

Открытый
семинар



NASEC

Национальный аграрный
научно-образовательный центр



Agrodamu

Управление Агро-Даму

Современные ресурсосберегающие способы орошения

По направлению «Внедрение водосберегающих технологий»

ОРОШЕНИЕ ДОЖДЕВАНИЕМ

Козыкеева Алия Тобажановна
д.т.н., профессор

Жамбылская область, Байзакский район
КГКП «Байзакский колледж №3» (теоретическая часть)
КЗ «Агали» (практическая часть)

23 июня 2021
9:00

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

- 1. Основные принципы и виды дождевания**
- 2. Типы дождевальных систем**
- 3. Дождевальные насадки**
- 4. Дождевальные машины**
- 5. Расчёт полива дождеванием**



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

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



ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ❖ 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.



НЕДОСТАТКИ:

- ❖ большие затраты металла на изготовление дождевальных 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 др. на этот способ орошения.



ВИДЫ ДОЖДЕВАНИЯ

**По срокам и характеру увлажнения почвы
по биологическому воздействию
на сельскохозяйственные культуры**

обычное

импульсное

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.



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



РАЗНОВИДНОСТИ ДОЖДЕВАНИЯ:



Дождевание ротатором – полив средними поливными нормами и средней интенсивностью дождя



Статическое дождевание – полив большими поливными нормами и большей интенсивностью дождя



Микродождевание - мелкодисперсный полив

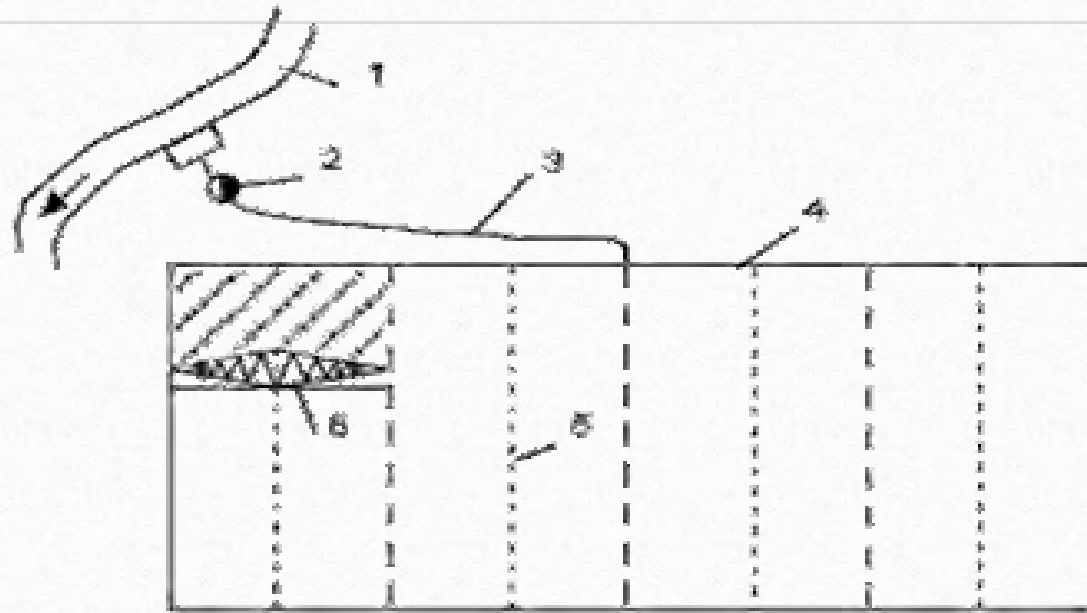


Импульсное дождевание – полив малыми поливными нормами и с небольшой интенсивностью дождя культур.



Роторное дождевание – полив небольшими поливными нормами и с небольшой интенсивностью дождя

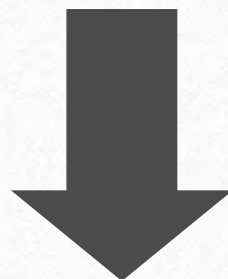
Элементами дождевальных оросительных систем являются: источник орошения, насосно-силовое оборудование, постоянная сеть каналов и трубопроводов, временная сеть каналов или быстроразборных трубопроводов, стационарные или подвижные дождевальные аппараты и машины.



