

«Орошение дождеванием»

Цели и задачи: научиться правильно выбирать виды дождевания, ознакомиться с дождевальными машинами, агрегатами, установками и элементами техники полива.

План лекции:

1. Виды дождевания.
2. Основные достоинства и недостатки полива дождеванием.
3. Дождевательные системы по действию и конструктивным особенностям.
4. Дождевательные насадки.
5. Дождевательные машины, агрегаты, установки, их классификация.

Список основной литературы:

1. Мустафаев Ж.С., А.Д. Рябцев. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане. - Тараз, 2012. - 306 с.
2. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Сельскохозяйственная мелиорация (учебное пособие). - Караганда, 2016, 294 с.
3. Мелиорация земель. / Под ред. А. И. Голованова. -М.: Лань, 2015. – 832 с.
4. Гидротехнические сельскохозяйственные мелиорации: учебное пособие: практикум: [для студентов вузов] /Н. Н. Дубенок, К. Б. Шумакова; под ред. Н. Н. Дубенка; Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева

Список дополнительной литературы:

5. Кузнецов Е. В., Хаджиди А. Е.Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс для устойчивого развития агроландшафтов: Учебное пособие, 1-е изд. Издательство «Лань», 2018
6. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / Шукурлаев Х.И., Бараев А.А., Маматалиев А.Б., Ташкент, 2012. –300 с.
7. Колганов А.В., Сухой Н.А., Шкура В.Н., Щедрин В.Н.Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, 2016

Дождевание — распыление оросительной воды специальными техническими средствами на мелкие капли, которые в виде дождя а дают на растения и почву, увлажняя их в приземный слой воздуха. Это наиболее механизированный и автоматизированный способ полива.

Преимущества этого способа орошения — высокий уровень механизации и автоматизации процесса полива; возможность проведения поливов на полях со сложным микрорельефом, прямым и обратным уклонами; маневрирование поливными нормами в широком диапазоне — 50-900 м³/га без потерь воды на глубинную фильтрацию; улучшение микроклимата и условий развития корневой системы растений; отсутствие подъема уровня грунтовых вод, что предупреждает засоление и заболачивание орошаемых земель, разрушение структуры почвы.

Дождеванию присущи и недостатки: большие затраты металла на изготовление дождевательных машин, установок и труб (40-120 кг/га), высокая энергоемкость (40-100 кВт·ч на один полив при $m=300$ м³/га), неравномерность полива при ветре, невозможность глубокого увлажнения тяжелых почв, отрицательная реакция отдельных культур семейства пасленовых, винограда и других на этот способ орошения.

Дождевание целесообразно применять в первую очередь на участках с равнинным рельефом, безуклонных и малоуклонных территориях с почвами средней и высокой водопроницаемости для полива овощных, технических и зерновых культур, садов, лугов и культурных пастбищ.

Виды дождевания. По срокам и характеру увлажнения почвы по биологическому воздействию на сельскохозяйственные культуры различают два вида дождевания: обычное и импульсное.

При *обычном дождевании* воду на поля подают в виде дождя со значительным интервалом 5-10 суток для создания оптимальных запасов влаги в активном слое почвы и смягчения микроклимата приземного слоя воздуха. Для этой цели используют дождевальные агрегаты и машины ДДА-100М, ДДА-100МА, ДДН-100, «Фрегат», «Днепр» и др.

При *импульсном дождевании* полив осуществляется ежедневно, обычно в период наиболее высоких температур воздуха, для снижения дефицита его влажности и увлажнения почвы. Аппараты, импульсного дождевания работают отдельными циклами, состоящими из периода накопления воды (40-100 с) и выбрасывания («выстрела») воды в атмосферу (2-3 с).

В последние годы в СНГ и других странах широкое распространение начинает получать приземное и подкрановое дождевание.

При *приземном дождевании*, которое осуществляется переоборудованными дождевальными машинами, устраняется отрицательное влияние ветра. При этом вода разбрызгивается на высоте 1 м от поверхности почвы, что позволяет дождевальной машине работать при скорости ветра до 12 м/с.

