



Ташкентский институт инженеров ирригации и
механизации сельского хозяйства

По предмету “Ирригация и
мелиорация”

Выполнил: Доц. Исабаев К.

Тема:

Способы и техника полива сельскохозяйственных культур.

План:

1. Виды способа полива
2. Поверхностный способ полива
3. Законы впитывания воды в почву
4. Полив по бороздам, по полосам и затоплением.
5. Дождевание.

Рекомендуемая литература

1. Шукурлаев Х.И., Бараев А.А., Маматалиев А.Б. «Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации». Ташкент. 2007.- 300 стр.
2. Костяков А.Н. «Основы мелиорации», М.: Сельхозгиз, 1960 г.-604 стр.
3. Марков Е.С. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации, М.: Колос, 1981 г. - 376 стр.

Дополнительная литература

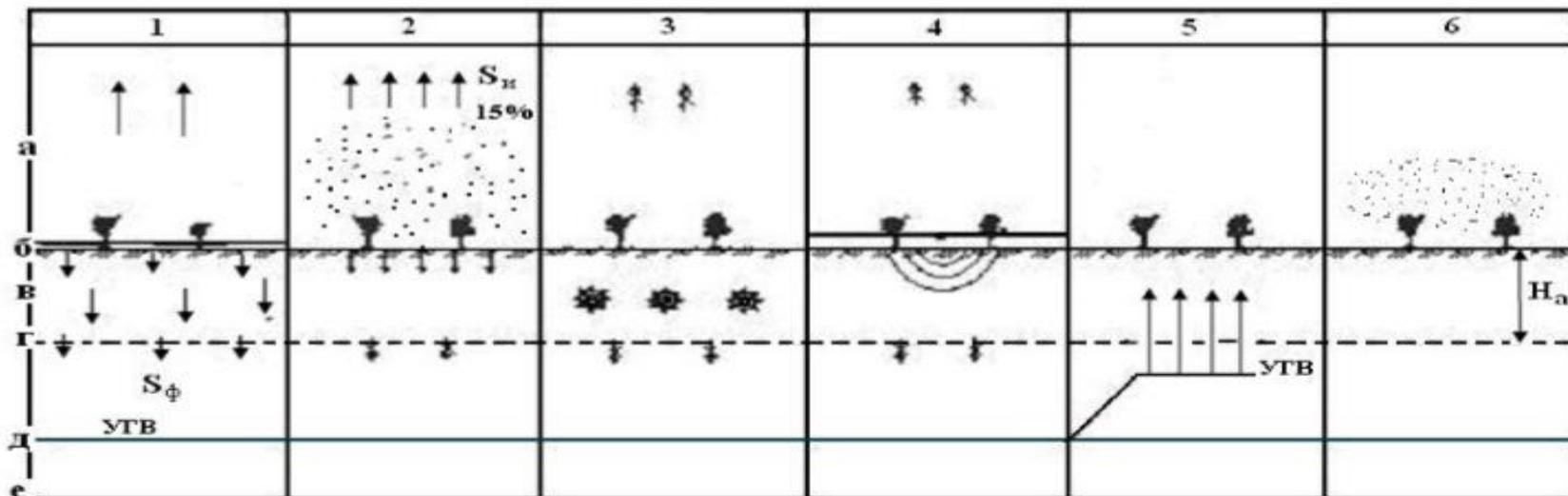
1. Ерхов Н.С., Ильин Н.И., Мисенев В.С. Мелиорация земель, - М.:
 - Агропромиздат, 1991. - 319 стр.
2. Ирригация Узбекистана. I-IV томы.
3. <http://tiame.uz/uz/page/ilmiy-jurnallar> (Журнал «Ирригация ва мелиорация»).
4. http://qxjurnal.uz/load/jurnal_2017/agro_ilm_2017 (Журнал «Агро илм»).
5. https://elibrary.ru/title_about.asp?id=54940 (Журнал Вопросы мелиорация)

Основные способы полива

Способ полива - это приём удовлетворения потребности сельскохозяйственных культур в воде или внедрения поливной нормы в активный слой почвы. Каждому способу орошения соответствует определённая техника полива.

Техника полива – это метод перевода воды из состояния водяного тока в состояние почвенной влажности при помощи технических средств и сооружений.

В мелиоративной практике различают **шесть** способов полива: *поверхностный, дождевание, внутрипочвенное, капельное, подземное (субирригация), мелкодисперсное (аэрозольное)*



Классификация способов орошения

1-поверхностный; 2-дождевание; 3-внутрипочвенное орошение; 4-капельное орошение; 5-подземное (субирригация); 6-мелкодисперсное (аэрозольное) дождевание; а-приземный слой воздуха; б-поверхность земли; в-корнеобитаемый слой почвы; г-глубина активного слоя; д-первоначальный уровень грунтовых вод; е-водоупор

Поверхностный способ полива

Поверхностный способ орошения является самым древним и наиболее распространённым.

При поверхностном поливе почва увлажняется путём поглощения воды, подаваемой на поверхность орошаемого поля сплошным слоем или в виде отдельных струй. Этот способ орошения имеет три разновидности: по бороздам, по полосам, затоплением.

Дождевание – это способ полива, при котором вода распределяется над поверхностью поля специальными машинами, установками или агрегатами в виде дождя. Особенности дождевания: увлажняется почва, растения и приземный слой воздуха; глубина увлажнения почвы, как правило, меньше, чем при поверхностном поливе; возможны частые поливы малыми нормами, что создаёт более равномерное увлажнение почвы.

Внутрипочвенное орошение осуществляется путём введения воды в пахотный слой почвы. Оно позволяет уменьшить испарение с поверхности почвы; сохранить структуру почвы; поддерживать определённую глубину увлажнения почвы; обеспечить непрерывное водоснабжение растений

Капельное орошение – способ полива сельскохозяйственных культур, при котором оросительную воду по густо разветвлённым трубопроводам через специальные микроводовыпуски (капельницы), подают малыми расходами непосредственно в корнеобитаемую зону растений, поддерживая на протяжении всей вегетации влажность почвы на уровне, близком к оптимальному. При этом почва увлажняется только в зоне размещения корневой системы растений.

Подземное орошение (субирригация) представляет собой увлажнение активного слоя почвы путём искусственного подъёма и поддержания уровня пресных грунтовых вод. Его особенностями являются: возможность использования только при безуклонном рельефе; воздействие ограничивается только почвенно-грунтовым слоем; не оказывает влияния на микроклимат поля; используется только на незасолённых с хорошими капиллярными свойствами почвогрунтах.

Мелкодисперсное (аэрозольное) увлажнение – новый способ орошения, сущность которого состоит в распылении поливной воды в виде мельчайших капелек (аэрозолей), покрывающих растения. Его особенности: снижение транспирации влаги растениями; создание оптимального микроклимата вокруг растений; устранение влияния атмосферной засухи; сохранение структуры почвы.

Основное назначение различных способов орошения

Способ орошения	Увлажнение почвы	Увлажнение воздуха	Влагозарядка	Промывка от солей	Внесение удобрений	Орошение сточными водами	Противозаморозковое орошение
Поверхностный	+	х	+	+	х	+	-
Дождевание	+	+	х	х	+	+	+
Внутрипочвенный	+	-	х	-	+	+	-
Капельный	+	-	х	-	+	-	-
Подземный	+	-	х	-	-	-	-
Мелкодисперсный	-	+	-	-	-	-	+

Условные обозначения: + обеспечивает; - не обеспечивает; х -частично обеспечивает

Условия применения различных способов орошения в неблагоприятных природных условиях

Способ орошения	Засолённые почвы	Лёгкие почвы	Тяжёлые почвы	Сложный рельеф	Большие уклоны	Дефицит водных ресурсов	Сильный ветер
Поверхностный	+	х	+	-	х	х	+
Дождевание	х	+	-	+	+	+	-
Внутрипочвенный	-	х	+	х	+	+	+
Капельный	-	+	+	+	+	+	+
Подземный	-	+	+	-	-	х	+
Мелкодисперсный	х	+	+	+	+	+	+

Условные обозначения: + применимо; - не применимо; х -частично применимо

Впитывание воды в почву

Впитывание – основной процесс при поверхностных поливах, влияющий на увлажнение почвы и движение воды по поверхности почвы. Составляя начальную стадию инфильтрации, впитывание зависит от указанных выше факторов. Это сложное физическое явление представляет собой неустановившееся движение воды в почву под действием в основном гравитационных и капиллярных сил.

Впитывание обычно больше на лёгких почвах, при рыхлом комковатом строении почв и водостойких агрегатах, после обработки поля, при большой глубине воды на поверхности его, при более высокой температуре воды и почвы.

Впитывание уменьшается под влиянием поливов вследствие уплотнения почвы, уменьшения активной порочности, при наличии уплотнённого подпахотного горизонта почвы.