Дождевальная оросительная система:

1-источник орошения; 2-насосно-силовое оборудование; 3- хозяйственный распределитель; 4-участковый распределитель; 5-временный ороситель; 6-дождевальная машина

**По действию и конструктивным особенностям
дождевальные системы**



стационарные

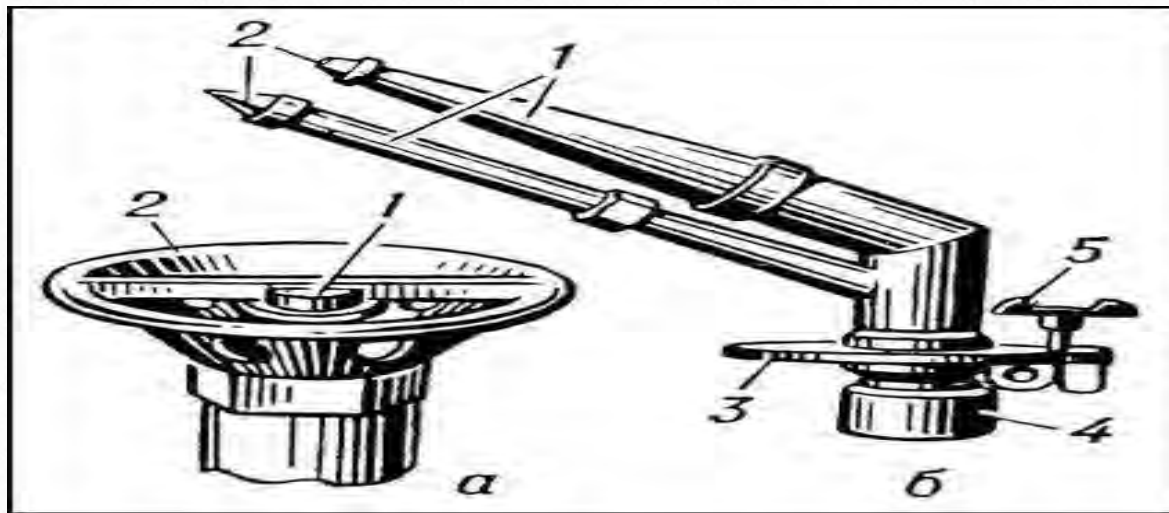
полустационарные

передвижные

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**.

Дождевательные насадки бывают дефлекторными (отражательными) и струйными.



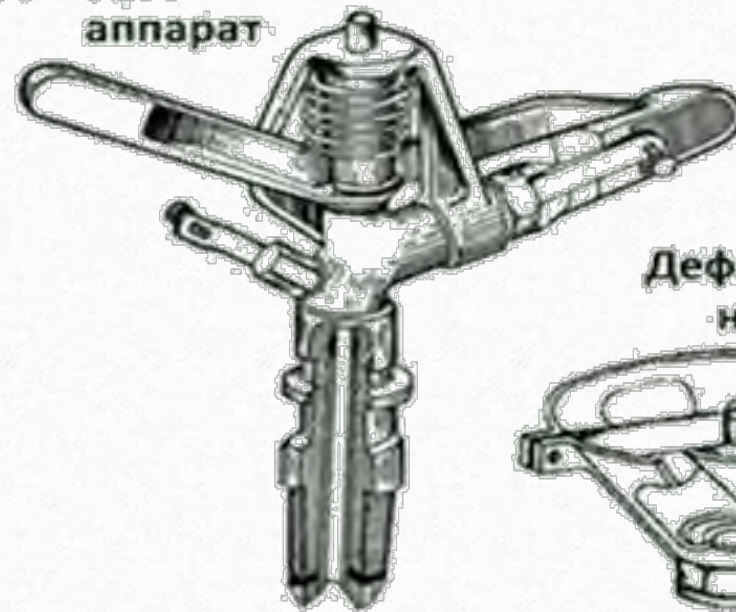
а — короткоструйная дефлекторная насадка (1 — дефлектор; 2 — воронка); б — дальнеструйный дождевательный аппарат (1 — стволы; 2 — сопла; 3 — вращающаяся опора; 4 — трубопровод; 5 — крыльчатка).

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.

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).