Подкрановое дождевание используют в СНГ, США, Нидерландах, Австралии и других странах для полива плодовых насаждений с применением малорасходных дождевальных микронасадок, что повышает урожайность плодовых культур на 20 ... 40%.

Типы дождевальных систем. Элементами дождевальных оросительных систем являются: источник орошения, насосно-силовое оборудование, постоянная сеть каналов и трубопроводов, временная сеть каналов или быстроразборных трубопроводов, стационарные или подвижные дождевальные аппараты и машины.

По действию и конструктивным особенностям дождевальные системы делят на стационарные, полустационарные и передвижные.

В *стационарных системах* все элементы, кроме дождевальных машин и агрегатов, занимают постоянное положение. Такие системы целесообразно делать автоматическими с использованием стационарных дождевальных аппаратов. Управление системой осуществляется программным устройством, находящимся в насосной станции.

В *полустационарных системах* подвижными могут быть распределительные и дождевальные трубопроводы, дождевальные машины и установки. Такой тип систем наиболее распространен.

В *передвижных системах* все элементы в процессе полива перемещаются. Обычно такие системы имеют небольшую площадь (овощные участки, культурные пастбища), где не требуется пропуска больших расходов.

Основным рабочим органом, преобразующим водяной поток в дождевые капли, являются различного типа дождевальные насадки и аппараты.

Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее подвижных частей, называется насадкой, а устройство для образования искусственного дождя и распределения его по площади полива, включающее подвижные элементы, - дождевальным аппаратом. Дождевальные устройства разделяют на короткоструйные (радиус действия до 10 м), среднеструйные (до 50 м) и дальнеструйные (свыше 50 м).

Дождевальные насадки бывают дефлекторными (отражательными) и струйными.

Для создания искусственного дождя чаще всего применяют дефлекторные (отражательные) и струйные насадки. В дефлекторных насадках компактная струя воды, вытекая из отверстия с определенной скоростью, ударяясь о дефлектор или обтекая его, образует тонкую водяную пленку, которая в воздухе распадается на отдельные капли (рис. 28). Дефлекторные насадки называют короткоструйными. Их устанавливают на дождевальных двухконсольных машинах типа ДДА-100М, ДДА-100МА, на дождевальных

установках при поливе цветников, газонов и растений, выращиваемых в теплицах. Достоинства: равномерное распыление воды с допустимым диаметром капель (0,9... 1,1 мм) при небольших напорах (0,08 . . . 0,15 МПа) и затратах энергии. Недостатки: небольшой радиус действия (6 ... 8 м) и высокая интенсивность дождя (0,7. ..1,1 мм/мин).

В струйных насадках вода из отверстия сопла, вытекая с большой скоростью в атмосферу, встречает сопротивление воздуха и постепенно распадается на капли. Чем больше скорость полета струи, тем лучше она дробится на мелкие капли. Так как распад струи на капли дождя начинается на некотором расстоянии от насадки, то для увлажнения почвы вокруг самой насадки применяют дополнительные устройства — распылители, отсекатели или дополнительные вспомогательные насадки.

В зависимости от напора воды и дальности полёта струи различают короткоструйные ($H=0,12-0,25$ МПа, $R=7-20$ м), среднеструйные ($H=0,25-0,4$ МПа, $R=20-35$ м) и дальнеструйные ($H=0,4-1$ МПа, $R=35-100$ м) насадки. Наиболее распространены среднеструйные и дальнеструйные.

