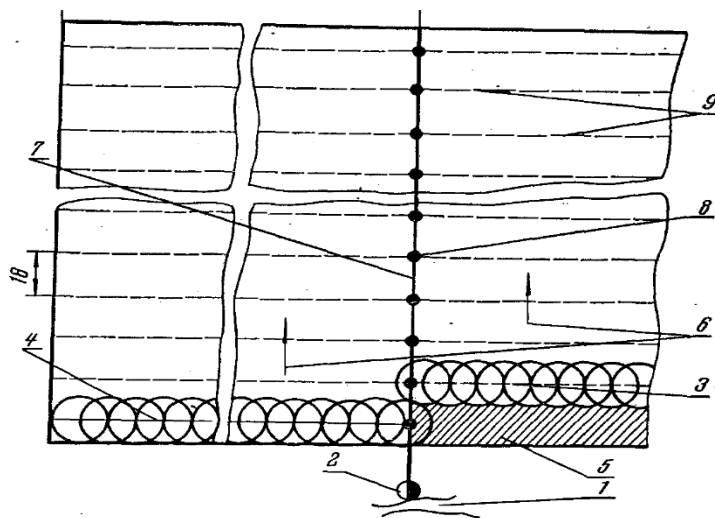


Рис. 5.3. Примерная схема орошения при фронтальном перемещении машин (“Днепр”, “Кубань”, ДДА-100МА, ДКШ-64 и др.): 1 - водопроводящий трубопровод (канал); 2 - гидранты; 3 - позиции дождевальных машин (крыльев) ; 4 - политая площадь; 5 - направление перемещения; 6 - насосная станция; 7 - водоисточник; l - расстояние между позициями; B - длина машины (установки) или ширина ее захвата

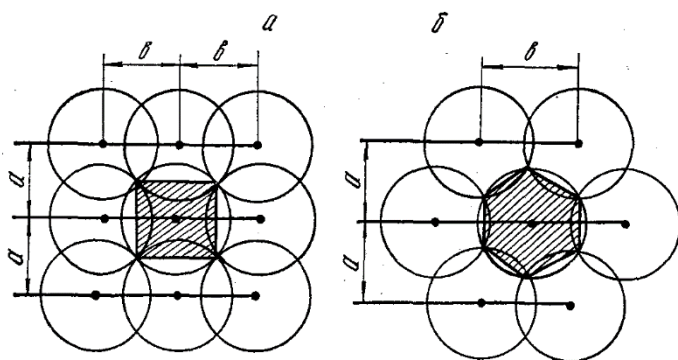


Рис. 5.4. Схемы размещения дождевальных устройств, работающих по кругу (машины типа ДДН, аппараты ДД): a - полив по кругу с размещением позиций по квадрату, b - по треугольнику. Расстояние между позициями (a , b) принимают: при квадратной схеме: $a = b = 1,42R$, треугольной – $a = 1,5R$; $b = 1,73R$,

При выполнении лабораторной работы необходимо выбрать два вида дождевальной техники и определить основные параметры схем их расположения на плане. Вначале необходимо определить техническую применимость поливной техники в зависимости от климатических условий (величины оросительной нормы, скорости ветра); почвенных (скорости впитывания воды в почву и др.); уклонов и рельефа местности, конфигурации участка; высоты растений, поливной нормы и пр.

Лабораторная работа 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ И КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ

Цель работы – освоить методику определения показателей качества искусственного дождя.

Выполнить. 1. Определить слой осадков m , который выпал на площадку до появления луж и поверхностного стока.

2. Установить среднюю крупность капель.

3. Рассчитать среднюю интенсивность дождя i .

4. Определить допустимую интенсивность дождя.

Оборудование и материалы. Экспериментальная установка, оборудованная дождевальными насадками, дождемеры (5 шт.), фильтровальная бумага, мерный цилиндр, линейка, секундомер.

