

Российская академия сельскохозяйственных наук
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт овощеводства

**РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ, СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ПОЛИВА
ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР
В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ РФ**

Руководство

Москва – 2010

Руководство по режимам орошения, способам и технике полива при выращивании овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ (режимы орошения, способы, техника и технология полива, подкормка с поливной водой, влияние переувлажнения и затопления на овощные растения) составлено заведующим лабораторией орошения ВНИИО, доктором сельскохозяйственных наук, профессором С.С. Ваняном и старшим научным сотрудником, кандидатом сельскохозяйственных наук А.М. Меньших. При написании руководства использованы рекомендации «Режимы орошения и техника полива овощных культур» 1985 г., которые переработаны и дополнены с учетом достижений последних лет.

При разработке были использованы результаты научно-исследовательских работ, проведенных сотрудниками ВНИИО (бывший НИИОХ), ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, ВНИИМиТП (ВНИИ «Радуга»), МГМИ (МГУ Природообустройства), МСХА им. Тимирязева, Молдавского ВНИИ орошаемого земледелия и овощеводства, УкрНИИ овощеводства и бахчеводства и других институтов, а также Интернет-ресурсы российских и зарубежных производителей с-х техники и оборудования.

Руководство рассчитано на специалистов по овощеводству, орошаемому земледелию и водному хозяйству.

Руководство рассмотрено и рекомендовано к изданию Ученым советом ВНИИ овощеводства Россельхозакадемии (протокол № 5 от 08 апреля 2010 г.).

ВВЕДЕНИЕ

В зависимости от водного режима растение может развивать огромную вегетативную массу, но не продукцию для питания, может образовать продукцию высокого качества или очень низкокачественную и не пригодную для хранения. При избытке воды или её недостатке растение может погибнуть. Путем регулирования водного режима (орошения при недостатке воды, осушение при её избытке) можно создать оптимальные условия для роста, развития растений и получения продукции необходимого количества, качества и назначения (для употребления в свежем виде, для кратковременного или длительно хранения, или для переработки).

В основных районах товарного овощеводства овощные культуры, как правило, возделываются при орошении. В северо-западных и центральных областях Нечерноземной зоны орошение обеспечивает повышение их урожайности в среднем на 20-30%, на юго-востоке в 1,5-2 раза, а во многих районах Нижнего Поволжья и Северного Кавказа выращивать овощные культуры без орошения практически невозможно.

Орошение осуществляется разными способами: дождеванием обычным или мелкодисперсным, поливом по бороздам и полосам, затоплением поверхности, подпочвенным увлажнением, капельным орошением. При выращивании овощных и бахчевых культур в открытом грунте чаще всего применяют полив дождеванием, в южных районах используют полив по бороздам, также в последние годы широкое распространение получает капельное орошение.

Во время полива и после него вода продолжает перераспределяться по почвенному профилю до достижения определенного сравнительно равновесного состояния (ППВ; НВ). Время установления равновесного состояния и количество воды, которое при этом удерживается в данном слое почвы зависят от её

водно-физических свойств. На лёгких почвах (супесь, песок) удерживается мало воды, равновесие устанавливается быстро (обычно на следующий день), а на тяжелых почвах (суглинок, глина) – наоборот, намного больше воды и медленнее (на второй–третий день). Если воды поступает больше, чем данный слой почвы в состоянии удержать, то излишек её уходит в глубокие слои и становится недоступен для растений. При наличии в подпахотном слое водоупора (слабопроницаемого слоя почвы) излишки воды могут заполнить все поры почвы, покрыть её поверхность, затопить растения – то есть нарушить водно-воздушный режим и привести к гибели растений. Если же поступило небольшое количество воды, она задерживается в верхних слоях почвы и не увлажняет корнеобитаемый слой.

Техника и технология полива зависит от почвенно-климатических условий и рельефа местности, от размеров площади и от сельскохозяйственной культуры.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Плотность твердой фазы почвы или **удельная масса** γ_0 (т/м³; г/см³) – масса единицы объема сухих твердых частиц почвы – отношение массы твердых частиц почвы G_0 (т; г) к их объёму V_0 (м³; см³):

$$\gamma_0 = \frac{G_0}{V_0}$$

Удельная масса зависит от вида входящих в почву минералов и количества органического вещества. Для минеральных почв ориентировочно составляет 2,4-2,8 г/см³; для торфяных почв в зависимости от степени разложения и зольности – 1,4-1,7 г/см³.

Плотность сложения или **объемная масса** γ (т/м³; г/см³) – масса единицы объема почвы в естественном сложении –

отношение массы сухой почвы G (г; т) к её объёму в естественном сложении вместе с порами V (м^3 ; см^3):

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

Объёмная масса минеральных почв составляет 0,9-1,8 г/ см^3 ; торфяных – 0,15-0,40 г/ см^3 .

Пористость почвы P (%) – объём пор в единице объема в естественном сложении, определяется по формуле:

$$P = 100 \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_0} \right)$$

У разных почв, разных слоёв почвы, пористость, как и объёмная масса, различна: минеральных почв 25-70%; гумусных слоёв 45-60%; торфяников 80-90%.

Водопроницаемость (мм/час) – свойство почвы впитывать и пропускать через себя воду, поступающую с поверхности с различной скоростью. Водопроницаемость почвы переменная величина: вначале процесс идет интенсивно, постепенно скорость впитывания уменьшается и достигает для каждого типа почвы определенной постоянной величины (**скорости фильтрации**).

Н.А. Качинский предлагает следующие градации водопроницаемости: провальной – >1000 мм/ч; излишней – 1000-500 мм/ч; наилучшей – 500-100 мм/ч; хорошей – 100-70 мм/ч; удовлетворительной – 70-30 мм/ч; неудовлетворительной – <30 мм/ч.

Влажность почвы (%) – содержание воды в единице объема почвы – отношение массы воды G_B к массе сухой почвы G (B – влажность от массы или весовая влажность почвы), или отношение объема воды V_B к объёму сухой почвы V ($B_{об}$ – объёмная влажность почвы):

$$B = 100 \frac{G_B}{G}, \quad \text{или} \quad B_{об} = 100 \frac{V_B}{V}$$

Зная влажность от массы (B) и объёмную массу почвы (γ) можно рассчитать объёмную влажность:

$$B_{об} = \gamma B$$

Влагоёмкость – свойство почвы поглощать и удерживать воду. Она измеряется в %, $\text{м}^3/\text{га}$ или мм. Влагоёмкость можно разделить на следующие виды:

Полная или общая влагоёмкость ПВ (ОВ) – количество воды, содержащееся в почве, при заполнении всех её пор.

Капиллярная влагоёмкость КВ – максимальное количество воды, которое данный слой почвы удерживает в равновесном состоянии без стока в нижние слои. Она заполняет мелкие поры (капилляры) и передвигается в любом направлении от мест с более высоким увлажнением к местам с меньшей под действием сил поверхностного натяжения, не подчиняясь силам гравитации (тяжести), доступна растениям.

Предельная полевая влагоёмкость ППВ или **наименьшая влагоёмкость** НВ – максимальное количество воды удерживаемой данным слоем почвы после обильного увлажнения и свободного стекания при глубоком залегании грунтовых вод (капиллярная влагоёмкость определяемая в полевых условиях). ППВ имеет наибольшее агрономическое значение, т.к. характеризует верхний предел оптимальной для растений влажности почвы.

Влажность завядания ВЗ – влажность почвы, при которой начинается устойчивое (необратимое) завядание растений. Зависит от состава почвы, растения и фазы её роста и развития. Нижний порог влажности почвы при выращивании сельскохозяйственных культур должна быть выше ВЗ. Влажность завядания легких почв (песок, супесь) значительно ниже (6-10%), чем тяжелых (суглинков, глина) (16-20% и более).

Гранулометрический (механический) состав почвы. Водно-физические свойства почвы зависят от их механического состава. Механический состав почвы характеризуется содержанием физической глины – частиц размером меньше 0,01 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация почв по гранулометрическому (механическому) составу (по Н.А. Качинскому)

Название почвы по мех. составу	Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм), %		
	Подзолистого типа почвообразования	Степного типа почвообразования	Солонцы и сильно-солонцеватые
Песок	< 10	< 10	< 10
Супесь	10-20	10-20	10-15
Суглинок лёгкий	20-30	20-30	15-20
"-" средний	30-40	30-44	20-30
"-" тяжелый	40-50	45-60	30-40
Глина лёгкая	50-65	60-75	40-50
"-" средняя	65-80	75-85	50-65
"-" тяжелая	> 80	> 85	> 65

ЗОНЫ УВЛАЖНЕНИЯ

По характеру естественного увлажнения территорию РФ можно разделить примерно на семь зон: сухая пустыня, полусухая полупустыня, засушливая степь, полузасушливая типичная степь, полувлажная лесостепь, влажная тайга и лиственные леса, избыточно-влажная тайга. Зоны увлажнения выделены в зависимости от годового количества осадков, от суммы среднемесячных дефицитов влажности воздуха и от испаряемости (таблица 2).

ВИДЫ, НАЗНАЧЕНИЕ, НОРМЫ И СРОКИ ПОЛИВОВ

Орошение позволяет создать запасы воды в корнеобитаемом слое почвы до начала вегетации, увлажнить верхний иссушенный слой перед посевом и посадкой, восстановить запасы воды в почве в течение вегетации и т.д. В зависимости от назначения выделяют много видов полива (таблица 3).

Потребность растений в воде в течение вегетации меняется, поэтому режим орошения – уровень и глубину увлажнения почвы при поливе, норму полива, целесообразно дифференцировать по трём межфазным периодам.

Таблица 2 – Шкала классификации климата по условиям влагообеспеченности (по Д.И. Шашко и изменениями С.С. Ванеяна)

№ пп	Зоны увлажнения и их условные обозначения	Почвы	Показатели увлажнения*		
			P/Σd	P/f	f/P
1	Сухая пустыня, C; C ₀	Бурая и серая бурая	<0,10	<0,22	<0,75
2	Полусухая полупустыня, Сп	Светло-каштановая	0,15-0,10	0,22-0,33	0,75-1,00
3	Засушливая степь, З; З ₀	Южный чернозём и темно-каштановая	0,25-0,15	0,33-0,55	1,00-1,28
4	Полузасушливая типичная степь, П	Обыкновенный чернозем	0,35-0,25	0,55-0,77	1,28-1,80
5	Полувлажная лесостепь, Пв	Оподзоленный и выщелоченный чернозём; серая лесная	0,45-0,35	0,77-1,00	1,80-3,00
6	Влажная тайга и лиственные леса, В	Подзолистая и бурая лесная	0,60-0,45	1,00-1,33	3,00-4,50
7	Избыточно влажная тайга	Преимущественно глеево-подзолистая	> 0,60	> 1,33	> 4,50

* P - осадки за год; Σd - сумма среднесуточных значений дефицитов влажности воздуха за год; f - испаряемость за год вычисленная по формуле $f=0,45\Sigma d$

Первый период – от высадки рассады (массовых всходов) до начала формирования урожая (вегетативный рост), второй – от начала формирования урожая до начала технической спелости (продуктовый рост) и третий – от начала технической спелости до уборки последнего сбора (созревание).

Норма полива – количество воды, подаваемое за один полив, зависит от водно-физических свойств почвы, глубины и уровня увлажнения почвы (таблица 4). Норму полива можно определить по формуле А.Н. Костякова:

$$m = 100\gamma H(B_0 - B) \text{ или } m = \gamma H B_0(100 - b),$$

где: m – норма полива, $\text{м}^3/\text{га}$;

γ – плотность сложения увлажняемого слоя почвы, $\text{т}/\text{м}^3$;

H – глубина увлажнения почвы, м ;

B_0 – влажность почвы после полива (принято ППВ; НВ), % от массы сухой почвы;

B – влажность почвы перед поливом, % от сухой почвы;

b – влажность почвы, % от ППВ:

$$b = 100 \frac{B}{B_0}$$

Глубина увлажнения почвы при поливе принимается в зависимости от глубины распространенности корневой системы растений, которая по мере роста растений меняется и в период созревания этот рост останавливается. Поэтому глубина увлажнения дифференцируется также по периодам вегетации. Например, в избыточно влажной и влажной зонах на подзолистых почвах, а также при близком уровне грунтовых вод при выращивании овощных культур в первый период вегетации принимается не более 0,20 м, а во второй и третий период 0,3 м.

В сухой и засушливой зонах (на юге страны) корневая система овощных культур может развиваться в более глубоких слоях почвы (0,6-0,8 м), особенно на мощных плодородных почвах. Однако, в условиях регулярного орошения основная масса корневой системы растений располагается там, где создаются благоприятные условия водного и минерального питания. Поэтому в условиях юга глубину увлажнения при выращивании овощных культур в первый период не целесообразно принимать больше 0,3 м, а в последующие периоды больше 0,4 м.

Норма полива зависит также от способа и техники полива. Овощные культуры при дождевании не рекомендуется поливать нормами более 350-400 $\text{м}^3/\text{га}$ во избежание поверхностного стока, а при капельном орошении не более 200-250 $\text{м}^3/\text{га}$. При поливе по бороздам – 500 $\text{м}^3/\text{га}$, на небольших участках изменяя глубину и длину борозды норма полива можно значительно уменьшить.

**Таблица 3 – Виды и назначение поливов овощных культур
(по Е.Г. Петрову с уточнениями С.С. Ванеяна)**

Вид полива	Назначение и условия применения	Культура, зона	Норма, м ³ /га
Вегетационный	Создание для растений оптимального уровня увлажнения корнеобитаемого слоя почвы в течение вегетации	Все культуры, во всех зонах	150-400 (300-500)*
Влагозарядковый	Создание запасов воды во всем корнеобитаемом слое почвы до посева или посадки; когда не проведена естественная влагозарядка, особенно при летних сроках посева и посадки.	Все культуры, в основном на юге	400-600
Провокационный	Для вызова всходов сорняков, которые перед посевом (посадкой) уничтожаются механическими средствами.	Все культуры позднего срока посева (посадки)	200-300
Предпосевной	Создание условий для дружных всходов и приживания рассады при пересушенном верхнем слое почвы.	Особенно для мелкосеменных культур	200-300 (400-600)
Послепосевной	Способствует появлению дополнительных всходов растений, которые не взошли из-за пересушки верхних слоев почвы. Полив повторяется до появления массовых всходов не допуская образования корки на поверхности почвы	Все посевные культуры, во всех зонах	50-100 (400-600)
Посадочный	Обеспечивает приживание рассады; проводится одновременно с посадкой и повторяется через 2-5 дней.	Культуры, возделываемые рассадным способом.	150-200 (400-600)
Освежительный	Увлажняет воздух и растения, снижает избыточно высокую температуру воздуха, растений и почвы; применяют в жаркие часы дня.	Капуста, салат, огурец, пряно-вкусовые и зеленные культуры.	20-50
Удобрительный (фертигация)	Подкормка минеральными удобрениями, растворенными в поливной воде; обычно совмещают с вегетационными поливами.	Все культуры нуждающиеся в подкормке	150-250; удобрений 50-200 кг/га
Противозаморозковый	Проводится перед ожидаемыми заморозками для предотвращения или ослабления их вредного воздействия.	Особенно для теплолюбивых культур (томата, огурца и др.)	20-50
Промывной	Растворяет и выносит из корнеобитаемого слоя почвы вредные для растений соли на почвах, подверженных засолению.	Культуры в южных зонах	от 1500-2000 до 6000-8000 в зависимости от степени засоленности почвы

* в скобках даны значения при поливе по бороздам

При ручном поливе норму полива можно уменьшить, но поливать чаще, компенсируя суммарное испарение. При поливе малыми нормами корневая система растений растет в верхних слоях почвы и обеспечивает получение более высоких урожаев, особенно зеленных культур. По мере уменьшения нормы полива увеличивается число поливов. Такой режим можно применять при безотказной работе системы орошения, т.к. небольшие перебои с поливом приведут к иссушению верхних слоев почвы, к задержке роста растений и даже к их гибели.

