

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**В.И. Балабанов**

**Н.Б. Мартынова**

**А.А. Макаров**

## **ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ**

*Учебно-методическое пособие*

Москва – 2021

УДК 621.878/.879(075.8)  
ББК 38.623.031я73  
Б20

*Рецензент*

**Кизяев Б.М.**, академик РАН, доктор технических наук, научный руководитель ФБГНУ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова.

**Балабанов В.И., Мартынова Н.Б., Макаров А.А.**  
**Б20** Дождевальные машины. Учебно-методическое пособие : учебно-методическое пособие. – М.: МЭСХ, 2021. – 84 с.  
ISBN 978-5-6046183-2-5

Предназначено для организации самостоятельной работы студентов в процессе изучения дисциплины «Дождевальные машины». Содержит методику и рекомендации по выполнению расчётов при проектировании мелиоративных машин. Может быть использовано при курсовом проектировании, а также молодыми специалистами в своей практической работе.

Для бакалавров направления 35.03.11 «Гидромелиорация».

УДК 621.878/.879(075.8)  
ББК 38.623.031я73

ISBN 978-5-6046183-2-5

© Балабанов В.И., © Мартынова Н.Б., © Макаров А.А., 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Основные виды оросительных мероприятий .....	5
Глава 2. Классификация дождевальных машин и рабочего оборудования .....	9
Глава 3. Основные требования, предъявляемые к дождевальным машинам .....	11
Глава 4. Дождевальные насадки.....	12
Глава 5. Переносные и стационарные установки .....	23
Глава 6. Автоматизация дождевальных установок.....	26
Глава 7. Импульсные дождевальные системы.....	27
Глава 8. Капельное орошение.....	31
Глава 9. Аэрозольное орошение.....	33
Глава 10. Машины и системы для внутрпочвенного орошения.....	36
Глава 11. Дальнеструйные машины. принцип действия и схемы работы.....	38
Глава 12. Шланговые дождевальные машины.....	41
Глава 13. Двухконсольные дождевальные машины.....	46
Глава 14. Многоопорные машины кругового действия .....	51
Глава 15. Многоопорные дождевальные машины фронтального передвижения позиционного действия.....	57
Глава 16. Многоопорные дождевальные машины фронтального действия, работающие в движении.....	65
Глава 17. Особенности машин для орошения мелкоконтурных участков .....	71
Глава 18. Технологические показатели дождевания .....	76
Библиографический список .....	82

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие является частью учебного процесса и предназначено для самостоятельной работы в процессе освоения дисциплины «Дождевальные машины». Пособие ставит целью изучение конструкций машин для орошения, их технических характеристик, области применения, методик расчета.

Предлагаемое издание ставит целью выработать у учащихся навыков проектирования, решению конструкторских задач, формированию научной базы будущих специалистов, развитию творческого потенциала.

В пособии содержится материал по технологии проведения оросительных мелиоративных работ, составу операций, методики проведения и путям совершенствования технологии орошения. Рассмотрены пути совершенствования конструкций машин и оборудования для орошения, внедрение автоматической системы водоподачи и регулирования режимов орошения.

## Глава 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Основное назначение орошения: получение гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур независимо от складывающихся погодных условий за счет управления водным и связанным с ним воздушным, тепловым, солевым, микробиологическим и питательным режимами в почве.

Орошение земель осуществляют с помощью гидромелиоративных (оросительных) систем – комплекса взаимосвязанных сооружений, зданий, устройств, предназначенных для забора воды из водного источника, транспортирования оросительной воды до орошаемого массива и распределения по поливным участкам, полива земель, а также отвода с орошаемого массива дренажных, сбросных и грунтовых вод.

В состав оросительной системы входят: орошаемая площадь; водохранилища; гидротехнические (водозаборные, водомерные, вододелительные, сопрягающие), рыбозащитные и рыбопропускные сооружения; отстойники; насосные станции; оросительная, водосборно-сбросная и дренажная сети; поливная техника; средства внесения агрохимикатов, управления и автоматизации, контроля за мелиоративным состоянием земель; объекты энергоснабжения и связи; жилые здания эксплуатационной службы; дороги; лесные полезащитные насаждения.

Способ орошения земель – комплекс определенных мер и приемов распределения воды на поливном участке и (или) превращения водного потока в почвенную и атмосферную влагу. Различают несколько способов орошения.

Поверхностное орошение – орошение земель с распределением воды по их поверхности.

Аэрозольное орошение – орошение мельчайшими каплями воды для регулирования температуры и влажности приземного слоя атмосферы.

Подпочвенное орошение – орошение земель путем регулирования уровня почвенно-грунтовых вод.

Внутрипочвенное орошение – орошение земель путем подачи воды непосредственно в корнеобитаемую зону изнутри.

Локальное орошение – орошение ограниченного объема почвы вблизи растения.

Капельное орошение – локальное орошение с помощью поливных капельниц.

Дождевание – поверхностное орошение искусственным дождем.

Импульсное дождевание – дождевание в импульсном режиме.

Полив – однократное искусственное увлажнение почвы и (или) приземного слоя атмосферы.

Промывной полив – полив, проводимый с целью уменьшения содержания в почве вредных для растений веществ.

Влагозарядковый полив – полив, проводимый с целью увеличения запаса воды в почве к началу вегетационного периода.

Противозаморозковый полив – полив с дождеванием для защиты растений от заморозка.

Удобрительный полив – полив водой, содержащей питательные вещества для растений.

Полив напуском – полив почвы с помощью поливных полос.

Полив затоплением – полив почвы путем заполнения поливных чеков.

Оросительная сеть – гидромелиоративная сеть для подвода воды от водоисточника к поливному участку.

Поливная сеть – гидромелиоративная сеть, предназначенная для распределения воды по поливному участку.

Ороситель – водовод проводящей оросительной сети, подающий воду к одному поливному участку.

Распределительная борозда – гидромелиоративная борозда временной поливной сети, распределяющая воду между поливными бороздами или полосами.

Поливная борозда – гидромелиоративная борозда, распределяющая водный поток по поверхности почвы с одновременным просачиванием воды через ее дно и откосы.

Поливная полоса – обвалованная полоса земли, имеющая продольный уклон и горизонтальная в поперечном сечении, затапливаемая водным потоком с одновременным просачиванием в почву.

Поливной участок – участок орошаемых земель, обслуживаемый одним оросителем при одинаковых способах полива, поливной технике и режиме орошения.

Поливная техника – совокупность машин, механизмов и орудий для осуществления полива.

Поливная машина для орошения – передвижная машина для распределения и подачи воды на поливном участке.

Дождевальная машина – поливная машина с рабочими органами для дождевания.

Дождевальная установка – установка для позиционного полива дождеванием.

Дождевальный аппарат – рабочий орган с подвижными частями для получения и распределения искусственного дождя по площади полива.

Дождевальная насадка – рабочий орган для получения и распределения искусственного дождя по площади полива, не имеющих подвижных частей.

Режим орошения – совокупность норм и сроков поливов.

Оросительный период – часть вегетационного периода от начала первого полива до окончания последнего полива сельскохозяйственной культуры.

Межполивной период – период между двумя следующими один за другим поливами.

Гидромодуль – объем воды, подаваемый на единицу орошаемой площади в единицу времени.

Оросительная норма – объем воды, подаваемый за год на единицу площади нетто поливного участка.

Поливная норма – объем воды, подаваемый на единицу площади нетто поливного участка за полив.

Допустимая интенсивность дождевания – интенсивность искусственного дождя, при которой не образуется поверхностный сток.

Допустимый уклон – уклон поверхности поливного участка, допускающий применение данного способа полива и поливной техники.

Коэффициент полезного действия оросительной сети – отношение объема воды, поданной при орошении, к объему воды, изъятый из водоисточника в оросительную сеть.

Следует отметить, что по степени естественного увлажнения территории относят к аридным – засушливым, субаридным – промежуточным и гумидным, т.е. влажным.

Как показывает практика, оросительные мероприятия следует проводить не только в засушливых зонах, но и на территориях с обильным выпадением осадков для получения устойчивых урожаев.

В связи с этим к основным видам техники для орошения дождеванием можно отнести следующие:

- дождевальные системы, комплекты (шлейфы) и установки; дальнеструйные дождевальные машины кругового действия; двухконсольные дождевальные агрегаты;

- многоопорные широкозахватные дождевальные машины кругового действия;

- многоопорные широкозахватные дождевальные машины с фронтальным передвижением;

- шланговые дождеватели (катушечные дождевальные установки);

- туманообразующие установки (машины) и системы мелкодисперсного дождевания.

Дождевальные машины в отличие от установок снабжены средствами для механизированного перемещения.

Дождевальные агрегаты в отличие от установок и машин содержат все элементы дождевальной системы, которые навешены на трактор и работают в движении.

## Глава 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН И РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Классификация во многом зависит от типа дождевальных систем или машин.

Дождевальные системы делятся на стационарные, полустационарные, передвижные, переносные.

Дальнеструйные дождевальные машины кругового действия и двухконсольные дождевальные агрегаты различаются по следующим конструктивным признакам.

По способу агрегатирования – навесные, полуприцепные, прицепные, самоходные.

По типу источника забора воды – с забором воды из канала, скважины, водоема, гидранта закрытого или разборного трубопровода.

По механизму забора – с плавающим водозаборным устройством, со шлангом и узлом присоединения к гидранту.

Как правило, дальнеструйные машины – это машины позиционного действия, а двухконсольные – работающие в движении.

Многоопорные широкозахватные дождевальные машины кругового действия могут классифицироваться следующим образом.

По типу двигателя, перемещающего машину, – гидроцилиндр на каждой опорной тележке, электродвигатель на каждой тележке.

Многоопорные широкозахватные дождевальные машины с фронтальным передвижением различаются по следующим конструктивным признакам.

По типу двигателя, перемещающего машину, – двигатель внутреннего сгорания на центральной тележке, гидроцилиндр на центральной тележке, гидроцилиндр на каждой тележке, электродвигатель на каждой тележке.

По режиму перемещения в процессе работы – позиционные и совершающие полив в движении в постоянном или стартовом режиме.

По способу забора воды – с забором воды из канала, подводящей подземной или разборной сетью с гидрантами.

По подаче воды в основной трубопровод – по соединительному шлангу, по двухзвенному трубопроводу, по плавающему водозаборному устройству.

По способу поддержания прямолинейности основного трубопровода – перестановкой опорно-ходовых колес вручную с визуальным контролем прямолинейности; отключением электродвигателя вышедшей вперед тележки рычажной системой отключения, работающей от изгиба трубопровода; изменением подачи воды в ходовой гидроцилиндр вышедшей вперед тележки рычажной системой, работающей от изгиба трубопровода; отключением электродвигателя вышедшей вперед тележки лазерной системой отключения, регистрирующей изгиб трубопровода.

По типу установленных дождевальных насадок или аппаратов – с секторными насадками, с дефлекторными насадками, со среднеструйными дождевальными аппаратами.

По типу колес – со стальными колесами, с пневматическими колесами или со стальными и пневматическими колесами.

Шланговые дождеватели можно классифицировать следующим образом.

По количеству одновременно работающих тележек – одна или две.

По наличию поворотной платформы – с поворотной платформой, без поворотной платформы.

По способу поворота платформы – с поворотом вручную, с гидроприводом.

По типу привода барабана – с приводом от гидротурбины или с приводом от гидроцилиндра.

По способу перемещения дождевателя – перемещение вручную или путем буксирования трактором.

### Глава 3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДОЖДЕВАЛЬНЫМ МАШИНАМ

Различают агрономелиоративные, экологические и технико-экономические требования. К агрономелиоративным следует отнести требования, обеспечивающие оптимальные (рациональные) условия снабжения растений водой, к экологическим – сохранение почв и их плодородия и к технико-экономическим – повышение производительности, снижение энергоемкости.