Основными структурными характеристиками искусственного дождя являются интенсивность, диаметр капель и равномерность распределения его по площади. Качественный полив обеспечивается при оптимальной интенсивности и крупности капель, равномерном распределении дождя по орошаемой площади, не вызывающих образования луж, поверхностного стока и разрушения структуры почвы.

Интенсивность выражается слоем дождя, выпадающим на площадь за единицу времени (мм/мин). Различают истинную (за короткий промежуток времени) и среднюю (за время полива всей площади) интенсивность дождя.

Практически удобно пользоваться средней интенсивностью дождя:

$$i_{cp} = \frac{h_{cp}}{t} \quad \text{или} \quad i_{cp} = \frac{60Q}{F}, \quad (6.1)$$

где h_{cp} - средний слой выпавших осадков, мм;

t - продолжительность полива, мин;

Q - расход дождевальной машины, л/с;

F - площадь полива, м².

Фактическую среднюю интенсивность дождя дождевальных устройств и машин, работающих в полевых условиях, можно определить с помощью дождемеров, равномерно расставленных по орошаемой площади. Для этого в зависимости от дождевальной техники на орошаемой площади устанавливаются дождемеры по квадратной, треугольной или радиальной схемам. Дождемеры рекомендуется устанавливать через 1...2 м друг от друга для короткоструйных дождевателей, 2...3 м - для среднеструйных и 3...5 м - для дальнеструйных. Включаются в работу дождеватели и одновременно фиксируется время начала и конца дождевания.

Дождевание прекращается после образования устойчивого объема воды в цилиндрах, а также при появлении поверхностных вод (луж) вблизи дождемеров. В этом отрезке времени происходит безнапорная фильтрация воды в почву.

Слой осадков (h) в дождемерах определяется замером при помощи линейки или вычисляется по формуле

$$h = \frac{10 \cdot V}{\omega}, \text{ мм} \quad (6.2)$$

где V - объем воды в дождемере, см^3 ;

ω - площадь поперечного сечения дождемера, см^2 .

Определяется интенсивность дождя для каждого дождемера: $i = h/t$. Средняя интенсивность дождя, выпавшего на орошаемую площадь, вычисляется как среднее арифметическое значение показаний каждого дождемера.

Крупность капель определяется силой удара их о почву и повреждаемостью растений. Крупные капли разрушают комковатую структуру почвы, снижают ее впитывающую способность, вызывают образование луж, поверхностного стока, увеличивают потери воды на испарение. По А.Н. Костякову диаметр капель должен быть не более 1...2 мм.

Наиболее достоверное значение диаметра капель определяется в полевых и лабораторных условиях с помощью каплеуловителя. Для этого может быть использована обеззоленная фильтровальная бумага, предварительно натертая чернильным порошком. Диаметр капель дождя устанавливается по величине отпечатков капель на фильтровальной бумаге с помощью тарировочной кривой.

Необходимым условием качественного полива дождеванием является равномерность распределения воды по орошаемому полю. Равномерность распределения дождя по орошаемой площади зависит в основном от конструкции дождевального устройства, схемы его работы, почвенно-рельефных условий и ветрового режима. Равномерность распределения дождя характеризуется коэффициентами эффективного ($K_э$), недостаточного ($K_н$) и избыточного ($K_и$) поливов:

$$K_э = \frac{F_э}{F}; \quad K_н = \frac{F_н}{F}; \quad K_и = \frac{F_и}{F}, \quad (6.3)$$

где $F_э$, $F_н$, $F_и$ - соответственно эффективно, недостаточно и избыточно политая площадь;

F - общая, площадь поливаемая дождевальным устройством на одной позиции.

Эффективно политая площадь - это площадь на которую выпадает дождь средней интенсивности с отклонением от нее $\pm 25\%$. Остальная площадь будет недостаточно или избыточно политой.

Полив считается качественным, если $K_э > 0,7$.