Влажность почвы перед поливом является основным критерием при определении срока его проведения. Она не должна быть ниже величины, допустимой для каждой культуры, и колебаться в пределах 60-80% ППВ.

Таблица 4 – Норма полива в зависимости от механического состава, влагоёмкости и влажности почвы перед поливом, м³/га

Почва	Влажность почвы			Норма полива при глубине увлажнения, м			
	предельно-полевая, % от массы	завядания, % от массы	перед поливом, % ППВ	0,2	0,3	0,4	0,5
Супесь	18-20	6-10	80	75	125	175	225
			70	125	200	275	350
Суглинок легкий	22-26	11,14	80	125	175	225	275
			70	175	275	350	425
Суглинок средний	27-30	15-17	80	150	225	275	325
			70	225	325	400	475
Суглинок тяжелый	30-34	18-20	80	175	250	325	375
			70	250	375	475	550

Для обеспечения оптимального уровня увлажнения почвы при возделывании определенной культуры устанавливают сроки ее полива. Для этого регулярно определяют влажность корнеобитаемого слоя почвы, и когда она приближается к нижнему порогу, назначают очередной полив. Самым распространенным и надежным является термостатно-весовой метод, когда из разных

слоёв почвы (0–0,1; 0,1–0,2; 0,2–0,3; 0,3–0,4; 0,4–0,5; 0,5–0,6 м) периодически (обычно еженедельно) берут образцы, взвешивают и сушат их в шкафах при температуре 105°C до постоянной массы. Обычно начальная сушка продолжается 6-8 часов в зависимости от механического состава почвы, а повторная – 2 часа. Легкие почвы сушат быстрее, тяжелые дольше. После каждой сушки образцы взвешивают. Влажность каждого слоя почвы рассчитывают по формуле:

$$B = 100 \frac{G_1 - G}{G}$$

где: В – влажность слоя почвы, из которого взят образец, %;

G_1, G – соответственно масса сырой и сухой почвы, г.

По этим данным вычисляют среднеарифметическую влажность увлажняемого слоя и сравнивают с рекомендуемым нижним порогом влажности почвы для данной культуры. Если они близки, то назначают очередной полив (допустимое отклонение $\pm 2-3\%$).

Перед посевом, после посадки (посева), целесообразно определить влажность верхних слоёв (0,05; 0,10 м), чтобы заблаговременно проводить полив и обеспечить хорошую приживаемость рассады и дружных всходов семян.

Для ускорения и сокращения расчета, в зависимости от культуры и периода вегетации можно определить влажность до глубины 0,2-0,4 м.

На землях с однородной по глубине почвой средняя по слоям влажность почвы заменяется определением влажности одного равнозначного слоя. Например, для Центральных районов этим слоем является 0,20 м.

Существует много косвенных методов определения сроков полива в течение вегетации. В их основе лежит метод водного баланса. Уравнение водного баланса для поливного участка, где

нет влияния грунтовых вод, можно представить в упрощенном виде:

$$E = M + 10 * O$$

где: М – полезные запасы воды в расчетном слое почвы, м³/га;

О – количество осадков, выпавших в течение расчетного периода, мм (1 мм = 10 м³/га);

Е – суммарное водопотребление в течение расчетного периода, м³/га.

Полезные запасы воды в начале расчетного периода можно определить по фактической влажности расчетного слоя увлажнения почвы или ориентировочно запасы принимаются равные норме полива.

Количество осадков целесообразно измерить на месте с использованием простых общедоступных средств. Например, с помощью тонкостенной цилиндрической банки и линейки с мм делениями. Банка устанавливается непосредственно на поливном участке вертикально на подставке так, чтобы растения не влияли на поступление осадков в банку. Глубина воды в банке показывает количество осадков. Если банка имеет другую форму, то необходимо измерить диаметр её входного отверстия (d), рассчитать приемную площадь $S = \frac{\pi d^2}{4}$ и иметь мензурку с делениями для измерения объема воды. Зная объем воды V (см³) и приемную площадь банки (см²) определяется количество осадков:

$$O = \frac{10V}{S}$$

Таким же способом можно измерить фактическую норму полива при дождевании (количество вылитой воды).

Суммарное водопотребление (испарение) также определяется исходя из температуры, влажности, дефицита влажности воздуха, солнечной радиации, скорости ветра и т.д. Наиболее простым и доступным является определение

суммарного водопотребления (испарения) по сумме среднесуточных температур воздуха:

$$E = K_t \cdot \Sigma t = K_t \cdot T \cdot t_0$$

где: E – суммарное водопотребление, м³/га;

Σt – сумма среднесуточных температур воздуха за период, °С;

t_0 – среднесуточная температура воздуха за период, °С;

T – число дней (суток) в периоде;

K_t – биофизический коэффициент, расход воды м³/га на 1°С, значение которого определяется опытным путем по зонам, культурам и периодам вегетации.

Например, в условиях Московской области получены следующие биофизические коэффициенты по трем межфазным периодам вегетации: капуста цветная, белокочанная ранняя – 1,8; 2,4 и 2,2 м³/га на 1°С; для белокочанной капусты позднего срока созревания – 2,0; 2,2 и 1,8 м³/га на 1°С; для моркови и свеклы столовой – 1,8; 2,0 и 1,8 м³/га на 1°С.

Подставляя значения суммарного водопотребления в уравнение водного баланса получаем:

$$K_t \cdot T \cdot t_0 = M + 10 * O$$

Откуда определяем время (число дней), в течение которого могут быть израсходованы запасы воды, имеющиеся в почве и полученные с осадками:

$$T = \frac{M + 10 * O}{K_t t_0}$$

Пример расчета. Прогнозировать срок проведения полива ранней капусты, если полезные запасы влаги (80% ППВ) были равны 225 м³/га, 23 и 24 мая выпало 12,5 мм осадков (Московская область, среднесуглинистые почвы), а среднесуточная температура воздуха в этот период составила 15°С. Биофизический коэффициент 1,8 м³/га на 1°С.

Подставляя данные в формулу получим:

$$T = \frac{225 + 125}{1,8 * 15} \approx 13 \text{ суток}$$

Следовательно, полив капусты ранней ориентировочно нужно проводить через 13 суток, т.е. 2 июня.

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

По способности добывать и расходовать воду овощные растения можно подразделить на следующие группы: 1 – трудно добывающие воду и расходующие её неэкономно (все виды капусты, огурец, салат, редис, шпинат и др.); 2 – легко добывающие воду и расходующие её экономно (томат, морковь, петрушка, бахчевые культуры); 3 – трудно добывающие воду, но расходующие её экономно (лук, чеснок); 4 – легко добывающие воду и интенсивно её расходующие (свёкла).

При выборе режима орошения следует учитывать эти особенности овощных культур.

Капусту белокочанную раннюю и цветную в овощном севообороте надо поливать в первую очередь. Оптимальной для этих культур считается влажность почвы не ниже 80% ППВ (в течение всей вегетации). При понижении её до 70% ППВ даже на непродолжительное время (пять-семь дней) их урожайность снижается. Самым важным для этих культур является обеспечение хорошей приживаемости рассады. Для этого рассаду нужно сажать при оптимальной влажности почвы, с подливом воды и последующим проведением послепосадочного полива. При поливе дождеванием и при капельном орошении в центральных районах норма равна 150-200 м³/га, в южных – 250-300 м³/га, при поливе по бороздам – 400-500 м³/га. Если во время посадки запасы влаги в верхних слоях почвы недостаточны, что обычно наблюдается в южных районах, то за 1-2 дня до посадки необходимо проводить

полив нормой 200-400 м³/га (400-500 м³/га при поливе по бороздам). Норма полива определяется в зависимости от влажности почвы и глубины иссушенного слоя. Если посадку проводят во влажную почву, то для повышения производительности труда некоторые хозяйства сажают рассаду без подлива воды, но полив проводят сразу же после высадки. В жаркую и сухую погоду послепосадочный полив повторяется через два-три дня и обычно приурочивается к подсадке рассады вместо выпавшей. После приживания растений раннюю и цветную капусту поливают при снижении влажности почвы в слое 0,2-0,3 м до 80% ППВ. При отсутствии осадков, обычно в центральных районах межполивные интервалы составляют 10-12 дней, в южных – 6-8. По мере роста корневой системы растений норму полива дождеванием в центральных районах увеличивают от 150 до 250 м³/га, глубину увлажнения – от 0,2 до 0,3 м, в южных районах эти показатели изменяются соответственно от 200 до 300-350 м³/га и от 0,3 до 0,4 м.

На рост и развитие ранней и цветной капусты благоприятное воздействие оказывают освежительные поливы нормой 20-50 м³/га, которые проводятся в жаркие часы дня.

Капуста белокочанная поздняя и средняя также требует повышенной влажности почвы (80% ППВ), но во влажной зоне в первый период вегетации после приживания рассады допустимо её снижение до 70% ППВ. В этом случае корневая система растений уходит вниз и использует воду из более глубоких слоёв почвы, обеспечивается экономия поливной воды и получение высокого урожая. При выращивании поздних и среднеспелых сортов капусты первоочередной задачей является обеспечение хорошей приживаемости рассады, для чего необходимо создать достаточный запас влаги в почве. Так как капусту этих сортов высаживают позже, чем раннюю, то естественные запасы влаги в почве оказываются недостаточными и часто требуется полив до

высадки рассады. Для южных районов такой полив является обязательным. В центральных районах многое зависит от погодных условий, так как выпадение осадков после такого полива может затруднить высадку рассады в оптимальные сроки.

В южных районах, а также в центральных при сухой и жаркой погоде полив капусты надо проводить регулярно с начала вегетации и прекращать его за 2-3 недели до уборки, создавая рекомендуемый уровень влагообеспечения по периодам вегетации (70, 80, 80 % ППВ).

Вегетационные поливы средней и поздней капусты при отсутствии осадков проводят через каждые 10-12 дней. Норма полива в Нечерноземной зоне в первый период вегетации – 150-200 м³/га, во второй и третий периоды – 200-350 м³/га. На легких почвах норма полива и межполивной период меньше, чем на средних и тяжелых. В южных районах норму полива увеличивают до 200-250 м³/га в первый период вегетации и до 350-400 м³/га в остальные периоды.

При поливе по бороздам норма полива обычно больше, однако для овощных культур нет необходимости в поливе нормами выше 500 м³/га.

В среднесухой год поздние сорта капусты во влажной и избыточно влажной зонах Нечерноземной зоны поливают 2-5 раз, на юге и юго-востоке – 8-12.

Орошение оказывает существенное влияние на лежкость капусты. Если продукция предназначена для продолжительного хранения, то в третий период вегетации нужно обеспечить умеренное увлажнение почвы (70; 80; 70% ППВ), а за 20-30 дней до уборки поливы вообще прекратить (в Нечерноземной зоне раньше, чем на юге).

Томат поливают не только в засушливых районах, но и во влажных, так как семена пасленовых высевают на небольшую глубину (3-5 см), а этот слой при отсутствии осадков быстро

высыхает. Для получения нормальных всходов после посева проводят полив небольшой нормой, чтобы увлажняя верхние слои почвы, не вызывать образования корки на её поверхности. Если же она все-таки образовалась, полив нужно повторить, чтобы до появления массовых всходов поверхность почвы оставалась во влажном состоянии.

Если томат выращивают через рассаду, то основная задача орошения, как и при выращивании капусты, - обеспечить её приживание. В первый период вегетации растение томата расходует мало воды и после приживания рассады влажность почвы можно снизить до 70% ППВ.

С появлением завязей и началом интенсивного роста плодов расход воды резко увеличивается. В этот период влажность почвы желательно поддерживать не ниже 80% ППВ. В период созревания её можно снова снизить до 70% ППВ, а в районах с коротким вегетационным периодом полив нужно вообще прекратить. Такой режим орошения (70; 80; 70% ППВ) способствует увеличению урожая томата и более экономному расходованию поливной воды.

Так как растения томата хорошо добывают воду из почвы и экономно её расходуют, эту культуру поливают реже, чем капусту, и сравнительно большими нормами из расчета увлажнения почвы на глубину 30-40 см во влажной, полувлажной и полусасушливой зонах и 40-50 см на юго-востоке РФ.

В зоне избыточного увлажнения в зависимости от условий года томат поливают 1-2 раза, во влажной зоне – 2-3, на юго-востоке – 8-13 раз, обеспечивая рекомендуемый уровень увлажнения корнеобитаемого слоя почвы (70; 80; 70% ППВ).

Баклажан и перец требовательны к почвенной влаге. Недостаток её вызывает опадение бутонов и угнетение роста растений.

При весенней посадке эти культуры дают высокий урожай при влажности почвы в течение всей вегетации не ниже 80% ППВ, независимо от способа полива. При умеренном и дифференцированном режимах орошения урожай получается ниже.

Полив дождеванием и капельное орошение обеспечивают более высокий урожай, чем полив по бороздам.

При избыточной влажности и низких температурах почвы и воздуха растения баклажана поражаются грибными болезнями, урожай снижается. В этих условиях в третий период вегетации лучше поливать их умеренно (80; 80;70% ППВ).

На юге и юго-востоке РФ баклажан и перец поливают 9-15 раз.

Огурец – влаголюбивая культура. Особенно высокие требования к режиму орошения он предъявляет в период цветения – плодоношения.

В южных районах при недостатке влаги в почве перед посевом проводят полив нормой 400-500 м³/га. Если иссушению подвергся только верхний слой почвы, то норму полива уменьшают (200-250 м³/га). Такой полив часто является обязательным и в центральных районах.

Основная задача орошения в начальный период роста растений огурца – обеспечение дружных всходов. При наличии влаги в почве (влажность почвы перед поливом – 70% ППВ) огурец поливают умеренно, так как при обильных поливах и осадках в этот период усиливается рост вегетативной массы растения и задерживается цветение и образование плодов.

В период образования плодов и плодоношения огурец нужно поливать часто, желательно после каждого сбора, но небольшими нормами (влажность почвы перед поливом – не ниже 75-80% ППВ). Обычно полив проводят через 7-8 дней. Норма его на юге составляет 250-300 м³/га при поливе дождеванием и при поливе по бороздам до 500 м³/га, в центральных районах при

дождевании до 250 м³/га. В избыточно влажной и влажной зонах огурец поливают 2-4 раза, в Центрально-Черноземной полосе 4-6.

Эффективны также освежительные поливы в жаркие часы дня (ежедневно или через день) нормой 20-50 м³/га.

Тыква, кабачок, патиссон, арбуз и дыня требуют повышенной влажности почвы (не ниже 80% ППВ) в период интенсивного роста растений и плодов (второй период вегетации), а в начале вегетации и в период созревания можно поддерживать умеренную влажность почвы (70; 80; 70% ППВ).

В Центрально-Нечерноземной зоне кабачки и патиссоны часто выращивают рассадой, поэтому основной задачей орошения здесь является обеспечение хорошей её приживаемости.

Такой же режим увлажнения нужно обеспечить при выращивании арбуза, дыни и тыквы. Например, в Астраханской области арбуз, дыню и особенно тыкву поливают до конца вегетации; но в Волгоградской, Саратовской, Ростовской областях для ускорения созревания плодов в третий период вегетации их не поливают.

Лук и чеснок. Основная масса их корней в период наибольшего роста размещается в пределах пахотного слоя, поэтому оптимальные условия для роста и развития растений нужно создавать в 20-30-сантиметровом слое почвы. В нечерноземной зоне эти культуры поливают небольшими нормами (200 м³/га) с интервалом 20-25 дней. В сухую и теплую погоду межполивной период сокращается до 12-15 дней. В южных районах норму увеличивают до 300 м³/га при поливе дождеванием и до 400-500 м³/га при поливе по бороздам.

Для получения высокого урожая репчатого лука запасы влаги в почве в первый период вегетации должны быть повышенными (не ниже 80% ППВ), во второй период в южных районах также повышенными, а во влажных – умеренными (70% ППВ). Если продукции предназначена для употребления в свежем

виде, для переработки или непродолжительного хранения, в начале полегания листьев полив вообще прекращают. Если же продукция предназначена для продолжительного хранения, то во второй период вегетации запасы влаги должны быть умеренными (70% ППВ), а поливы нужно прекращать за 2 недели до начала полегания листьев. Таким образом, в зависимости от назначения продукции и зоны, уровень увлажнения при орошении лука должен быть 80; 80; 70 или 80; 70; 70 (60% ППВ).