Процесс впитывания воды из борозд более сложен, так как слои почвы имеют разную проницаемость. Впитывание в откосы борозды идёт интенсивнее, чем в дно: в песчаных и супесчаных почвах в 1,2-1,7, а в суглинистых – в 1,75-2,5 раза. Это объясняется большей свободой действия капиллярных сил и независимым оттоком воздуха из почвы в сторону от борозды.

Закономерности впитывания изучают давно, и предложено много расчётных схем и моделей, но ввиду сложности процесса теоретически трудно показать его количественную сторону с учётом взаимодействия всех факторов. Совместное влияние их изучено ещё недостаточно. Поэтому для конкретных условий впитывание воды изучают в полевых или лабораторных условиях.

Для поливов по полосам или затоплением впитывание изучают на поле с прибором Нестерова или на площадках размером 2x2 или 1x1 м. Для бороздовых поливов – на отрезках борозд длиной не менее 2 м, при одновременном заливе – не менее 3-5 отрезков.

В настоящее время существует много формул для определения скоростей впитывания во времени. Все их можно свести к нескольким группам.

К первой относятся одночленные формулы типа

$$w_t = \frac{A}{t^a},$$

где A —эмпирический параметр, зависящий от типа почвы, влажности и других факторов; t —время полива, мин или ч; a —параметр, характеризующий динамику изменения скорости впитывания; он зависит от механического состава, агрегатности, строения и уплотнения почвы, влажности её, заземленного воздуха в почве, от способа полива и др.

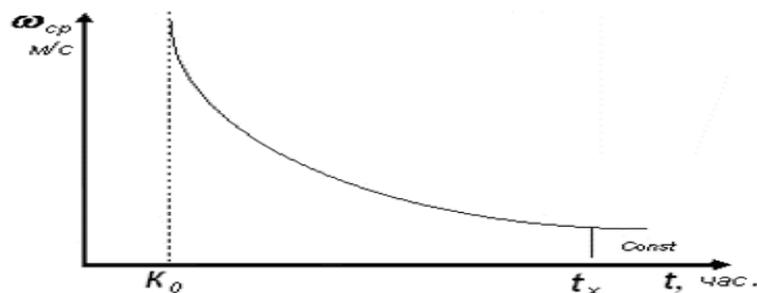


График скорости впитывания воды в почву во времени

Наиболее распространена формула А.Н.Костякова, м/ч:

$$w_t = \frac{k_1}{t^a}.$$

Средняя скорость впитывания к любому моменту времени

$$w_{cp} = \frac{1}{t} \cdot \int_0^t \frac{k_1}{t^a} dt = \frac{k_1}{1-a} \cdot \frac{1}{t^a}.$$

При

$$t = 1 \quad w_{cp} = \frac{k_1}{1-a} = k_0,$$

$$W_{cp} = \frac{k_1}{1-a} \cdot \frac{1}{t^a} = \frac{k_0}{t^a}$$

Слой воды h , впитавшейся в любой момент времени, равен:

$$h = W_{cp} \cdot t = k_0 \cdot t^{1-a}$$

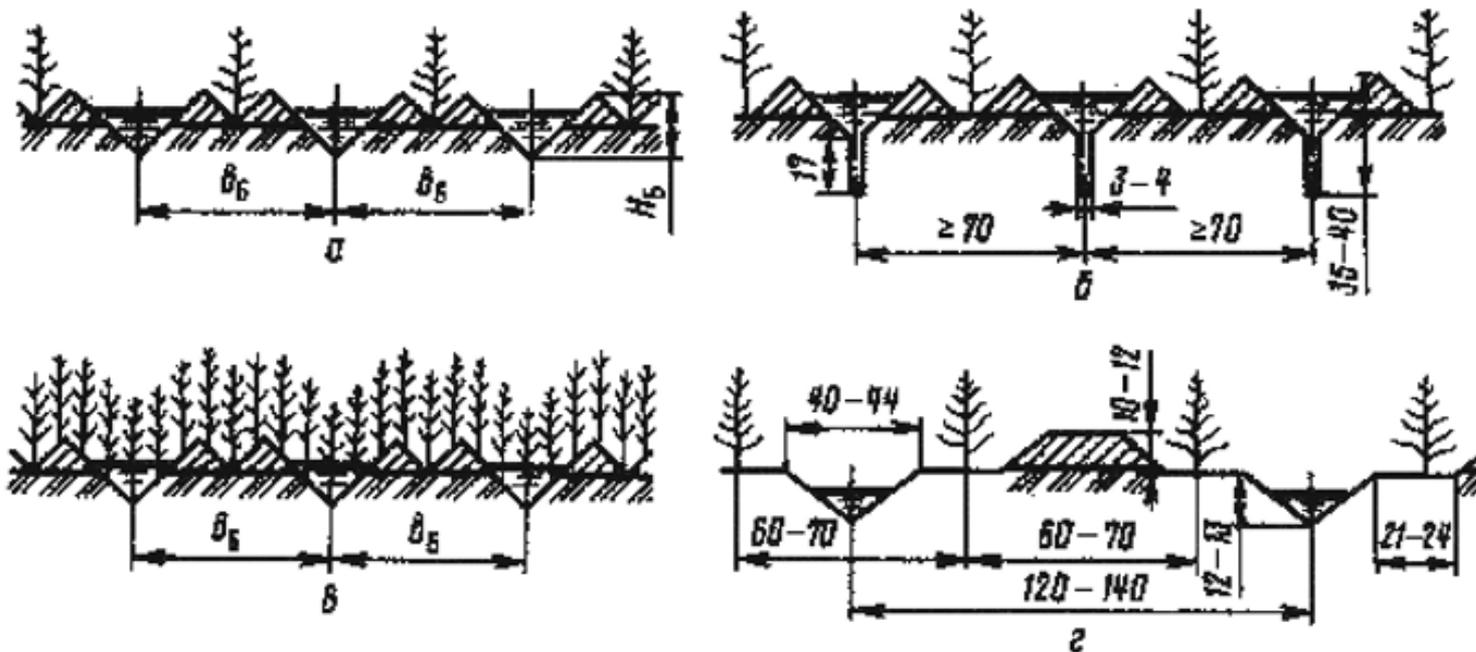
В этих формулах: t и w_{cp} — скорости впитывания в данный момент времени и средняя от начала полива, м/ч; k_1 — скорость впитывания в конце первой единицы времени, м/ч (для разных почв и разного состояния изменяется значительно); t — время полива, ч; k_0 — средняя скорость впитывания за первую единицу времени, м/ч.

Полив по бороздам

Полив по бороздам – наиболее совершенный вид поверхностного орошения - применяют преимущественно для орошения пропашных культур (кукуруза, сахарная свекла, овощи, хлопчатник, плодовые и ягодные насаждения и др.) на незасолённых или слабозасолённых почвах и территориях с уклонами до 0,03, так как в противном случае вода размывает борозды

Классификация и устройство поливных борозд По глубине борозды подразделяют на мелкие (8-12 см), средние (12-18 см) и глубокие (18-25 см); по проточности - на проточные и тупые; по профилю сечения – на параболические, трапецеидальные, с бермой, с террасами, борозды-щели; по длине – на короткие (60-250 м) и длинные (250-500 м); по степени сельскохозяйственного использования – на засеваемые и незасеваемые.

Борозды имеют преимущественно параболическое или трапецеидальное сечение с шириной по дну 8-10 см, с заложением откосов 1:1.

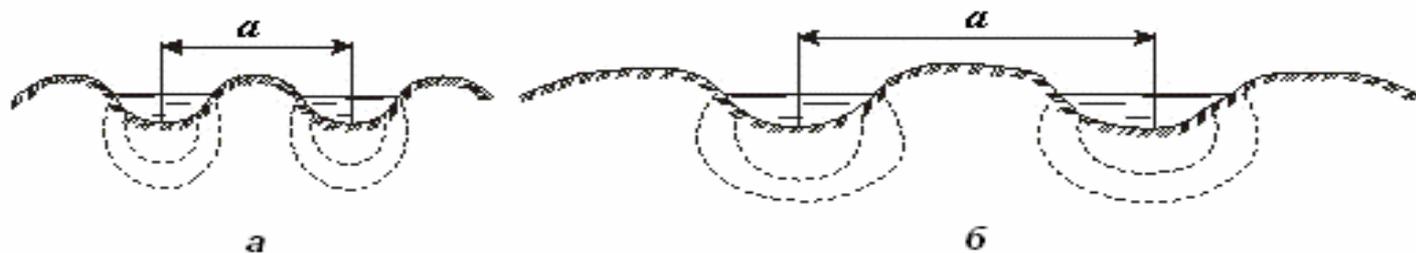


Конструкции поливных борозд:

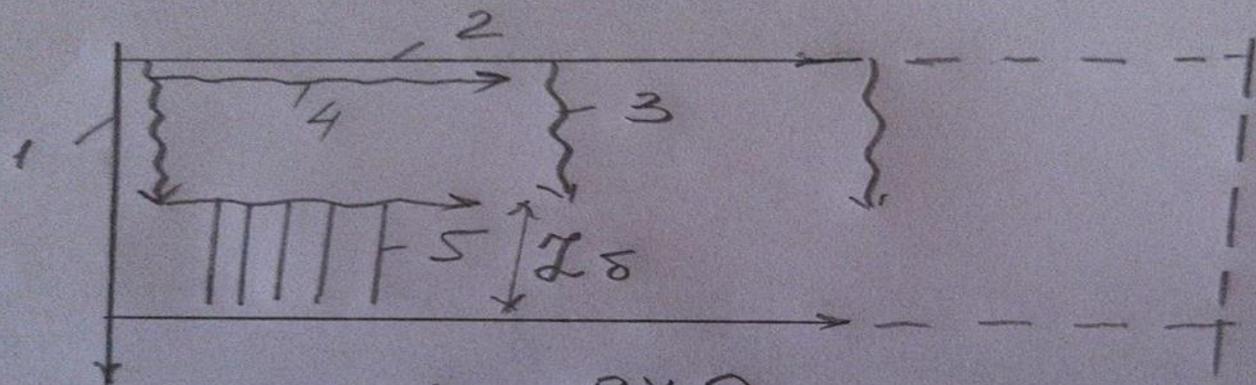
а-обычная для пропашных культур; *б*-борозды-щели; *в*-засеваемые борозды;
г-террасковые борозды (размеры в сантиметрах)

Глубина поливных борозд 8-25 см. Расстояние между бороздами зависит от водопроницаемости и капиллярных свойств почв и должно быть принято таким, чтобы контуры увлажнения двух соседних борозд смыкались. С учётом этого расстояние между бороздами принимают: на лёгких почвах 50-65 см, на средних 65-80 см и на тяжёлых почвах 80-100 см

Полив по мелким бороздам применяют на хорошо спланированных полях для полива мелкоземённых культур узкорядного сева: лука, моркови и др. Мелкие борозды имеют глубину 8-12 см, ширину поверху 30- 35 см



Контуры увлажнения почвы при поливе по бороздам:
а-на лёгких почвах; *б*-на средних и тяжёлых почвах



- 1 - ВХР
- 2 - чзаст. расп.
- 3 - Врем орос.
- 4 - выводная бор.
- 5 - борозды

Полив по глубоким тупым бороздам применяют для полива овощных и пропашных культур при малых уклонах территории (менее 0,002). Глубина их достигает 25 см, ширина 60 см. Борозды заполняют водой на глубину 18-20 см, после чего подачу её прекращают, и вода впитывается в почву.

Длина затопляемой борозды зависит от уклона местности и может быть определена по формуле :

$l=(h_2-h_1)i$, где h_2 и h_1 -глубины наполнения соответственно в конце и голове борозды, м; i -уклон дна борозды.

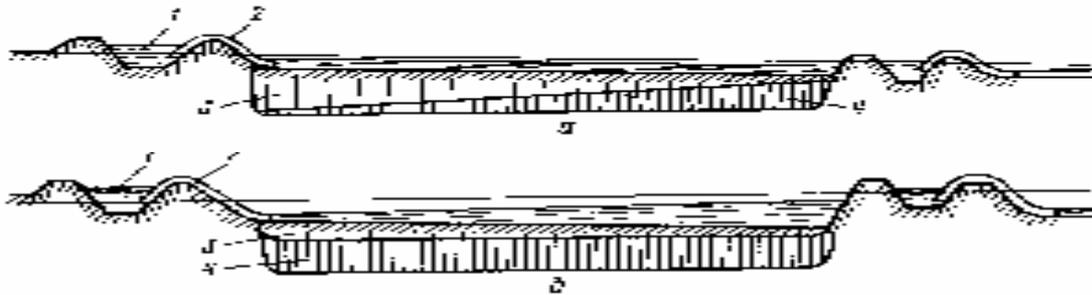


Схема поясняющая принцип действия незатопляемых (а) и затопляемых (б) тупых поливных борозд:

1-временный ороситель (или выводная борозда); 2-сифон;
3-эюра промачивания почвы в конце первого этапа инфильтрации; 4-то же, в конце второго этапа

Полив по проточным бороздам применяют для орошения всех пропашных культур при уклонах территории 0,002-0,02.

Полив может осуществляться с постоянной или переменной поливной струей, без сброса и со сбросом. Чаще используют полив переменной струей. Вначале воду подают расходом 1-3 л/с. Когда вода пройдет 85-90% длины, расход уменьшают до 0,5-1 л/с, выравнивая увлажнение по длине борозды.

Полив по бороздам с террасами. Разновидность полива по проточным бороздам. Отличается тем, что поливные борозды нарезают на расстоянии, равном двойной ширине междурядий, 120-140 см одна от другой; между ними насыпают небольшой валик. Между валиком и поливной бороздой образуется небольшая (20-21 см) терраска, на которую высаживают рассаду овощных культур.

Полив по бороздам-щелям применяют для проведения влагозарядковых и предпосевных поливов большими поливными нормами на участках с недостаточно ровной поверхностью и на почвах со слабой водопроницаемостью.

Борозды-щели - обычные борозды, в дне которых делают щель глубиной 17-20 см и шириной 3,5 см. Общая глубина борозды-щели 35-45 см. Длину их принимают такую же, как и незатопляемых борозд, а расход воды в каждую борозду увеличивают в 2-3 раза. В связи с этим, производительность труда возрастает в несколько раз по сравнению с поливом по обычным бороздам. Расстояние между бороздами-щелями назначают 120-140 см.

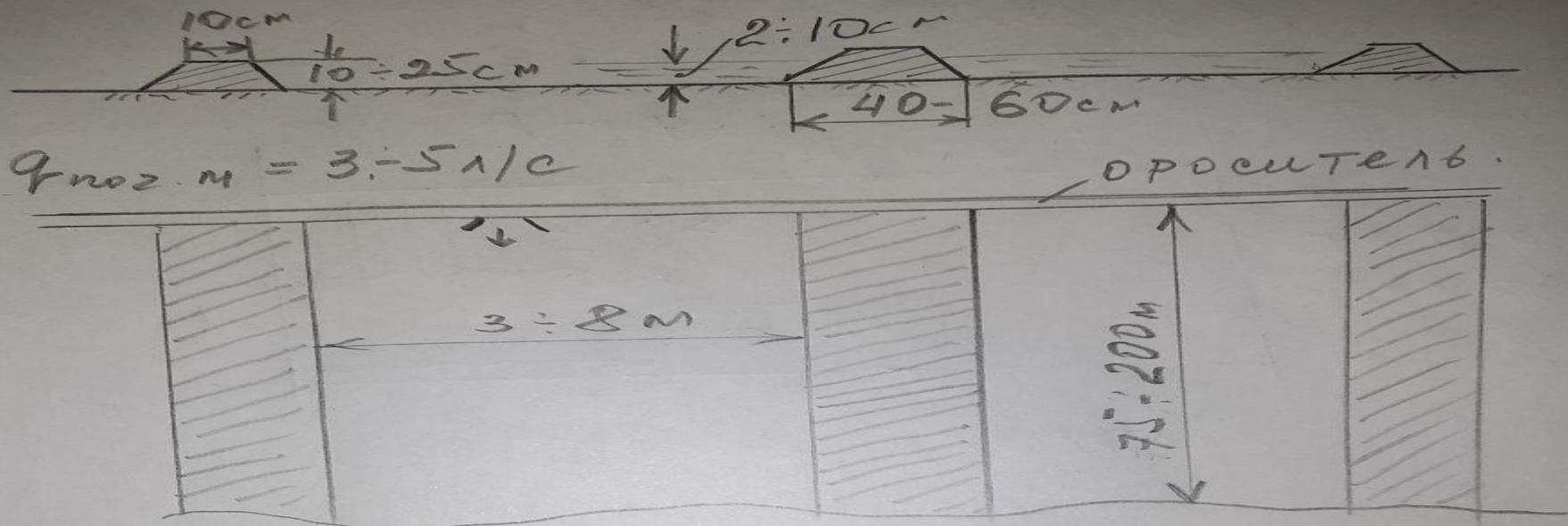
Полив по длинным бороздам. Этот способ полива можно использовать на хорошо выровнённых участках с уклонами не менее 0,002 и на почвах со средней и слабой водопроницаемостью при глубине залегания грунтовых вод более 2 м. При поливе по длинным бороздам одновременно включается в работу до 100 борозд, что способствует значительному увеличению производительности труда поливальщиков. Длина борозд зависит от механического состава почв, уклона орошаемого участка и может достигать 500 м.