Агрономелиоративные требования предполагают равномерное распределения воды на поле: коэффициент эффективно политой площади – не менее 0,7; отклонение от среднего слоя выпавшего дождя не должно превышать  $\pm 25\%$  для машин с коротко- и среднеструйными и  $\pm 30\%$  – с дальнеструйными аппаратами. Для сохранения растений от механических повреждений в процессе подготовки и проведения поливов коэффициент их повреждаемости должен быть 0,5...2 %, а среднекубический диаметр капель дождя – до одного миллиметра.

Экологические требования заключаются в сохранении структуры и водопрочности почвенных агрегатов, активной жизнедеятельности микроорганизмов в почвообразовательном процессе и повышения плодородия почв содержание влаги в порах почвы должно находиться в пределах 70...90 %, в воздухе – 10...30 %, а отклонение от этих интервалов не должно превышать  $\pm 5\%$ . Для предупреждения водной эрозии почвы скорость движения потока воды в поливной борозде должна быть меньше критически допустимой из условий неразмываемости почвы, а для предупреждения лужеобразования и стока средняя интенсивность дождя должна быть меньше или равна скорости впитывания воды в почву. Чтобы исключить разрушение почвенных агрегатов под действием ударов капель дождя, их диаметр не должен превышать 1,5 мм для коротко- и среднеструйных и 1,8 мм – для дальнеструйных аппаратов.

Технико-экономические требования включают в себя большое число показателей. Однако к наиболее важным из них относятся эффективное использование земли, производительность машин и энергоемкость выполняемого ими процесса. Коэффициент земельного использования, учитывающий потери площади под оросительной сетью и поливной техникой, должен быть равен или больше 0,97.

### Глава 4. ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ НАСАДКИ

Рабочими органами дождевальными устройств являются дождевальные насадки. Они предназначены для преобразования водного потока в дождевые капли, транспортирования капель на определенные расстояния и распределения их по орошаемой площади.

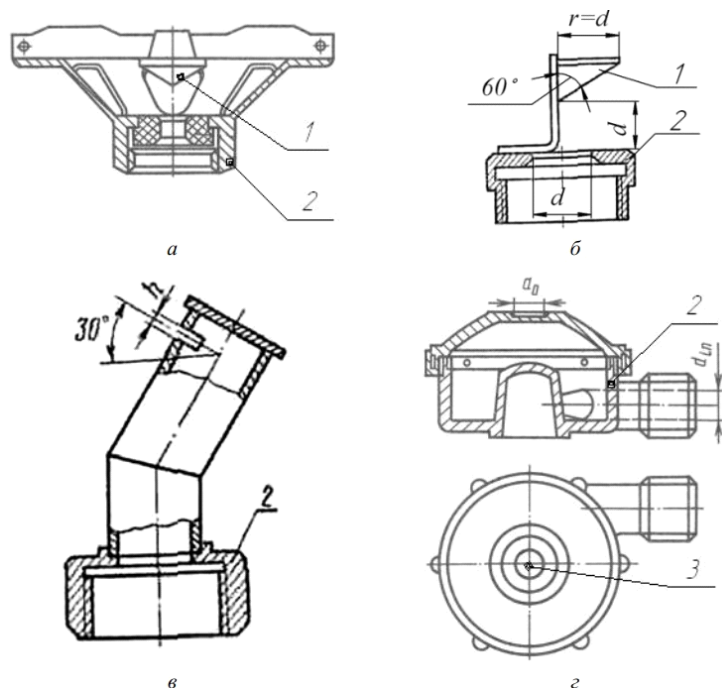
По характеру процесса образования дождя дождевальные насадки разделяют на две группы: веерные и струйные. Первые создают широкий веерообразный поток воды в виде тонкой пленки, которая, встречая сопротивление воздуха, распадается на отдельные капли. Они неподвижны относительно машины или установки и одновременно орошают всю прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета капель, отличаются простотой устройства, как правило, не имеют подвижных частей и получили наименование дождевальных насадок. Вторые создают поток воды в виде осесимметричных струй, которые в процессе движения под действием сопротивления воздуха распадаются на отдельные капли. Они одновременно орошают прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета струи. Для орошения всей площади круга им сообщают вращательное (угловое) движение относительно машины или установки. Струйные рабочие органы с поворотными устройствами сложнее веерных. Они имеют подвижные элементы, и такие устройства называют дождевальными аппаратами.

Все рабочие органы, т.е. дождевальные насадки и аппараты, подразделяют главным образом по дальности разбрызгивания и напору воды на три группы: короткоструйные, или низконапорные (дальность полета капель до – 8 м, напор воды – 0,05...0,15 МПа); среднеструйные, или средненапорные (дальность полета капель – до 35 м, напор воды – 0,15...0,5 МПа); дальнеструйные, или высоконапорные (дальность полета капель – до 60 м, напор воды – свыше 0,5 МПа).

**Короткоструйные** рабочие органы выполняют, как правило, в виде дождевальных насадок. Находят применение дефлекторные, половинчатые, щелевые и центробежные насадки.

Дефлекторные насадки (рис. 1а) имеют корпус 2, навинчиваемый на вертикальный стояк. Струя воды, выходя под напором из отверстия диафрагмы, разбивается о дефлектор 1, в результате

чего образует пленку воронкообразной формы, которая при дальнейшем движении распадается на капли и орошает прилегающую к насадке круговую площадь. Пленка сходит с дефлектора под углом  $30^\circ$  к горизонту, что обеспечивает максимальную дальность полета образующихся из нее капель.



**Рис. 1. Конструкции дождевальных насадок:**

а – дефлекторная; б – половинчатая; в – щелевая; г – центробежная;  
1 – дефлектор; 2 – корпус; 3 – центральное отверстие

К достоинствам дефлекторных насадок относят сравнительно малый размер капель ( $0,9 \dots 1,1$  мм) и небольшой расход энергии на их образование. Однако капли неодинаковы по величине, интенсивность их распределения по площади полива также неравномерна. По мере удаления от насадки размер капель возрастает, а интенсивность дождя сначала повышается, а затем падает. Из-за высокой интенсивности дождя ( $0,75 \dots 1,1$  мм/мин) их применение в машинах и установках позиционного действия весьма ограничено. С увеличением напора воды и диаметра выходного отверстия насадки расход и дальность разбрызгивания воды увеличиваются.

Половинчатые или щелевые насадки применяют, если нужно получить односторонний полив.

В половинчатой насадке (рис. 1б) дефлектор 1 имеет форму половины конуса и приварен к отогнутой пластине, которая перегородивает в корпусе 2 половину выходного отверстия. Половинчатая насадка работает аналогично круговой. Расход воды определяют по той же формуле, имея в виду, что она выходит через полукруглое отверстие.

Щелевая насадка (рис. 1в) может быть получена путем пропиливания в стенке трубы щели шириной  $h$ .

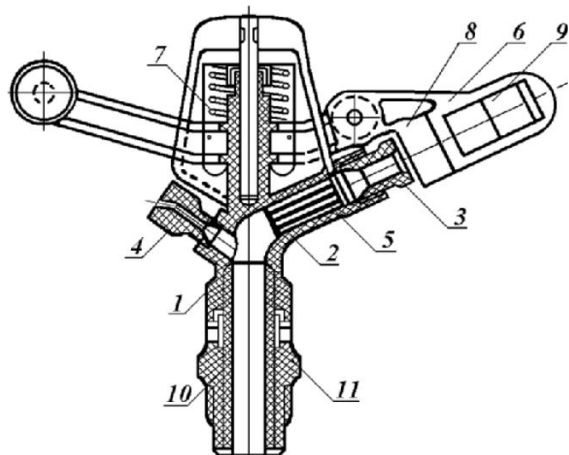
Вытекающая из щели вода имеет форму плоской веерообразной пленки. Распадение ее на капли происходит менее интенсивно, чем в дефлекторных насадках, вследствие чего вблизи насадки возникает неорошаемая зона.

Центробежная насадка (рис. 1г) работает следующим образом. Вода поступает через тангенциальный канал корпуса 2, благодаря чему закручивается, вовлекаясь во вращательное движение. На выходе из центрального отверстия верхней крышки 3 образуется кольцевой поток со свободным пространством в центре. После выхода из отверстия диаметром  $d$ , благодаря тангенциальным составляющим скорости поток воды расширяется, образуя тонкую воронкообразную пленку, которая под действием сопротивления воздуха теряет устойчивость и распадается на капли.

**Среднеструйные дождевальные аппараты** служат рабочими органами большинства современных дождевальных машин и установок. Несмотря на разнообразие марок, они конструктивно близки. На рис. 2 показан среднеструйный дождевальный аппарат, устанавливаемый на дождевальную машину типа «Волжанка». Основными элементами среднеструйного дождевального аппарата являются возвратная пружина 7, служащая для возврата в исходное положение коромысла 6. Вода, проходя через успокоитель 5, выходит через основное сопло 3 и частично через вспомогательное сопло 4. Для повышения равномерности орошения сопло 4 имеет косой разрез, улучшающий распадение струи на капли.

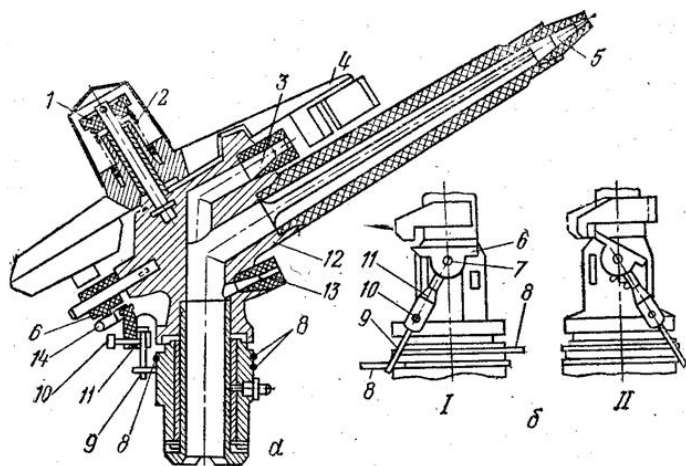
Наиболее распространено семейство унифицированных аппаратов типа «Роса» (рис. 3). Базовый аппарат этого семейства состоит из алюминиевого корпуса 12 с тремя водопроводящими каналами 3, 5 и 13, механизмов вращения аппарата коромыслового

типа и секторного полива. В механизм вращения вместе с коромыслом 4 входят возвратная пружина 2 и шайба 1 со штифтом, которые закрыты пластмассовым колпаком.



**Рис. 2. Дождевальная машина «Волжанка»:**

1 – стакан; 2 – ствол; 3, 4 – большое и малое сопло соответственно; 5 – успокоитель; 6 – коромысло; 7 – пружина; 8, 9 – лопатки; 10 – втулка; 11 – штицер



**Рис. 3. Дождевальная машина типа «Роса»:**

а – общее устройство; б – схема работы механизма секторного полива;  
 I – положение упора при рабочем движении ствола; II – положение упора при возвратном движении ствола; 1 – шайба; 2 – регулируемая возвратная пружина; 3, 5, 13 – водопроводящие каналы; 4 – коромысло; 6 – упор; 7 – ось; 8 – пружинные упорные кольца; 9 – стержень; 10 – стопорный винт; 11 – рычаг; 12 – корпус; 14 – пружина фиксатора

Концы пружины закреплены в коромысле и шайбе. Механизм секторного полива состоит из пружинных колец 8, упора 6 и рычага 11, насаженных на одну ось 7 и соединенных пружиной 14. В отверстие рычага вставлен стержень 9, застопоренный винтом 10. Вода из трубопровода поступает в корпус 12 и через водопроводящие каналы 3, 5, 13 и насадки выбрасывается наружу в виде струй, расположенных под углом  $30^\circ$  к горизонту. В воздухе струи распадаются на капли, орошая узкую полосу поля в виде сектора.