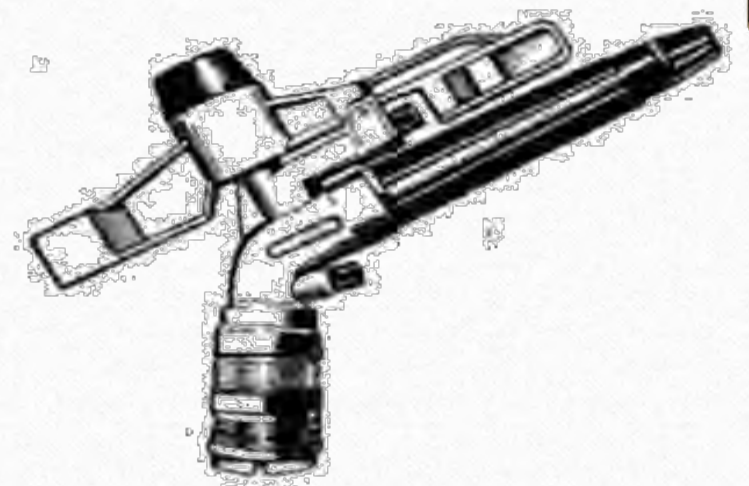
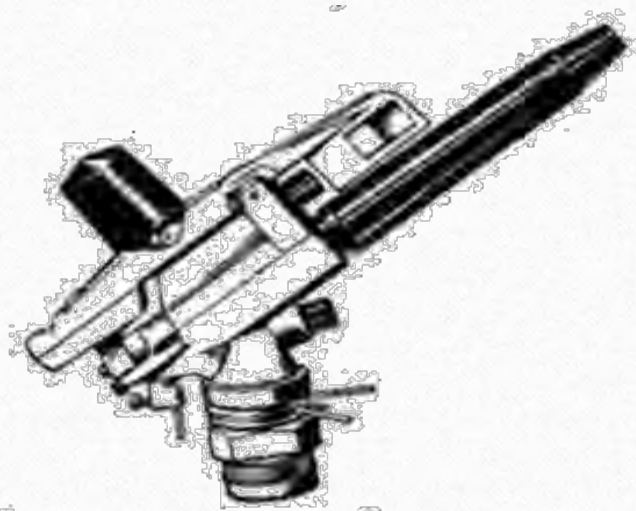
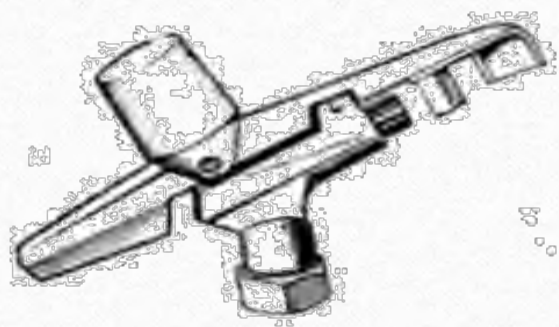
Дождевальная
аппарат