Элементы техники полива по бороздам при постоянном расходе воды в борозду

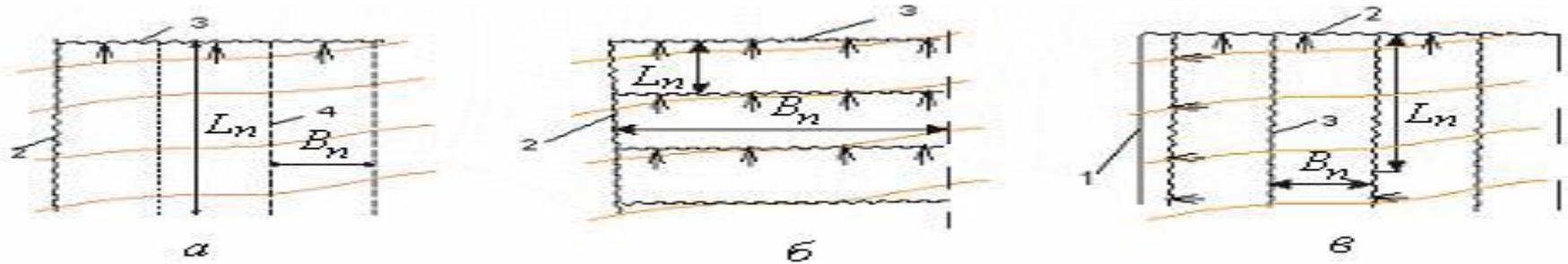
Степень водопроницаемости почвы	Индекс	Показатели	Уклоны поливных борозд					
			0,05-0,03	0,03-0,015	0,015-0,007	0,007-0,003	0,003-0,001	менее 0,001
Сильная	А	Длина борозды, м	50	80	110	180	200	150
		Расход в борозду, л/с	0,22	0,35	0,5	0,8	0,9	0,7
Повышенная	Б	Длина борозды, м	80	110	140	220	250	200
		Расход в борозду, л/с	0,18	0,34	0,3	0,48	0,55	0,45
Средняя	В	Длина борозды, м	110	135	160	260	300	250
		Расход в борозду, л/с	0,13	0,15	0,18	0,3	0,35	0,3
Пониженная	Г	Длина борозды, м	135	160	185	300	350	300
		Расход в борозду, л/с	0,8	0,09	0,11	0,18	0,2	0,18
Слабая	Д	Длина борозды, м	150	180	210	350	400	350
		Расход в борозду, л/с	0,05	0,06	0,08	0,12	0,15	0,12

Примечание: рекомендуемое расстояние междурядья:
 при $i > 0,005$ $a=0,6$ м; при $i < 0,005$ $a=0,9$ м

Полив по полосам применяют для культур узкорядного посева: зерновых колосовых, однолетних и многолетних трав, моркови, лука и др. При этом вода движется по поверхности почвы, покрывая её минимальным слоем 2-3 см. Для направления движения воды полосу с двух сторон ограничивают валиками-палами или бороздами. Используют на территориях с уклонами 0,002-0,02



Классификация и устройство полос. Различают три вида полива по полосам: с головным, боковым и комбинированным впуском воды на поливную полосу.



Полив напуском по полосам:

а-с головным впуском воды; б-с боковым впуском воды; в-с комбинированным впуском; 1- участковый распределитель; 2-временный ороситель; 3-выводная борозда; 4 валик

По ширине полосы делят на узкие (1,2-4,2 м) и широкие (до 35 м), а по длине - на короткие (до 50 м) и длинные (до 500 м). При нарезке полос стремятся к тому, чтобы валики, ограничивающие их, были параллельными. Ширину полос чаще всего принимают равной 3,6 и 4,2 м, а высоту валиков после их усадки - не менее 15 см.

Полив с головным впуском применяют при продольном уклоне $0,002-0,01$ и поперечном - не более $0,003$. Вода из временных оросителей, полевых трубопроводов или выводных борозд поступает на полосы шириной в один (3,6 или 4,2 м) или два (7,2 или 8,4 м) прохода дисковой сеялки. Валики устраивают одновременно с посевом. При посеве зерновых и трав их засевают.

Полив напуском по полосам, как правило, проводят нормой добега, позволяющей уменьшить поливные нормы с 900-1000 до 500-700 м³/га. При этом подачу на полосу прекращают, когда вода пройдет 75-85% длины полосы. Длина полос зависит от механического состава и водопроницаемости почв, а также уклона (табл).

Полив с боковым впуском применяют при продольных уклонах $0,02-0,03$, сложном микрорельефе и поперечном уклоне более $0,002$. Полосы с боковым напуском воды отделяют друг от друга не валиками, а выводными бороздами глубиной 25-30 см. Ширину полос принимают кратной ширине сеялки.

Полив с боковым выпуском целесообразно проводить на тяжёлых суглинистых почвах, расходом 25-100 л/с. Вода на полосу поступает через водовыпуски или прокопы. Расстояние между ними подбирают так, чтобы веер движения воды из одного выпуска сливался с другим.

Полив с комбинированным выпуском применяют при сложном микрорельефе и продольном уклоне 0,03-0,04 на неспланированных или слабоспланированных площадях. Ширина полосы может достигать 15 м, а длина 400 м. Удельный расход воды 10-15 л/с на 1 м ширины полосы. Вода подаётся на полосу из временного оросителя и выводной борозды. Комбинированный напуск воды способствует повышению производительности труда при поливе до 2-2,5 га за смену.

Полив по глубоким тупым бороздам применяют для полива овощных и пропашных культур при малых уклонах территории (менее 0,002). Глубина их достигает 25 см, ширина 60 см. Борозды заполняют водой на глубину 18-20 см, после чего подачу её прекращают, и вода впитывается в почву. Длина затопляемой борозды зависит от уклона местности и может быть определена по формуле : $l=(h_2-h_1)i$, где h_2 и h_1 - глубины наполнения соответственно в конце и голове борозды, м; i -уклон дна борозды. Полив по проточным бороздам применяют для орошения всех пропашных культур при уклонах территории 0,002-0,02

Элементы техники полива по полосам

Индекс	Степень водопроницаемости почвы	Уклон поливного участка	Длина полос, м	Удельный расход струи на 1 м ширины полосы, л/с
А,Б	Сильная Повышенная	0,002-0,005	60	3-4
		0,005-0,007	70	2,5-3,5
		0,007-0,01	80	2,5-3,5
В	Средняя	0,002-0,005	70	2,5-3,5
		0,005-0,007	90	2-3
		0,007-0,01	120	1,8-2,8
Г	Пониженная	0,002-0,005	80	2-2,5
		0,005-0,007	100	2-2,5
		0,007-0,01	150	1,5-2,0
Д	Слабая	0,002-0,005	90	2-2,5
		0,005-0,007	120	2-2,5
		0,007-0,01	200	1,5-2

Полив затоплением. Полив затоплением - древнейший способ поверхностного орошения. Применяют преимущественно для орошения риса, при лиманном орошении и промывке засоленных почв. Реже его используют для орошения люцерны, кукурузы и зерновых культур.

Полив затоплением проводят на ограждённых валиками площадках чеках площадью 0,2-50 га. Чеки в рисовых хозяйствах имеют горизонтальную поверхность. Для обычных поливных культур они могут иметь уклон 0,0005-0,001. Вода, поступившая в чек, затопляет его слоем 5-15 см и впитывается в почву. Остаток воды при поливе полевых кормовых культур сбрасывают. При поливе затоплением полевых и овощных культур внутри чеков можно нарезать борозды или полосы, то есть применять смешанный способ полива. При этом обеспечивается быстрое продвижение воды, более равномерно увлажняется почва, поливные нормы снижаются с 4000-5000 до 1200-1500 м³/га, происходит более быстрое освобождение чека от избытка воды, так как большинство сельскохозяйственных растений не выдерживает длительного затопления. Кратковременное затопление (до 2-3 сут) удовлетворительно переносят кукуруза, люцерна, озимая и яровая пшеницы, ячмень, овёс, сорго.

Наибольшее распространение полив затоплением получил при возделывании риса- инженерная *рисовая оросительная система*, которая состоит из оросительных и дренажно-сбросных каналов, поливных карт, разделённых валиками на чеки, сооружений на сети, дорог, средств связи, лесополос, построек для службы эксплуатации .