Для качественного полива необходимо, чтобы интенсивность дождя $i_{\text{ср}}$ не превышала впитывающей способности почвы. Такая интенсивность, не вызывающая образования луж и поверхностного стока, называется допустимой. Допустимая интенсивность колеблется в довольно широких пределах (0,1...1 мм/мин).

В зависимости от интенсивности дождя и крупности капель поливная норма поливная норма m_b , которая может впитаться в почву до момента образования луж и поверхностного стока, определяется по зависимости:

$$m_b = \frac{P}{\sqrt{i \cdot e^{0,5d}}}, \quad (6.4)$$

где P - показатель безнапорной водопроницаемости почвы при дождевании, мм;

i - интенсивность дождя, мм/мин;

d - средний диаметр капель, мм;

e - основание натурального логарифма.

Порядок выполнения. 1. Равномерно по орошаемой площади лабораторной установки расставляются дождемеры (примерно 0,8 x 0,8 м). Включаются в работу дождевальные насадки. Одновременно фиксируется отсчет времени от начала дождевания до момента образования устойчивых луж воды вблизи всех дождемеров. В этом отрезке времени происходит безнапорная фильтрация воды в почве. Дождевание прекращается. В каждом дождемере определяется слой осадков m , выпавших за время полива t .

2. Крупность капель дождя определяется в процессе полива в зоне каждого дождемера с помощью тарировочной кривой (рис. 6.1).

3. Интенсивность дождя в каждом дождемере определяется по формуле (6.2).

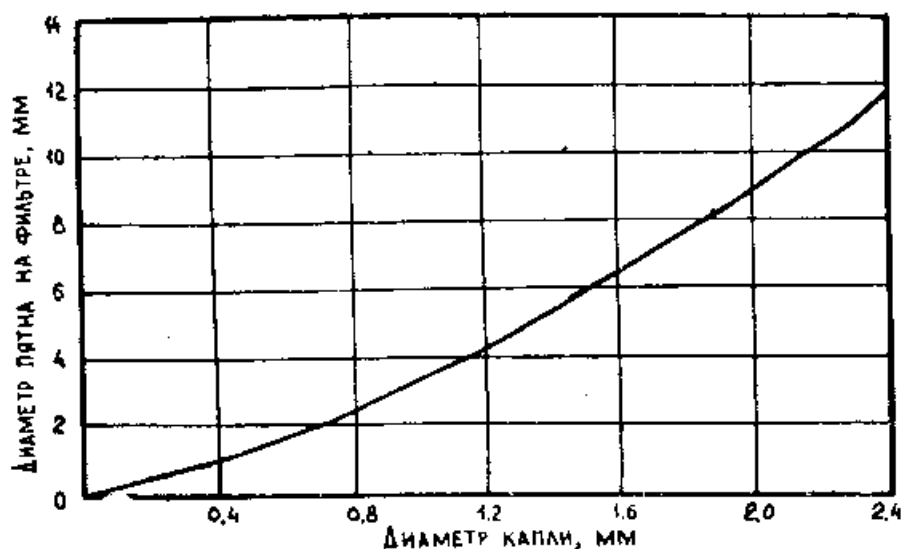


Рис. 6.1. График зависимости диаметра капли воды от диаметра ее пятна на фильтре

Средняя интенсивность дождя, выпавшего на орошаемую площадку, вычисляется как среднее арифметическое значение показаний каждого дождемера.

4. Допустимая интенсивность дождя $i_{доп}$ для требуемой поливной нормы $m_{тр}$ определяется по показателю безнапорной водопроницаемости почвы и диаметру капель d .

Показатель безнапорной водопроницаемости почвы P для каждого дождемера определяется по формуле

$$P = m\sqrt{i \cdot e^{0,5d}} \quad , \text{ мм} \quad (6.5)$$

Рассчитывается приведенный показатель безнапорной водопроницаемости почвы $P_{пр}$:

$$P_{пр} = \frac{P_{ср}}{m_{мр}} \quad , \quad (6.6)$$

где $P_{ср}$ - среднее арифметическое значение показателя безнапорной водопроницаемости всех дождемеров, мм;

$m_{пр}$ – поливная норма, мм.