Существенное влияние на лежкость и качество продукции оказывают погодные условия, складывающиеся в период созревания и уборки урожая (в августе). Отмечено, что с увеличением уровня увлажнения почвы при орошении отрицательное влияние этих факторов усиливается.

Репчатый лук во влажной и избыточно-влажной зонах поливают 1-3 раза, в лесостепи и Центрально-Черноземной зоне 4-8 раз, на юго-востоке при поливе дождеванием до 12 раз.

Корнеплоды (морковь, свёкла столовая и др.) по способности добывать и расходовать воду хотя и относятся к разным группам овощных растений, однако их поливают обычно одинаково умеренно. Наиболее эффективны поливы в период роста корнеплодов.

Важное значение для этих культур имеет посев в сжатые сроки при достаточных запасах влаги в почве. При иссушенном верхнем слое почвы полив целесообразно проводить до посева нормой 200-300 м³/га (в зависимости от глубины иссушения).

При задержке всходов посеvy корнеплодов поливают многократно небольшими нормами (75-100 м³/га), поддерживая поверхность почвы во влажном состоянии, не допуская образования поверхностной корки, до тех пор, пока не будет достигнута нормальная густота стояния растений.

Во влажной и избыточно-влажной зонах морковь и свёклу столовую поливают 1-3 раза нормой 200-250 м³/га в первый

период вегетации, 250-300 м³/га – во второй. За 25-30 дней до уборки полив прекращают. На юге РФ корнеплоды поливают 6-7 раз нормой до 400 м³/га, на юго-востоке 8-11 раз так же нормой до 400 м³/га. В период созревания корнеплоды поливают реже (только при продолжительной сухой погоде), чтобы влажность почвы не опустилась ниже 60% ППВ. В остальное время вегетации величина её не должна быть ниже 70% ППВ.

Редис, салат, кресс-салат и другие зеленные культуры.

Режим орошения этих культур в начале и середине вегетации должен обеспечить повышенную влажность почвы. В третий период вегетации их следует поливать умеренно, увлажняя слой почвы до 20-30 см. На юге и юго-востоке нормы полива нецелесообразно увеличивать, но нужно сократить межполивной период.

Щавель, ревень, лук многолетний. В первый год жизни в начале вегетации этих культур требуется поддерживать высокий уровень влажности почвы (не ниже 80% ППВ), чтобы обеспечить хорошую приживаемость рассады и дружные всходы семян. В последующие годы в период интенсивного роста вегетативной массы их нужно поливать при влажности почвы не ниже 80% ППВ. В остальное время поливами поддерживают умеренный уровень увлажнения почвы (не ниже 70% ППВ).

Примерное число и сроки поливов, оросительные и поливные нормы для овощных и бахчевых культур и рекомендованная влажность почвы перед поливом по основным зонам увлажнения РФ приведены в таблице 5. Этот режим орошения пригоден для среднесухого года (75% обеспеченности) при глубоком залегании грунтовых вод.

В других условиях основным критерием при выборе того или иного режима орошения является рекомендуемая влажность почвы, которую нужно обеспечить за счет своевременного полива с учетом складывающихся погодных условий.

Таблица 5 – Примерный режим орошения овощных культур в различных зонах увлажнения при поливе по бороздам и дождевании

Культура и влажность почвы перед поливом (по периодам вегетации), % ППВ	Зона увлажнения	Период полива (ориентировочно), межполивной интервал, дней	Число поливов	Оросительная норма, тыс. м ³ /га	Норма полива по периодам вегетации, м ³ /га	
					I	II и III
1	2	3	4	5	6	7
Капуста ранняя белокочанная и цветная; 80,80,80	1	1.04-20.06, 5-7	9-12 (13-17)	5,0-6,2	400 (200-250)*	500 (300-350)*
	2	5.04-1.06, 5-7	8-12	2,6-3,5	200-250	300-350
	3	5.04-10.07, 6-8	6-8	2,0-2,7	250-300	300-350
	4	10.04-10.07, 6-8	5-6	1,5-2,0	200-250	250-350
	5	20.04-10.07, 7-10	4-5	1,0-1,3	200-250	250-300
	6	20.04-20.07, 10-12	3-4	0,8-1,0	150-200	200-250
	7	1.05-20.07, 10-12	2-3	0,4-0,6	150-200	200-250
Капуста белокочанная средняя и поздняя летней посадки, краснокочанная, и др.; 70, 80, 80 (зоны 5,6, 7-я) и 80,80, 80 (зоны 1, 2, 3, 4-я)	1	20.06-20.00, 6-7	10-13 (15-18)	4,5-6,5	400 (250-300)*	500 (300-350)*
	2	15.06-15.09, 6-7	10-12	3,6-4,4	200-300	300-450
	3	10.06-10.09, 6-8	8-10	2,8-3,6	200-300	300-400
	4	5.06-1.09, 8-10	6-7	2,4-2,8	200-250	300-400
	5	1.06-20.08, 8-10	5-6	1,5-1,8	200-250	250-300
	6	20.05-1.08, 10-12	4-5	0,9-1,3	150-250	250-300
	7	1.06-10.08, 10-12	2-3	0,5-0,7	150-200	200-250
Капуста поздняя белокочанная, краснокочанная, и др.; 70, 80, 80, (для хранения - 70, 80, 70)	5	5.05-15.09, 10-12	6-7	1,6-2,1	200-250	250-300
	6	10.05-10.09, 10-12	5-6	1,3-1,5	150-250	250-300
	7	15.05-1.09, 12-15	3-4	0,6-0,9	150-200	200-250
Томат; 70, 80, 70	1	10.05-10.09, 7-12	8-10 (12-14)	4,1-5,5	400 (250-300)*	500-600 (350-400)*
	2	15.04-1.09, 7-12	10-13	3,6-4,8	250-300	350-400
	3	20.04-25.08, 8-12	8-10	2,8-3,5	200-300	350-400
	4	5.05-15.08, 10-12	6-8	1,6-2,5	200-300	350-400
	5	15.05-15.08, 12-15	4-5	1,1-1,4	200-250	300-350
	6	25.05-10.08, 12-15	2-3	0,5-0,7	150-200	250-300
	7	1.06-1.08, 12-15	1-2	0,2-0,5	150-200	200-250

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
Баклажан, перец; 80, 80, 70	1	15.04-9.09, 6-10	10-12 (15-17)	4,8-6,6	400 (250-300)*	500 (350-400)*
	2	20.04-1.09, 7-10	13-15	4,7-5,5	250-300	350-400
	3	25.04-25.08, 8-10	9-12	3,0-3,6	200-300	350-400
	4	5.05-20.08, 8-10	7-9	2,1-2,7	200-250	300-350
	5	15.05-15.08, 10-12	4-6	1,2-1,8	200-250	250-350
Огурец; 70, 80, 80	1	1.05-10.09, 6-8	13-16 (15-19)	6,3-7,8	400 (250-300)*	500 (300-400)*
	2	10.05-10.09, 7-8	11-13	3,7-4,4	250-300	300-400
	3	20.05-1.09, 7-10	9-11	2,9-3,5	250-300	300-350
	4	25.05-25.08, 7-10	6-8	1,7-2,3	200-250	250-350
	5	1.06-20.07, 8-10	4-6	1,0-1,6	200-250	250-300
	6	5.06-15.07, 8-10	3-4	0,7-0,9	150-200	200-250
	7	10.06-10.07, 8-12	2-3	0,4-0,6	150-200	200-250
Тыква, кабачок, патиссон, арбуз, дыня; 70, 80, 70	1	1.05-10.09, 7-10	7-8 (9-10)	5,6-6,3	400 (250-300)*	500-600 (300-450)*
	2	10.05-10.09, 8-10	8-10	2,8-3,6	250-300	300-450
	3	20.05-1.09, 8-10	6-7	2,0-2,4	250-300	300-400
	4	25.05-25.08, 8-12	4-5	1,1-1,3	200-250	250-350
	5	1.06-20.08, 10-12	3-4	0,8-1,1	200-250	250-300
	6	5.06-15.08, 12-15	2-3	0,4-0,7	150-200	200-250
	7	5.06-15.08, 12-15	1-2	0,2-0,5	150-200	200-250
Лук, чеснок; 80, 80, 70 при 0/Е<0,77; 80, 70, 60 при 0/Е>0,77	1	20.05-1.09, 6-8	8-10 (12-14)	3,8-4,9	400 (250-300)*	500 (300-400)*
	2	5.05-25.08, 6-8	12-15	3,2-4,3	250-300	300-400
	3	10.05-20.08, 8-10	8-10	2,4-3,0	250-300	300-350
	4	10.05-20.08, 10-12	7-8	1,9-2,4	200-300	250-350
	5	15.05-15.07, 10-12	4-6	1,0-1,5	200-250	250-300
	6	20.05-10.07, 12-15	2-3	0,5-0,7	150-200	200-250
	7	20.05-10.07, 12-15	1-2	0,2-0,4	150-200	200-250
Морковь, свекла, сельдерей корневой, репа, брюква, редька, хрен; 70, 70, 70	1	20.04-20.08, 8-10	8-11 (12-14)	4,1-5,0	400 (250-300)*	500 (300-350)*
	2	1.05-15.08, 8-10	8-11	3,0-3,4	300-500	400-450
	3	5.05-15.08, 10-12	6-7	2,4-2,8	250-350	350-400
	4	10.05-20.08, 10-12	5-6	1,5-2,0	250-300	300-350
	5	10.05-20.08, 10-12	4-5	1,2-1,5	200-300	250-350
	6	20.05-15.08, 12-15	2-3	0,5-0,8	200-250	250-300
	7	1.06-10.08, 12-15	1-2	0,2-0,5	200-250	250-300

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
Редис, салат, кресс-салат; 80,80,70	1	10.06-20.09, 6-8	5-6 (9-11)	2,7-3,2	200 (150)*	300 (200)*
	2	20.06-20.09,6-8	5-6	1,5-1,9	150-200	200-250
	3	25.06-15.09, 7-8	4-5	1,2-1,6	150-200	150-200
	4	1.05-10.09, 7-8	3-4	0,8-1,1	150-200	150-200
	5	10.05-5.09, 8-10	3-4	0,7-1,0	100-150	150-200
	6	15.05-1.09, 10-12	2-3	0,4-0,7	100-150	150-200
	7	20.05-20.08, 10-12	2-3	0,3-0,5	100-150	150-200
Щавель, ревеня, эстрагон, луки многолетние; 80, 70, 70	1	10.04-1.09, 8-12	6-8 (10-12)	3,6-4,2	300 (150-200)*	450-550 (250)*
	2	20.04-1.09, 8-12	6-8	2,1-2,8	250-350	350-450
	3	1.05-20.08, 10-15	5-6	2,0-2,4	250-300	350-400
	4	5.05-20.08, 10-15	5-6	1,5-1,8	250-300	300-350
	5	15.05-15.08, 10-15	4-5	1,0-1,3	200-250	250-300
	6	20.05-10.08, 12-15	2-3	0,5-0,8	200-250	250-300
	7	20.05-10.08, 12-15	2-3	0,4-0,6	150-200	200-250

* При близком уровне залегания грунтовых вод и поливе дождеванием.

Влажность почвы, приведенная в таблице 5, установлена на основании фактического материала, полученного на плодородных землях среднего механического состава, наиболее пригодных для товарного овощеводства.

На землях с близким уровнем залегания грунтовых вод (0,6-1,0 м) во влажных зонах (5, 6, 7-я) можно выращивать высокие урожаи овощей с одним-двумя поливами, проводя их в основном в начальный период вегетации при иссушенном верхнем слое почвы.

При уровне грунтовых вод более 1,5 м овощные культуры могут дать высокий урожай только при регулярном орошении.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ И ЗАТОПЛЕНИЯ НА ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Переувлажнение и затопление посевов обильными осадками и грунтовыми водами приводит к угнетению и гибели многих растений. Например, ежегодные потери овощной

продукции от этого на пойменных землях Нечерноземной зоны достигает 20-30%. Наши опыты показали, что влияние затопления зависит от экспозиции (продолжительности) затопления, от культуры, периода её роста, а также температуры окружающей среды.

Например, после двухсуточного затопления цветной капусты в фазе начала образования розетки произошло торможение роста и биомасса растений в конце вегетации составила 66% от контроля (без затопления), а после трёхсуточного – растения не образовывали головок или погибали полностью.

Корнеплоды моркови при затоплении принимали уродливую форму или погибали в зависимости от экспозиции (рисунок 1).

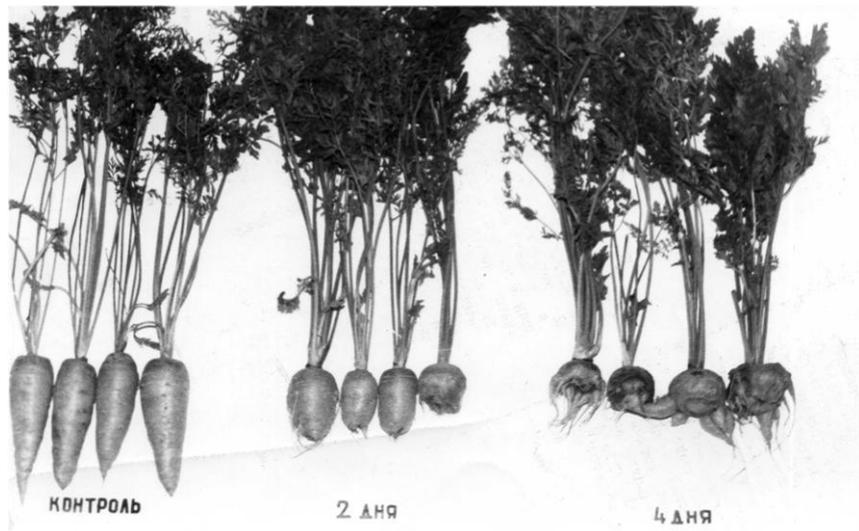


Рисунок 1 – Влияние затопления на корнеплоды моркови столовой

Корнеплоды свёклы столовой оказались менее подвержены отрицательному влиянию затопления. Только после 20-ти суточного затопления в третий период вегетации они погибли (рисунок 2).

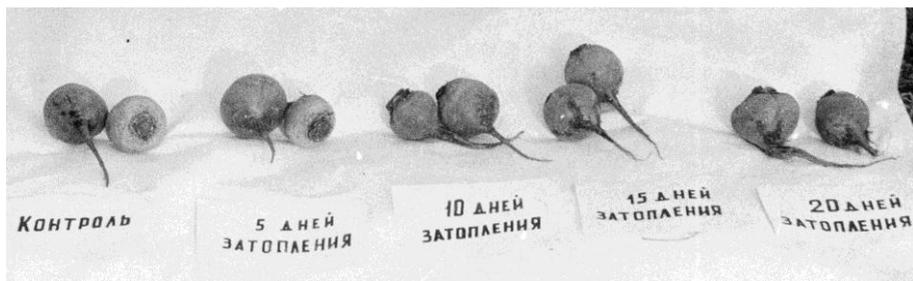


Рисунок 2 – Влияние затопления на корнеплоды свеклы столовой

Для предотвращения гибели и сохранения продуктивности рекомендуется сброс поверхностных вод проводить с учетом допустимой экспозиции затопления: сначала на посевах моркови и капусты (1-2 суток), после столовой свёклы (до 10 суток). Нашими исследованиями установлено также, что по мере повышения температуры окружающей среды вредоносность затопления усиливается. В таких случаях рекомендуется ускорить сброс поверхностных вод.

В п. 3.21 СНиП 2.06.03.85 «Мелиоративные системы и сооружения» допустимая экспозиция затопления для всех овощных культур принята 0,8 суток, что не всегда возможно и целесообразно.