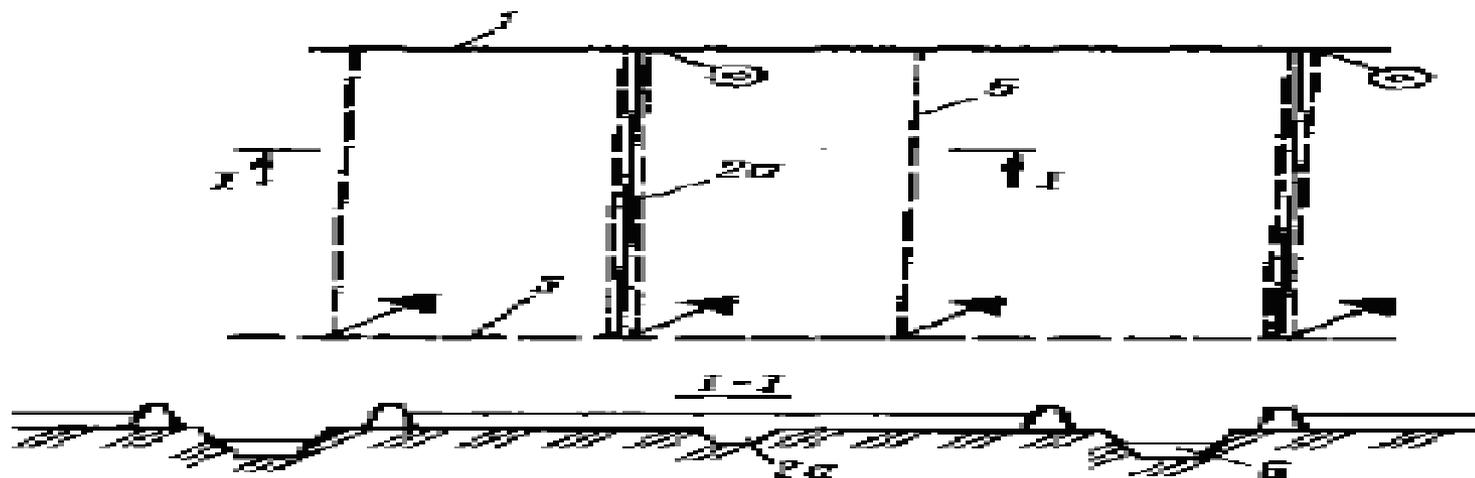


Схема карты-чека с оросителем-сбросом двустороннего действия: 1-участковый распределитель; 2-ороситель-сброс; 2а-ороситель-сброс двухстороннего командования; 3-водовыпуск из распределителя в ороситель-сброс; 4-водовыпуск из оросителя-сброса (дрены) в коллектор; 5-коллектор; 6-открытые дрены

Поливная карта - это часть поля рисовой единицы водопользования, ограниченная по периметру младшими каналами оросительной и дренажно-сбросной сети. Несколько смежных полей – это рисовая единица водопользования. Поливная карта - основной элемент рисовой системы, поскольку в его пределах осуществляется полный цикл всех работ, связанных с возделыванием риса. В настоящее время применяют следующие типы поливных карт: карта краснодарского типа (ККТ), карта- широкого фронта подачи и сброса (КШФ) и карта кубанского типа.

Карта краснодарского типа располагается по направлению основного уклона местности, перпендикулярно горизонталям. Картовые оросители, как правило, проектируют двустороннего командования. Вдоль каждой карты со стороны, противоположной оросителю, расположен картовый дренажно-сбросной канал. Ширина карты зависит от механического состава почво-грунтов и обычно составляет 150-200 м. Длина карты 700-1200 м, а площадь 10-30 га. Валиками карта делится на несколько чеков со средней площадью 2-4 га. Сельскохозяйственные работы ведут внутри чеков, поэтому одна из сторон чека должна быть не менее 200 м.

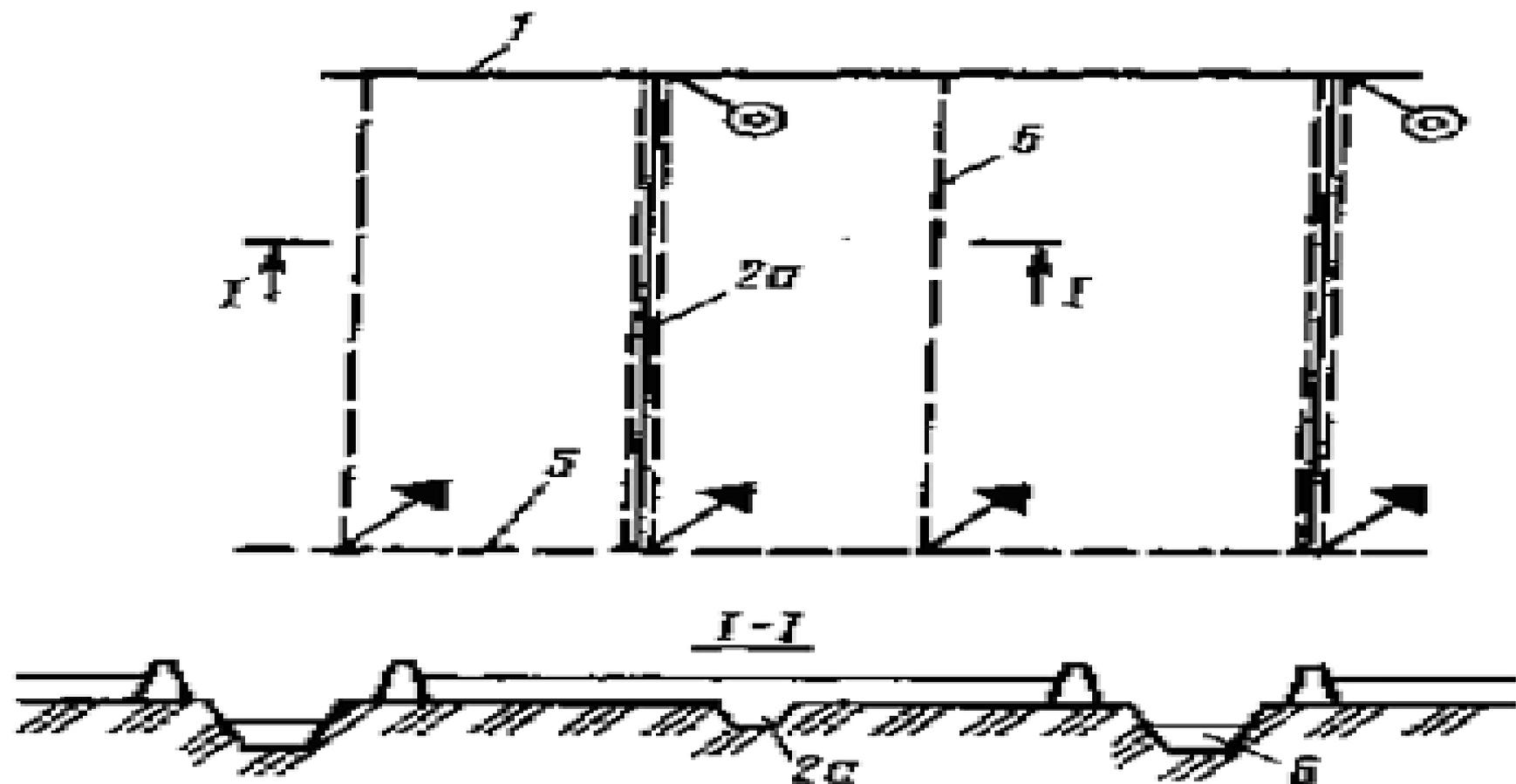


Схема карты-чека с оросителем-сбросом двустороннего действия:
 1-участковый распределитель; 2-ороситель-сброс; 2а-ороситель-сброс двухстороннего командования; 3-водовыпуск из распределителя в ороситель-сброс; 4-водовыпуск из оросителя-сброса (дрены) в коллектор; 5-коллектор; 6-открытые дрены

Валики постоянные, непреходимого типа высотой 0,4-0,5 м. В местах примыкания валиков к дорогам на длине 8-10 м им придаётся «переходимый» профиль с откосами 1:4 для съезда и переезда сельскохозяйственной техники. В качестве гидротехнических сооружений используют водовыпуски с затворами шандорного типа.

Недостатки ККТ: небольшие размеры чеков, что снижает производительность машин; сложность и трудоёмкость водораспределения по чекам; невысокий коэффициент земельного использования территории.