По графику зависимости $i_{доп}$ от $P_{пр}$ и d (рис. 6.2) устанавливается допустимая интенсивность дождя. Результаты опыта и вычислений сводятся в табл. 6.1.

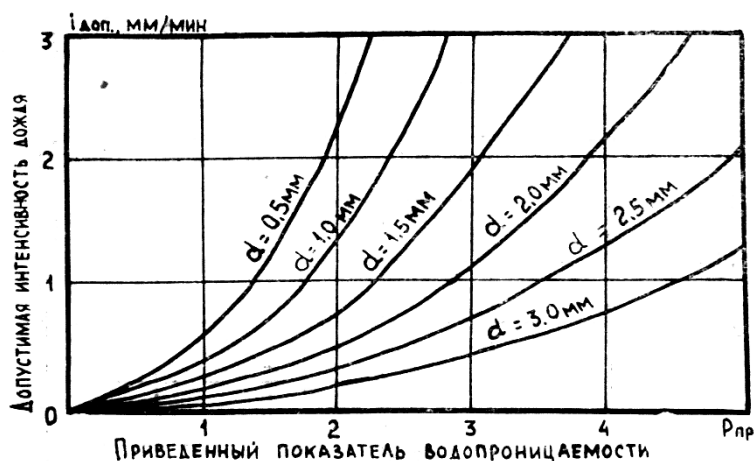


Рис. 6.2. График зависимости интенсивности дождя от приведенного показателя водопроницаемости почвы

Таблица 6.1. Результаты опыта по определению допустимой интенсивности искусственного дождя

Номер дождемера	m, мм	t, мин	d, мм	i, мм/мин	P, мм	$P_{ср}$, мм	$P_{ср}$, мм	$i_{доп}$, мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								

Лабораторная работа 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНИКА ПОЛИВА ОРОШАЕМЫХ КУЛЬТУРНЫХ ПАСТБИЩ

Цель работы – изучить последовательность проектирования орошаемых культурных пастбищ.

Выполнить. 1. Изучить основные схемы организации культурных пастбищ при различной дождевальной технике.

2. Изучить последовательность операций по уходу за пастбищем.

Материалы и оборудование: справочные данные различных марок дождевальной техники.

Порядок выполнения. Орошаемые культурные пастбища размещают вблизи животноводческих ферм на потенциально плодородных почвах, пригодных для создания высокопродуктивных травостоев. К ним относятся пойменные и склоновые земли, низинные луга, болота, суходолы с уклонами до 0,02–0,05. Размещать такие пастбища на переувлажненных землях можно только после их осушения, а на песчаных почвах нецелесообразно. Если пастбища для взрослого поголовья находятся на расстоянии более 2 км от скотных дворов, а для молодняка – более 1 км, их оборудуют летним лагерем [6].

Площадь участка культурного пастбища устанавливают в зависимости от числа голов в стаде (гурте), потребности животных в зеленом корме, урожайности травостоя и т. д. В среднем на площади в 1 га высокопродуктивного орошаемого пастбища в летний период могут содержаться 3–4 коровы. Допустимое число голов в стаде, пасущемся на одном участке, составляет: для коров – 150–200, молодняка крупного рогатого скота – 200–250, телят – 100; овец – до 1000. К получаемой из этого расчета пастбищной площади добавляют 15 % резервной.