ПОДКОРМКА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР С ПОЛИВНОЙ ВОДОЙ

Подкормка растений обычно проводится как дополнение к основной дозе удобрений, внесенной до начала вегетации. Но иногда, по разным причинам, она является основным источником минерального питания растений. Подкормка, при которой наиболее экономно расходуются удобрения, стала особенно актуальной в последние годы в связи с резким повышением цен на минеральные удобрения и возникшими трудностями своевременного их приобретения и внесения.

Опытами установлено, что подкормка с поливной водой эффективнее отдельной подкормки минеральными удобрениями.

Рекомендуется в первый период вегетации проводить подкормку азотными удобрениями, а в конце второго периода вегетации – калийными в дозе 20-50 кг/га действующего вещества в зависимости от уровня плодородия почвы, культуры, ожидаемой урожайности и назначения продукции. Установлено также влияние погодных условий на эффективность подкормки. При холодной и дождливой погоде резко снижается нитрификационная способность почвы и в этих случаях также рекомендуется проводить подкормку азотными удобрениями.

Подкормку минеральными удобрениями можно проводить при междурядной обработке культиваторами с растениемпитателями.

Подкормку можно проводить также вручную распределяя удобрения в рядах с последующей заделкой в почву. В этих случаях рекомендуется подкормку проводить перед дождем или после подкормки проводить полив любым способом.

На орошаемых землях при поливе дождеванием рекомендуется применить гидроподкормщики ГПД-50 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Гидроподкормщик к дождевальным машинам позиционного действия: УДВ-06С (замена), экспериментальный образец (НИИОХ) и серийный ГПД-50 (Котельниковский завод с/х машиностроения)

Эти гидроподкормщики предназначены для работы с дождевальными машинами позиционного действия, а в последние годы применяются также при капельном орошении.

Эффективность подкормок минеральными удобрениями можно повысить используя почвенные или растительные методы диагностики минерального питания растений.

СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ПОЛИВА

ОРОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Оросительная система предназначена для создания оптимального водного режима для роста и развития культурных растений без отрицательного воздействия на окружающую среду. Она состоит из источников воды (озеро, река, водохранилище, пруд, водоём, артезианская скважина и др.); сооружений для регулировки, приёма и подачи воды самотеком или механическим способом; оросительной сети (магистральных и распределительных каналов или трубопроводов); регулирующей сети с соответствующей водораспределительной арматурой и машинами, а также дорожной сети и вспомогательных сооружений.

Конструкция оросительной системы зависит от конкретных условий местности (почвы, рельефа, водоисточника, климата), энергетических, материальных и людских ресурсов, способа и техники полива. От выбора техники полива и конструкции оросительных систем во многом зависит эффективность орошения сельскохозяйственных культур вообще и овощных и бахчевых в особенности.

В зависимости от расположения водоисточников и орошаемого массива подачу воды можно осуществить самотеком (по каналам и трубам) или путем механического подъема её с помощью насосных станций.

НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

В крупных оросительных системах для механического подъёма воды применяются стационарные (постоянные) электрифицированные насосные станции, на небольших участках при отсутствии электричества в основном применяют передвижные насосные станции с дизельными и бензиновыми двигателями, а также навесные на тракторы. Однако если условия местности позволяют, целесообразно и на таких участках применять стационарные электрифицированные насосные станции, так как они удобны и надёжны в эксплуатации, позволяют автоматизировать процесс орошения. В настоящее время в продажу поступает большой ассортимент насосных станций отечественного и зарубежного производства, рассчитанных на широкий диапазон напора и расхода воды. При подборе насосной станции к определенной оросительной системе обращают внимание на то, чтобы её напор и расход воды соответствовали аналогичным расчетным параметрам оросительной сети и поливной техники. Нарушение этого условия приводит к потерям энергии, снижает производительность поливной техники.

Волгоградским заводом оросительной техники и ЖКХ (ОРТЕХ, www.ortech.ru) в большом ассортименте выпускаются передвижные насосные станции с дизельными и электрическими двигателями и навесные станции для тракторов (таблица 6 и 7, рисунки 4 и 5).

Станции насосные передвижные электрифицированные (СНПЭ) и станции насосные передвижные дизельные (СНП) предназначены для подачи воды в открытую и закрытую оросительную систему; питания дождевальных машин и установок и других хозяйственных нужд.

По требованию заказчика насосные станции изготавливаются на полозьях, на колесном ходу или на понтонах (плавающий вариант). В пределах имеющейся мощности двигателя насосные

станции могут изготавливаться с параметрами по напору и расходу, отличными от указанных в таблице.



Рисунок 4 - Передвижная насосная станция

Станции насосные навесные СНН-60/70, СНН-100/70 предназначены для подачи воды в магистральные трубопроводы или открытую оросительную сеть, от которых работают дождевальные машины и установки, а также для других хозяйственных нужд. Насосная станция СНН-60/70 навешивается на гидронавеску тракторов ДТ-75 и Т-85 (ЛТЗ-60). Привод от ВОМ трактора с числом оборотов 540 об/мин. Насосная станция СНН-100/70 навешивается на гидронавеску тракторов ВТ-150 и ЛТЗ-140. Привод от ВОМ с числом оборотов 1000 об/мин. Насосная станция комплектуется всасывающим и напорным рукавами с задвижкой.



Рисунок 5 – Навесная насосная станция

**Таблица 6 – Передвижные насосные станции
(ЗАО "Волгоградский завод оросительной техники и ЖКХ")**

Марка станции	Подача, л/с	Напор, м	Двигатель	Мощность кВт (л.с.)	Расход топлива, кг/час	Геодез. высота всас. м	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
Станции насосные передвижные дизельные (СНП)								
СНП-15/60	8-16	65-60	Д-21А1 Д-120	18 (25) 22 (30)	4,6	3	700	2600 x 1500 x 1900
СНП-25/70	20-40	77-25 85-30	Д144-60 Д241-422	44 (60) 52 (70)	11,1	3	950	2500 x 1200 x 1500
СНП-50/80	40-65	82-65	ЯМЗ-236Г	110 (150)	19,4	3	3000	3600 x 1180 x 2000
СНП-80/80	70-110	82-65	ЯМЗ-238ГМ2	130 (180)	28	3	3500	3600 x 1180 x 2000
СНП-100/100	75-125	110-90	ЯМЗ-238М-2	180 (240)	28	3	3500	3600 x 1180 x 2000
СНП-120/30	80-175	39-23	А-41Б	66 (90)	16,2	3	2600	3170 x 1180 x 1800
СНП-240/30	160-340	28-18	ЯМЗ-236Г	110 (150)	21,9	3	3250	3995 x 1180 x 1800
СНП-500/10В	500-700	10-5	ЯМЗ-236Г	110 (150)	21,9	2	3700	4720 x 1180 x 1800

Продолжение таблицы 6

Марка станции	Подача, л/с	Напор, м	Двигатель	Мощность кВт (л.с.)	Расход топлива, кг/час	Геодез. высота всас. м	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
Станции насосные передвижные электрифицированные (СНПЭ)								
СНПЭ-25/70	17-35	88-70	4АМИ200 L2	45 (61)	3000	3	700	1600 x 950 x 900
СНПЭ-100/100	90-135	100-85	5АМ315 М4У2	200 (272)	1500	3	2660	3875 x 1330 x 1400
СНПЭ-100/70	70-150	85-55	5АМ315 М4У2	200 (272)	1500	3	2800	3875 x 1330 x 1450
СНПЭ-120/30	90-150	32-21	5А225 М4У2	55 (75)	1500	3	1650	2775 x 1330 x 1400
СНПЭ-120/60	110-165	66-58	5АМ280 М4У2	132 (180)	1500	4	2600	3900 x 1330 x 1750
СНПЭ-180/60	165-220	62-52	5А315 М4У2	200 (270)	1500	4	2800	3900 x 1330 x 1750
СНПЭ-240/30	170-340	33-21	5АМ315 S6У2	110 (150)	1000	3	2750	3875 x 1330 x 1400
СНПЭ-300/50	240-340	46-38	5АМ315 М4У2	200 (270)	1500	3	2950	3875 x 1330 x 1450
СНПЭ-500/10В	500-650	9,5-5,0	5АМ315 S6У2	110 (150)	1000	до 2	4000	4100 x 1330 x 1400

**Таблица 7 – Навесные насосные станции
(ЗАО «Волгоградский завод оросительной техники и ЖКХ»)**

Обозначение станции	СНН-60/70		СНН-100/70	
	Агрегатирование (тип трактора)	ДТ-75	Т-85 (ЛТЗ-60)	ВТ-150
Диаметр рабочего колеса, мм	338	310	395	365
Расход, л/с	45-70	41-64	80- 100	80-90
Напор, м	77-68	65-57	70-68	60-57
Геодезич. высота всасывания, м	3	3	3	3
Потребляемая мощность, кВт	55-69	38-52	До 100	До 80
Масса без трактора, кг	550	550	700	700
Габаритные размеры, мм	1500x1000x800		1900x1300x1000	

ПОЛИВ ПО БОРОЗДАМ

Полив овощных культур по бороздам является самым распространенным, общедоступным и менее энергоёмким способом полива сельскохозяйственных, в том числе и овощных и бахчевых, культур во всем мире. В РФ полив по бороздам применяется в южных районах страны, а также в мелких хозяйствах в других зонах.

Важным преимуществом полива по бороздам является глубокое увлажнение почвы при сохранении структуры пахотного слоя. Для высококачественного и производительного полива по бороздам требуется ровный рельеф местности.

Основные недостатки полива по бороздам – это трудности регулирования нормы полива, особенно полива малыми нормами (меньше 400-500 м³/га), неравномерное увлажнение почвы по длине борозды, широкое использование ручного труда.

В зависимости от уклона местности, водопроницаемости почвы, ширины междурядий борозды могут быть сквозные или

тупые, короткие (до 60-80 м) или длинные (до 450-500 м). Расход воды, подаваемый в одну борозду, колеблется от 0,1 до 2-3 л/с в зависимости от уклона дна борозды и водопроницаемости почвы (таблица 8).

Полив по глубоким тупым бороздам с наполнением и последующим впитыванием, без сброса воды, рекомендуется при малых уклонах (меньше 0,002). Подача воды по глубоким тупым бороздам со средним уклоном (от 0,002 до 0,004) прекращается раньше, чем она дойдет до конца борозды. Полив по проточным или открытым бороздам со сбросом воды, когда подача воды продолжается и после того, как она доходит до конца борозды, применяется при уклонах более 0,004, особенно на слабопроницаемых почвах. Разновидностью полива по бороздам является полив по бороздам с террасками, когда между бороздами создают дополнительные валики и выровненные терраски, на которые высаживают рассаду.

Высокой производительности и качественного полива по бороздам достигают при ровном рельефе поля и отсутствии глыб и крупных комков в бороздах. Для этого поверхность поля нужно выравнивать до посева или посадки, обрабатывать почву при оптимальной влажности пахотного слоя и хорошо её разделять.

Влагозарядковый и предпосевной поливы на участках с недостаточно ровной поверхностью и на слабопроницаемых почвах рекомендуется проводить по бороздам-щелям. Щели представляют собой углубления в дне борозды шириной 3-4 см и глубиной 15-20 см. Это способствует ускорению впитывания воды в почву и увеличению равномерности полива.

Для подачи воды в поливные борозды широко используются жесткие и гибкие поливные трубопроводы и поливные машины.

Поливные трубки-сифоны, щитки и другую арматуру применяют при подаче воды из временных оросителей и

выводных борозд в поливные борозды (таблица 9, рисунок 6). Они позволяют регулировать расход воды.

Таблица 8 – Длина борозды и расход воды при разной водопроницаемости почвы и уклоне дна борозды (юг РФ)

Средняя скорость впитывания воды в почву, см/мин	Уклон дна борозды	Борозды		Борозды-щели	
		Длина, м	Расход воды, л/с	Длина, м	Расход воды, л/с
Менее 0,15	0,002-0,004	250-350	1,2-1,5	250-300	2,4-3,0
	0,004-0,007	300-350	0,8-1,2	300-350	1,6-2,4
	0,007-0,01	350-400	0,5-0,8	350-400	1,0-1,6
0,15-0,30	0,002-0,004	200-250	1,2-1,5	150-250	2,4-3,0
	0,004-0,007	250-300	1,0-1,2	250-350	2,0-2,4
	0,007-0,01	300-400	0,8-1,0	350-450	1,4-2,0
>0,30	0,002-0,004	120-200	1,5-2,0	120-200	3,0-4,0
	0,004-0,007	200-250	1,2-1,5	200-250	2,4-3,0
	0,007-0,01	250-350	1,0-1,2	250-350	2,0-2,4

Таблица 9 – Пропускная способность трубок-сифонов, л/с

Напор воды, см	Внутренний диаметр трубки-сифона, см				
	2	3	4	5	6
2	0,12	0,26	0,51	0,83	1,23
4	0,17	0,38	0,73	1,18	1,75
6	0,2	0,45	0,88	1,42	2,1
8	0,24	0,53	1,03	1,65	2,45
10	0,26	0,58	1,14	1,83	2,72
12	0,3	0,66	1,28	2,07	3,16
14	0,31	0,69	1,36	2,18	3,24

Поливные сифоны представляют собой изогнутые трубки длиной 1,3-2,2 м, изготовленные из разных материалов. Широкое распространение получили сифоны из полиэтилена высокой плотности. При применении сифонов, уложенных на борт лотка, валик временного оросителя или выводной борозды, общий расход воды достигает 90-100 л/с, а производительность труда при поливе – 2-3 га в смену.



Рисунок 6 – Полив по бороздам с забором воды из канала (лотка) с помощью сифонов

Гибкие трубопроводы служат для замены временных оросителей и выводных борозд, по ним подают воду из водовыпусков в поливные борозды. Изготавливают их из мелиоративной капроновой ткани. Диаметр таких трубопроводов бывает обычно 145, 200, 300, 350, 420 и 460 мм. Трубы из полиэтилена делают диаметром 150, 200, 250 и 300 мм.

ДОЖДЕВАНИЕ

Искусственное дождевание – основной способ полива в большинстве районов товарного овощеводства РФ.

Дождевание имеет ряд преимуществ по сравнению с поливом по бороздам: возможность регулирования нормы полива и особенно полива малыми нормами, полив при сложном рельефе местности, высокой водопроницаемости почвы, близком уровне грунтовых вод. С помощью дождевания можно осуществить освежительные поливы, снимать депрессию фотосинтеза в жаркие часы дня, увеличить влажность воздуха, осуществить защиту

растений от заморозков. Полив дождеванием позволяет механизировать труд и резко повысить его производительность.

Полив дождеванием имеет и ряд недостатков: значительные энергетические затраты, невозможность полива большими нормами, ограничение полива при сильном ветре, особенно с помощью струйных дождевальных аппаратов, образование почвенной корки после полива.

Искусственный дождь создается специальными дождевальными аппаратами, которые подразделяются по радиусу действия на короткоструйные (дефлекторные, секторные) (до 10-12 м), среднеструйные (до 25-30 м) и дальнеструйные (свыше 30 м). Чем больше радиус действия, тем больше неравномерность полива и отрицательное влияние ветра на качество распределения дождя. Для орошения овощных и бахчевых культур лучше использовать в первую очередь машины с аппаратами имеющими меньший радиус действия.

Для полива дождеванием во многих овощеводческих хозяйствах эксплуатируются двухконсольные дождевальные агрегаты ДДА-100В (ДДА-100МА), дальнеструйные навесные дождеватели ДДН-100 (ДД-100ВН) и ДДН-70 (ДД-70ВН) (таблица 10).

Дождеватели колесные широкозахватные ДКШ-64 «Волжанка», многоопорные дождевальные машины фронтального действия ДФ-120 «Днепр» успешно применялись в крупных овощеводческих хозяйствах. Во многих местах имеется опыт их эксплуатации и сохранились оросительные системы, что делает целесообразным их производство и применение. В настоящее время в средних и мелких хозяйствах широко применяются дождевальные машины барабанного типа.