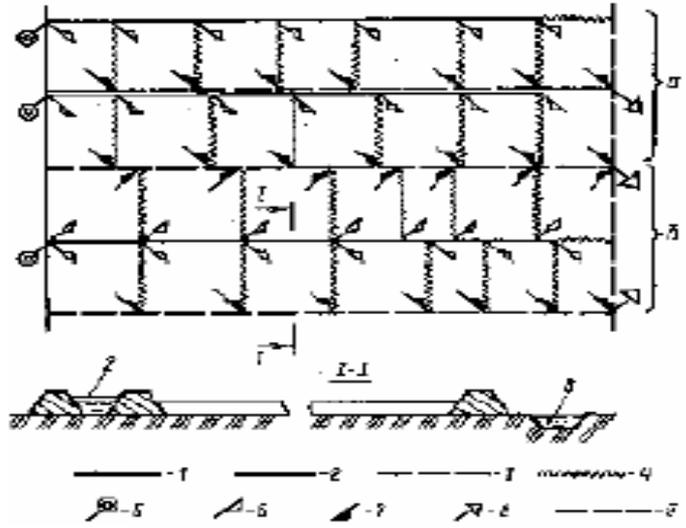


Схема карты краснодарского типа:
 1-участковый распределитель; 2-картовый ороситель; 3-картовый сброс; 4-валик; 5,6-водовыпуски из распределителя в ороситель, из оросителя в чек; 7,8-водовыпуски из чека в сброс и из сброса в коллектор; 9-коллектор; а, б-одностороннее и двухстороннее командование

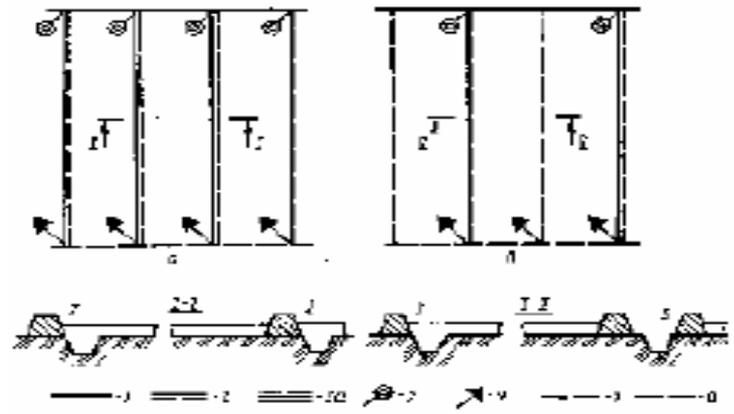


Схема КШФ:
 а-без дренажа; б-с дренажем; 1-участковый распределитель; 2-ороситель-сброс; 2а-ороситель-сброс двухстороннего командования; 3-водовыпуск из распределителя в ороситель-сброс; 4-водовыпуск из оросителя-сброса (дрены) в коллектор; 5-коллектор; 6-открытые дрены

Карту-чек широкого фронта (КШФ) подачи и сброса (рис. 19)

располагают длинной стороной вдоль горизонталей. В зависимости от рельефа длина карты 400-1200 м, ширина 75-200 м, площадь 4-20 га. Всю поверхность карты планируют под одну отметку, т. е. карта представляет собой один большой чек. Существуют две разновидности КШФ – без дренажа и с дренажём.

В бездренажном варианте подача и сброс воды осуществляются через ороситель-сброс в выемке. Однако, дренированность территории в этом случае невысокая. КШФ с дренажём лишены этого недостатка. Оросители- сбросы на КШФ могут быть как одностороннего, так и двустороннего командования. Работает карту-чек следующим образом: вода из распределителя последнего порядка через сооружение затопляет

ороситель-сброс, переполняет его и через необвалованную бровку выходит на поверхность карты-чека. Сооружение в конце оросителя-сброса закрыто, и вода постепенно заполняет карту-чек. Затопление и опорожнение КШФ происходит в 1,5-2 раза быстрее, чем на ККТ. Глубину оросителей-сбросов принимают 1-1,5 м.

Преимущества КШФ: коэффициент земельного использования повышается на 2-4% по сравнению с ККТ; производительность труда поливальщиков возрастает в 1,5-2 раза, а сельскохозяйственной техники - на 10-20%; создаются условия для автоматизации водораспределения; ускоряется процесс затопления и опорожнения чеков; снижаются потери оросительной воды.

Карта кубанского типа представляет собой более усовершенствованную конструкцию рисовой системы. Особенность этой системы - наличие конструктивных модулей, из которых комплектуются рисовые единицы водопользования и система в целом. Каждое поле единицы водопользования имеет участковый распределитель, расположенный посередине поля; коллекторы и дрены, расположенные по границам поля; три клетки дренирования, оконтуренные дренами, сбросами и коллекторами (клетка состоит из двух поливных участков); шесть поливных участков, содержащих по четыре чека площадью по 6 га; оросители посередине поливного участка до половины его длины; полевые дороги; гидротехнические сооружения.

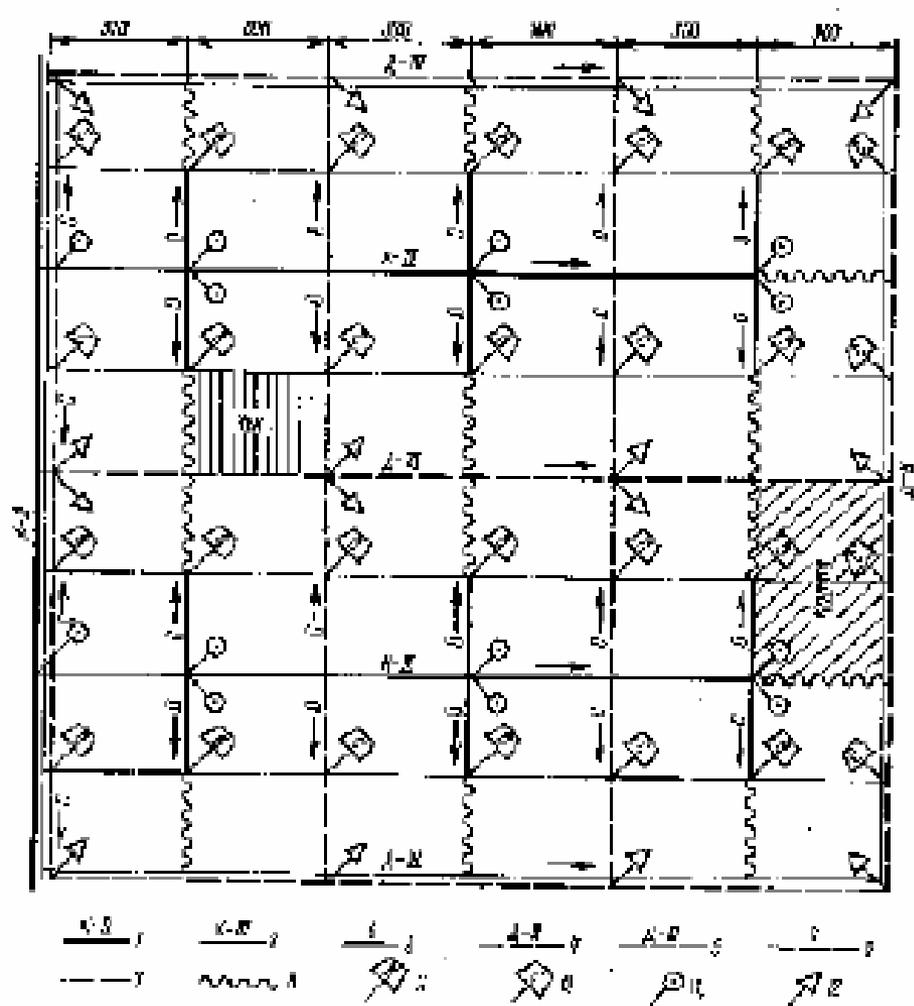


Схема рисовой оросительной системы «Кубанская»:

1-распределитель второго порядка; 2- распределитель третьего порядка; 3-картовый ороситель; 4-коллектор второго порядка; 5- коллектор третьего порядка; 6-картовый сброс; 7-дорога; 8-межчековый валик; 9-узел водовыпусков в чеке в конце картового оросителя, 10-узел водовыпусков из чеков в картовые сбросы и коллекторы, 11-водовыпуск в голове распределителя третьего порядка и картового оросителя; 12-водовыпуск в конце коллектора и картового сброса

Дождевание

Дождевание - распыление оросительной воды специальными техническими средствами на мелкие капли, которые в виде дождя падают на растения и почву, увлажняя их в приземный слой воздуха.

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 подъёма уровня грунтовых вод, что предупреждает засоление и заболачивание орошаемых земель, разрушение структуры почвы

Виды дождевания. По срокам и характеру увлажнения почвы и 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).