Среднеструйные дождевальные насадки по типу привода вращения ствола аппарата разделяют на коромысловые и с активной гидравлической турбинкой. Могут иметь до трех рабочих сопл. Среднеструйные насадки установлены на дождевальных машинах «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», а также импульсных аппаратах «Коломна». Дальнеструйные дождевальные насадки по механизму вращения ствола разделяют на коромысловые (тип ДА), с активной гидравлической турбинкой (тип ДД), реактивные, вакуумные, с приводом от другого источника энергии (тип ДДН). Насадки типа ДД и ДА устанавливают на вертикальных стояках высотой не менее 1,5 м, после окончания поливного сезона их снимают. Качество дождя, создаваемого различными насадками, характеризуют такие параметры, как интенсивность, диаметр капель, а также сила их удара о почву и растение. Чем меньше интенсивность дождя и диаметр капель, тем меньше разрушается почва и тем лучше впитывается вода в почву. Наибольшей силой удара обладают капли дальнеструйных насадок.

В зависимости от способа перемещения и создания необходимого напора воды различают: дождевальные агрегаты, машины, установки.

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

Дождевальные машины включают самоходную опору (или несколько опор), на которую навешивают дождевальное устройство.

Дождевальные установки представляют собой дождевальные устройства без самоходных опор

Дождевальные устройства по принципу работы от ор. сети: закрытая, открытая

Дождевальные устройства по принципу проведения полива

- непрерывное дождевание на позиции
- прерывистое дождевание на позиции
- полив в движении

Дождевальные устройства по создаваемому напору разделяют

- низконапорные - до 30 м
- высоконапорные- больше 30 м

Дождевальные устройства в зависимости от типа используемых насадок разделяют на короткоструйные (радиус действия до 10 м), среднеструйные (до 50 м) и дальнеструйные (свыше 50 м).

Отличаются они как конструкцией и техническими особенностями дождевальных насадок, так и структурой и качеством дождя, радиусом действия, напором и расходом воды и производительностью труда.

| Марка | Расход воды, л/с | Давление, МПа | Интенсивность дождя, мм/мин | Допустимые уклоны | Способ дождевания | Способ забора воды | Ширина захвата дождя, м | Сезонная производительность, га |
|-----------------|------------------|---------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Короткоструйные | | | | | | | | |
| ДДА-100М | 100 | 0,23-0,30 | 2,4-3 | 0,005 | В движении | Из канала | 120 | 120 |
| ДДА-100МА | 130 | 0,37 | 2,5 | 0,005 | В движении | Из канала | 120 | 140 |
| «Кубань» | 170 | 0,58 | 0,35 | 0,001 | В движении | Из канала | 786,4 | 160 |
| Среднеструйные | | | | | | | | |
| «Фрегат» | 58-100 | 0,50-0,65 | 0,2-0,3 | | В движении | Из трубопровода | До 572 | 60-160 |
| «Днепр» | 120 | 0,45 | 0,3 | 0,02 | Позиционный | Из трубопровода | 448 | 140 |
| «Волжанка» | До 64 | 0,35-0,40 | 0,25-0,30 | 0,02 | Позиционный | Из трубопровода | 800 | 70 |
| «Радуга» | 47 | 0,45 | 0,27 | Любые | Позиционный | Из трубопровода | 565 | 50 |
| «Сигма» | 39,2 | 0,73 | 0,23 | Любые | Позиционный | Из трубопровода | 565 | 50 |
| ДШ-25/300 | 26-30 | 0,50 | 0,17 | Любые | Позиционный | Из трубопровода | 300 | 25 |
| Дальнеструйные | | | | | | | | |
| ДЦН-70 | 65 | 0,50-0,55 | 0,41 | – | Позиционный | Из канала | R=70 | 70 |
| ДЦН-100 | 100 | 0,85 | 0,3-0,45 | – | Позиционный | Из канала | R=85 | 100 |
| ДД-30 | 30 | 0,50-0,70 | 0,11-0,12 | Любые | Позиционный | Из трубопровода | R=40-60 | – |
| ДД-50 | 38-55 | 0,50-0,70 | 0,11-0,12 | Любые | Позиционный | Из трубопровода | R=44-56 | – |
| ДД-80 | 55-85 | 0,50-0,70 | 0,11-0,12 | Любые | Позиционный | Из трубопровода | R=58-60 | – |

Короткоструйные дождевательные машины. К этой группе относятся следующие дождевательные машины и установки: ДДА-100М, ДДА-100МА, «Кубань» и ДШ-25/300 «Тимирязевец». Основным их недостатком является большая интенсивность создаваемого дождя.