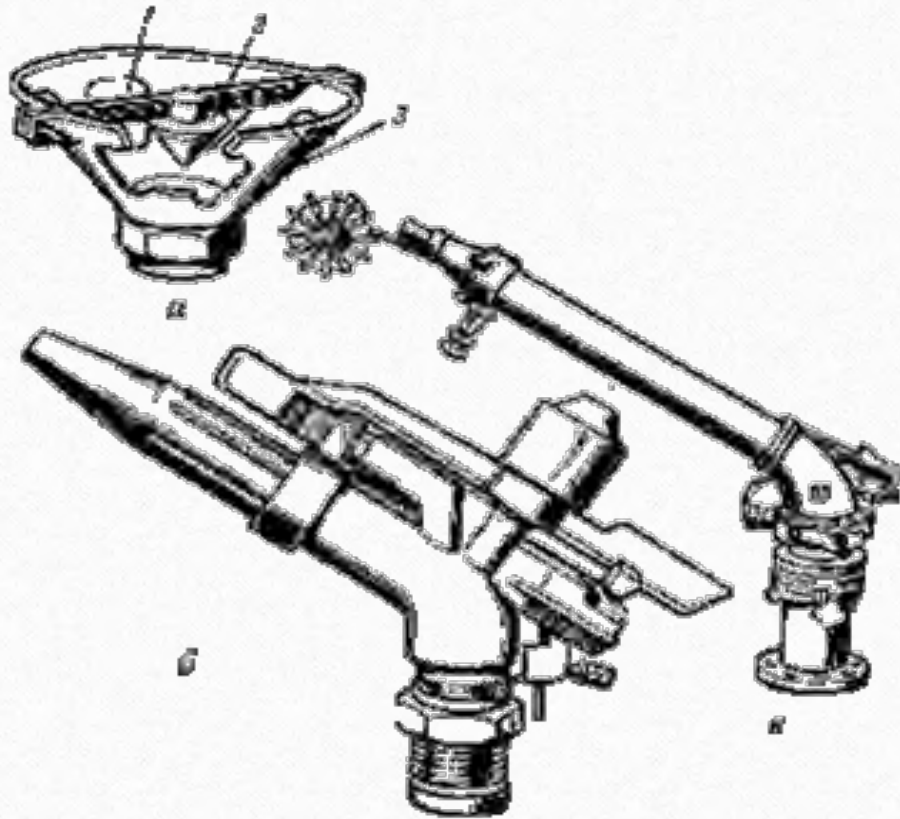
Дефлекторная
насадка



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.



Устройство для образования искусственного дождя: а-короткоструйная дождевальная насадка; б-среднеструйный дождевальный аппарат «Роса-3»; в-дальнеструйный аппарат ДД-30; 1-рассекатель; 2-дефлектор; 3-корпус

**ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ
УСТРОЙСТВА**

```
graph TD; A[ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА] --> B[В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И СОЗДАНИЯ НЕОБХОДИМОГО НАПОРА ВОДЫ]; B --> C[Дождевальные машины]; B --> D[Дождевальные агрегаты]; B --> E[Дождевальные установки];
```

**В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И
СОЗДАНИЯ НЕОБХОДИМОГО НАПОРА ВОДЫ**

**Дождевальные
машины**

**Дождевальные
агрегаты**

**Дождевальные
установки**

ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА



ПО ПРИНЦИПУ РАБОТЫ ОТ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ



**ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ
УСТРОЙСТВА**

```
graph TD; A[ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА] --> B[ПО ПРИНЦИПУ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛИВА]; B --> C[непрерывное дождевание на позиции]; B --> D[прерывистое дождевание на позиции]; B --> E[ПОЛИВ В ДВИЖЕНИИ];
```

ПО ПРИНЦИПУ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛИВА

**непрерывное
дождевание на
позиции**

**прерывистое
дождевание на
позиции**

**ПОЛИВ В
ДВИЖЕНИИ**

**ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ
УСТРОЙСТВА**

```
graph TD; A[ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА] --> B[ПО СОЗДАВАЕМОМУ НАПОРУ]; B --> C[низконапорные - до 30 м]; B --> D[высоконапорные - больше 30 м];
```

ПО СОЗДАВАЕМОМУ НАПОРУ

**низконапорные -
до 30 м**

**высоконапорные -
больше 30 м**

ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

```
graph TD; A[ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА] --> B[короткоструйные  
(радиус действия до 10 м)]; A --> C[среднеструйные  
(до 50 м)]; A --> D[дальнеструйные  
(свыше 50 м)];
```