Таблица 10 – Технические характеристики некоторых дождевальных машин

Тип машины и условия работы	Марка машины	Агрегатирование или двигатель	Расход воды, л/с	Напор воды, кПа	Площадь обслуживания, га/сезон	Масса без трактора, т	Число рабочих
Двухконсольный дождевальный агрегат с забором воды из канала и поливом в движении	ДДА-100МА	ДТ-75М	130	360	70-90	4,24	1-2
	ДДА-100В	ДТ-75Д-С4		350-400		4,2	
Дождеватель колесный широкозахватный с забором воды от гидранта трубопровода	ДКШ-64 «Волжанка»	Двигатель от мотопилы «Дружба-4»	24-64	350-400	20-60	2,52-5,42	2 на 2-3 маш.
Дождеватель фронтальный для работы от гидранта трубопровода	ДФ-120 «Днепр»	ЮМЗ-6Л с электростанцией	120	400-500	80-100	13,35	2 на 3-4 маш.
Дальнеструйный дождеватель с забором воды из канала или гидранта трубопровода.	ДД-70ВН	ДТ-75С4, МТЗ-80	65	600	60	0,62	1
	ДД-100ВН	МТЗ-1221	95	720	80	0,78	1-2
Дождевальная машина унифицированная кругового действия для работы от гидранта трубопровода	ДМУ «Фрегат»	Привод гидравлический	20-90	460-650	15,8-111,3	6,5-18,6	1 на 3-4 маш.

Двухконсольные дождевальные агрегаты (ДДА-100МА, ДДА-100В) с короткоструйными дефлекторными или секторными дождевальными насадками являются самыми распространенными машинами в овощеводстве России. Они состоят из двухконсоль-

ной металлической фермы и насоса с заборником воды из оросительного канала, установленных на гусеничном тракторе (рисунок 7).

Агрегат комплектуется переносными переключателями для оросительного канала и осветительной арматурой, позволяющей проводить поливы в ночное время, имеет возможность использования гидроподкормщиков разной конструкции для приготовления и подачи раствора минеральных удобрений в дождевальную машину.

Полив производится в движении, а норма полива регулируется скоростью движения агрегата и числом проходов. Благодаря этому полив получается наиболее качественным. Площадь обслуживания 60-80 га овощных полей за сезон.



Рисунок 7 – ДДА-100В

Норму полива можно вычислить по формуле:

$$m = 36\beta * \frac{Q}{vb} n \approx 36\beta * \frac{n}{v}$$

где: m – норма полива, м³/га;

Q – расход воды машиной (130 л/с);

v – скорость движения машины при поливе, км/ч;

b – ширина захвата машины (120 м);

n – число проходов;

β – коэффициент, учитывающий потери воды на испарение во время полива (1,0-1,3; для центральных районов меньше, для южных больше).

Производительность агрегата ДДА-100МА можно рассчитать по формуле:

$$F_{\text{см}} = 3,6K_{\text{см}}t_{\text{см}}\beta \frac{Q}{m}$$

где: $F_{\text{см}}$ – площадь полива, га в смену;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент использования сменного времени.

Коэффициент использования сменного времени определяют по формуле:

$$K_{\text{см}} = K_{\text{ор}} * K_{\text{п}},$$

где: $K_{\text{ор}}$ – коэффициент использования рабочего времени агрегата;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент затраты времени на переезды (от 0,97 при длине оросителя 200 м до 0,99 при длине его 600 м и больше).

Коэффициенты использования рабочего времени агрегатов ДДА-100В и ДДА-100МА при различных режимах работы колеблется от 0,72 до 0,92 (таблица 11).

Необходимая для работы насоса глубина воды в оросителях обеспечивается с помощью переносных перемычек. Опыт эксплуатации двухконсольных агрегатов в разных зонах страны показал, что при правильном проектировании и строительстве оросительной сети и использовании этих перемычек можно добиться высокопроизводительной работы агрегата без сброса воды.

Перемычки устанавливаются до пуска воды. Расстояние между ними (длина бьефа) выбирают в зависимости от уклона оросителя, с таким расчетом, чтобы обеспечить необходимую для работы насоса и регулирующей ёмкости глубину воды в оросителе – соответственно не менее 0,30 и 0,1-0,2 м:

Уклон оросителя	0,0004	0,0006	0,0008	0,001	0,002	0,003
Длина бьефа, м	250	200	150	100	75	50

С точки зрения организации полива наиболее оптимальной конструкцией оросительной сети является комбинированная, состоящая из распределительной сети в виде низконапорных труб с водовыпусками в каждый ороситель. Такая конструкция распределительной сети особенно целесообразна при механическом подъеме воды, а также при самотечной подаче её на склонах.

Оросители могут быть временными – на время одного или двух поливов, сезонными – на один сезон (время поливного периода) и постоянными – на несколько лет. В южных районах широко применяются временные и сезонные оросители, в избыточно влажной и влажной зонах – постоянные. На пойменных землях последние обеспечивают также отвод избыточной воды с поля.

На тяжелых и средних по механическому составу почвах временные и постоянные оросители располагают в земляном русле. На остальных почвах их делают постоянными, в виде железобетонных лотков, края которых располагают на уровне земли. Однако, это резко повышает затраты на строительство.

При сооружении таких оросителей предотвращаются потери воды на фильтрацию, исключается их зарастание сорняками, а при прокладке вдоль них дороги с твердым покрытием значительно повышается также производительность агрегатов.

Оптимальные размеры оросителей следующие: ширина дна – 0,4-0,5 м, заложение откосов – 1:1, общая глубина – 0,6-0,7 м, длина – 600-800 м, уклон – не более 0,001.

Проектировать и строить оросители с уклоном больше 0,001 не рекомендуется, так как осложняется организация полива за счет многократной установки и снятия перемычек, увеличивается опасность размыва русла и перелива воды и т.д. При больших уклонах местности оросители располагают вдоль горизонтали или под небольшим углом. На оросителях с уклоном

менее 0,0005 и длиной менее 400 м полив можно проводить без установки перемычки.

Производительность дождевальных агрегатов ДДА-100МА зависит не только от технического состояния самого агрегата, но и от состояния русла оросителей. Основным недостатком системы полива с применением агрегатов типа ДДА является оросительные каналы в земляном русле, которые очень часто зарастают и становятся рассадником сорной растительности.

Таблица 11 – Примерные коэффициенты использования рабочего времени агрегатов ДДА-100В и ДДА-100МА и полезного действия оросителя, а также расход воды подаваемый в ороситель

Число проходов агрегата	K_{op}	η	$\frac{K_{op}}{\eta}$	Расход воды оросителя, л/с
1	0,75	0,80	0,94	115
2	0,72 (0,83)	0,86	0,84 (0,96)	102 (117)
3	0,87	0,89	0,98	120
4	0,82 (0,89)	0,90	0,91 (0,99)	111 (121)
5	0,90	0,91	0,99	121
6	0,86 (0,91)	0,92	0,94 (0,99)	115 (121)
7	0,92	0,92	1,00	122
8	0,88 (0,92)	0,93	0,95 (0,99)	116 (121)

Примечание. Цифры в скобках даны для случаев, когда длина бьефа равна длине оросителя и полив начинается и завершается в конце оросителя.

Заросший или заиленный ороситель не только не обеспечивает пропуск нужного количества воды, но и затрудняет работу агрегата из-за недостаточной глубины канала и засорения защитной решетки всасывающего клапана насоса. Поэтому необходимо не менее двух раз за вегетационный период освобождать оросители и примыкающие дороги от сорняков.

Оросители с земляным руслом можно нарезать канавокопателями Д-716, МК-16, МК-12 или МК-19 в агрегате с тракторами Т-100МГС, Т-130 и Т-4А за один или два прохода.

Первый ороситель строится на расстоянии 60 м от края поля, а остальные через 120 м. Граница любого поля севооборота

должна проходить посередине, между двумя оросителями, чтобы можно было обеспечить самостоятельный режим орошения любой культуры.

До нарезки оросителя или строительства лотка проводят капитальную планировку полосы отчуждения шириной 5-6 м. Полосы отчуждения должны иметь пологие откосы (1:10-1:12), чтобы посадку или посев можно было проводить вплотную к оросителю и дороге.

Создание «резервов» вдоль оросителей недопустимо, так как они выводят часть пашни из сельскохозяйственного использования и превращаются в рассадники сорной растительности.

Полив следует всегда начинать с «головы» оросителя и в начале бьефа и завершать в его конце. В этом случае облегчается регулировка воды, установка перемычек и уменьшаются потери воды на фильтрацию и остаток воды в оросителе. Полив без перемычки можно начинать как с «головы», так и с конца оросителя, но завершать его надо всегда в конце оросителя.

Расход воды, подаваемой в ороситель, определяют исходя из расхода её дождевальной машиной с учетом коэффициента полезного действия оросителя и коэффициента использования рабочего времени агрегата:

$$Q_{ор} = \frac{K_{ор}}{\eta} Q_{м}$$

где: $Q_{ор}$ – расход воды, подаваемой в ороситель, л/с;

$Q_{м}$ – расход воды дождевальной машиной, л/с;

η – КПД оросителя (0,80-0,95);

$K_{ор}$ – коэффициент использования рабочего времени дождевальной машины на оросителе (0,72-0,92).

Поступление воды в ороситель считается нормальным, если перелив её через рабочую перемычку незначителен или отсутствует. Подачу воды в ороситель прекращают несколько

раньше, чем закачивается полив, на время, в течение которого расходуется имеющаяся в оросителе вода.

Завершив полив на одном оросителе, дождевальная агрегат переводят к «голове» следующего оросителя, и цикл рабочих операций повторяется. За время переезда вода накапливается в распределительном канале, откуда подается в следующий ороситель с таким расчетом, чтобы ко времени подхода к нему агрегата первый бьеф был готов к поливу. При поливе из сети с распределительным трубопроводом важно своевременно открывать и закрывать задвижки на нем. Полив целесообразно организовать так, чтобы завершение его на данном оросителе совпадало с концом смены.

При сборке нового агрегата следует обратить особое внимание на прикрепление насоса к трактору. Оно должно быть таким, чтобы рабочее колесо вместе с валом отбора мощности свободно вращалось от руки.

При монтаже нужно строго руководствоваться схемой и следить за правильностью установки дождевальных аппаратов на консолях, это необходимо для обеспечения равномерного распределения воды по ширине захвата агрегата. На концах консолей из-за гидравлических потерь напора и большой геодезической высоты давление воды меньше, чем в начале (у трактора), поэтому для равномерного распределения дождя на первой и второй панелях (с конца консоли) диаметр отверстия насадок должен быть 14 мм (маркировка «14», 8 штук), на третьей и шестой – соответственно 13 мм и 16 штук, на седьмой и восьмой (у трактора) – 12 мм и 28 штук. При таком расположении насадок обеспечивается одинаковый расход воды (2,3 л/с) и равномерный полив по всей ширине захвата машины (по длине крыла).

Любая неплотность, открывающаяся через соединения всасывающей линии и уплотнение вала доступ воздуха в

спиральную камеру насоса, затрудняет его запуск, снижает производительность, а часто вообще срывает работу агрегата. Поэтому при монтаже нужно обеспечить герметичность соединения фланцев, гибких рукавов, шарнирных муфт, уплотнения насоса и плотность прилегания обратных клапанов.

По сравнению с другими дождевальными машинами двухконсольные дождевальные агрегаты благодаря густой сети дефлекторных или секторных насадок и поливу в движении обеспечивают более равномерный полив даже при значительных скоростях ветра. Наиболее высокое качество полива достигается при расположении насадок факелом вверх. При сильном ветре и высокой температуре воздуха взрослые растения можно поливать, располагая насадки факелом вниз. В этом случае фактическая интенсивность дождя увеличивается в 1,5-2 раза, а время и норма полива уменьшаются, так как поверхностный сток появляется раньше. При необходимости полив можно продолжать после некоторого перерыва, но опять до появления поверхностного стока.

Для улучшения водопроницаемости почвы и полива большими нормами можно проводить рыхление почвы перед поливом.

Для быстрого перевода насадок с одного положения в другое резьбовые соединения открылок и насадок должны быть хорошо защищены от коррозии. При монтаже, демонтаже, консервации и подготовке агрегатов к зимнему хранению нужно руководствоваться соответствующими инструкциями, обращая особое внимание на освобождение от воды насоса и всасывающей линии, защиту узлов, деталей и крепежных приспособлений от коррозии.

ФГНУ ВНИИ «Радуга» предлагает комплект оборудования для модернизации ДДА-100МА, замены серийных насадок кругового действия на малоинтенсивные секторного типа, что снижает энергоемкость агрегата и улучшает качество полива.

Чтобы уменьшить потери воды на испарение, в ВолжНИИГиМ разработано дополнительное оборудование - гибкие рукава с кранами, и разбрызгивателями. Их подвешивают к нижним поясам консолей агрегата через 0,7 м. Воду подают непосредственно к каждому рядку растений, предварительно устанавливая консольные формы параллельно поверхности земли.

Двухконсольные дождевальные агрегаты рекомендуется применять для орошения овощных культур на массивах более 50 га при сравнительно ровном рельефе местности и отсутствии препятствий (линии электропередач, стройки и др.).

При сложном рельефе местности, на мощных торфяниках, а также на почвах с очень низкой водопроницаемостью их использование затруднено, в пустынных же районах при глубоком уровне залегания грунтовой воды становится экономически невыгодным из-за большого расхода воды на суммарное испарение.

Дождеватель колесный широкозахватный ДКШ-64 «Волжанка». «Волжанка» - многоопорная, самоходная, среднеструйная дождевальная машина позиционного действия с забором воды от гидранта напорного трубопровода (рисунок 8). В середине каждого крыла расположена тележка с двигателем от мотопилы «Дружба» для перегона машины с позиции на позицию. Она предназначена для полива многолетних трав, лугов, пастбищ, а также технических и овощных культур, высота которых не превышает 1 м. За сезон машина может поливать, в зависимости от длины крыла, до 50 га овощных культур.

Длина одного крыла «Волжанки» до 400 м, ширина захвата машины - до 800 м, расстояние между гидрантами оросительной сети - 18 м, общая площадь захвата до 1,44 га (800x18 м), расход воды до 64 л/с. Границы полей севооборота располагают между двумя гидрантами вдоль дождевального крыла. В зависимости от площади севооборотного массива и числа полей ширина одного

поля должна быть кратной ширине захвата «Волжанки», а длина - длине одного или двух ее крыльев.



*Рисунок 8 – Дождеватель колесный широкозахватный ДКШ-64
"Волжанка"*

Исходя из опыта применения «Волжанки» в овощеводстве можно рекомендовать следующую технологию полива.

Одно крыло машины подкатывается к первому гидранту. После проверки в работе и устранения выявленных неисправностей уточняют направление крыла машины по отношению к линии гидрантов (с этой целью можно использовать бутсоль или другой инструмент). Оно должно быть таким, чтобы угол между линией гидрантов и дождевальным крылом составил 90° . При необходимости вручную выравнивают направление крыла и восстанавливают прямолинейность трубопровода, начинают полив. После завершения полива первое крыло отключается от гидранта и к этому гидранту подключается второе крыло. Начинается

полив, а в это время первое крыло переводится к следующему гидранту и если позволяет пропускная способность оросительной сети, то полив продолжается двумя крыльями. По такой схеме дождевальные крылья идут друг за другом до конца поля. После технического обслуживания дождевальные крылья с поливом, аналогичным способом, возвращаются обратно на исходную позицию. При этом норму полива можно уменьшить в 1,5-2 раза, чтобы не допускать появления поверхностного стока.

Время полива на одной позиции определяют в зависимости от нормы полива (таблица 12):

$$t = \frac{\beta F m}{0,06 Q} = \frac{1,44 * \beta m}{0,06 * 64} \approx 0,38 \beta m$$

где t – время полива на одной позиции, мин;

F – площадь захвата «Волжанки» (1,44 га);

Q – расход воды «Волжанкой» (64 л/с);

m – норма полива, м³/га;

P – коэффициент, учитывающий испарение воды в воздухе при дождевании.