Электрическая дождевательная машина «Кубань» фронтального действия (ЭДМФ) с забором воды из открытого канала предназначена для полива дождеванием зерновых, овощебахчевых, технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ, а также других культур, включая высокостебельные (высота стебля не более 2,5 м). Оборудована электрической системой автоматического управления и защиты.

Дождевательная машина «Кубань-Л» представляет собой движущийся фронтально водопроводящий трубопровод, состоящий из двух дождевательных крыльев, опирающихся на 16 опорных тележек, и силового агрегата, установленного на раме и подвешенного к центральной балке и центральным опорным тележкам.

Здесь показана оросительная сеть на шестипольном севооборотном участке при поливе ЭДМФ «Кубань-Л»: 1 – водовыпуск; 2 – вододелитель; 3 – трубчатый переезд; 4 – лесополосы; 1-6 – № поля и площадь брутто, га; 6 – ЭДМФ «Кубань-Л»; 7 – концевой сброс; 8 – дорога; МК – магистральный канал; 1-К – севооборотный канал; 1-К1-1-К3 – участковые каналы; СК-1 – сбросный канал

Среднеструйные дождевательные машины и установки. К этой группе относятся дождевательные машины «Фрегат», «Днепр», «Волжанка», ирригационные комплекты КИ-50 «Радуга», Z-50Д «Сигма», комплект синхронно-импульсного дождевания КСИД-10.

Многоопорная автоматизированная дождевательная машина «Фрегат» предназначена для полива зерновых, овощных и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ при уклоне до 0,05. Машина кругового действия с гидроприводом «Фрегат», состоит из неподвижной опоры, многоопорного водопроводящего пояса с дождевательными насадками или аппаратами, имеет системы синхронизации и защиты от поломки. На трубопроводе расположено 38-50 среднеструйных дождевательных аппаратов. Конструктивная длина трубопровода изменяется в зависимости от числа опор, количество которых может быть от 7 до 20. На трубопроводе имеется концевой дальнеструйный аппарат секторного действия с радиусом полива 35-40 м. Полив осуществляется при движении машины по кругу. Воду берут от гидрантов закрытой сети или из скважин. Машина к гидранту присоединяется при

помощи стояка неподвижной опоры. Здесь показана ДМ «Фрегат-Н». Общий вид искусственного дождя

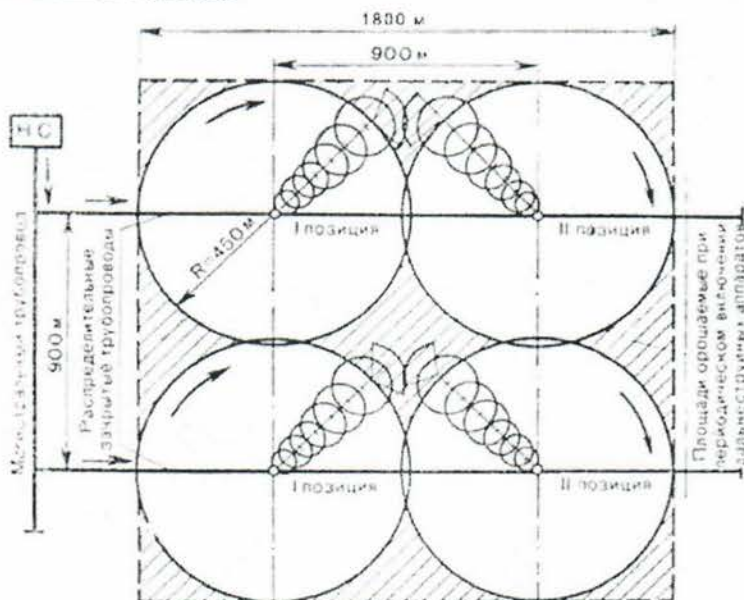


Схема работы при поливе дождевальными машинами «Фрегат»

Дальнеструйные дождевальные машины. К этой группе относятся дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-100, предназначенные для полива овощных, зерновых и технических культур, лугов, пастбищ, садов и лесопитомников.