Струя воды из верхней насадки попадает на лопатку коромысла и отталкивает ее влево (в направлении против хода часовой стрелки). Коромысло поворачивается на угол  $30 \dots 90^\circ$  и закручивает возвратную пружину. После остановки под действием возвратной пружины коромысло движется в обратном направлении и входит рассекателем в струю. Воздействуя на скошенную грань рассекателя, струя совместно с возвратной пружиной толкает коромысло в направлении его обратного движения до удара в упор на корпусе аппарата. После удара корпус поворачивается на угол  $2 \dots 3^\circ$  по ходу часовой стрелки. В следующее мгновение струя воды, минуя рассекатель, вновь попадает на лопатку коромысла и отбрасывает его – цикл повторяется. Аппарат движется по кругу, выполняя оборот за  $2 \dots 4$  мин. Частоту вращения аппарата можно регулировать, закручивая возвратную пружину и фиксируя ее с помощью шайбы и штифта.

Для полива по сектору стержень рычага механизма секторного полива переводят в нижнее положение и закрепляют винтом.

Угол секторного полива устанавливают с помощью усиков упорных колец. Наименьший угол равен  $45^\circ$ . При работе ствол аппарата поворачивается до упора стержня в усик кольца 8. При дальнейшем движении стержень 9 и рычаг 11 поворачиваются на оси 7, отжимая пружины. После прохождения рычагом среднего положения пружина толчком поворачивает упор 6 в положение, при котором коромысло стопорится упором. Удар воды о лопатку передается на упор, и аппарат поворачивается в обратную сторону. Частота колебаний коромысла в этом случае велика, поэтому скорость движения аппарата в обратном направлении в  $5 \dots 10$  раз выше скорости при поливе. Возвратное движение аппарата продолжается до тех пор, пока рычаг механизма секторного полива не соприкоснется с усиком второго упорного кольца; тогда он



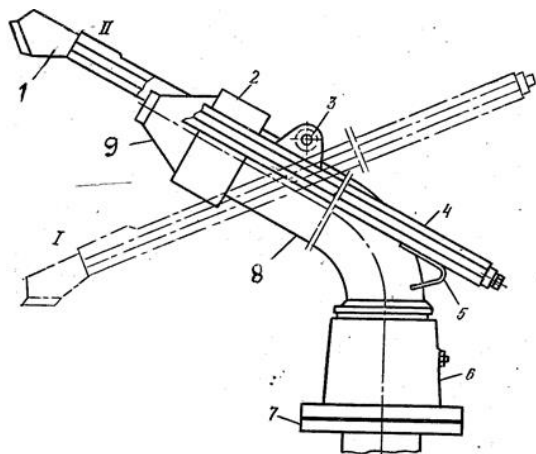
развернет упор в первоначальное положение и освободит коромысло. После этого цикл полива по сектору повторяется.

**Дальнеструйные дождевальные аппараты** разных марок отличаются главным образом конструкцией механизмов вращения. В отдельных конструкциях для вращения дальнеструйных дождевальных аппаратов (ДДА) используют: механическую энергию от вала отбора мощности трактора, кинетическую энергию струи, разрежение воздуха на выходе струи из сопла, реактивную силу струи.

Механический привод от вала отбора мощности трактора состоит из шестерчатого и червячного редукторов или червячного редуктора и храпового механизма. Его применение ограничивается только тракторными дождевальными машинами.

Кинетическая энергия струи, вылетающей из сопла, используется в разборных переносных установках и широкозахватных машинах. Их выполняют в двух вариантах: с качающимся в вертикальной плоскости коромыслом (ныряющей лопаткой) и с вращающейся турбинкой.

Принцип действия аппарата состоит в том, что аппарат монтируется на основании 7 (рис. 4) с возможностью поворота в корпусе 6. На стволе аппарата имеется горизонтальная ось 3, на которую насажено коромысло 4.



**Рис. 4. Дальнеструйный аппарат с качающимся коромыслом:**

- I – коромысло при нижнем положении лопатки; II – коромысло при верхнем положении лопатки; 1 – лопатка; 2 – накидная гайка; 3 – ось качания; 4 – коромысло; 5 – противовес; 6 – корпус; 7 – присоединительный фланец; 8 – ствол; 9 – сопло

Задняя часть коромысла тяжелее, чем передняя, поэтому в исходном положении II коромысло своей задней частью ложится на противовес 5. Вода под давлением поступает в корпус 6 и ствол с соплом 9. Истекая из сопла, струя воды ударяется в лопатку 1 коромысла 4, находящегося в верхнем положении II. Лопатка имеет двойную кривизну, т.е. в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Поэтому струя воды, вышедшая из сопла, ударяясь о лопатку, не только отклоняет ее вниз (положение I) на угол до  $120^\circ$ , но и поворачивает в сторону вместе со стволом на угол  $2...6^\circ$  (в зависимости от напора). Задняя часть лопатки, имеющая больший вес, чем передняя, возвращает лопатку в струю, и цикл повторяется. Лопатка не только поворачивает ствол, но и выполняет роль дефлектора. Когда она входит в струю, то орошается площадь вблизи аппарата, когда выходит из нее, орошается площадь, удаленная от аппарата.

На стационарных системах в основном используются унифицированные дальнеструйные дождевальные аппараты типа ДД кругового действия. Привод поворота ствола обеспечивается специальной турбинкой с трансмиссией (рис. 5). Эти аппараты выпускаются четырех типоразмеров.

Конструкция аппаратов однотипна, их можно использовать для полива по кругу и по сектору. При эксплуатации дождевальные аппараты типа ДД устанавливают на вертикальные трубчатые стойки не менее 1,5 м над поверхностью почвы.

В аппарате типа ДД обеспечивается круговое вращение ствола 5 с помощью турбинки 6, лопасти которой входят в струю воды, выбрасываемую через сопло.

Турбинка 6 приводит в действие червячную пару верхнего редуктора 7. Далее вращение с помощью длинного вала 4 в трубчатом кожухе передается на червяк нижнего редуктора 3. Трубчатый кожух к стволу аппарата крепится с помощью специального кронштейна, положение которого можно изменять и фиксировать посредством фиксирующего и регулирующего винтов 8. Это позволяет регулировать глубину ввода лопаток турбинки в струю воды (7...10 мм). От глубины погружения их в струю зависит частота вращения турбинки, что обеспечивает изменение в некоторых пределах частоты вращения ствола аппарата.

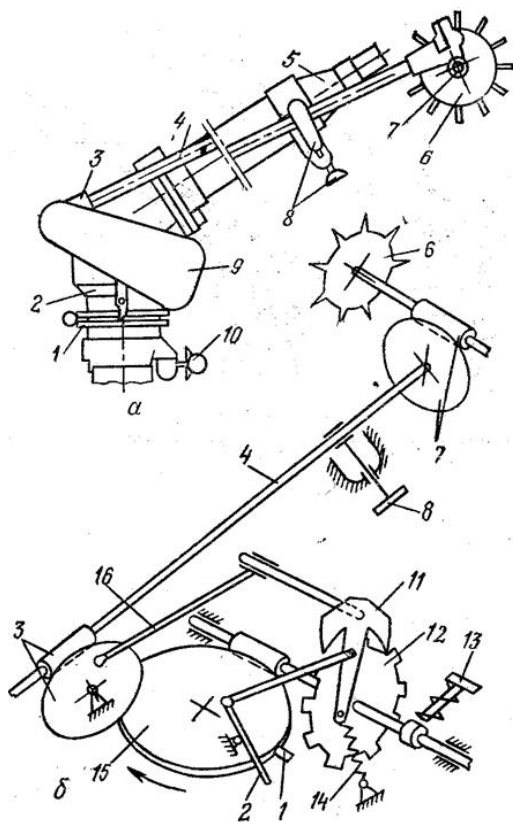


Рис. 5. Дальнеструйный аппарат типа ДД:

- а – общий вид; б – кинематическая схема механизма поворота ствола; 1 – упор; 2 – толкатель реверса; 3 – нижний редуктор; 4 – вал; 5 – ствол; 6 – турбинка; 7 – верхний редуктор; 8 – фиксирующий и регулирующий винты; 9 – механизм поворота; 10 – упор; 11 – тормоз; 12 – собачка; 13 – храповое колесо; 14 – коромысло; 15 – ходовой редуктор; 16 – шатун

При вращении турбинка частично дробит струю, что улучшает качество распределения дождя возле аппарата.

На оси червячного колеса нижнего редуктора расположен кривошип, передающий с помощью шатуна 16 качательное движение коромыслу 14, свободно сидящему на ступице храпового колеса 13. Колесо закреплено на червячном валу ходового редуктора 15. При качании коромысла установленная на нем собачка 12 правым или левым плечом (в зависимости от положения рычага реверса 2) входит в зацепление с храповиком и поворачивает

его вместе с валом. Червяк со стволом аппарата обкатывается вокруг червячного колеса, ходового редуктора, жестко закрепленного на ступице, ввернутой в основание аппарата и зафиксированной специальными планками.

Для настройки на секторный полив в кольцевые проточки основания устанавливают два упора 1 так, чтобы они составляли заданный угол поворота ствола. При встрече толкателя реверса с упором рычаг реверса переключает вращение аппарата в противоположную сторону.

Тормоз 11 предназначен для предотвращения проворачивания храпового колеса при холостом ходе собачки.

Существуют дождевальные аппараты с механизмом вращения, работающим за счет разрежения, создаваемого струей. Они имеют сопло, заканчивающееся диффузором (расширяющейся насадкой). Поток воды, проходя узкое сечение диффузора, образует зону вакуума. Эту зону соединяют трубкой с пневматическим, например, диафрагмовым двигателем, работающим за счет перепада давления между атмосферой и вакуумом в диффузоре. Колебания диафрагмы обычно через храповой механизм приводят в движение ствол аппарата.

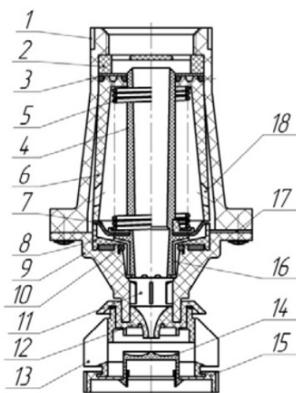
Для поворота ствола также используется вариант, при котором ось сопла располагают под некоторым углом к оси ствола или смещают ее в сторону. При этом возникнет реактивный момент, поворачивающий ствол дождевального аппарата. Дальнеструйные дождевальные аппараты, вращение которых основано на этом принципе, обычно оборудуют специальными тормозными устройствами, воспринимающими разность между вращающим моментом от реактивной силы струи и моментом трения вращающихся частей аппарата.

Наиболее распространены гидравлические и механические тормозные устройства. Гидравлический тормоз обычно представляет собой шестеренный или иной ротационный масляный насос, перегоняющий масло по замкнутому каналу, сопротивление которого регулируется вентилем или краном. Изменяя сопротивление, регулируют частоту вращения ствола дождевального аппарата.

При большой длине машины напор перед насадками снижается по мере удаления их от места подачи воды в машину. Для выравнивания расхода на широкозахватных машинах ставятся на-

садки или аппараты с увеличивающимися к периферии машины проходными сечениями. Однако если перемещающаяся опора машины оказывается на возвышенности или во впадине, напор перед насадкой изменяется, что приводит к изменению расхода через нее и соответствующему нарушению равномерности полива. Для устранения этого недостатка на дождевальных широкозахватных машинах кругового и фронтального действия устанавливаются насадки постоянного расхода.

Схема насадки представлена на **рис. 6**.