Таблица 12 – Время работы «Волжанки» на одной позиции в зависимости от нормы полива и коэффициента испарения подаваемой воды в воздухе, мин

Норма полива, м ³ /га	Коэффициент испарения воды						
	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30
50	20	20	20	20	25	25	25
100	40	40	40	45	45	50	50
150	60	60	60	65	65	70	75
200	75	80	80	85	90	95	100
250	95	100	105	110	115	120	125
300	115	120	125	130	135	140	145
350	135	140	145	150	155	165	170
400	150	160	170	175	180	190	200

В некоторых рекомендациях по эксплуатации «Волжанки» во избежание длинных холостых перегонов из одного конца поля в другой советуют проводить полив «через гидрант» при движении крыльев в обоих направлениях. Такую схему организации полива овощных культур нельзя применять. Как известно, овощные культуры остро реагируют как на недостаток влаги в почве, так и на избыток ее. При поливе «через гидрант» часть растений поливается в одни сроки, а другая часть только через 3-5 и больше дней, после того как машина дойдет до края поля и вернется на исходную позицию, хотя растения на двух смежных позициях были высажены в один и тот же срок. Кроме того, за это время часто меняются направление и скорость ветра, отчего нарушается нормальное перекрытие дождя смежных позиций (часть площади может оставаться вообще без полива, а другая часть получить двойную норму).

В избыточно влажной и влажной зонах овощи поливают с большим интервалом, и за счет осадков, выпавших за межполивной период, запасы влаги в почве выравниваются по всему полю. Поэтому следующий полив можно начинать с любого конца поля без холостого перегона машины. В случае же отсутствия такого интервала лучше продолжать полив меньшей нормой, двигаясь к исходной позиции.

В южных районах, когда требуется полив большими нормами, его целесообразно проводить при движении машины в обоих направлениях, подавая требуемую норму воды за два приема. При этом исключаются холостые перегоны, можно полностью избежать образования поверхностного стока, поливая каждый раз до начала его появления.

Очень важно своевременно провести полив после высадки рассады. Поэтому начинать высадку рассады нужно только после проверки машин в работе и устранения выявленных в них дефектов.

Дождевальная машина удачно вписывается в технологию посадки и посева овощных культур, которые проводятся вдоль дождевального крыла «Волжанки», колеса передвигаются поперек рядков. Обычно после посадки полосы шириной 20-30 м одно крыло «Волжанки» перемещают к первому от края поля гидранту и поливают высаженные растения. При этом следует учитывать направление и скорость ветра, чтобы поливная вода не мешала нормальной работе рассадопосадочных агрегатов.

С одной дождевальной машиной могут одновременно работать до 3-х рассадопосадочных агрегатов. Однако, одновременная работа более 3-х агрегатов не целесообразна, они мешают друг другу в работе и резко снижается их общая производительность.

Переход машины с одной позиции на другую, с учетом затрат времени на выравнивание дождевального крыла по всей его длине, занимает в среднем 33 мин. Полный цикл работы $t_{ц}$ дождевального крыла на одной позиции (полив + переход и выравнивание) составляет:

$$t_{ц} = 0.38\beta m + 33$$

При использовании «Волжанки» в овощеводстве одним из существенных недостатков ее является наличие многочисленных опорных колес. Так как посадку и посев овощных культур проводят всегда вдоль дождевального крыла «Волжанки», колеса передвигаются поперек рядков и при переходе с позиции на позицию повреждают растения. Больше всего повреждаются кочаны капусты, особенно при поливе взрослых растений в конце вегетации (до 1,6%). Учет поврежденных растений, проведенных через 10-12 дней после высадки рассады (после укоренения), показал, что колесами «Волжанки» было повреждено в среднем 1,16% растений, из них полностью уничтожено 0,73%. Растения, попадающие под колеса приводной тележки, погибают полностью. С ростом растений капусты потери увеличиваются. Поскольку при переходе «Волжанки» с позиции на позицию и

возвращении на исходную позицию колеса машины двигаются по разным следам, количество поврежденных растений возрастает с увеличением числа поливов. Потери при этом можно ориентировочно определить по формуле $N = 2KP$, где K – средний процент потерь за один проход машины (1,1), а P - число поливов.

В избыточно влажной и влажной зонах возвращение «Волжанки» на исходную позицию после каждого полива часто не является необходимым. В этом случае экономится время на перегон машины и почти в 2 раза сокращается количество растений поврежденных колесами «Волжанки».

При поливе лука, томата, огурца повреждается меньше растений, чем при поливе капусты, а морковь и свекла повреждаются в основном при попадании непосредственно под шипы колес.

Дождевальная машина комплектуется гидроподкормщиком ГПД-50, с помощью которого можно поливать с подкормкой минеральными удобрениями в течение вегетации.

Дождевальная машина «Волжанка» наиболее эффективна в зонах, где полив является только дополнением к естественному увлажнению за счет осадков и грунтовой воды (когда проводят два-три полива за вегетацию). Она удачно вписывается в технологию возделывания овощей, а на мощных торфяниках незаменима.

Дождеватель фронтальный ДФ-120 «Днепр» - широкозахватная многоопорная среднеструйная дождевальная машина позиционного действия с электрическим приводом от генератора, навешиваемого на трактор ЮМЗ (рисунок 9). Забор воды осуществляется от гидранта напорного трубопровода через узлы присоединения, расположенные на концах трубопровода машины. Ширина захвата машины и расстояние между гидрантами – 54 м, длина – 460 м, площадь захвата с одной позиции - 2,48 га.

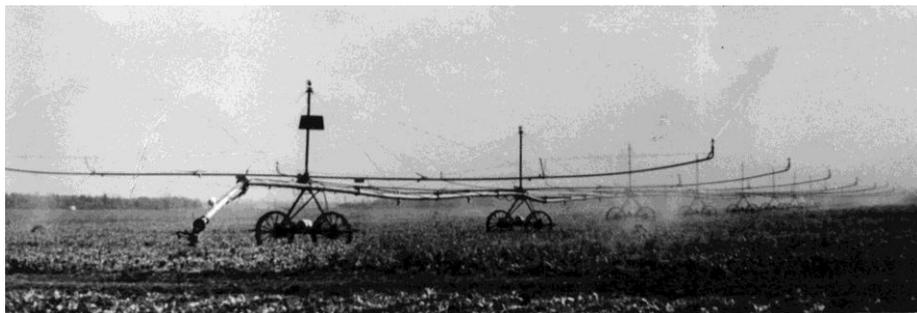


Рисунок 9 – Дождевальная фронтальная машина ДФ-120 «Днепр»

Принцип работы дождевальной машины «Днепр» близок к принципу работы «Волжанки».

В начале полива дождевальную машину устанавливают напротив первого от края поля гидранта так, чтобы поливной трубопровод ее располагался под углом 90° к линии гидрантов напорного трубопровода. Через телескопический узел его соединяют с гидрантом–водовыпуском (второй узел присоединения закрывают заглушкой). Открыв гидрант, наполняют машину водой и начинают полив.

После полива на данной позиции гидрант закрывают, освобождают присоединительный узел машины от гидранта, после чего автоматически открываются сливные клапаны и машина освобождается от воды. Затем тракторист подает к дождевальной машине электроэнергию, приводя в движение концевые тележки машины. Он регулирует их работу, а при необходимости останавливает как вместе, так и по отдельности. Подача электроэнергии и движение промежуточных тележек осуществляются автоматически в зависимости от положения концевых тележек.

В отличие от «Волжанки» все опоры «Днепра» состоят из тележек с башнями с электродвигателями, имеют большую массу, и на пути их движения уничтожается вся растительность. Поэтому, оператор дождевальной машины следит за движением и совместно с трактористом обеспечивает аккуратное фронтальное

передвижение ее к следующему гидранту, а при последующих поливах - передвижение машины по старым следам с целью свести к минимуму повреждение растений. При правильном монтаже и регулировке машины, высокой квалификации тракториста и оператора, машину можно вести практически по одним и тем же следам и свести до минимума количество поврежденных растений. Например, в некоторых хозяйствах применяли материальное поощрение поливальщиков (в виде дополнительной оплаты) за движение машины по одному следу.

Другим недостатком дождевальной машины «Днепр» является то, что вода из крайних дождевальных аппаратов и присоединительной трубы заливает дорогу, особенно при боковом ветре. В результате значительное количество воды идет на сброс и фильтрацию, а дороги становятся непроходимыми даже для тракторов. Поэтому необходимо вдоль линии гидрантов строить профилированные дороги, лучше с твердым покрытием и проточными кюветами, а крайние среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия заменить аппаратами, поливающими по сектору.

Время полива на одной позиции можно определить по такой же формуле, что и для «Волжанки» (таблица 13):

$$t = \frac{\beta F m}{0,006 Q} = \frac{2,48 * \beta m}{0,006 * 120} \approx 3.44 \beta m$$

где F - площадь полива с одной позиции (2,48 га);

Q - расход воды (120 л/с).

При орошении овощных культур машиной ДФ-120 ее подключают последовательно ко всем гидрантам, как во время посадки, так и при вегетационных поливах. Полив «через гидрант» не рекомендуется по тем же причинам, что и при поливе «Волжанкой», тем более, что ширина захвата машины и радиус действия среднеструйных аппаратов «Днепр» значительно больше, чем у «Волжанки».

При строительстве оросительной сети для работы «Днепра» первый гидрант располагают на расстоянии 27 м от края поля, а следующие - через 54 м на одной прямой линии. Границы полей севооборота нужно располагать посередине между двумя гидрантами вдоль дождевальной машины, чтобы обеспечить полив каждой культуры в отдельности и не мешать проведению других сельскохозяйственных работ на соседних полях.

Таблица 13 – Время работы дождевальной машины «Днепр» на одной позиции в зависимости от нормы полива и коэффициента испарения дождя во время полива

Норма полива, м ³ /га	Коэффициент испарения β			
	1,0	1,05-1,10	1,15-1,20	1,25-1,30
50	15	20	20	25
100	35	40	40	45
150	50	55	60	70
200	70	75	80	95
250	85	90	100	115
300	105	НО	120	140
350	120	130	140	160
400	140	150	160	180

Для подкормки минеральными удобрениями, «Днепр» целесообразно комплектовать гидроподкормщиком ГПД-50. В этом случае надо разъединить первое фланцевое соединение трубопровода за присоединительным узлом машины и установить специальную вставку с фланцами и двумя штуцерами с резьбой на концах для кранов Ду-25 и гибких рукавов ГПД-50.

Дождевальная машина унифицированная ДМУ «Фрегат» - автоматизированная самоходная многоопорная среднеструйная машина кругового действия с питанием от неподвижного гидранта напорного трубопровода оросительной сети или из артезианской скважины, расположенных в центре участка (рисунки 10).

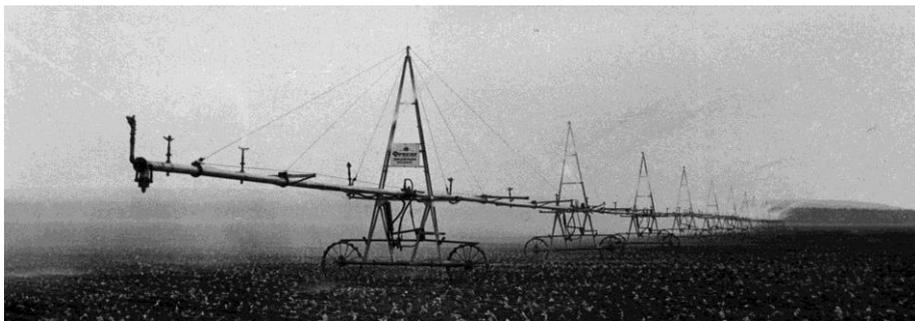


Рисунок 10 – Дождевальная машина унифицированная ДМУ "Фрегат"

Промышленность выпускает 17 модификаций машины различной длины и 21 модификацию, рассчитанную на работу с применением гибких вставок. Они отличаются друг от друга и по расходу воды. Диапазон его широк и включает 48 различных значений.

Все модификации дождевальной машины «Фрегат» можно применять на одной или двух позициях в зависимости от культуры (нормы и сроков полива). Площадь обслуживания за сезон по разным модификациям составляет от 15 до 111 га при работе на одной позиции и от 30 до 222 га - при использовании машины на двух позициях.

При орошении овощных культур рекомендуется использовать «Фрегат» на одной позиции. Благодаря наличию большого числа среднеструйных аппаратов и поливу в движении он обеспечивает сравнительно высокую равномерность полива (коэффициент эффективного полива – 0,74-0,85), но из-за движения по кругу плохо вписывается в общую технологию возделывания овощных, особенно рассадных культур. Кроме того, часть площади (углы) остается без полива, и ее нужно поливать дальнеструйными дождевальными аппаратами или другой техникой. Причем расстояние между этими аппаратами должно быть таким, чтобы обеспечить достаточную равномерность полива (коэффициент эффективного полива – 0,6-0,7).

Самым трудным и ответственным является проведение посадочного полива рассадных культур. Так как посадка растений проводится по прямоугольнику, а «Фрегат» движется по кругу, поливать всю площадь захвата сразу нельзя, поэтому ее делят на четыре равных сектора и поливают их по очереди. Посадку начинают на секторе, прилегающем к дождевальной машине, располагая рядки вдоль дождевального трубопровода машины. Полив можно начинать вслед за посадкой. При этом будет охвачена только половина сектора, так как машина расположена по его диагонали. Вторую половину поливают только после завершения посадки на всей площади данного сектора. На следующем секторе рассаду высаживают также параллельно дождевальной машине, переведенной на новую позицию, но перпендикулярно направлению посадки на предыдущем секторе.

После высадки рассады и завершения приживочного полива с помощью машины «Фрегат» можно проводить вегетационные поливы на всей площади захвата. Число рассадопосадочных машин и норму полива нужно выбирать такими, чтобы орошение осуществлялось в сжатые сроки.

При недостатке влаги в почве, особенно в южных районах, с помощью «Фрегата» проводится полив перед высадкой рассады или перед посевом. Машина «Фрегат» позволяет ежедневно проводить поливы небольшими нормами, что особенно важно при посеве мелкосеменных культур и для предотвращения образования почвенной корки.

Для обеспечения оптимального режима орошения каждая овощная культура должна занимать площадь, равную захвату машины, поэтому ту или иную модификацию «Фрегата» выбирают исходя из размеров полей севооборота и общей конфигурации орошаемого массива.

Дождевальную машину «Фрегат» в сочетании с дальнеструйными дождевальными аппаратами или другой

техникой рекомендуется применять для полива овощных культур только там, где затруднено использование двухконсольных агрегатов ДДА-100МА, то есть на легких минеральных почвах, при относительно сложном рельефе местности, а также на тяжелых слабоводопроницаемых почвах, при больших нормах полива (в пустынных и засушливых зонах страны).

Дождевальные машины «Фрегат» сравнительно сложны, для их монтажа и эксплуатации требуются рабочие высокой квалификации. Машина предъявляет также высокие требования к качеству оросительной сети и чистоте поливной воды. Поэтому «Фрегат» можно применять для орошения овощных культур только в условиях, обеспечивающих его безотказную работу.

Машина дождевальная фронтальная "Кубань-Л" и машина дождевальная кругового действия "КУБАНЬ-ЛК1". Выпускаются ОАО ПО «Кропоткинский машиностроительный завод «Радуга», г. Кропоткин, Краснодарский Край.

Многоопорная дождевальная машина фронтального перемещения **"КУБАНЬ-Л"** с электроприводом и забором воды из открытого оросительного канала (рисунок 11).

Машина предназначена для полива дождеванием кормовых, зерновых, овощных, бахчевых, технических культур, включая высокостебельные, на площадях со спокойным рельефом.

Энергообеспечение машины осуществляется двигателем ЯМЗ-238НД, установленным на раме энергетической установки машины, который вращает соединенные с ним через шестеренчатый редуктор генератор переменного тока и насос, закачивающий воду из оросительного канала в водопроводящий трубопровод машины.