Площадь одного участка обычно колеблется в пределах 50–70 га, одного загона – 2–3 га. Организация пастбища на культурных пастбищах строится по принципу: короткий период пастбища (стравливание) – длительный отдых (отрастание травостоя). Широко распространена 12-загонная система. Оптимальное соотношение сторон в загоне 1:2 или 1:3. Лучшие сроки стравливания на минеральных почвах – 2–3 сут, на торфяных – 1 сут. Полный цикл стравливания во всех загонах не должен превышать периода отрастания травостоя, который обычно составляет 22–30 сут.

Загоны ограждают постоянной или переносной изгородью. Скотопрогоны от фермы, внешние границы участка стравливания, площадки для отдыха ограждаются, как правило, постоянной изгородью из бетонных или деревянных столбов. Для сообщения загонов предусматривают скотопрогоны шириной 12–15 м, со стороны скотопрогона в постоянных изгородях делают ворота шириной 6–8 м. Временные изгороди обычно делают электрическими. Если длина загонов более 300–400 м, ворота и прогоны устраивают с обеих сторон загона. На орошаемых пастбищах отводят также площадки для отдыха скота и водопойные пункты, предусматривают запасные (ремонтные) и сенокосные загоны.

Стравливание пастбищного травостоя производят при достижении высоты 15–20 см и прекращают при высоте 4–5 см. Продолжительность пастбищного периода в Республике Беларусь составляет 130–150 дней. Число циклов стравливания определяют как отношение продолжительности пастбищного периода ко времени отрастания травостоя.

Площадь, отгораживаемая электроизгородью в каждом цикле стравливания, определяется с учетом потребности в зеленой массе на 1 гол. в сутки (коровы – 40–75 кг, молодняк старше 1 года – 30–40, молодняк до 1 года – 15–25 кг), количества дней пастбища в одном загоне (2–3 дня), урожайности зеленой массы в конкретном цикле стравливания и коэффициента стравливания (0,8–0,85).

Суточная потребность в воде на одну голову устанавливается исходя из расчета 50–60 л на корову, 30–40 л для молодняка старше года, 15–20 л – до года.

Сроки полива культурного пастбища после очередного стравливания зависят от ботанического состава трав и технологии ухода за пастбищем (подкашивания несъеденных остатков, разравнивания экскрементов животных, внесения удобрений). Для уменьшения

вытаптываемости травостоя рекомендуется проводить полив не ранее чем через 2–4 сут после стравливания, но не позднее 4–6 сут до его начала.

Число загонов определяют как отношение продолжительности пастбищного периода к средней продолжительности стравливания загона в течение одного цикла и к числу циклов стравливания. Размеры загонов назначают в зависимости от параметров дождевального устройства, расстояний между гидрантами и удельной ширины загона, приходящейся на 1 гол. (для коров – 1,5–2,0 м, молодняка старше 1 года – 1,0–1,25, молодняка до 1 года – 0,5–1,0 м).

Полив культурного пастбища можно проводить дождевальными машинами и установками всех типов. Территория пастбищного поля должна быть увязана с границами загонов, скотопрогонов, конструкцией изгороди и ворот, параметрами дождевальных устройств.

Оросительная сеть может быть открытой, закрытой и комбинированной. Наиболее целесообразна закрытая сеть. При необходимости применения комбинированной сети закрытую сеть рекомендуется выносить за границы пастбища. Открытые каналы внутри пастбища необходимо ограждать изгородями.

На рис. 10.1 приведена принципиальная схема полива культурного пастбища агрегатом ДДН-70 от разборной трубчатой сети. На одном разборном трубопроводе можно размещать от 2 до 4 позиций агрегата в зависимости от площади поля, формы и числа загонов.