**короткоструйные
(радиус действия до 10 м)**

**среднеструйные
(до 50 м)**

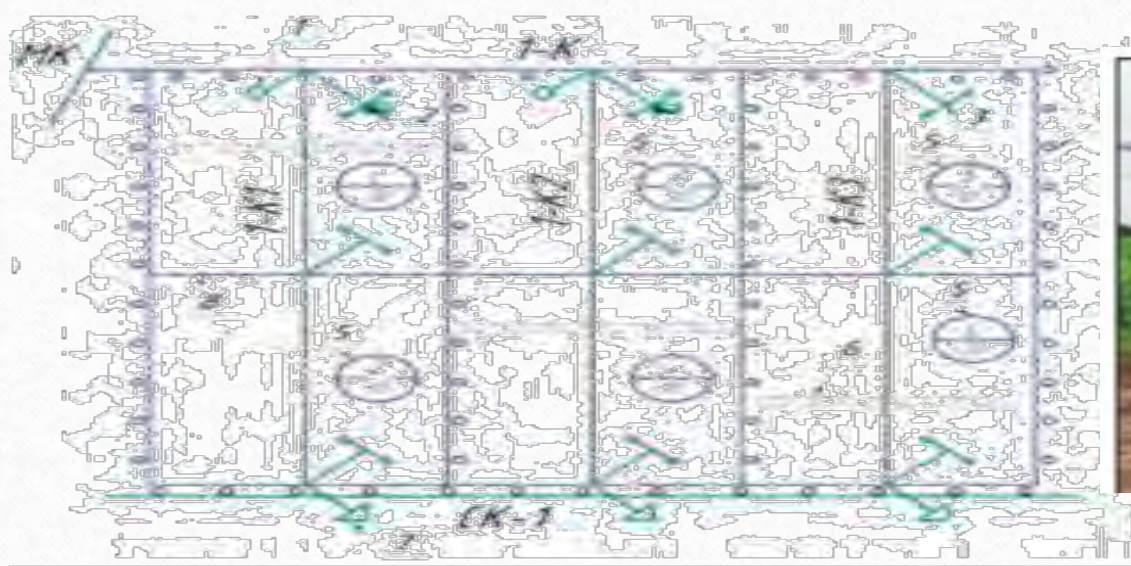
**дальнеструйные
(свыше 50 м)**

Характеристика дождевальных машин и установок

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								
ДДН-70	65	0,50-0,55	0,41	—	Позиционный	Из канала	R=70	70
ДДН-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 дождевальные машины. К этой группе относятся следующие дождеваль-ные машины и установки: ДДА-100М, ДДА-100МА, «Кубань» и ДШ-25/300 «Тимирязевец».

Дождевальная машина «Кубань-Л» представляет собой движущийся фронтально водопро-водящий трубопровод, состоящий из двух дождевальных крыльев, опирающихся на 16 опор-ных тележек, и силового агрегата, установленного на раме и подвешенного к центральной балке и центральным опорным тележкам.



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

Многоопорная автоматизированная дождевальная 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 дождевальными насадками или аппаратами, имеет системы синхронизации и защиты от поломки.



ДМ «Фрегат-Н»