Водопроводящий трубопровод машины состоит из последовательно соединенных между собой 16 опирающихся на

тележки трубопроводов ферменной конструкции и двух консольных участков.

Орошение поля производится в автоматическом режиме при движении машины вдоль канала, через низконапорные дождеватели, равномерно расположенными вверху на водопроводящем трубопроводе машины. Расположение дождевателей и их малые расходы обеспечивают равномерность полива, оптимальный диаметр капель и умеренную интенсивность дождя. Норма полива регулируется в широких пределах от 82 до 820 м³/га за счет изменения средней скорости движения машины (таблица 14).

Таблица 14 – Технические характеристики фронтальной дождевальной машины "Кубань-Л"

Расход воды (насос К-250-175-400), л/с	200
Давление, развиваемое насосом, мПа (Атм)	0,31 (3,1)
Ширина захвата дождем, м	807
Интенсивность дождя не более, мм/мин	1,3
Норма полива, м ³ /га	82-820
Минимальная скорость движения машины без коррекции, м/час	10,8
Максимальная скорость движения машины без коррекции, м/час	108
Расстояние от поверхности земли до фермы, м	2,7
Удельный расход топлива при норме полива 600 м ³ /га не более, кг/га	27
Масса машины, т	41+3%
Мощность двигателя ЯМЗ-238НД, кВт (л.с.)	169 (230)
Мощность генератора БГ-30, кВт (л.с.)	30 (41)
Мощность крайних электродвигателей тележек, кВт (л.с.)	0,75 (1,0)
Мощность промежуточных электродвигателей тележек, кВт (л.с.)	1,1 (1,5)
Обслуживающий персонал	1 на 4 машины
Срок службы машины, лет	12

Перемещение машины по полю осуществляется за счет вращения пневмоколес тележек с помощью соединенных с ними через карданную трансмиссию мотор-редукторов, получающих электроэнергию от генератора энергетической установки.

Машина снабжена системами управления и защиты, обеспечивающими выбор направления движения, пуск и остановку, задание средней скорости хода машины с целью получения требуемой нормы полива и аварийную остановку ее.

Машина работает на любых типах почв. Вместе с поливной водой можно вносить удобрения и гербициды.

Рекомендуется широко использовать в овощеводстве и бахчеводстве на крупных массивах с ровным рельефом местности.

По техническим характеристикам, качеству изготовления и технологии применения соответствует уровню машин аналогичного класса, выпускаемых зарубежными фирмами.



Рисунок 11 – Дождевальная машина фронтального действия "Кубань-Л" в работе

Дождевальная электрифицированная машина кругового действия **"Кубань-ЛК1"** (МДЭК) имеет такую же конструкцию, как «Кубань-Л», но полив выполняется дождеванием в движении по кругу, в центре которого осуществляется подача воды и электропитания на машину от закрытой оросительной сети (рисунок 12).

Машина предназначена для полива различных сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные, и может быть использована на любых типах почв.

Вода из оросительной сети подается по трубопроводу, который может быть выполнен, благодаря низкому давлению в нем, из асбестоцементных труб. Перед машиной устанавливается запорная арматура внешней оросительной сети, управляемая сигналами от машины.

Без применения дистанционного управления один оператор может обслуживать до 6-ти машин (при групповой их работе). Простоту обслуживания и надежность работы обеспечивают автоматические системы управления и защиты машины, позволяющие выполнять процесс полива круглосуточно в автоматическом режиме без участия оператора и, при необходимости, автоматически прекращать полив в заранее заданном месте поля.

Водопроводящий трубопровод машины состоит из опирающихся на тележки трубопроводов ферменной конструкции. Количество тележек зависит от размеров орошаемого поля и может быть от 4 до 13 шт. С одной стороны трубопровода расположен стояк неподвижной опоры с поворотным коленом, через который происходит забор воды от оросительной сети, а с другой – консольный участок трубопровода, поддерживаемый тросами.

Для всех модификаций ширина машины составляет 6,75 м и высота 7,1 м, расстояние от поверхности земли до нижнего пояса металлоконструкций – 2,7 м.

Орошение поля производится низконапорными дождевателями и дождевальными аппаратами, расположенными сверху на водопроводящем трубопроводе. Расположение дождевателей и их малые расходы обеспечивают равномерность полива, оптимальные диаметры капель и умеренную интенсивность дождя. Норма полива регулируется в широких пределах от 53 до 950 м³/га в зависимости от длины машины и за счет изменения средней скорости перемещения машины, задаваемой со шкафа управления машиной.

Привод передвижения машины электромеханический. Электропитание с напряжением 380 В от внешней электрической сети подается по кабелю от трансформаторной понизительной станции (ТПП) в шкаф управления машины и далее через систему управления электроприводом подводится к электродвигателям мотор редукторов, которые через карданную трансмиссию и колесные редукторы вращают пневмоколеса тележек. По кабелю, подводящему электропитание, также передаются сигналы дистанционного управления от центрального пульта управления, поступает информация о состоянии машины.

Машина проста в монтаже и эксплуатации, обслуживание ее практически сведено к непродолжительному визуальному наблюдению в течении рабочей смены.

Пуск и остановка машины может производиться как со шкафа управления, расположенного на неподвижной опоре машины, так и дистанционно, с центрального пульта управления, который может располагаться практически на любом расстоянии от машины.

Машина обеспечена автоматической аварийной защитой от недопустимых смещений тележек относительно друг друга, от коротких замыканий в электрических цепях, от переполива при остановке предпоследней тележки машины более 10 минут при поданном питании, от понижения на 0,1 мПа или повышения на 0,15 мПа давления воды на входе в машину от номинального.

С машиной поставляется комплект запасных частей и специнструмента, обеспечивающих сборку, наладку и эксплуатацию машины. На группу машин может быть заказан групповой комплект ЗИП. Срок службы машин «Кубань» составляет 12 лет.

Дождевальную машину «Кубань-ЛК1» можно применить в овощеводстве и бахчеводстве, но она имеет те же особенности и недостатки, как унифицированная машина ДМУ «Фрегат» (см. стр. 55).

Таблица 15 – Технические характеристики машины дождевальной электрифицированной кругового действия (МДЭК) "Кубань-ЛК1"

Наименование показателей	Модификации									
	МДЭК-212-20	МДЭК-260-25	МДЭК-309-35	МДЭК-385-45	МДЭК-397-55	МДЭК-435-65	МДЭК-474-70	МДЭК-512-75	МДЭК-551-82	МДЭК-589-90
Количество тележек	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Рабочее давление на входе, МПа (м)	0,24 (24)	0,25 (25)	0,26 (26)	0,28 (28)	0,31 (31)	0,33 (33)	0,35 (35)	0,37 (37)	0,39 (39)	0,43 (43)
Расход воды, л/сек	20	25	35	45	55	65	70	75	82	90
Площадь полива, га	14,8	22,1	31	41,2	50,3	61,1	72,1	83,6	96,4	112,2
Рабочая длина захвата, м	217	265	314	362	400	441	479	516	554	595
Минимальное время полного оборота, ч	10,8	13,5	16,4	18,2	20,3	22,5	24,6	26,7	28,8	31
Слой осадков за проход, мм	5,3-53	5,5-55	6,7-67	7,5-75	8,5-85	9,1-91	9,1-91	9,1-91	9,3-93	9,5-95
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,47	0,5	0,6	0,63	0,7	0,64	0,63	0,7	0,72	0,66
Максимальная потребляемая мощность, кВт	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	6,8	7,5	8,2	8,9	9,6
Масса машины (сухая), т	9,05	10,95	12,82	15,42	17,28	19,14	21	22,86	24,72	26,58
Длина машины, м	212	260	309	358	397	435	474	512	551	589
Максимальный допустимый уклон поля вдоль трубопровода	+0,01 минус 0,015									



Рисунок 12 – Водозаборный узел дождевальной машины кругового действия "Кубань-ЛК1"

Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-100 (дождеватели дальнеструйные навесные) - самоходные машины, забирающие воду из оросительного канала или гидранта напорного трубопровода и поливающие позиционно по кругу в безветренную погоду или по сектору при ветре (рисунок 13). Машина состоит из трактора, насоса с приводом от вала отбора мощности, всасывающей линии, редуктора и дальнеструйного аппарата. Необходимая для работы насоса дождевателя глубина

воды в оросителе создается переносными щитками, устанавливаемыми непосредственно за всасывающим клапаном машины.

Расход воды, радиус действия машины и норма полива зависит от мощности трактора, а также состояния оросительного канала.

Для удобства работы полив рекомендуется начинать с «головой» оросителя и завершать в конце. От одного оросителя к другому переезжают в зависимости от состояния дорог «в голове» или в конце оросителя. Лучше делать это в конце оросителя и двигаться к началу следующего оросителя по сухой дороге.

Первую остановку машина делает на расстоянии половины ширины захвата от «головой» оросителя, на этом месте проводят полив по кругу. При ветре стоянку машины выбирают в зависимости от его направления и полета струи воды и полив проводят по сектору. Время полива на одной позиции зависит от расхода воды; площади захвата машины и нормы полива (таблица 16).



Рисунок 13 – Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70

Качество полива дальнеструйными машинами ниже, чем машинами типа ДДА. Один из существенных недостатков дальнеструйных дождевателей - изменение размеров и формы площади полива, а также фактической интенсивности дождя в зависимости от направления и скорости ветра. В связи с этим нарушается равномерность полива. Например, коэффициент эффективности полива ДДН-70 при скорости ветра 1 м/с составляет 0,59, а при 1,4 - уже 0,49, у ДДН-100 при безветренной погоде этот показатель достигает значения 0,4- 0,6, а при ветре - 0,3-0,5.

Другим недостатком дальнеструйных машин является то, что в момент включения и отключения насоса струя воды не разбивается на капли, попадая на растения, повреждает и уничтожает их.

Таблица 16 – Время работы дальнеструйных дождевальных машин на одной позиции в зависимости от нормы и схемы полива, мин

Показатель	ДДН-70				ДДН-100			
	по кругу	по сектору						
Марка трактора	ДТ-75	ДТ-75	ДТ-75	ДТ-75	Т-150	Т-150	Т-4А	Т-4А
Расстояние между оросителями, м	100	100	110	110	120	120	120	120
Расстояние между позициями, м	110	55	110	55	145	70	145	70
Норма полива, м ³ /га:								
50	10	5	10	5	10	5	10	5
100	25	10	20	10	20	10	20	10
150	40	20	40	20	30	15	35	15
200	50	25	50	25	40	20	45	20
250	65	30	65	30	50	25	60	30
300	75	35	75	40	60	30	70	35
350	90	45	90	45	70	35	80	40
400	100	50	100	50	80	40	90	45

Дальнеструйные дождевальные машины рекомендуются для полива овощных культур только на ограниченной площади и когда полив другими машинами затруднен, например, на сильно пересеченной местности, при наличии разных препятствий, на неудобных участках, прилегающих к массиву, поливаемому ДДА-100МА или другой техникой.

В настоящее время производятся усовершенствованные аналоги этих машин – дождеватели дальнеструйные **ДД-70ВН**, **ДД-100ВН**, **ДДК-30** (таблица 17, рисунок 14). Регулирование производительности и интенсивности дождя осуществляется набором сменных сопел. Угол наклона ствола составляет 230, что повышает ветроустойчивость дождевальной струи.

Таблица 17 – Технические характеристики дальнеструйных дождевателей (ЗАО "Волгоградский завод оросительной техники и ЖКХ")

Дождеватель	Расход воды, л/с	Напор, м	Радиус действия струи, м	Расстояние между открытыми оросителями, м	Частота вр. ВОМ трактора, об/мин	Масса, кг
ДД-70ВН	65	60	68	100	540	620
ДД-100ВН	95	72	85	120	1000	780
ДДК-30	16-40	50-70	53-66	-	-	31



Рисунок 14 – Дальнеструйные дождевальные машины ДД-100ВН и ДД-70ВН

Синхронно-импульсное дождевание является одним из разновидностей полива дождеванием с применением специальных струйных дождевателей. Комплект КСИД-1 разработанный ФГНУ ВНИИ «Радуга» состоит из 6-8 импульсных дождевателей с генератором командных сигналов и разводящих полиэтиленовых труб диаметром 16-32 мм и может комплектоваться насосной установкой (рисунок 15, таблица 18). Комплект обеспечивает полив разных культур, в том числе и овощных, на небольших площадях в автоматическом режиме. Вода из водоисточника по распределительному и поливным трубопроводам под давлением подается гидроаккумуляторы. После того как эти ёмкости наполнятся водой из управляющего узла поступает сигнал на открытие клапанов, и из всех аппаратов одновременно происходит сброс поливной воды. Далее клапаны закрываются и цикл работы повторяется. Полив продолжается до достижения необходимой нормы полива.

Комплект удобен для проведения освежительных поливов, для компенсации суточного суммарного водопотребления.



Рисунок 15 – Комплект синхронного импульсного дождевания КСИД-1

Таблица 18– Технические характеристики КСИД-1

Площадь орошения	До 1,0 га
Расход воды, л/с (м ³ /час)	1,0 (3,6)
Рабочее давление, МПа	Не менее 0,65
Площадь одновременного полива, м ²	240x50 или 125x85
Масса оборудования, кг	250

Дождевальные машины барабанного типа можно широко использовать на небольших участках. Машина состоит из барабана для намотки и размотки полиэтиленового поливного трубопровода, дождевальной установки с дальнеструйным, среднеструйным аппаратами или короткоструйными насадками на ферме с шириной захвата 20-30 м и более, установленных на колесах или на салазках, гидравлического привода барабана, линией подключения машины к гидранту напорного трубопровода (рисунок 16).

Для полива барабан машины устанавливается на краю поля и подключается к гидранту. Разматывается поливной трубопровод и дождевальная установка вручную или трактором перемещается на противоположный конец поливного участка. При этом поливной трубопровод должен располагаться в середине захвата установки в междурядье культуры. Борозды по которым будут двигаться опорные салазки или колеса освобождают от крупных комков и других предметов которые могут препятствовать движению. Открывают вентиль и вода под давлением поступает в поливной трубопровод, далее в дождевальную машину и начинается полив. При этом вода под давлением проходит через гидропривод барабана и барабан через редуктор начинает вращаться наматывая на себя поливной трубопровод с поливной установкой, происходит полив в движении. Поливная норма регулируется скоростью вращения барабана с помощью рычага на редукторе. Закончив полив на одной позиции, барабан и дождевальная установка переводятся на следующую позицию.

Машины с дальнеструйными дождевальными аппаратами имеют небольшие габариты и просты в эксплуатации, но имеют существенный недостаток, как и все дальнеструйные аппараты – резкое ухудшение качества полива при ветре (рисунок 17). Поэтому рекомендуется в овощеводстве использовать установки консольного типа с короткоструйными насадками.



Рисунок 16 – Дождевальная машина барабанного типа с металлической фермой и короткоструйными насадками



Рисунок 17 – Дождевальная машина барабанного типа с дальнеструйным дождевальным аппаратом

Дождевальные машины барабанного типа поступают в Россию из Италии, Германии и других стран. Такая машина выпускается также и в России, Волгоградским заводом оросительной техники (таблица 19, рисунок 18 и 19). Дождеватели шланговые ДШ-32, ДШ-75, ДШ-90, ДШ-110 в два раза дешевле импортных аналогов.

Таблица 19 – Дождеватели шланговые «АГРОС»

Марка машины	Расход воды, л/с	Давление на входе, Мпа	Рабочая ширина захвата, м	Норма полива, м ³ /га	Рабочая длина захвата, м	Площадь орошения с 1 позиции, га	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
ДШ-90	8-10	0,6-0,7	55	200-800	250	1,38	2500	6100 x 2100 x 3000
ДШ-110	10-20	0,7-0,9	60	200-800	400	2,4	4000	6100 x 2500 x 3485
ДШ-90Ф	10	0,6-0,7	55	200-800	250	1,38	3000	6100 x 2500 x 3000
ДШ-110Ф	20	0,7-0,9	60	200-800	400	2,4	5000	6100 x 4070 x 3485



Рисунок 18 – Дождеватели шланговые «АГРОС» ДШ-90Ф, ДШ-110Ф



Рисунок 19 – Дождеватели шланговые «АГРОС» ДШ-90, ДШ-110

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

Капельное орошение – сравнительно новый способ полива сельскохозяйственных культур. При капельном орошении вода подается не на всю площадь, как при дождевании, а только непосредственно в полосе расположения растения и тем самым обеспечивает значительную экономию поливной воды. В отличие от дождевания капельное орошение можно применить при сложном рельефе и больших уклонах местности, на плавнуках, в районах с сильными ветрами.