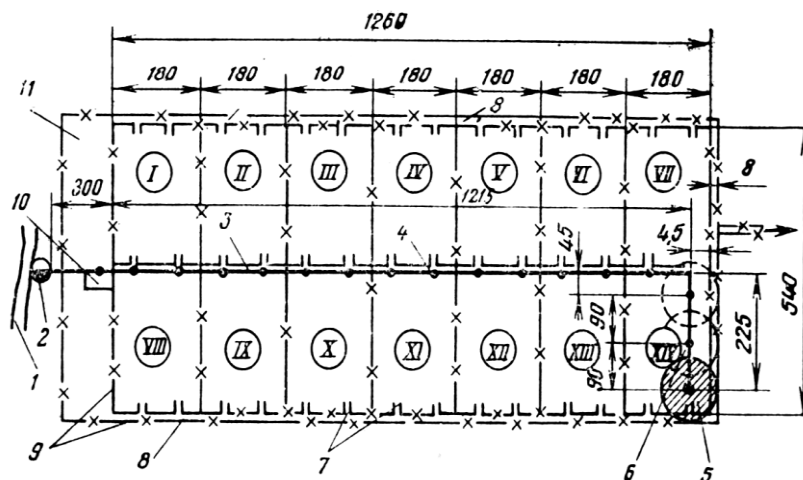


Рис. 10.1. Схема организации пастбища при поливе машиной ДДН-70 от разборной трубчатой сети: 1–водосточник; 2– насосная станция СНП-75/100; 3 – разборный трубопровод РТШ-250; 4– труба-гидрант РТШ-250×180; 5 – площадь полива с одной позиции; 6 – разборный трубопровод РТШ-180; 7 – ворота; 8– скотопрогон; 9–изгородь; 10– площадка для водопоя; 11– площадка для отдыха

Расположение оросительной сети с дождевальной машиной ДКШ-64«Волжанка» (рис. 10.2) производится с таким расчетом, чтобы трубопровод с гидрантами находился посередине участка, а два поливных крыла – по обе стороны трубопровода.

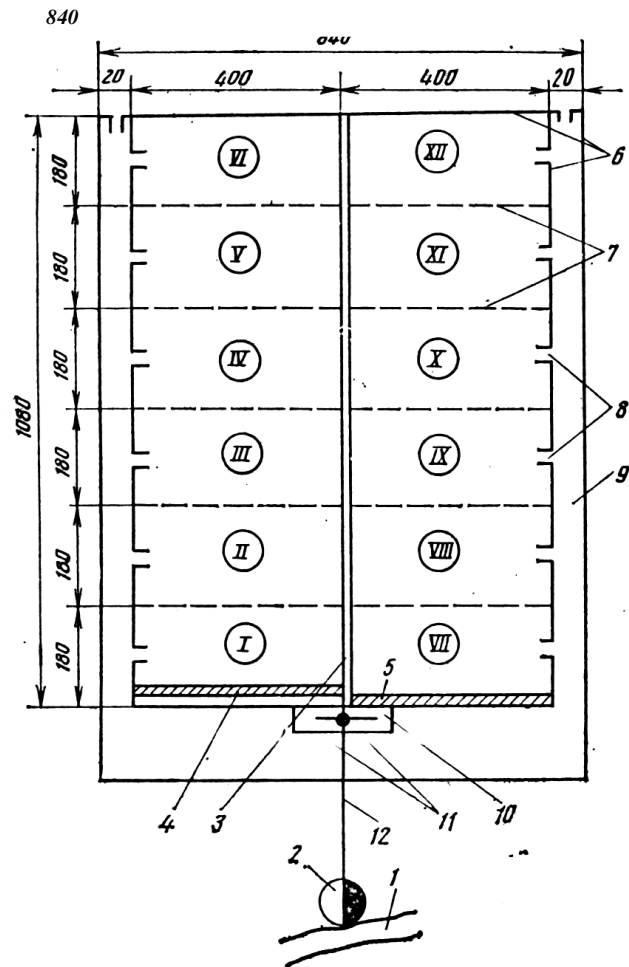


Рис. 10.2. Схема организации пастбища при поливе дождевальными машинами ДКШ-64 «Волжанка»: 1 – источник орошения; 2 – насосная станция; 3 – напорный трубопровод; 4 – первое крыло машины; 5 – второе крыло машины; 6 – постоянная изгородь; 7 – временная изгородь; 8 – ворота; 9 – скотопрогон; 10 – водопойная площадка; 11 – площадка для отдыха; 12 – главный трубопровод

Лабораторная работа 6. ИЗУЧЕНИЕ ВПИТЫВАНИЯ ВОДЫ В ПОЧВУ ПРИ ПОВЕРХНОМ ОРОШЕНИИ

Цель работы – освоить закономерности процесса впитывания воды в почву для проектирования поверхностных поливов.