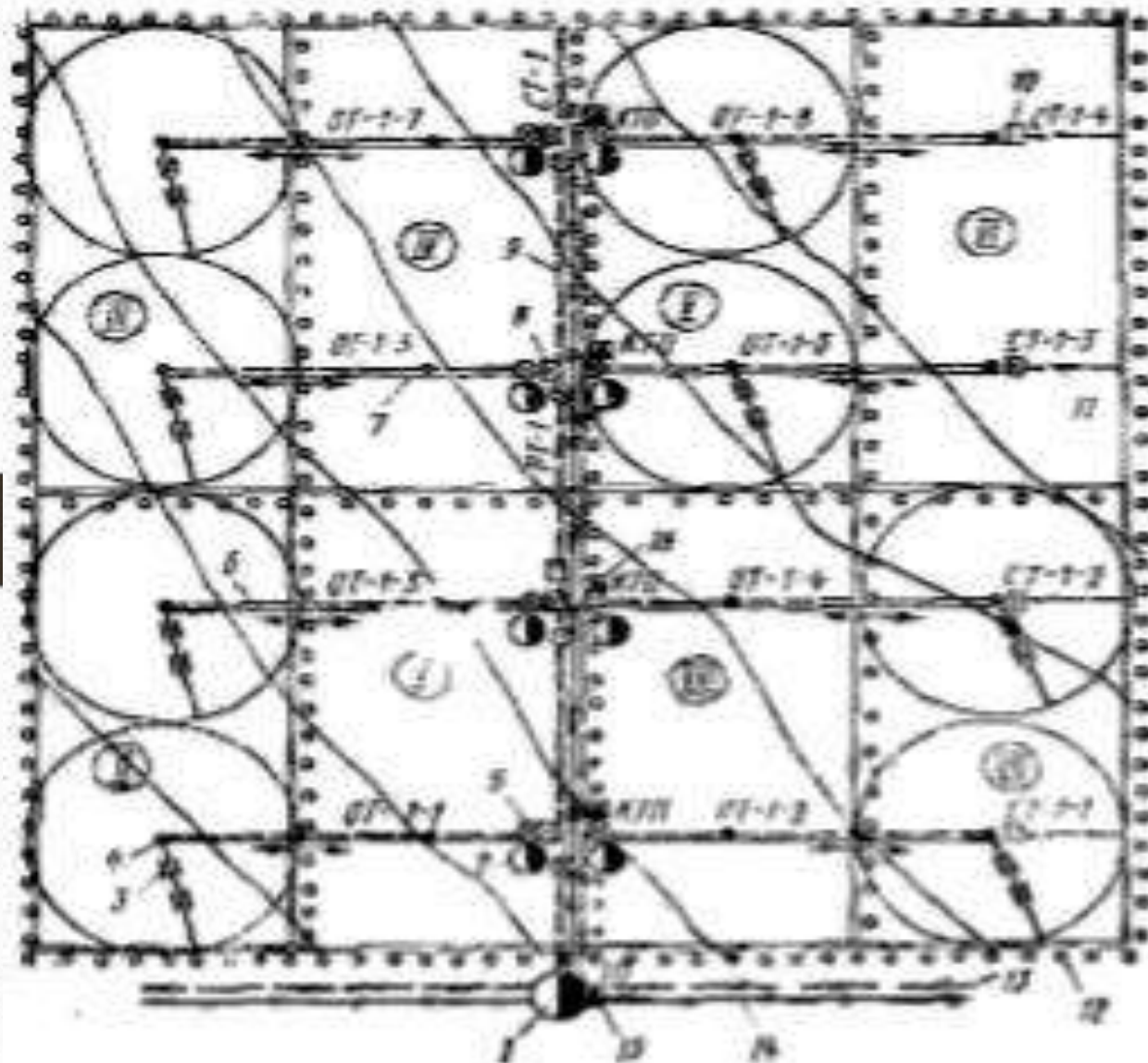
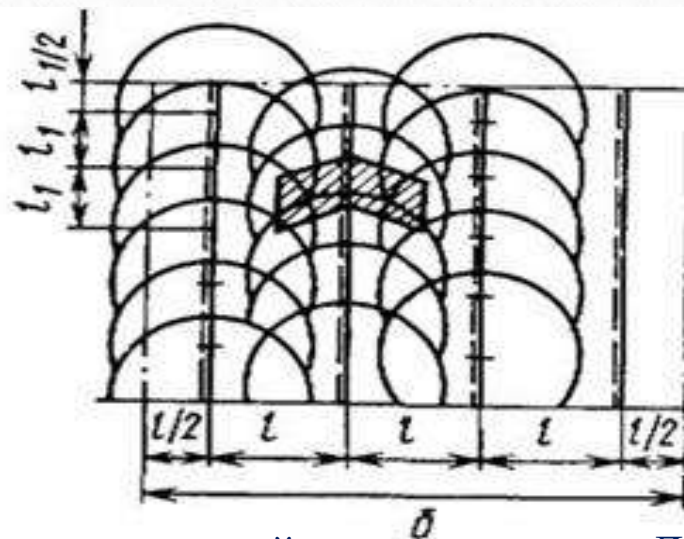
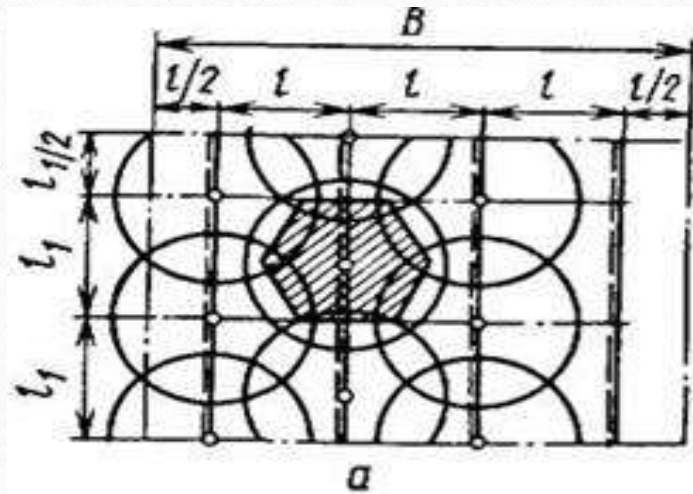


Схема водоподачи на восьмипольном севооборотном участке при поливе дождевальными машинами «Фрегат»:

1—насосная станция; 2—подкаченная насосная станция; 3 — дождевальная машина; 4—гидрант для подключения машины «Фрегат»; 5—гидрант для подключения «Фрегат» подкаченной насосной станции; 6 — оросительный трубопровод; 7 — полевые и эксплуатационные дороги; 8 — ремонтная задвижка; 9— распределительный трубопровод; 10— сбросная задвижка; 11—сбросной трубопровод; 12—лесополоса; 13— линия связи; 14—линия электропередач; 15 — трансформаторная подстанция; 16— комплектная трансформаторная подстанция

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.