Дальнеструйный дождеватель навесной ДДН-70 состоит из следующих основных узлов: дальнеструйный дождевальный аппарат с механизмом вращения ствола, центробежный насос, водомер, всасывающая линия, гидроподкормщик. Все эти узлы монтируют на сварной раме, которую навешивают на трактор. Расход машины 65 л/с, напор 50-55 м, радиус действия 70 м. Водозабор осуществляется из временных оросителей или от гидрантов закрытой сети с применением оборудования бесканального питания. Имеет сменные сопла диаметром 30-55 мм. Струя воды у ДДН-70 чувствительна к ветру. При скорости ветра до 1,5 м/с полив ведут по кругу, а при скорости ветра 1,5-5,5 м/с - по сектору. Расстояние между временными оросителями или трубопроводами 100 м. Площадь полива за 1 ч работы при $t = 300$ м 3 /га составляет 0,5 га, за смену - 5 га, а за сезон - 60-70 га. Обслуживающий персонал - 1 человек.

Установление оптимального сочетания структуры искусственного дождя и технологии его подачи с основными характеристиками орошаемого поля (почвы, рельеф, культура, метеорологические данные, гидрогеологические условия) обуславливают элементы техники полива дождеванием. При расчёте полива дождеванием определяют интенсивность искусственного дождя, продолжительность полива, производительность дождевальных устройств и их необходимое количество. Интенсивность искусственного дождя - это слой осадков в миллиметрах, создаваемый дождевальным устройством в течение 1 минуты.

При подборе дождевальной техники в соответствии с впитывающей способностью почвы обычно используют среднюю интенсивность, которую определяют в общем случае по зависимости:

$$P_{cp} = h_{cp} / t; h_{cp} = 60 \cdot Q \cdot t / F; P_{cp} = 60 \cdot Q \cdot t / F$$

где h_{cp} - средний слой осадков, выпавших на определённой площади F , мм; t - продолжительность выпадения осадков, мин; Q -расход дождевального устройства, л/с.

В зависимости от технологии дождевания и конструктивных особенностей дождевальных устройств выбирают различные формулы для определения средней интенсивности дождя.

Для дождевальных устройств, работающих позиционно (КИ-50, «Радуга», «Волжанка», «Днепр»):

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q}{F} = \frac{60 \cdot Q}{l \cdot b},$$

где l и b — длина и ширина полосы увлажнения с одной позиции с учётом перекрытия дождём со смежных позиций, м.

Для дождевальных машин со струйными вращающимися насадками (ДДН-70, ДДН-100)

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q \cdot \mu}{\pi \cdot R^2},$$

где μ — коэффициент, учитывающий перекрытие дождём со смежных позиций (при поливе по квадратам $\mu = 1,57$, а при поливе по треугольнику — 1,2); R — радиус действия насадки, м.

Для дождевальных машин, работающих в движении (ДДА, «Кубань», «Фрегат»)

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q}{l \cdot (b + S)},$$

где l и b — длина и ширина полосы увлажнения при стационарном положении агрегата с учётом перекрытия со смежных позиций, м; S — путь агрегата за 1 мин, м.

Среднюю интенсивность дождя сравнивают со скоростью впитывания воды в почву. При этом должно соблюдаться следующее условие:

$$p_{cp} < K_{min}$$

Продолжительность полива для дождевальных устройств, работающих позиционно (мин):

$$t_{min} = \frac{m}{10 \cdot p_{cp}},$$

где m — поливная норма, м³/га; p_{cp} — средняя интенсивность дождя, мм/мин.