Задачи.

1. Ознакомиться с процессом впитывания воды в почву.
2. Изучить понятие скорости впитывания воды в почву, ее виды и закономерности.
3. Экспериментально определить скорость впитывания воды в почву и слой впитавшейся воды в зависимости от времени. Исходные данные и оборудование: емкость с почвогрунтом, прибор для определения скорости впитывания, часы, логарифмический график для определения параметра a .

При поверхностном орошении (по бороздам, полосам, чекам) основным механизмом увлажнения является впитывание воды в почву. Этот сложный процесс представляет собой

неустановившееся движение воды в почву под действием гравитационных и капиллярных сил и зависит от большого числа других факторов. Впитывающая способность почвы характеризуется скоростью впитывания, которая определяется количеством воды, впитывающейся в данную почву за единицу времени на единице площади, или слоем впитывающейся воды (h , м) за единицу времени, т. е.

$$K_{\text{ср}} = h / t,$$

где $K_{\text{ср}}$ – средняя скорость впитывания за время t , м/ч. (14.1)

Скорость поглощения (впитывания) воды почвой уменьшается с увеличением глубины промачивания, т. е. скорость впитывания динамична, она непрерывно изменяется во времени (затухает) под воздействием целого ряда факторов. Впитывание воды в почву определяется закономерностью, отличной от установленной для движения воды в грунте с заполненными водой порами (закон Дарси). Из различных предложений для математического выражения закона впитывания воды в почву при расчетах элементов техники поверхностных поливов наибольшее распространение получила эмпирическая зависимость А. Н. Костякова:

$$K_t = \frac{K_i}{t^\alpha}, \quad (14.2)$$

где K_t – скорость впитывания в момент времени t , м/ч;

K_i – скорость впитывания в конце первой единицы времени, м/ч;

α – параметр, характеризующий динамику затухания скорости впитывания (зависит от характера и состояния почвы и изменяется в пределах 0.3–0.8).

$$K_t = \frac{K_1}{t^\alpha}, \quad (14.2)$$

где K_t – скорость впитывания в момент времени t , м/ч;

K_1 – скорость впитывания в конце первой единицы времени, м/ч;

α – параметр, характеризующий динамику затухания скорости впитывания (зависит от характера и состояния почвы и изменяется в пределах 0,3–0,8).

Кривые, построенные в соответствии с формулой (14.2), отражают основную закономерность процесса впитывания и приводятся в литературе [1].

Для почв легкого механического состава кривые относительно пологие, для тяжелого – более крутые. Чем меньше исходная влажность, тем больше начальная скорость впитывания K_1 и параметра α .

В расчетах техники полива применяется средняя скорость K_{cp} за период впитывания поливной нормы t . Для определения K_{cp} необходимо с помощью интегрирования найти заштрихованную площадь:

$$K_{cp} = \frac{1}{t} \int_0^t \frac{K_1}{t^\alpha} dt = \frac{K_1}{1-\alpha} \frac{1}{t^\alpha} \quad (14.3)$$

$$\text{при } t = 1K_1 / (1 - \alpha) = K_0; K_{cp} = K_0 / t^\alpha, \quad (14.4)$$

где K_0 – средняя за первый час скорость впитывания, м/ч.