**Рис. 6. Вид насадки постоянного расхода:**

1 – корпус; 2 – кольцо; 3 – шайба; 4 – трубка; 5 – пружина; 6 – вставка;  
7 – мембрана; 8 – манжета; 9 – основание; 10 – кольцо; 11 – ребра; 12 – сопло;  
13 – стойка; 14 – дефлектор; 15 – гайка; 16 – зазор; 17 – щель; 18 – отверстие

Насадка работает следующим образом. Корпус 1 вворачивается в подводящий трубопровод. Вода поступает в корпус и по трубке 4 проходит между ребрами 11 к сменному соплу 12. Струя воды, истекающая из сопла, ударяется о сменный ребристый дефлектор 14, прикрепляемый гайкой 15 со стойками 13 к основанию 9, соединенному винтами с корпусом 1. При этом между основанием и корпусом за счет пазов, имеющих во фланце корпуса, образуется щель 17, соединяющая с атмосферой полость, заключенную между корпусом 1, вставкой 6 и основанием 9. Ударяясь о ребра дефлектора, струя распадается на отдельные более мелкие струйки, орошающие поверхность почвы. Давление поступающей в насадку воды передается из трубки 4 по вырезам в ее нижнем торце по зазору 16 под мембрану 7. Мембрана прижата

к манжете 8 и кольцу 10 пружиной сжатия 5, верхними витками опирающейся о буртик вставки 6. Изменение давления воды на входе в насадку приводит к прогибанию мембраны 7 и перемещению трубки 4. Перемещение трубки изменяет зазор между ней и кольцом 2. Изменение зазора обеспечивает саморегулирование расхода воды через насадку. Уплотнение между трубкой 4 и буртиком вставки 6 осуществляется шайбой 3.

На широкозахватных машинах обычно устанавливается несколько типоразмеров насадок, отличающихся диаметром сопел и конструкцией дефлекторов.

## Глава 5. ПЕРЕНОСНЫЕ И СТАЦИОНАРНЫЕ УСТАНОВКИ

Простейшие дождевальные устройства, состоящие из быстроразборных переносных трубопроводов и разбрызгивающих воду рабочих органов, называются дождевальными установками.

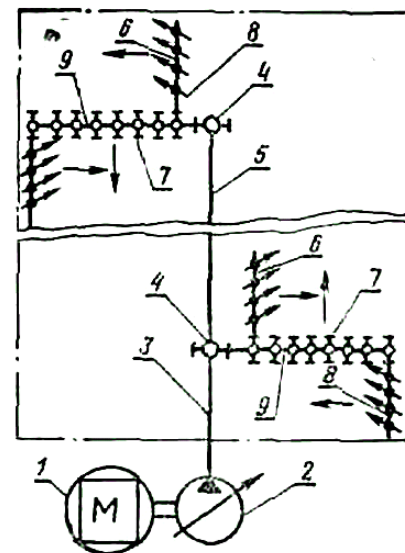
Основой переносных и стационарных установок и комплектов являются быстроразборные трубопроводы и арматура. Быстроразборные трубопроводы предназначены для подачи воды от передвижных насосных станций к дождевальным машинам и установкам или в открытые оросительные каналы. Такой трубопровод состоит из отдельных труб (секций) длиной 5...6 м, соединяемых быстроразъемными муфтами. При соединении конец одной трубы входит в раструб другой – смежной. По форме раструбных концов различают разборные трубопроводы с шаровыми, конусными и цилиндрическими соединениями. Во всех конструкциях раструб снабжен резиновой манжетой, которая создает уплотнение автоматически под действием напора воды в трубопроводе.

После выключения насосной станции напор исчезает, и трубопровод выпускает воду через муфты автоматически. Это исключает местное затопление растений, неизбежное при опорожнении трубопровода в одном месте. За счет эластичности манжет и зазоров между трубами их можно соединять не только соосно, но и под углом до 10...15° одна к другой, чем достигается необходимая приспособляемость в условиях сложного рельефа местности. Для предотвращения повреждений растений каждая труба (секция) снабжена опорой высотой 0,1...0,4 м.

Быстроразборные трубопроводы снабжены водораспределительной арматурой: гидрантами-задвижками, колонками.

Дождеальные установки могут быть стационарными, с переносными трубопроводами, с механизированным перемещением трубопроводов. Наиболее широкое распространение получили установки с переносными быстроразборными трубопроводами. Они предназначены для полива небольших участков со сложным рельефом местности. Расход воды в таких установках не превышает 50 л/с, а производительность – 50 га за сезон. При повышении расхода воды (для увеличения подачи) требуется увеличение диаметра и толщины стенок, а, следовательно, и массы труб, что неприемлемо при ручной их переноске.

К установкам такого типа относится комплект ирригационный КИ-5, представленный на рис. 7.



**Рис. 7.** Схема дождевальной установки с быстроразборными переносными трубопроводами:

1 и 2 – насосная станция; 3 и 5 – первый и второй участки магистрального трубопровода; 4 – гидрант магистрального трубопровода; 6 – оросительный трубопровод; 7 – гидрант распределительного трубопровода; 8 – среднеструйный дождевальный аппарат; 9 – распределительный трубопровод

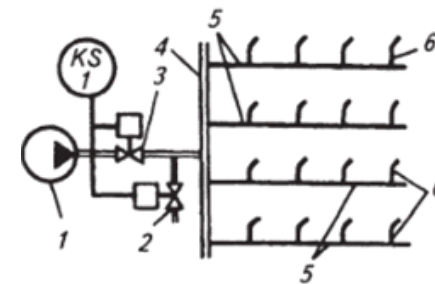
В состав комплекта входят: магистральный трубопровод, два распределительных трубопровода, четыре оросительных трубопровода (дождевальные крылья) с дождевальными аппаратами и гидранты. Магистральный трубопровод длиной 906 м состоит из первого участка (труба диаметром 150 мм) и второго участка (труба диаметром 125 мм). Подача воды в комплект обеспечивается насосом, приводимым в действие силовой установкой. Распределительные трубопроводы длиной по 270 м располагают по двухсторонней схеме в начале и конце магистрального трубопровода.

При такой схеме половина расходуемой воды еще в начале участка отводится в правый распределительный трубопровод, что позволяет второй участок магистрального трубопровода выполнить из труб меньшего диаметра. Дождеальные крылья длиной по 126 м (труба диаметром 105 мм) располагают перпендикуляр-

## Глава 6. АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Дождевальные системы хорошо поддаются механизации и автоматизации. Система управления дождеванием действует по заранее принятой программе, учитывающей особенности оросительной системы, или в составе замкнутых автоматических систем.

Схема стационарной системы дождевания с программным управлением показана на рис. 8. Система состоит из насосной станции 7, магистрального напорного трубопровода 4 и поливных трубопроводов 5 с установленными на них дождевальными аппаратами 6, каждый из которых подключен к трубопроводу через трехпозиционный гидроклапан. При подаче воды в напорный трубопровод открываются гидроклапаны дождевальных аппаратов первого ряда (ближайшие к напорному трубопроводу). Через заданное время программное устройство формирует кратковременный импульс снижения давления в напорном трубопроводе путем закрытия напорного клапана 3 и открытия перепускного клапана 2. Каждый такой импульс приводит к закрытию гидроклапанов действующего ряда дождевальных аппаратов и открытию следующего.



**Рис. 8. Принципиальная схема автоматизации стационарной системы дождевания:**

- 1 – насосная станция; 2 – перепускной клапан; 3 – напорный клапан;
- 4 – магистральный напорный трубопровод; 5 – поливные трубопроводы;
- 6 – дождевальные аппараты

Преимущество этой системы – отсутствие необходимости специальных каналов связи на орошаемой площади, недостаток – изменение нормы полива только от одного дождевального аппарата к другому в строгой последовательности.

но распределительным трубопроводам по обе стороны от них. На каждом крыле установлено по четыре среднеструйных дождевальных аппарата типа «Роса» на расстоянии 36 м один от другого. В комплект входит и гидроподкормщик, который служит для внесения одновременно с поливом растворимых минеральных удобрений и может быть установлен в начале распределительного трубопровода.

Одновременно работают два дождевальных крыла – одно слева, другое справа от магистрального трубопровода. Два других крыла в это время разбирают, переносят и подготавливают к работе. После выдачи поливной нормы их выключают, а включают подготовленные к работе крылья, присоединенные к распределительным трубопроводам с противоположных концов. Передвигая крылья навстречу одно другому, поливают всю площадь по обе стороны распределительных трубопроводов, после чего разбирают распределительные трубопроводы, переносят и присоединяют их к следующим гидрантам магистрального трубопровода. Присоединив к ним крылья, поливают другую часть участка. За один полив каждый распределительный трубопровод последовательно обслуживает три позиции.

Основной недостаток таких установок – большие затраты ручного труда на переноску труб и связанная с ними низкая производительность труда.



## Глава 7. ИМПУЛЬСНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Импульсные дождевальные системы отличаются от обычных тем, что работают в режиме прерывистой (импульсной) подачи воды на орошаемую поверхность поля. Основные элементы такой системы: напоробразующий узел (насосная станция), магистральный, распределительные и оросительные трубопроводы, импульсные дождевательные аппараты. Импульсный дождевательный аппарат отличается от обычного тем, что его рабочий цикл состоит из двух непрерывно чередующихся периодов: периода накопления воды в аппарате и периода выплеска (выброса) ее под действием сжатого воздуха.

Известны импульсные дождевательные аппараты двух типов: автоколебательного и принудительного действия.

Первые способны обеспечить лишь такой режим работы, при котором период накопления только в 5...10 раз больше периода выброса воды, вследствие чего расход воды не может быть меньше 0,5...1 л/с.

Вторые обеспечивают режим работы, при котором период накопления в 50...200 раз больше периода выброса, вследствие чего подводимый расход воды может быть снижен до 0,1 л/с и менее, а средняя интенсивность дождя может находиться в пределах 0,01...0,002 мм/мин.

Наибольшее распространение получили дождевательные аппараты второго типа, работающие в «ждущем режиме» по сигналам понижения давления в трубопроводной сети.

Система дождевания с аппаратами принудительного действия, помимо перечисленных выше основных элементов, включает еще и генератор командных импульсов, работающий в автоматическом режиме. Импульсный дальнеили среднеструйный дождевательный аппарат, работающий по сигналам понижения давления в трубопроводной сети, состоит из трех основных элементов: резервуара (гидроаккумулятора) 6, запорного устройства 2, 3, 4, 5 и ствола 1 с соплом (рис. 9).

Вода под высоким давлением, но с малым расходом подается в гидроаккумулятор 6, где постепенно накапливается. В период накопления воды клапаны 3 и 4 закрывают проход в ствол 1, и вода не может выйти через него. По мере поступления воды, нахо-

дящийся в гидроаккумуляторе, воздух сжимается, давление его повышается. При достижении верхнего давления генератор командных импульсов сбрасывает давление в напорной сети, вследствие чего под действием сжатого воздуха клапаны 4, а затем 3 открываются, и происходит выброс накопленного объема воды – «выстрел». В момент выстрела срабатывает механизм вращения, и корпус аппарата поворачивается на заданный угол.

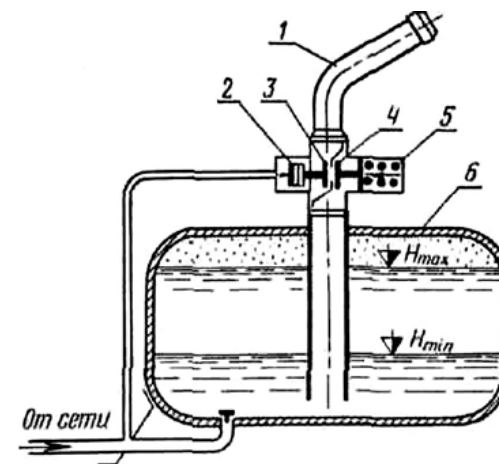


Рис. 9. Схема импульсного дождевательного аппарата:

1 – ствол; 2 – поршень; 3, 4 – клапаны; 5 – пружина; 6 – гидроаккумулятор

Срабатывание всех дождевательных аппаратов происходит синхронно. Клапан 4 закрывается под действием пружины 5 при падении давления в гидроаккумуляторе до нижнего предела. Клапан 3 закрывается под действием поршня 2 при повышении давления в сети, после чего цикл повторяется. Продолжительность периода накопления воды в гидроаккумуляторе составляет от 50 до 300 с.