Для дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100:

$$t_{min} = \frac{m}{P_{cp}},$$

Для дождевальных машин ДДА-100М и ДДА-100МА, работающих в движении, вначале определяют количество проходов агрегата вдоль оросителя или его участка (бьефа):

$$n = \frac{m}{h},$$

где m — поливная норма, мм; h — слой воды, вылитый за один проход, мм.

Полученное значение округляют до целого нечётного числа, чтобы к моменту окончания полива на одном бьефе агрегат находился у границы следующего бьефа.

Слой воды за один проход:

$$h = p_{cp} \cdot t; \quad t = \frac{l_0}{V},$$

где t — продолжительность работы агрегата на одном бьефе, ч; l_0 — длина бьефа, м; V — скорость движения агрегата по бьефу во время полива, м/ч.

Длину бьефа определяют по зависимости:

$$l_0 = \frac{h - h_{min} - h_{dam}}{i},$$

где h — полная (строительная) глубина временного оросителя (0,9–1,1 м); h_{min} — минимально допустимая глубина воды в оросителе (0,3 м); h_{dam} — превышение дамбы оросителя над уровнем воды в нём (0,10–0,15 м); i — уклон дна оросителя (0,001–0,002).

Для дождевальных машин, работающих в движении по кругу, продолжительность работы на одной позиции:

$$t_{min} = \frac{F_{пол} \cdot m}{10 \cdot 60 \cdot Q \cdot \beta},$$

где $F_{пол}$ — площадь, увлажняемая с одной позиции, м²; m — поливная норма, м³/га; Q — расход дождевальной машины, л/с; β — коэффициент полезного использования времени за период полива.

Производительность (часовую, сменную и суточную) дождевальных устройств (в га) вычисляют по формуле:

$$\omega = \frac{3,6 \cdot Q \cdot t \cdot \beta}{m \cdot K_n},$$

где Q — расход дождевального устройства, л/с; t — продолжительность работы за час, смену или сутки, ч; β — коэффициент полезного использования времени для полива за час, смену или сутки (0,82–0,87); m — поливная норма, м³/га; K_n — коэффициент, характеризующий испарение поливной воды при поливе (1,1–1,3).

Сезонная производительность:

$$\omega_{\text{сез}} = \frac{86,4 \cdot Q \cdot T \cdot c \cdot \beta_{\text{сез}}}{M_{\text{ср.сез}}^{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}$$

где T -продолжительность поливного периода, сут; c -доля часов работы на поливе за сутки, $c=1/24$ (n -число часов работы за сутки); $\beta_{\text{сез}}$ -сезонный коэффициент использования времени на поливе; $M_{\text{ср.сез}}^{\text{н}}$ -средневзвешенная оросительная норма нетто, м³/га.

Количество дождевальных устройств для полива:

$$N = \frac{q_{\text{max}} \cdot F_{\text{оп}}^{\text{н}}}{\beta_{\text{сез}} \cdot c \cdot Q}$$

где q_{max} -расчётный максимальный гидромодуль, л/с·га; $F_{\text{оп}}^{\text{н}}$ -площадь орошения участка, га.

Если расчётная ордината гидромодуля неизвестна, то

$$N = \frac{F_{\text{оп}}^{\text{н}}}{\omega_{\text{сез}}}$$

Число необходимых дождевальных устройств округляют до целого в большую сторону.

В настоящее время дождевальные машины барабанного типа (полив дождеванием) стали для многих мелких и средних хозяйств идеальной техникой для орошения и полива. Это мобильные агрегаты, которые имеют в своем составе различные насадки и которые могут работать с неочищенной водой.

Контрольные вопросы:

1. Виды дождевания.
2. Основные достоинства и недостатки полива дождеванием.
3. На какие виды делят дождевальные системы по действию и конструктивным особенностям?
4. Дождевальные насадки.
5. Дождевальные машины, агрегаты, установки, их классификация.

Эксперт

Проректор по НРиМС



А.Козыкеева

Е.Исламов