Для определения параметра α логарифмируется выражение (14.2) скорости впитывания K_t :

$$\lg K_t = \lg K_1 - \alpha \lg t. \quad (14.5)$$

Как видно, зависимость (14.5) является линейным уравнением, в котором функцией и аргументом являются соответственно логарифмы величин K_t и t . При этом параметр α является коэффициентом при аргументе ($\lg t$) и поэтому вычисляется как отношение логарифмов K_t и t по формуле

$$\alpha = \lg K_t / \lg t. \quad (14.6)$$

Для определения параметра α опытным путем используется специальная логарифмическая сетка (плакат), на которую наносят ряд значений K_t и t , полученных в результате опыта. Слой h_t впитавшейся воды за время t определяют по формуле

$$h_t = K_{cp} t. \quad (14.7)$$

Зная величины K_1 и α , задаваясь различными значениями t , можно определить K_{cp} и h_t . Эти формулы достаточно точно отражают процесс впитывания воды в почву в первые 1,5–3 ч. С увеличением продолжительности полива, т. е. по мере приближения к явлению

фильтрации, данные формулы дают несколько большую погрешность. Выполнение работы. Теоретическая часть работы выполняется на основе вышеизложенного и литературы [1].

При выполнении экспериментальной части работы используется прибор для определения скорости впитывания. Он представляет собой бачок емкостью 6 л с водомерным стеклом и двумя трубками (одна служит для выпуска воды из бачка на учетную площадку, вторая – для впуска воздуха). В комплект прибора входят два кольца: первое площадью 400 см² образует учетную площадку, второе площадью 1000 см² предотвращает боковое растекание с учетной площадки.

Эксперимент выполняется следующим образом.

1. Заполняют бачок так, чтобы уровень воды находился на отметке «0» водомерного стекла.

2. Устанавливают кольца в емкость с почвогрунтом с заглублением на 5 см.

3. Площадки (кольца) заливают слоем воды в 3–5 см, тут же переворачивают бачок трубками вниз, вводя в воду подающую трубку и оставляя свободной трубку для впуска воздуха. Открывают вентиль, подавая тем самым воду из бачка на учетную площадку, и включают секундомер или отмечают время по часам в начале впитывания воды в почву.

4. По истечении определенных промежутков времени (0,1; 0,2; 0,3 ч и т. д.) измеряют количество воды, поступившее из прибора в почву на учетную площадку, выражая это скоростью впитывания. Для этого используют следующую формулу:

$$K_t = \frac{0,001\Delta W}{F\Delta t}, \quad (14.8)$$

где ΔW – объем воды, поступившей из бачка за промежуток времени Δt , л;

5. Имея ряд наблюдений (желательно в течение 1,5 ч и более) за скоростью впитывания воды почвой (таблица), строят кривую $K_t = f(t)$. Скорость впитывания в конце первого часа дает значение K_1 .

Результаты по определению скорости впитывания воды в почву (пример)

t , ч	K_t , м/ч	t^α	K_{cp} , м/ч	h_t , м	Примечание
0,1	0,095	0,316	0,190	0,019	
0,2	0,067	0,448	0,134	0,026	$K_1 = 0,030$ м/ч
0,3	0,055	0,548	0,110	0,033	
0,4	0,047	0,633	0,094	0,038	
0,5	0,042	0,707	0,084	0,042	
1,0	0,030	1,000	0,060	0,060	$\alpha = 0,50$
1,5	0,026	1,210	0,051	0,072	
2,0	0,021	1,420	0,042	0,084	$K_0 = 0,060$ м/ч

6. На логарифмическую сетку (плакат) наносят значения K_t и t , усредняют их прямой линией и находят параметр α . 7. Определяют K_0 по формуле (14.4). 8. По формуле (14.7) определяют средний слой впитавшейся воды и строят кривую $h_t = f(t)$. Все результаты опыта

заносят в таблицу. По полученным результатам строят кривые, характеризующие впитывание воды в почву: $Kt = f(t)$; $ht = f(t)$.