Вместимость гидроаккумуляторов в зависимости от марки составляет от 15 до 500 л, верхний предел давления – от 0,4 до 1 МПа, радиус действия (дальность полета струи) – от 20 до 70 м. По объему выброса воды за один рабочий цикл различают аппараты малого (до 3 л), среднего (от 3 до 10 л) и большого (более 10 л) объемов выброса. Наиболее распространены аппараты среднего объема выброса. Так как импульсные дождевательные аппараты работают с подводимыми расходами (0,1...2 л/с), во много раз меньшими, чем обычные (10...40 л/с), то это позволяет в 5...8 раз

уменьшить диаметры водоподводящих трубопроводов и применить насосно-силовое оборудование малой мощности, в результате чего капитальные затраты на строительство снижаются более чем в три раза. Так как диаметр водоподводящих трубопроводов составляет 12...30 мм, то возможно применение пластмассовых труб с их укладкой бестраншейным способом.

Низкая средняя интенсивность дождя позволяет использовать импульсные дождевальные системы для орошения площадей с большими уклонами и с почвами малой водопроницаемости.

Импульсные аппараты системы работают одновременно на всей площади в режиме чередующихся пауз для наполнения гидроаккумуляторов и периодов выплеска воды под действием сжатого воздуха.

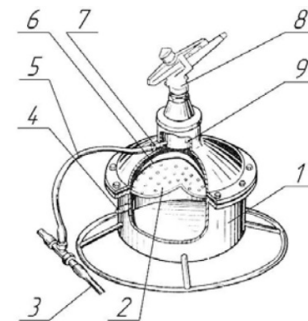
Синхронно-импульсное дождевание имеет ряд принципиальных отличительных особенностей, обеспечивающих значительный агрофизиологический и организационно-хозяйственный эффекты, которые заключаются в следующем:

- обеспечивается длительное направленное воздействие искусственного дождя на условия роста и развития растений;
- создаются почти полностью контролируемые условия произрастания растений, исключая отрицательное воздействие погодных факторов на их рост и развитие;
- поддерживается влажность активного слоя почвы и приземного воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний, свойственных обычным периодическим поливам;
- за счет предельного рассредоточения поливного тока воды по системе снижаются капитальные затраты на строительство сети напорных трубопроводов, в первую очередь трубопроводов последнего порядка, имеющих наибольшую протяженность, для устройства которых применяются трубы малого диаметра;
- значительно сокращается расход воды по сравнению с другими способами дождевания, что особенно важно в условиях постоянно растущей ее потребности промышленностью и сельским хозяйством, особенно в районах с сухим климатом.

Накопление воды в импульсных дождевателях осуществляется благодаря работе их гидроаккумуляторов.

Импульсный дождеватель (рис. 10) представляет собой водовоздушный бак 1, разделенный перфорированным сводом 2 и

эластичной мембраной 6 на две части. Нижняя часть предварительно через штуцер 4 заполняется сжатым воздухом до давления 0,3 МПа, верхняя часть – водой через запорный орган 9. Вода из трубопроводной сети 3 под давлением по шлангу 5 поступает в нижнюю полость камеры. Одновременно через обратный клапан вода заполняет подпоршневую полость камеры и поступает в верхнюю полость импульсного дождевателя.



**Рис. 10. Импульсный дождеватель:**

1 – гидроаккумулятор; 2 – свод; 3 – поливной трубопровод; 4 – штуцер для заполнения гидроаккумулятора воздухом; 5 – шланг; 6 – эластичная мембрана; 7 – присоединительный штуцер; 8 – дождевательный аппарат; 9 – запорный орган

Под действием давления воды эластичная мембрана перемещается вниз и дополнительно сжимает воздух. Наполнение происходит до момента укладки эластичной мембраны на перфорированный свод.

После наполнения всех дождевателей водой до расчетного объема генератор командных сигналов, установленный на головном узле, на короткое время соединяет трубопроводную сеть с атмосферой. Давление в трубопроводах резко понижается. Под действием давления вода выходит в ствол дождевательного аппарата и выбрасывается на орошаемую площадь до тех пор, пока эластичная мембрана не займет верхнее положение. После выплеска воды дождевательные аппараты поворачиваются на угол 3...5°, и рабочий цикл «наполнение – выплеск» повторяется. Частота циклов зависит от производительности насосной станции.

## Глава 8. КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

Системы капельного орошения позволяют локально подводить воду к каждому растению в виде отдельных капель с помощью точечных микроводовыпусков – капельниц. В систему капельного орошения (рис. 11) входят: контрольно-распределительный блок 1..8, магистральный трубопровод 9, распределительные трубопроводы 10, капельницы 11. Контрольно-распределительный блок, как правило, включает в себя мотор 1, насос 2, задвижку 3, фильтр 4, водомер 5, манометр 6, бак-смеситель 7 и инжектор 8.

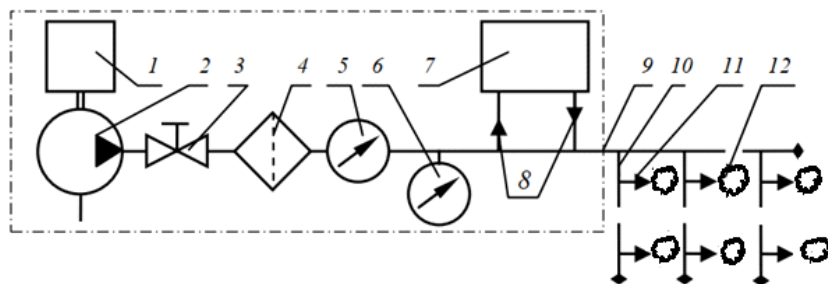


Рис. 11. Система капельного орошения:

- 1 – двигатель; 2 – насос; 3 – задвижка; 4 – фильтр; 5 – водомер; 6 – манометр;  
7 – бак-смеситель; 8 – контрольно-распределительный блок; 9 – трубопровод магистральный; 10 – трубопроводы распределительные; 11 – капельницы;  
12 – орошаемые растения

Системы капельного орошения проектируют обычно с напором 0,07...0,28 МПа. Низконапорные системы считаются более предпочтительными, так как в них можно применять более дешевые трубы и капельницы большего диаметра, что уменьшает вероятность их забивания. Для создания необходимого напора используют насосы небольшой мощности и производительности, водонапорные башни, а иногда и просто перепад отметок между источником водоснабжения и орошаемой площадью (самотечные системы).

Магистральный 9 и распределительные 10 трубопроводы монтируют, как правило, из полиэтиленовых труб обязательно черного цвета для предотвращения развития водной растительности, первые диаметром 38...51 мм, вторые – от 6 до 19 мм (рис. 12б). Трубопроводы в низконапорных системах монтируют без соединительных муфт, вставляя трубы одна в другую. Расстояние между распределительными трубопроводами должно состав-

лять от 0,8 м для полевых культур до 6 м для плодово-ягодных и соответствует ширине междурядий.

Капельницы изготавливают из пластмассы. Обычно их расход составляет от 1 до 15 л/ч. Конструкции капельниц весьма разнообразны. Наиболее простая представляет собой микротрубку из полиэтилена высокой плотности с внутренним диаметром от 0,3 до 2 мм. Регулирование расхода происходит за счет изменения потерь на трение, т.е. путем изменения длины микротрубки.

Более надежна в отношении предотвращения забивания капельница с отверстием большого диаметра, состоящая из цилиндра и ввернутой в него пробки. Пространство между нарезкой пробки и внутренней резьбой цилиндра образует спиральный проход, по которому идет вода. Вворачивая или выворачивая пробку, изменяют длину пути, а следовательно и расход воды. Вытекая каплями, вода увлажняет почву в виде зоны эллипсоидной формы глубиной около 1 м и шириной до 2,6 м с выходом на поверхность у основания ствола дерева. При этом почва в междурядьях поддерживается в сухом состоянии, что создает неблагоприятные условия для роста сорняков. Уменьшение объема увлажняемой почвы позволяет экономить воду и приводит к формированию менее разветвленной корневой системы, дающей возможность уплотнить посадки и повысить продуктивность.

Капельницы также бывают диафрагменными, мембранными и поплавковыми. Наиболее совершенные капельницы снабжены несколькими водовыпусками и оборудованы устройствами для стабилизации расхода при переменном давлении в сети и самоочистки микроканалов от взвешенных наносов.

Применение капельного орошения особенно перспективно в районах с ограниченными водными ресурсами, а также на участках с изрезанным рельефом и крутыми склонами с большими перепадами высот (до 60 м).



## Глава 9. АЭРОЗОЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

Аэрозольное орошение часто применяется вместе с дождеванием. Это позволяет улучшить микроклимат в приземном слое воздуха и оптимизировать условия развития растений. Иногда при аэрозольном орошении вместе с внесением воды производится и внесение растворенных удобрений или средств борьбы с болезнями растений.

Для получения микрокапель используются специальные насадки с малым диаметром выходных отверстий или насадки, в которых струя воды разбрызгивается за счет удара в специальные неподвижные либо вращающиеся отражатели, или в оросительной системе создается высокое давление.

Аэрозольное орошение может осуществляться серийными сельскохозяйственными опрыскивателями. Одним из вариантов реализации аэрозольного орошения является использование двухконсольных дождевальных агрегатов, оснащенных специальными диспергирующими насадками. При аэрозольном орошении на единицу площади воды расходуется в несколько раз меньше, чем при обычном дождевании (рис. 12).

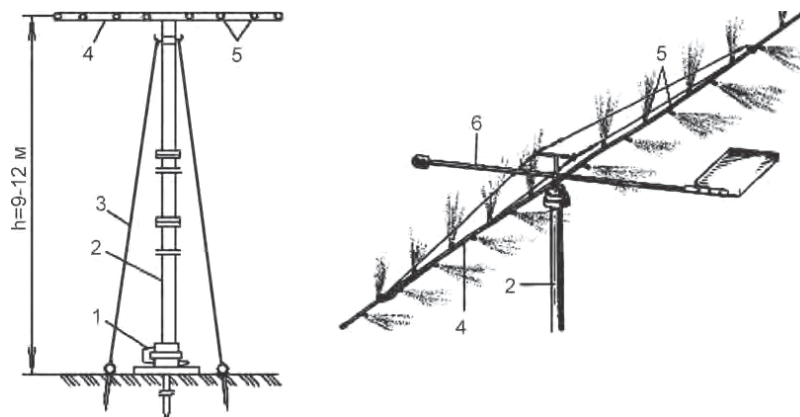


Рис. 12. Схема мелкодисперсной стационарной установки ВНПО «Радуга»:

- 1 – основание стойки; 2 – стойка; 3 – растяжки; 4 – штанга поворотная;  
5 – форсунки; 6 – флюгер

Стойки комплекта выполнены в виде стальной трубчатой конструкции переменного сечения высотой 5 м и весят менее 13 кг, что позволяет одному оператору проводить их техническое обслуживание.