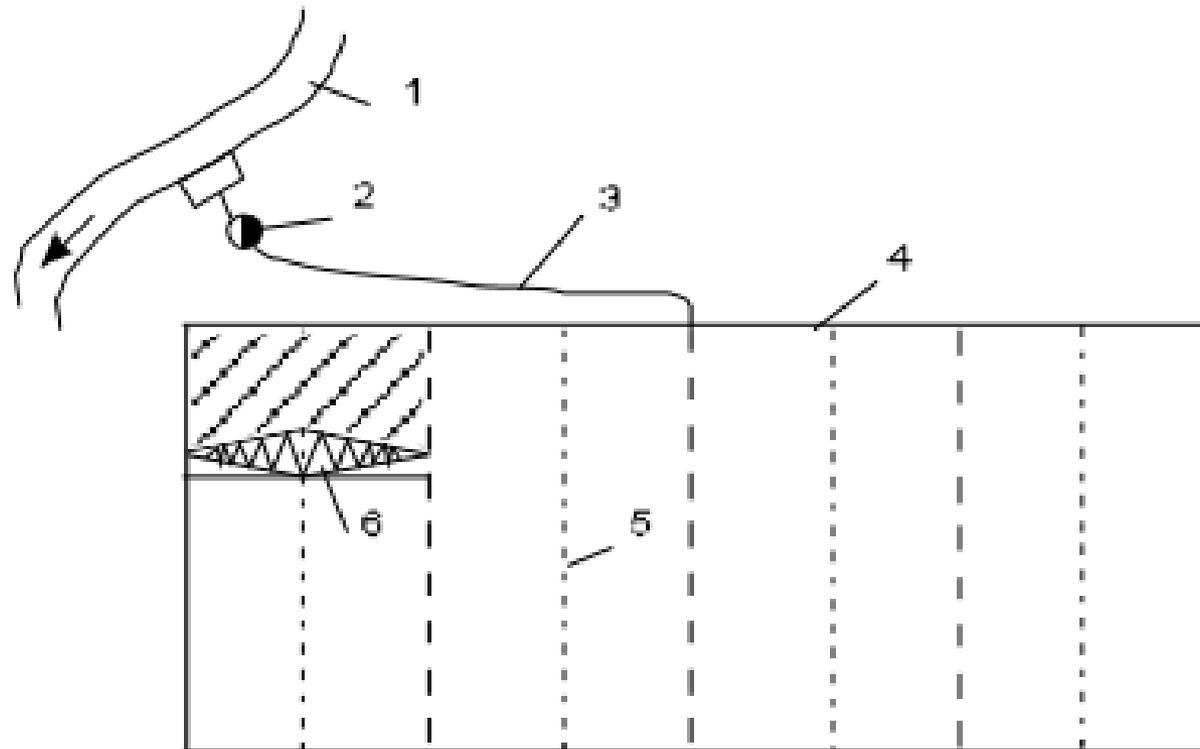
В последние годы широкое распространение начинает получать приземное и подкрановое дождевание.

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 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(рис) делят на стационарные, полустационарные и передвижные.

Дождевание



Дождевальная оросительная система:

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

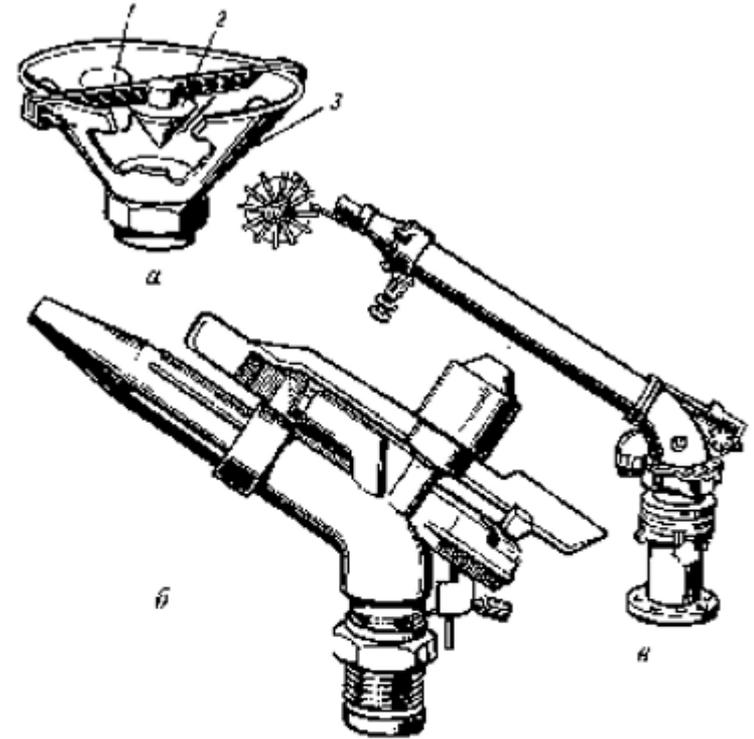
Дождевальные насадки. Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее частей совершающих перемещение относительно друг друга, называют дождевальной насадкой.

Дождевальные насадки бывают дефлекторными (отражательными) и струйными. Дефлекторные насадки (рис. 29) устанавливают на двухконсольных дождевальных агрегатах ДДА-100М, ДДА-100МА, на дождевальных машинах «Кубань», а также на дождевальных установках для полива цветников, газонов, растений 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).

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

Дождевальные машины и установки

Дождевальные машины и установки в зависимости от типа используемых насадок делят на три типа: короткоструйные (низконапорные), среднеструйные (средненапорные) и дальнеструйные (высоконапорные). Отличаются они как конструкцией и техническими особенностями дождевальных насадок, так и структурой и качеством дождя, радиусом действия, напором и расходом воды и производительностью труда



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

Короткоструйные дождевальные 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.

Короткоструйные дождевательные агрегаты ДДА-100М и ДДА-100МА предназначены для орошения зерновых, технических, овощных, бахчевых и кормовых культур, а также трав на участках с уклонами до 0,003. Расход ДДА-100М - 100 л/с; ДДА-100МА - 130 л/с. Дождевательные машины ДДА-100М и ДДА-100МА состоят из трактора, пространственной двухконсольной треугольной фермы с дождевальными насадками, рамы для крепления фермы на тракторе, насосной установки, гидropодкормщика, гидросистемы управления и системы освещения.

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 «Фрегат» представляет собой движущийся по кругу трубопровод, установленный на А-образных колесных опорах-тележках. На трубопроводе расположено 38-50 среднеструйных дождевальных 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. Производительность полива зависит от длины трубопровода и поливной нормы, составляющей 240-1200 м³/га. На каждой самоходной тележке имеется гидравлический привод, обеспечивающий движение, и система автоматической синхронизации скорости движения тележек. Машина имеет две системы аварийной защиты: механическую и электрическую, которые автоматически останавливают машину при изгибе трубопровода.

Площадь полива за смену 4,5-5,0 га, за сезон - до 160 га. Трубопровод располагается на высоте 2,2 м, что позволяет орошать любые сельскохозяйственные культуры. Полное время оборота трубопровода 50-250 ч.

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 $m = 300 \text{ м}^3/\text{га}$ составляет 0,5 га, за смену - 5 га, а за сезон - 60-70 га. Обслуживающий персонал - 1 человек.

Дальнеструйный дождеватель навесной ДДН-100 имеет аналогичное устройство с машиной ДДН-70, но отличается от нее расходом воды ($Q = 100$ л/с), напором ($H = 80-85$ м) и радиусом действия ($R = 85$ м). В связи с этим расстояние между смежными позициями при поливе по кругу равно 145-150 м, а по сектору - 80 м. Расстояние между временными оросителями или трубопроводами 120 м. Площадь полива при $m=300$ м³/га за 1 ч работы составляет 0,7 га, за смену - 7,5 га, а за сезон 100-150 га.

Перспективные дождевальные машины. Современный этап развития мелиорации в нашей стране характеризуется интенсивным вводом новых орошаемых земель в малообжитых районах страны с дефицитом трудовых ресурсов, что предопределяет высокий уровень механизации и автоматизации процесса полива. Поэтому вопросы совершенствования техники полива становятся всё более актуальными.

Наиболее перспективны многоопорные дождевальные машины, монтируемые из однотипных секций, которые легко приспособить к различным почвенно-рельефным условиям. Ведутся работы по применению на многоопорных машинах гидро- и электроприводов, что значительно повышает производительность этих машин.

В разработке, производстве и эксплуатации современной дождевальной техники можно отметить следующие основные тенденции: максимальное удовлетворение агротехнических требований культур; разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий и техники полива; разработка и внедрение прогрессивных форм комплексного обслуживания и централизованного ремонта поливной техники как специализированных сельскохозяйственных машин; сокращение сроков создания техники.

3.4.4. Расчёт полива дождеванием. 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:

$$P_{\varphi} = \frac{h_{\varphi}}{t}; \quad h_{\varphi} = \frac{60 \cdot Q \cdot t}{F}; \quad P_{\varphi} = \frac{60 \cdot Q \cdot t}{F},$$

где h_{φ} - 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:

$$P_{cp} < K_{вп}$$

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

$$t_{мин} = \frac{m}{10 \cdot P_{cp}},$$

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

Для дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100:

$$t_{nos} = \frac{m}{p_{cp}},$$

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:

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

где h -полная (строительная) глубина временного оросителя (0,9-1,1 м); h_{min} -минимально допустимая глубина воды в оросителе (0,3 м); h_{max} -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:

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

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

Сезонная производительность:

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

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

Количество дождевальных устройств для полива:

$$N = \frac{q_{\text{max}} \cdot F_{\text{ор}}^{\text{нр}}}{\beta_{\text{сез}} \cdot c \cdot Q},$$

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

Если расчётная ордината гидромодуля неизвестна, то

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

Число необходимых дождевальных устройств округляют до целого в большую сторону.