Схемы полива дальнеструйными машинами ДДН-70 и ДДН-100:
а—по кругу; б—по сектору

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»):

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

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)

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

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»)

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

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:

$$P_{\text{эф}} < K_{\text{в}}$$

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

$$I_{\text{пол}} = \frac{m}{10 \cdot p_{\text{ср}}},$$

где m -поливная норма, м³/га; $p_{\text{ср}}$ -средняя интенсивность дождя, мм/мин.

Для дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100:

$$I_{\text{пол}} = \frac{m}{p_{\text{ср}}},$$

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 :

$$h = p_{\text{ср}} \cdot t; \quad t = \frac{l_{\text{б}}}{V},$$

где t -продолжительность работы агрегата на одном бьефе, ч; $l_{\text{б}}$ -длина бьефа, м; V -скорость движения агрегата по бьефу во время полива, м/ч.

Длину бьефа определяют по зависимости:

$$l_{\text{б}} = \frac{h - h_{\text{мин}} - h_{\text{дм}}}{i},$$

где h -полная (строительная) глубина временного оросителя (0,9-1,1 м); $h_{\text{мин}}$ -минимально допустимая глубина воды в оросителе (0,3 м); $h_{\text{дм}}$ -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:

$$t_{\text{пос}} = \frac{F_{\text{пос}} \cdot m}{10 \cdot 60 \cdot Q \cdot \beta},$$

где $F_{\text{пос}}$ -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:

$$\omega = \frac{3,6 \cdot Q \cdot t \cdot \beta}{m \cdot K_{\text{в}}},$$

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; $K_{\text{в}}$ -коэффициент, характеризующий испарение поливной воды при поливе (1,1-1,3).

Сезонная производительность:

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

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

Количество дождевальных устройств для полива:

$$N = \frac{q_{\text{ср}} \cdot F_{\text{ср}}^{\text{ср}}}{\beta_{\text{сез}} \cdot \epsilon \cdot Q},$$

где $q_{\text{ср}}$ -расчётный максимальный гидромодуль, м³/с; $F_{\text{ср}}^{\text{ср}}$ -площадь орошения участка, га.

Если расчётная ордината гидромодуля неизвестна, то

$$N = \frac{F_{\text{ср}}^{\text{ср}}}{\omega_{\text{сез}}}.$$

Число необходимых дождевальных устройств округляют до целого в большую сторону.

Шлангобарабанные дождевальные машины



ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ:

- потребность в тракторах при перемещении между позициями и подготовке к поливу
- необходимость высокого давления на входе в машину
- ограничение диапазона применимости при использовании дальнеструйных дождевальных аппаратов.



ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА :

- ▶ высокая степень автоматизации процесса полива;
- ▶ простота работы и настройки;
- ▶ высокая мобильность и адаптируемость к конфигурации поливаемых участков;
- ▶ возможность работы на больших уклонах



- Представляют собой дождевальные машины, проводящие полив при перемещении дождевального аппарата (дождевальной консоли) по площади орошения. Размеры поливаемой полосы (длина, ширина) зависят от длины шланга, по которому вода поступает к дождевальному аппарату (дождевальной консоли), и радиуса полива дождевального аппарата или ширины полосы поливаемой дождевальной консолью.



**В зависимости от условий шланго-
барабанные дождевальные
машины могут работать**

```
graph TD; A[В зависимости от условий шланго-барабанные дождевальные машины могут работать] --> B[с приводом от гидротурбины]; A --> C[двигателя внутреннего сгорания или электродвигателя];
```

**с приводом
от гидротурбины**

**двигателя внутреннего
сгорания или
электродвигателя**

**шлангобарабанные дождевальные
машины**

```
graph TD; A[шлангобарабанные дождевальные машины] --> B[с полиэтиленовым шлангом]; A --> C[с плоскосворачиваемым рукавом];
```

**с полиэтиленовым
шлангом**

**с плоскосворачиваемым
рукавом**

ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ IROMAT



Круговые дождевальные машины с фиксированным центром



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!