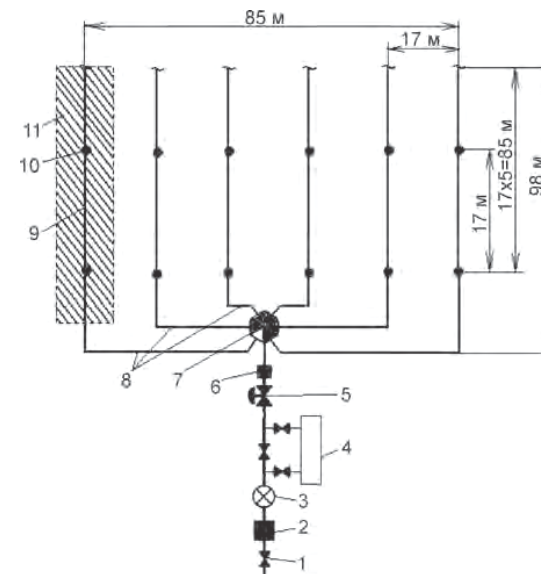


Рис. 13. Принципиальная схема модуля комплекта аэрозольного увлажнения:

- 1 – кран; 2 – фильтр; 3 – счётчик воды; 4 – гидроподкормщик; 5 – клапан с таймером; 6 – клапан обратный; 7 – клапан распределительный;  
8 – распределительный трубопровод; 9 – поливной трубопровод

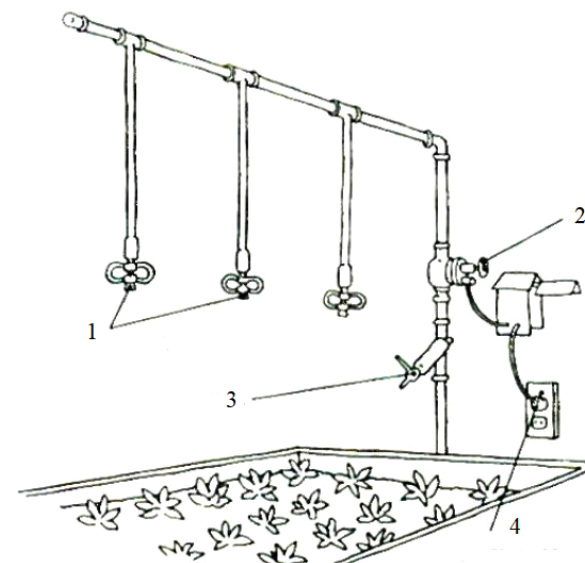


Рис. 14. Система аэрозольного орошения:

- 1 – распылительные головки; 2 – вентиль; 3 – фильтр;  
4 – розетка с прерывателем тока на землю

Энергонезависимый блок управления (рис. 13) позволяет задавать импульсы водоподачи и паузы между ними в интервалах, соответствующих расчетным параметрам разовых объемов водоподачи и времени обсыхания влаги с листовой поверхности.

Аэрозольное орошение используется и при выращивании растений в закрытом грунте. В этом случае в теплицах монтируются стационарные системы аэрозольного орошения (рис. 14).

## Глава 10. МАШИНЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

По способу подачи воды внутрипочвенное орошение делят на вакуумное или абсорбционное (вода поступает к растениям благодаря сосущим свойствам почвы, обусловленным силами поверхностного натяжения), безнапорное (верхние слои почвы увлажняются благодаря капиллярному движению воды), напорное (вода подается в почву под давлением).

В системах для внутрипочвенного или подпочвенного увлажнения вода с помощью труб-увлажнителей вводится непосредственно в корнеобитаемый слой почвы. Системы с использованием трубувлагнителей могут быть безнапорными и напорными. В первом случае система действует без машин, во втором используются насосные установки общего назначения.

В настоящее время в качестве труб-увлажнителей используются тонкостенные пластиковые трубы диаметром 16...32 мм. В исходном положении они имеют плоскую форму и смотаны в катушку. При укладке труба разматывается, покрывается почвенным слоем, а после нагнетания в нее воды она приобретает цилиндрическую форму, имеющиеся в стенке трубы микроотверстия при этом открываются и вода, просачиваясь сквозь них, увлажняет почву вокруг трубы. По окончании сезона труба извлекается и утилизируется. При глубине укладки труб ниже пахотного горизонта они могут использоваться многократно.

На рис. 15 показана система подпочвенного увлажнения.

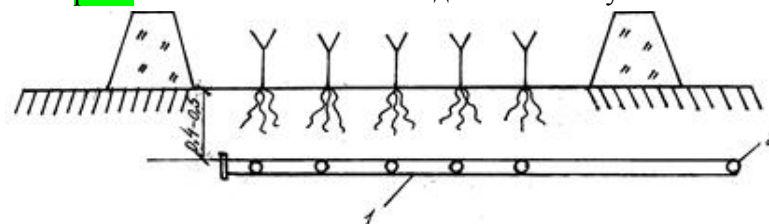


Рис. 15. Система подпочвенного увлажнения:

1 – поливная труба; 2 – распределительный трубопровод

Машинный способ основан на применении рыхлительных рабочих органов с водопроводящими каналами, через которые вода попадает в междурядья на глубину рыхления, соответствующую глубине расположения корневой системы растений.

По способу подвода воды такие машины подразделяют на два типа: с проходным и наматываемым трубопроводами. В первом случае гибкий трубопровод, снабженный пружинными водо-выпускными клапанами, укладывают вдоль пути машины и пропускают через водоприемное нажимное, смонтированное на машине устройство. В процессе движения машины посредством последнего открывают пружинные клапаны, и вода поступает сначала в бак, а затем через рабочие органы в корнеобитаемый слой почвы. Во втором случае трубопровод, один конец которого присоединен к гидранту, а другой к приемной колонке машины, наматывается на барабан с реверсивным приводом или сматывается с него в зависимости от направления движения.

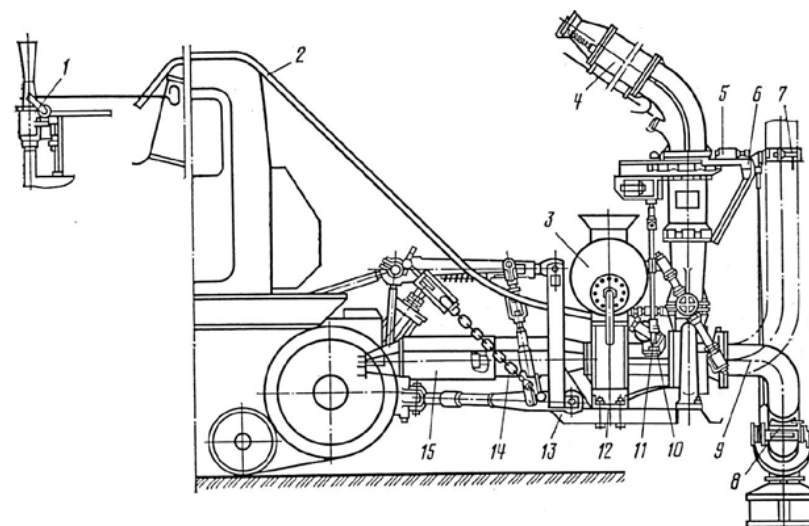
Для подпочвенного полива деревьев и кустарников применяют машины с рабочими органами в виде гидробуров. Машина, обычно снабженная цистерной для запаса воды, внедряет рабочий орган в зону увлажнения и затем посредством насоса нагнетает воду в объем почвы.

## Глава 11. ДАЛЬНЕСТРУЙНЫЕ МАШИНЫ. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И СХЕМЫ РАБОТЫ

Дождевальные дальнеструйные машины предназначены для орошения дождеванием пастбищ, овощных и технических культур, садов, лесных и садовых питомников. Они характеризуются большими значениями интенсивности дождя, поэтому применяются на почвах повышенной водопроницаемости. Работают машины позиционно с забором воды из открытой или закрытой оросительной сети.

Наиболее распространенной типичной дальнеструйной дождевальной машиной кругового действия является ДДН-70 (рис. 16).

Дождевальная дальнеструйная машина ДДН-70 состоит из следующих узлов: рамы 13, насоса-редуктора 12, механизма поворота со стволем 4, червячного редуктора 10, шарнирного валика 11, всасывающего трубопровода 9, лебедки 8, карданного вала с кожухом 15, разгрузочных цепей 14, эжектора 1, трубопровода эжектора 2, хомута 7, раскоса 6, тормоза 5, приспособления для внесения удобрений (гидроподкормщика) 3.



**Рис. 16. Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70:**

1 – эжектор; 2 – трубопровод эжектора; 3 – гидроподкормщик; 4 – механизм поворота со стволем; 5 – тормоз; 6 – раскос; 7 – хомут; 8 – лебедка; 9 – трубопровод всасывающий; 10 – редуктор червячный; 11 – валик шарнирный; 12 – насос-редуктор; 13 – рама; 14 – цепи разгрузочные; 15 – вал карданный с кожухом

Вода засасывается из водоисточника и через водозаборник по всасывающему трубопроводу поступает в насос и дальше через ствол, который вращается вокруг вертикальной оси, и сопла попадает в виде струй в атмосферу. На своем пути струи постепенно распадаются на капли, которые в виде дождя попадают на растения и почву.

Насос-редуктор 12 состоит из двух механизмов – редуктора и насоса, которые имеют общий вал и соединены между собой при помощи болтов и фланца.

Назначение редуктора – повысить частоту вращения рабочего колеса центробежного насоса до  $2100 \text{ мин}^{-1}$ . Вращение редуктор получает от ВОМ трактора через карданную передачу.

Механизм поворота со стволом 4 служит для кругового или секторного вращения ствола и равномерного распределения дождя по орошаемому участку. Ствол имеет два сопла – струя большого сопла орошает внешнюю часть круга, а струя из малого сопла – внутреннюю часть круга. Над малым соплом ствола располагается разбрасывающая воду лопатка, которой регулируется равномерность полива внутренней части круга.

Большое и малое сопла снабжены откидными хлопучками, перекрывающими доступ воздуха в дождеватель при заполнении насоса водой с помощью эжектора.

Для выравнивания потока воды, поступающего в сопла из насоса, в колено ствола залиты два ножа, а в ствол вставлен выпрямитель. Ствол 4 имеет прерывистое вращение, которое осуществляется через червячный редуктор 10, закрепленный к корпусу основного редуктора, и шарнирный валик 11.

Работа по сектору осуществляется автоматически переключением собачки благодаря двум упорам, которые вставлены в отверстие фланца ствола.

Всасывающий трубопровод 9, служащий для забора воды из временных оросителей, представляет собой сварную металлическую трубу. Труба одним концом в виде колена с вертикальным шарниром через переходник присоединяется к всасывающему патрубку насоса. Второй конец трубопровода представлен коленом с заборником, которые соединяются с основной трубой также шарниром, позволяющим производить забор воды при левом или правом расположении дождевателя относительно оросителя.

Для предохранения всасывающего трубопровода от попадания в него крупных растительных частей и другого мусора на заборнике устанавливается сетка.

Лебедка 8 устанавливается на кронштейне всасывающего трубопровода и служит для подъема и опускания всасывающего трубопровода из рабочего положения в транспортное и наоборот, а также для точной установки заборника в оросителе.

Эжектор 1 и трубопровод эжектора 2 составляют вакуумную систему, предназначенную для заполнения водой насоса перед его пуском. Эжектор устанавливается на выхлопной трубе трактора, а трубопровод эжектора соединяет его с нагнетательной полостью насоса. Одновременно с закрытием заслонки выхода газов через верхний патрубок открывается доступ к всасывающей линии. За счет разряжения, создаваемого при проходе выхлопных газов, происходит отсос воздуха от дождевателя и его заполнение водой.

Гидроподкормщик 3 выполнен в виде бака цилиндрической формы. Он предназначен для внесения растворимых минеральных удобрений с поливной водой. Бак с горловиной и заглушкой оборудован подводящей и отводящей трубами с вентилями. Внутри бака помещен шнековый смеситель с ручным приводом.

По окончании полива на данной позиции поднимается всасывающий трубопровод дождевателя в транспортное положение и совершается переезд на следующую позицию.

## Глава 12. ШЛАНГОВЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Значительное место среди дождевальных машин занимают многоопорные машины, отличающиеся высокой производительностью, но имеющие ряд недостатков: высокая сложность конструкции, большая трудоемкость монтажа, настройки и эксплуатации, значительная масса, большие расходы на хранение, кроме того, в процессе орошения растения повреждаются колесами опорных тележек. Поэтому в последнее время довольно широкое распространение получили шланговые дождеватели, отличающиеся высокой производительностью, компактностью и возможностью использования на небольших участках.

Шланговые дождеватели, как правило, орошают поля, на которых имеется полоса (дорога) для перемещения дождевателя (рис. 15). Вдоль этой полосы устраивается закрытый трубопровод с выведенными на поверхность гидрантами. Расстояние между гидрантами  $S_T$  принимается равным ширине, орошаемой дождевателем полосы  $B_n$  с учетом необходимого перекрытия. Ширина орошаемой полосы, как правило, равна примерно 1,6 радиуса действия  $R_d$  перемещаемого дождевального аппарата.