и интенсивность искусственного дождя -
 это слой осадков в миллиметрах, создаваемый
 дождевальными установками в течение
 1 минуты.

При дождевании не должно
 образоваться на поверхности почвы
 поверхностный сток, так как это приведет
 к образованию корки почвы, к разрушению
 структуры и уплотнению почвы.

А. Н. Косицкий предлагает следующие
 интенсивности дождя для различных почв
 мех. состава.

1.	Тяжелые	почвы	0,1 - 0,2	мм/мин
2.	средние	— " —	0,2 - 0,3	мм/мин
3.	легкие	— " —	0,5 - 0,8	мм/мин

Диаметры ρ катушки дождей не должны превышать 1-2 мм.
 Мгновенная (действ.) интенсивность дождя ρ по формуле

$$\rho = \frac{dh}{dt} \quad ; \quad \text{мм/мин.}$$

где ρ - действ. диаметр дождя, который характеризует местность его в момент выпадения осадков в данной точке

dh - слой выпавшей воды; мм
 сред. интенсивность дождя!

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot Q}{F} \quad ; \quad \text{мм/мин}$$

где $\rho_{\text{ср}}$ - сред. интенсивность дождя, выражает местность выпадения дождя за все время полива;

Q - расход дождевального агрегата, л

F - площадь дождевания, м².

t - время дождевания.

$$w_{\text{ср}} \geq \rho_{\text{ср}}$$

$w_{\text{ср}}$ - сред. скорость выпадения воды в погву, мм/мин

время полива при дождевании $\rho_{\text{ср}}$ по формуле

$$t = \frac{m_0}{\rho_0} = \frac{m_0 \cdot F}{60 \cdot Q}$$

где t - время полива, мин.

m_0 - полевая норма, мм

Импульсное дождевание - одно из прогрессивных направлений в дождевании.

Наиболее широко применяют синхронно-импульсное дождевание, когда импульсные аппараты работают одновременно на всей площади в режиме непрерывно чередующихся пауз накопления воды в гидропневмоаккумуляторах и периодов выплеска её под действием сжатого воздуха. Продолжительность пауз накопления может быть в 20-200 раз больше продолжительности выплеска воды.

Систему синхронно-импульсного дождевания проектируют из отдельных участков-блоков, в пределах которых осуществляется автономное управление режимом работы комплекта, состоящего из насосной станции, трубопроводов, импульсных дождевателей, генератора сигналов, датчика необходимости полива, пульта управления, гидроподкормщика и контрольно-измерительного

Техническая характеристика КСИД-10:

площадь полива, га	10,1-10,6
рабочий напор, МПа	0,60-0,65
водоподача, м ³ /га в сутки	20-100
количество дождевателей	51-55
средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,001-0,005
продолжительность рабочего цикла, мин	1,0
обслуживающий персонал, чел.	1 на 8-10 компл.

Импульсный дождеватель «Коломна-15» (рис. 36) состоит из гидропневмоаккумулятора, запорного органа и дождевальной насадки «Роса-3» с механизмом поворота. Гидроаккумулятор представляет собой водовоздушный резервуар, разделённый эластичной мембраной и перфорированным сводом на две части. Нижняя часть предварительно заполняется сжатым воздухом. В верхнюю часть поступает вода. Гидроуправляемый запорный орган - поршневого типа со сбросом воды в дождевальную насадку.

Генератор командных сигналов служит для периодического понижения давления в трубопроводах с целью создания сигнала, обеспечивающего одновременный выплеск дождевателями накопленной воды.

Датчик необходимости полива служит для автоматического включения насосной станции путём передачи дискретной информации о влагозапасах в почве.

Комплект оборудован контрольно-измерительными приборами (водосчётчик, счётчик импульсов, счётчик моточасов) и аварийной защитой на случай неполадок в работе.

Система работает следующим образом. От сигнала, поступившего от датчика полива, включается насосный агрегат, который подаёт воду ко всем импульсным дождевателям комплекта. Через запорные органы вода поступает в верхнюю часть гидроаккумуляторов, сжимая находящийся под мембраной воздух. После наполнения всех дождевателей водой до расчётного объёма генератор командных сигналов соединяет трубопроводы с атмосферой. Давление в них резко снижается, при этом одновременно на всей территории срабатывают дождеватели. После выплеска дождевальные насадки поворачиваются на угол 3-5°, и рабочий цикл «накопление-выплеск» повторяется.

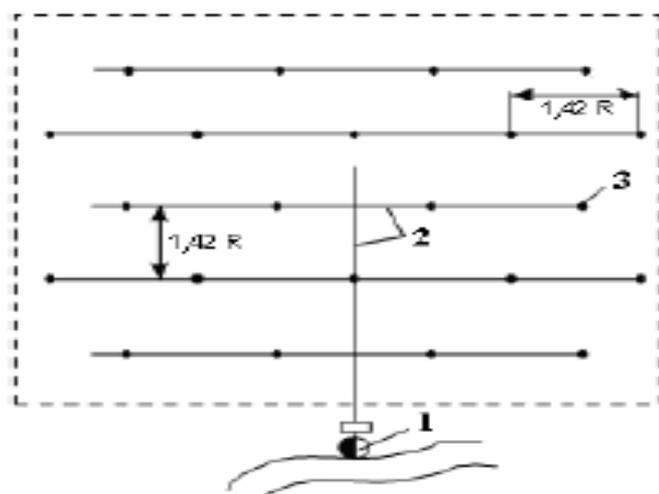


Схема импульсного дождевания:
1-насосная станция; 2-распределительные трубопроводы; 3-гидроаккумулятор

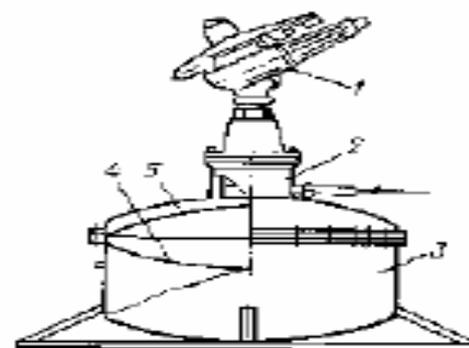


Рис. 36. Импульсный дождеватель:
1-дождевальная насадка; 2-запорный орган;
3-гидроаккумулятор; 4-эластичная мембрана;
5-перфорированный свод

Среднюю круговую интенсивность дождя $p_{ск}$ вычисляют по формуле:

$$p_{ск} = \frac{q_n}{\omega_n},$$

где ω_n - площадь, обслуживаемая одним аппаратом при принятой схеме расстановки (по квадрату и треугольнику), га; q_n - расход, подводимый к аппарату (0,4-4), л/с.

Продолжительность накопления воды в гидроаккумуляторе, с

$$t_n = \frac{v_{выб}}{q_n},$$

где $v_{выб}$ - объем выброса воды за рабочий цикл, л,

$$v_{выб} = \frac{V_r \cdot P_n}{P_a} \left[\left(\frac{P_n}{P_a} \right)^{0,9} - 1 \right],$$

где V_r - геометрический объем гидроаккумулятора, л; P_a - атмосферное давление, кг/см²; P_n и P_n - верхний (4-10) и нижний (2-6) пределы давления в гидроаккумуляторе, кг/см².

Продолжительность выплеска воды из гидроаккумулятора через среднеструйную дождевальную насадку, с:

$$t_s = \frac{2 \cdot v_{\text{выб}}}{f_c \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (P_s - P_u)}}$$

где f_c - площадь отверстия сопла, см²; μ - коэффициент расхода сопла.

Суммарный расход Q выплеска воды всеми импульсными дождевателями, л/с на 1 га

$$Q = q \cdot \left(\frac{t_s + t_u}{t_s} \right)$$

где q - гидромодуль, л/с га.

Режим работы импульсных аппаратов позволяет работать с малыми подводимыми расходами воды порядка 0,1-0,2 л/с. Для строительства оросительной сети используют металлические или пластмассовые трубы малого диаметра (12-30 мм). Импульсное дождевание вследствие интенсивности дождя 0,001-0,005 мм/мин можно применять для орошения сельскохозяйственных культур на любых по водопроницаемости почвах и при больших уклонах практически без образования стока.

Импульсное дождевание в первую очередь следует использовать на чайных плантациях, в садах, ягодниках, на овощных участках. Особенно эффективно оно на территориях со сложным рельефом и на маломощных почвах.

При импульсном дождевании, по сравнению с обычным, урожайность чайного листа повышается на 30-35%, кормовой свеклы - на 35-40%, сахарной свеклы - на 20-25%, капусты - на 30-50%.

Спасибо за внимание!