При капельном орошении междурядье остается сухим, и поливы не мешают работе сельскохозяйственных машин.

Система капельного орошения – это сложный инженерно-технический комплекс, с помощью которого вода забирается из источника, очищается, транспортируется и подается непосредственно в зону корневой системы растений. Она состоит из источника воды (река, водохранилище, пруд, канал, скважина); насосной станции; узла подготовки и подачи удобрений; узла очистки воды; магистрального и распределительного трубопроводов; узла измерительных и контрольных приборов; поливных лент (трубок) с капельницами (эмиттерами) (рисунок 20).

В системах капельного орошения достаточно жесткие требования по подготовке и очистке воды. Вода проходит через фильтры грубой и тонкой очистки. Обычно за фильтрами монтируется счетчик объема воды, а за ним регулятор давления, с помощью которого устанавливается постоянное рабочее давление и обеспечивается устойчивая работа системы. При монтаже оборудования необходимо обращать внимание на направление движения жидкости (стрелки на их корпусах).

При наличии сравнительно чистой воды (водопроводной или артезианской скважины) на небольших участках можно применить более упрощенную систему капельного орошения, состоящую: из ёмкости для воды, насоса, магистрального и распределительного трубопровода, фильтра грубой очистки, дискового фильтра тонкой очистки, счетчика воды, стабилизатора давления, и далее распределительного трубопровода с поливными лентами (трубками) с капельницами (рисунок 21).

Насосные станции бывают разных типов, распространены дизельные, бензиновые и электрические. Основные требования к насосу это производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{л}/\text{сек.}$), исходное давление (1 атм \sim 100 кПа \sim 10 м. вод. ст.) и экономичность (топливо, $\text{л}/\text{ч}$; электроэнергия, кВт-ч.). Производительность определяется в зависимости от размеров участка, климатических условий зоны и культуры.

Узел подготовки и внесения удобрений и химикатов может оборудоваться инжектором, расходомером, удобрительной

ёмкостью или дозатором. Для предотвращения засорения капельниц и лент этот узел целесообразно расположить перед фильтрами.

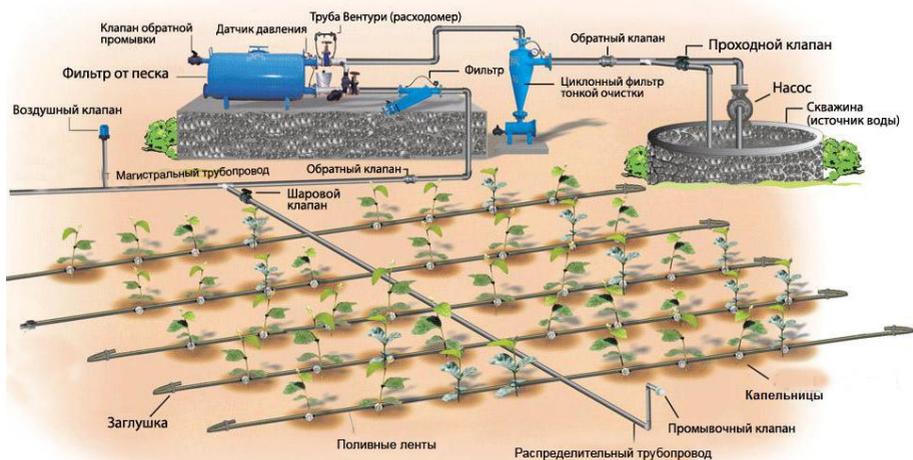


Рисунок 20 – Схема системы капельного орошения

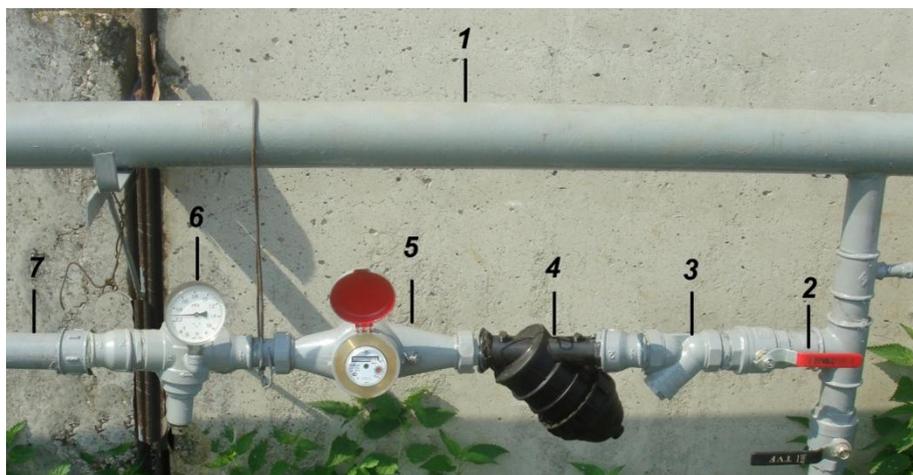


Рисунок 21 – Основные элементы упрощенной системы капельного орошения: 1 – Магистральный трубопровод, 2- вентиль, 3 – фильтр грубой очистки, 4 – фильтр тонкой очистки, 5 – счетчик-водомер, 6 – регулятор давления, 7 - распределительный трубопровод.

Капельные линии – ленты, трубки с капельницами являются главными элементами системы капельного орошения. Капельная лента предусмотрена как для полива овощных культур, так и многолетних насаждений. Капельная лента с твердым эмиттером (капельницей) можно использовать в овощеводстве, но минимальное расстояние между капельницами составляет 30 см, рабочее давление 1-3 атм, и она имеет высокую стоимость. Капельная лента с щелевыми водовыпусками (капельницами) более широко используется при выращивании овощей. Расстояние между капельницами варьируется в большом диапазоне (10-50 см) и она начинает работать при очень низком давлении (0,3 атм). Стоимость ленты зависит от толщины стенки самой ленты и не связана с количеством капельниц и расстояния между ними.

При монтаже системы используется разная соединительная фурнитура (углы, тройники, переходы, муфты, сгоны, краны, заглушки и др.). Для уплотнения резьбовых соединений рекомендуется использовать ленту ФУМ.

Для правильного выбора конструкции и определения затрат на внедрение капельного орошения необходимо разработать проект и составить смету для конкретного участка. В частности затраты на внедрение системы капельного орошения в овощеводстве ориентировочно составляют 900-1200 у.е./га и более. Решающим фактором создания системы капельного орошения является допустимая длина капельных трубок или лент. Она зависит от диаметра трубки, давления воды на входе, расстояния между капельницами, конструкции капельниц (расхода воды). Общее представление можно получить из таблицы 16, где приведена максимальная длина лент диаметром 16 и 22 мм в зависимости от расхода воды и расстояния между капельницами при давлении 1 атм. При другом давлении и диаметре трубок, конструкции капельниц – максимальная длина трубок будет другой. Фирмы изготовители, как правило, предоставляют свои

данные. Другим важным параметром систем капельного орошения является расстояние между капельницами, для овощных культур целесообразно расстояние 25-40 см, что необходимо для обеспечения сплошной полосы влажной почвы по рядкам.

Таблица 20 – Максимальная длина капельной ленты (м) в зависимости от расстояния между капельницами при давлении на входе 1 атм.

Расход на одну капельницу, л/час	расстояние между капельницами, см											130	140	
	15	20	25	30	33	40	45	50	60	70	80			
диаметр ленты 16 мм														
1,0	60	80	90	100	110	125	130	140	160	170	195	220		
1,4	50	65	75	85	90	100	110	115	140	155	175	180		
2,2	40	50	60	65	70	80	90	95	105	110	125	160		
4,0	30	40	40	40	45	50	60	60	70	75	85	100		
диаметр ленты 22 мм														
1,0	105	140	160	180	190	215	230	250	280	300	340	385		
1,4	90	120	135	155	170	185	200	210	235	255	290	330		
2,2	65	85	100	110	120	135	145	155	175	190	215	240		
4,0	45	60	70	80	85	90	100	105	120	130	145	165		

Выбор поливных лент с капельницами зависит от срока использования системы. Если планируется эксплуатация системы один год на одной культуре, лучше приобретать более дешевую тонкостенную ленту (трубку), а если на много лет – лучше вложить деньги в более дорогую систему с более плотной стенкой ленты, которая может выдержать многократные монтаж и демонтаж (уборку на зиму). Перед уборкой трубок их необходимо промыть, для этого на концах трубок открываются заглушки и потоком воды промывают систему до тех пор, пока пойдет чистая вода. Если в течение сезона проводили полив с подкормкой удобрениями, то для удаления их остатков из капельниц применяют техническую азотную, ортофосфорную или хлорную кислоту в концентрации 0,6% действующего вещества. Продолжительность кислотной промывки около одного часа, после чего

промывка чистой водой в течение 30-40 минут. В период хранения трубки нужно защищать от грызунов.

При капельном орошении полив можно проводить ежедневно малыми нормами из расчета компенсации ежесуточного суммарного расхода воды (ориентировочно от 20-25 м³/га на северо-западе, до 50-60 м³/га на юге России), при этом учитывается количество выпавших осадков. Однако такой режим орошения создает высокую влажность верхних слоев почвы и часто происходит иссушение нижних слоев. Поэтому полив малыми нормами нужно чередовать с поливами большими нормами для увлажнения нижних слоев почвы.

Овощные культуры можно поливать также в обычном периодическом режиме, обеспечивая дифференцированные по периодам вегетации и по культурам уровень и глубину увлажнения почвы.

На крупных массивах целесообразно периодически определять влажность почвы на глубину 40-50 см, или контуры увлажнения после полива для уточнения дальнейшего режима.

Так как при капельном орошении увлажняется не вся площадь поля, а только зона действия корневой системы, то норму полива при капельном орошении можно уменьшить в 1,5-2 раза по сравнению с дождеванием.

Монтаж насосной станции, трубопроводов, узлов подготовки и подачи удобрений, фильтрации и очистки воды, контрольно-измерительных приборов рекомендуется проводить заблаговременно до посева или высадки рассады. Укладку распределительного трубопровода, поливных лент с капельницами проводить следом за посевом или высадкой рассады.

В настоящее время в Российской Федерации 13 заводов выпускают лишь 200-250 единиц дождевальной техники в год. На российском рынке активно действуют многие зарубежные фирмы: Rain Bird, Valmont Irrigation, John Deere, IRRILAND (США); Penot, Beinlich, Hüdig, PERROT (Германия); Sigma (Чехия); Н.Т-BAUER (Китай); Bauer (Австрия); Osmus, Irrimec, IDROFOGLIA, IRTEC, OCMIS, GIAMPI, FERBO, RM, Marani, Casella Tomato Truck, Nettuno, (Италия); France Pivot, IRRIFRANCE (Франция); RST Irrigation Ltd, Lindsay Europe, Greencrop Irrigation (Англия, Европа); Netafim (Израиль).

В интернете представлены сайты более 50-ти зарубежных фирм, которые предлагают в основном технику последнего поколения: широкозахватные дождевальные машины кругового и фронтального действия с электроприводом на пневматическом ходу работающие в автоматическом режиме из закрытой трубопроводной сети; шланговые барабанные дождевальные машины, которые производят полив низконапорными дождевателями расположенными на небольших фермах или струйными аппаратами; многочисленные системы капельного орошения.

Преимущество зарубежных фирм: высокий уровень организации и концентрации производства; предложение техники с высокой степенью автоматизации; оборудование для многофункционального использования, широкий диапазон модификаций; поставки по заказу в любом количестве; высокий уровень дизайна, эргономики и комфорта.

Недостатки: средняя стоимость зарубежных образцов на 30-50% выше отечественных аналогов; дополнительные затраты на информационное, программное обеспечение и сервисное обслуживание.

В овощеводстве и бахчеводстве предпочтение нужно отдавать дождевальным машинам фронтального действия с

низконапорными дождевателями небольшого радиуса действия и с малой интенсивностью дождя. Такие машины хорошо вписываются в общую технологию выращивания этих культур, обеспечивают равномерный полив всей площади, а также при этом уменьшается отрицательное влияние ветра на распределение дождя, предотвращается образование поверхностного стока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Ю.М. Овощеводство / Ю.М. Андреев – М.: Академия. 2003. – 256с., ил.
2. Астапов С.В. Мелиоративное почвоведение./ С.В. Астапов. – М.: Сельхозгиз, 1958.
3. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / В.Ф. Белик . – М.: Агропромиздат, 1992, - 219 с.
4. Борисов В.А. Качество и лежкость овощей / В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова. – М.: 2003. – 627 с.
5. Борисов В.А. Пойменное овощеводство / В.А. Борисов, С.С. Ванеян и др. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 224 с.
6. Борисов В.А. Удобрение овощных культур / В.А. Борисов – М.: Колос, 1978. -207 с.
7. Ванеян С.С. нельзя допускать затопления овощных культур / С.С. Ванеян, Г.А. Лушкина // Картофель и овощи. – М.: 1995. - №5, -с 9.
8. Ванеян С.С. Режимы орошения и техника полива овощных культур (рекомендации) / С.С. Ванеян. – М.: Россельхозиздат. 1985. -40 с.
9. Губер К.В. Машины для орошения и их техническое обслуживание / К.В. Губер, В.К. Губин, В.Б. Гордеев. – М.: «Высшая школа», 1992.
10. Долгов С.И. Исследование подвижности почвенной влаги и её доступности для растений / С.И. Долгов. – М.: 1948. – 198 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985 – 351 с.
12. Качинский Н.А. Физика почв / Н.А. Качинский. – М.: «Высшая школа», 1965.
13. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М., 1960 – 660 с.
14. Куликова М.Ф. Полив овощных культур. 2-е издание, испр. и доп. / М.Ф. Куликова. – М.: «Колос», 1969. – 272 с.

15. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства / С.С. Литвинов. – М.: Россельхозакадемия. ВНИИО, 2008.
16. Маслов Б.С. Справочник по мелиорации. / Б.С. Маслов, И.В. Минаев, К.В. Губер. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 384 с.
17. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение/ под ред. Академика ВАСХНИЛ Шумакова Б.Б. // Справочник. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990.
18. Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования. Научное издание под ред. Академика РАСХН Кизяева Б.М.. – М.: РАСХН, ГНУ ВНИИГиМ, 2006.
19. Ольгаренко Г.В. Инновационная деятельность в орошаемом земледелии / Г.В. Ольгаренко, В.И. Булгаков, С.С. Савушкин // http://www.rgazu.ru/db/conferencii/web/07_1/works/013.htm
20. Палилов Н.А. Хранение свежих овощей / Н.А. Палилов. – М.: МСХ РСФСР, 1958. – 24 с.
21. Петров Е.Г. орошение в овощеводстве / Е.Г. Петров. – М.: Сельхозгиз, 1955.
22. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР / Д.И. Шашко. – М.: «Колос», 1967.
23. Эдельштейн В.И. овощеводство / В.И. Эдельштейн. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 440 с.

Оглавление

Введение	3
Основные показатели водно-физических свойств почвы....	4
Зоны увлажнения	7
Виды, назначение, нормы и сроки поливов	7
Режим орошения овощных и бахчевых культур	15
Влияние переувлажнения и затопления на овощные культуры.....	25
Подкормка овощных культур с поливной водой	27
Способы и техника полива	29
Оросительная система	29
Насосные станции	30
Полив по бороздам.....	34
Дождевание.....	37
Капельное орошение.....	72
Список литературы.....	80