По дороге шланговый дождеватель перемещается трактором или малые дождеватели – вручную от гидранта к гидранту. Рядом с гидрантом дождеватель останавливается и затем в зависимости от конструкции разворачивают или дождеватель, или барабан со шлангом таким образом, чтобы ось вращения барабана располагалась перпендикулярно к орошаемой полосе. После этого перемещаемый дождевальный аппарат вручную или трактором отводится на всю длину орошаемой полосы с учетом радиуса действия дождевального аппарата. В процессе установки перемещаемого аппарата шланг, подводящий к нему воду, разматывается. Шланг укладывается между гребнями или вдоль рядков растительности. Расстояние между опорными полозьями или колесами перемещаемого аппарата обычно регулируемое и устанавливается в соответствии с величиной междурядья растительности (рис. 17).

Для предотвращения самопроизвольного перемещения барабанной установки она стопорится упорами, внедряемыми в землю. У машин больших типоразмеров поворот барабана и внедрение упоров в землю производится с помощью гидроцилиндров, сообщенных с гидросистемой трактора.

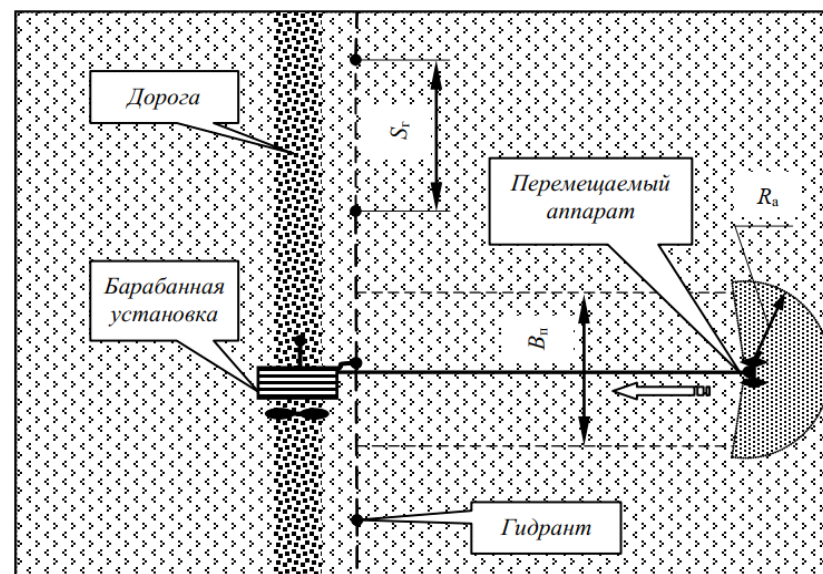


Рис. 17. Схема участка, орошаемого шланговым дождевателем

После установки перемещаемого аппарата в исходное положение барабанный шланговый дождеватель подсоединяют к гидранту, открывают его, и вода, поступающая из гидранта, медленно с помощью работающего от энергии воды гидропривода вращает барабан, постепенно наматывая на него шланг. Шланг подает воду к дождевальному аппарату и подтягивает его к барабанной установке. Шланговые дождеватели, как правило, имеют винтовой механизм, виток к витку укладывающий шланг на барабан.

Шланговые дождеватели выпускаются с перемещаемыми аппаратами дальнеструйными или фронтальными. Последние также называют фермовыми или консольными.

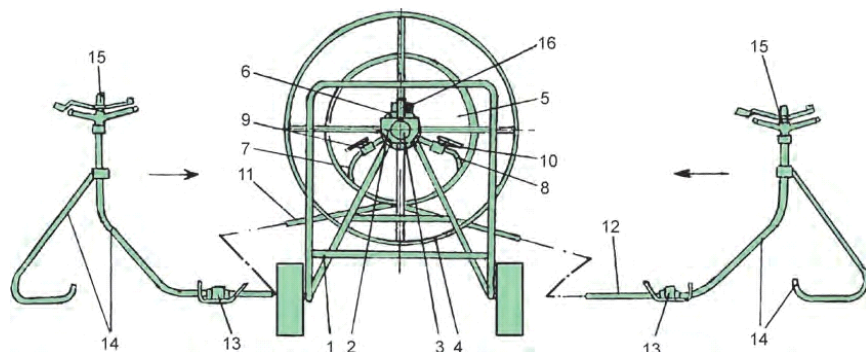
От скорости движения дождевального аппарата зависит выдаваемый слой дождя.

Большинство машин имеют возможность ускоренного наматывания шланга на барабан, обеспечиваемого механизмом, приводимым в действие от вала отбора мощности трактора.

Освобождение поливного шланга от воды, что необходимо обязательно выполнить при постановке машины на длительное хранение, осуществляется путем разматывания шланга на участке с уклоном, способствующим вытеканию воды. Типичная компо-



новка полуприцепного шлангового дождевателя с перемещаемым дождевальным аппаратом представлена на **рис. 18**.



**Рис. 18. Шланговый дождеватель:**

1 – рама; 2 – опора рамы; 3 – полый вал; 4 – катушка; 5 – барабан; 6 – внутренняя труба; 7, 8 – отводы; 9, 10 – краны; 11, 12 – полиэтиленовые трубы  $\text{Ø}32$  мм,  $l = 50$  м; 13 – муфта; 14 – опора; 15 – дождевательный аппарат; 16 – стопор

Дождеватель состоит из рамы 1 с двумя опорами 2, в которых жестко закреплен полый вал 3 с отверстиями, на котором могут свободно и отдельно вращаться две катушки 4, состоящие из барабанов 5 и внутренних труб 6. Каждая внутренняя труба в подшипниках скольжения с полым валом имеет уплотнения. К внутренним трубам приварены отводы 7, 8 с кранами 9, 10, к которым подсоединены полиэтиленовые трубы 11, 12, намотанные на барабаны в разные стороны. На концах труб через муфты 13 подсоединены опоры 14 с дождевальными аппаратами 15.

В рабочем и транспортном положениях каждая катушка жестко зафиксирована стопором 16 к раме. Один конец полого вала заглушен, к другому подсоединен резиновый шланг с патрубком, предназначенный для подключения дождевателя через муфту к тройнику  $\text{Ø}75$  мм распределительного трубопровода. Оператор-поливальщик перемещает за поперечину рамы дождеватель без опор с аппаратами на позицию для полива. Затем разматывает трубы в противоположные стороны. При этом стопоры не фиксируют жестко катушки с рамой. В запланированные места для полива переносят опоры с дождевальными аппаратами и с помощью муфт соединяют их с размотанными трубами. Подсоединяют резиновый шланг с патрубком к тройнику распределительного трубопровода, а катушки фиксируют жестко с рамой стопорами. Для

полива открывают кран, вентиль или задвижку на тройнике распределительного трубопровода. Вода под давлением по шлангу, полному валу, через внутренние трубы 6, отводы 7, 8, с кранами 9, 10 (которые открыты), трубам 11, 12 поступает в дождевательные аппараты и происходит полив участка с двух сторон от дождевателя. После полива на первой позиции оператор-поливальщик освобождает от стопора одну из катушек и начинает вращать ее за внешний обод. Шланг наматывается на барабан до перемещения опоры с аппаратом до следующей позиции с учетом перекрытия. Катушка фиксируется. Перемещение осуществляют при работающем аппарате до метки, нанесенной на полиэтиленовой трубе, обеспечивая заданное расстояние между позициями.

Перемещение второго дождевательного аппарата осуществляют так же. Процесс полива продолжается на второй позиции.

Конструкция дождевателя позволяет проводить полив различных сельскохозяйственных культур разными поливными нормами. Для этого, например, одну катушку оставляют проводить полив, а другую вращают, шланг наматывается, перемещая опору с аппаратом на новую позицию. Полив обоими дождевальными аппаратами при этом не прекращается. При необходимости поливать можно одним аппаратом, второй отключают закрытием крана.

После полива всего участка на первой позиции шланговый дождеватель перемещают ко второму тройнику распределительного трубопровода, и процесс полива продолжается.

Привод вращения барабана осуществляется по нескольким известным схемам. Наиболее распространенными являются варианты привода с использованием водяной турбины. Подобная схема представлена на **рис. 17**.

Вода, поступающая в корпус привода барабана, делится на два потока: один течет через сопло и воздействует на турбинку, другой идет мимо нее. В колене корпуса потоки объединяются и поступают в линию подачи воды к перемещаемому аппарату. Турбинка через редуктор и зубчатое зацепление приводит во вращение барабан, перемещая дождевательный аппарат.

Тахометр служит для контроля и настройки режима работы дождевателя.

У разных машин редукторы имеют разное исполнение. Они могут иметь цилиндрические зубчатые ступени, червячные пары,

клиноременные передачи. Конечная ступень привода барабана выполняется или в виде цилиндрической передачи с внешним либо внутренним расположением малой ведущей шестерни, или в виде цепной передачи, у которой ведомая звездочка имеет диаметр, несколько меньший диаметра барабана (рис. 19).

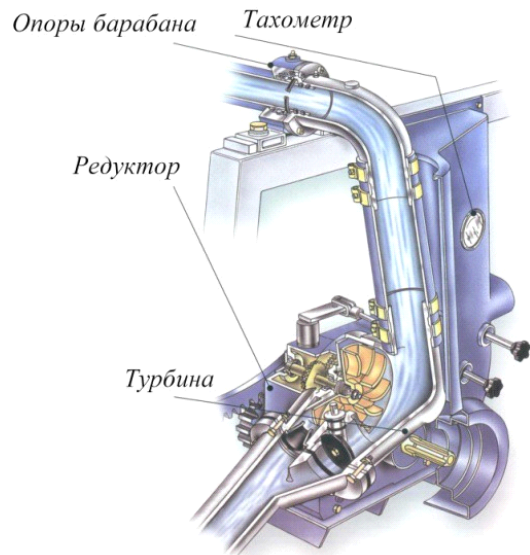


Рис. 19. Привод вращения барабана шлангового дождевателя

### Глава 13. ДВУХКОНСОЛЬНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Двухконсольные дождевальные агрегаты предназначены для орошения дождеванием всех сельскохозяйственных культур, а также лугов и пастбищ с забором воды из открытой оросительной сети.

Типичным представителем машин данной группы является двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА. Его дождевальное оборудование устанавливается на специальной трубчатой ферме на тракторе ДТ-75М с ходоуменьшителем и специальной коробкой передач.

Агрегат совершает орошение в движении, забирая воду из открытых каналов, нарезаемых на орошаемой площади через 120 м. Обслуживает агрегат тракторист и поливальщик.

Конструктивная схема агрегата приведена на рис. 20.

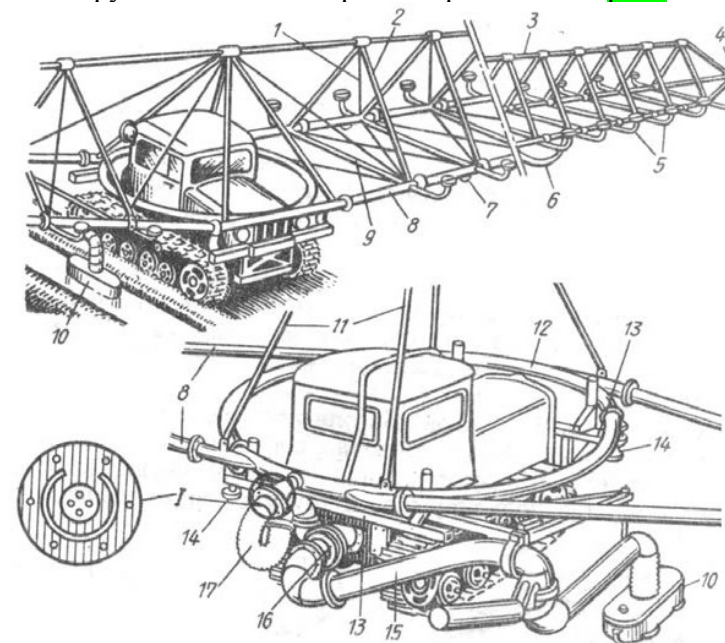


Рис. 20. Конструктивная схема двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100МА:

- 1 – раскос; 2 – стойка; 3 – пруток; 4 – концевой дождевальный аппарат;
- 5 – дефлекторная насадка; 6 – опорная дуга; 7, 10 – сливной и всасывающий клапаны; 8 – водопроводящая труба; 9 – растяжка; 11 – центральные стойки;
- 12 – поворотный круг; 13 – рама; 14 – гидроцилиндры подъема фермы;
- 15 – всасывающая линия; 16 – всасывающий патрубок насоса; 17 – эластичный трубопровод; 1 – дроссельная пластина

Каждая консоль состоит из 13 панелей, состоящих из раскосов 1, стоек 2 и 11, прутков 3, растяжек 9 и водопроводящих труб 8, соединенных фланцами и образующих две водопроводящие трубы нижнего пояса, внутренние концы которых присоединены к патрубкам поворотного круга 12, а внешние соединены с двумя концевыми панелями, снабженными концевыми дождевальными насадками с регулируемыми дефлекторами 4.

Поворотный круг опирается на четыре ролика, закрепленных на штоках гидроцилиндров 14 рамы 13. Гидроцилиндрами выравнивают положение фермы во время работы. Гидросистема обеспечивает согласованную работу штоков. Если пара правых штоков выдвигается, то пара противоположных штоков втягивается на такую же величину. При транспортном ходе консоли могут устанавливаться вдоль направления движения машины.

Водопроводящие трубы девятых панелей снабжены клапанами 7 для слива воды из консолей. На стыке пятой и шестой панелей установлены опорные дуги 6 с амортизаторами. Дуги служат для предохранения фермы от поломок в случае ее перекаса. Они также являются опорами при хранении снятого с трактора дождевального оборудования.

Всасывающий трубопровод, служащий для забора воды из временных оросителей, представляет собой сварную металлическую трубу 15. Труба одним концом в виде колена с вертикальным шарниром через переходник присоединяется к всасывающему патрубку 16 насоса, забирающего воду из канала и нагнетающего ее в трубу поворотной платформы через гибкий трубопровод 17 с дроссельной пластиной I. На втором конце трубопровода имеется колено с всасывающим клапаном 10. Для поддержания всасывающего клапана в плавающем положении на всасывающей линии предусмотрен противовес, выполненный в виде трубы, заполняемой водой, поступающей из поворотного кольца при открытом вентиле.

Кроме того, на всасывающем клапане установлена сетка для предотвращения попадания в насос и далее крупных растительных частей и другого мусора.

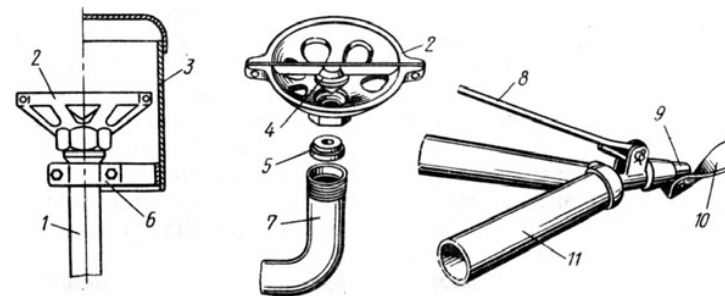
Для заполнения водой всасывающей линии и насоса перед его пуском используется эжекторная система трактора. Эжектор устанавливается на выхлопной трубе двигателя, а трубо-

провод эжектора соединяет его с нагнетательной полостью насоса. При закрытой заслонке эжектора выброс газов идет через диффузор. Одновременно с закрытием заслонки выхода газов через верхний патрубок открывается доступ к всасывающей линии. Рычаг управления заслонкой переключается из кабины посредством тяги.

При прохождении с большой скоростью выхлопных газов происходит отсасывание воздуха из всасывающей линии и насоса и заполнение их водой. В горловине опорного кольца установлен обратный клапан, предотвращающий попадание воздуха во всасывающую линию при работе эжекторной системы.

В передней части трактора при необходимости может быть установлено приспособление для внесения удобрений (гидроподкормщик). Приспособление выполнено в виде горизонтально расположенной емкости цилиндрической формы. Оно состоит из загрузочного и смесительного баков, дозирующего устройства, подводящих и отводящих шлангов и регулирующего вентиля.

На машине ДДА-100МА на стояках 7 установлены 54 дождевальные дефлекторные насадки (рис. 21) с конусными дефлекторами 4 и соплами 5 различного диаметра: на панелях первой и второй с конца – 14, на третьей и шестой – 13, на седьмой и тринадцатой – 12 мм. Насадки 2, ближайшие к трактору, установлены на стояках 1 и снабжены щитками 3, прикрепленными к стоякам хомутами 6.



**Рис. 21. Дождевальные аппараты, устанавливаемые на ДДА-100МА:**  
1, 7 – стояк; 2 – насадка; 3 – щиток; 4 – конусный дефлектор; 5, 9 – сопло;  
6 – хомут; 8 – раскос; 10 – ложковый дефлектор; 11 – водопроводящая труба

Технические характеристики двухконсольных дождевальных агрегатов приведены в табл. 1.



Таблица 1

## Технические характеристики двухконсольных дождевальных агрегатов

Показатели	ДДА-100МА	ДДА-100ВХ	ДДА-130/140	ДДА-145
Базовый трактор	ДТ-75М	ДТ-75Д	ДТ-75МЛХС4	ДТ-75МЛХС4
Расход воды, л/с	130	100...130	130 / 140	145
Давление насоса, МПа	0,363	0,363	0,37 / 0,21	0,35
Слой осадков за проход при максимальной скорости, мм	5	4	5/7	5
Производительность при поливной норме 600 м <sup>3</sup> /га, га/ч	1,6 (при 300 м <sup>3</sup> /га)	0,789	0,780 / 0,85	0,87
Ширина захвата дождем с перекрытием, м	120	120	120	120
Средний диаметр капель, не более, мм	До 1,3	1,17...1,19	–	1,2
Рабочая скорость движения, м/мин:				
вперед	17,8	17,8	17,8	17,8
назад	10	10	10	10
Расстояние от поверхности земли до нижнего пояса фермы около трактора, мм	1500	1500	1500	1650
Орошаемая площадь, га	100...120	100...120	–	–
Масса машины без воды с трактором, т	10,79	–	11,0	11,16

На концевых панелях для увеличения ширины захвата дождем установлено по одной насадке с соплом диаметром 22 мм. Выбрасываемая из сопла струя ударяется в ложкуобразный дефлектор. Дальность полета капель регулируется перемещением дефлектора относительно корпуса насадки.

Основными особенностями двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100ВХ является то, что на нем установлены дождевальные насадки направленного действия, центральная панель фермы имеет квадратную форму, на левой стороне машины установлен гидроцилиндр, связывающий трактор и ферму, и позволяющий принудительно менять наклон фермы в зависимости от рельефа местности.

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-145 имеет тот же принцип действия, что и ДДА-100МА и частично унифицирован с ним. В агрегате применена шарнирно-телескопическая ли-

ния подачи воды от насоса в водопроводящий трубопровод фермы. Линия состоит из раструба, двух шарниров, телескопического трубопровода и колена. Шарниры с уплотняющими манжетами дают возможность напорной линии изгибаться без нарушения герметичности. Наличие телескопического элемента позволяет менять длину линии. Вместо дефлекторных на машине установлены центробежные дождевальные насадки.

Предусмотрен выпуск машины в трех модификациях, имеющих разный расход и разное количество дождевальных насадок. Основной модификацией является машина, имеющая расход 145 л/с и 238 насадок. Другие модификации имеют расход 110 и 80 л/с и соответственно количество насадок, уменьшенное на 52 и 104 шт. Насадки снимаются равномерно по длине консолей, а в отверстия под насадки ставятся заглушки.

## Глава 14. МНОГООПОРНЫЕ МАШИНЫ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Классическим вариантом многоопорной широкозахватной машины кругового действия является дождевальная машина «Фрегат». Машина ДМ «Фрегат» выпускается в десяти модификациях.

Базовой моделью является ДМ-454-100 «Фрегат», имеющая длину 454 м и расчетный расход воды 100 л/с.

Один оператор обслуживает 3...4 машины. Технические характеристики базовой модели и модели, имеющей наименьшую длину, даны в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики дождевальной машины «Фрегат» наибольшей и наименьшей длины

Показатели	ДМ-454-100	ДМ-335-58
Длина машины, м	453,5	335,1
Расход воды для безуклонного участка при минимальном давлении, л/с	90...100	58
Количество опорных тележек, шт.	16	12
Минимальное давление воды на входе в машину, МПа	0,65	0,50
Допускаемый общий уклон участка	+0,02...-0,05	±0,05
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,31	0,26
Минимальное время полного оборота машины, ч	51	37
Максимальная орошаемая площадь при работе на одной позиции, га	72	40
Количество дождевальных аппаратов, шт.	50	38
Масса машины с водой, т	27,0	22,8
Масса машины без воды, т	15,0	11,4

Схема машины приведена на рис. 22. Машина представляет собой движущийся по кругу многоопорный трубопровод на колесах. Основные узлы: неподвижная опора 1, водопроводящий трубопровод 2 со среднеструйными дождевальными аппаратами 3 кругового действия, самоходные тележки 5 с гидравлическим приводом, концевой дальнеструйный дождевальный аппарат 4 секторного полива, система регулирования скорости движения тележек, механическая и электрическая или гидравлическая системы защиты от поломок.

Центральная неподвижная опора устанавливается над гидрантом водопроводящей сети. С помощью стояка и поворотного

колена водопроводящий трубопровод соединяют с гидрантом. Водопроводящий трубопровод установлен на А-образных рамах тележек с помощью растяжек на высоте 2,2 м, что позволяет поливать высокостебельные культуры, например, кукурузу.

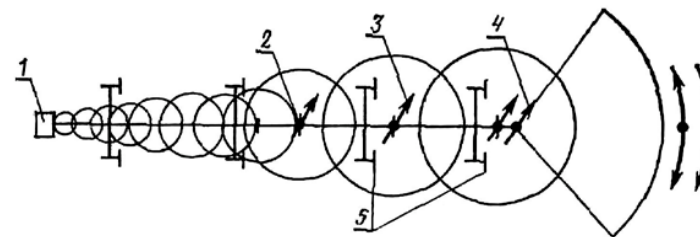


Рис. 22. Схема дождевальной машины типа «Фрегат»:

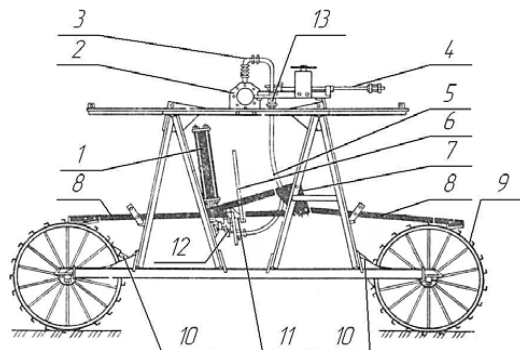
- 1 – центральная опора; 2 – трубопровод водопроводящий; 3 – аппараты дождевальные среднеструйные; 4 – аппарат дождевальный дальнеструйный; 5 – тележки самоходные

Машина составлена из отдельных секций. Каждая секция состоит из звена (пролета), водопроводящего трубопровода с растяжками и тележки с двумя стальными колесами, расположенными одно за другим. Каждая труба снабжена двумя штуцерами: верхним – для установки дождевального аппарата и нижним – для сливного клапана. Для равномерности полива применяют среднеструйные дождевальные аппараты четырех типоразмеров с различным расходом воды и дальностью струи: чем дальше расположен аппарат от центральной неподвижной опоры, тем больше расход воды и дальность струи.

С целью увеличения орошаемой площади и для полива углов участка на консольном конце машины устанавливается концевой дождевальный аппарат, который может работать постоянно или включаться автоматически при подходе машины к углу участка. Машина передвигается при поливе с помощью гидропривода тележек.

Гидропривод тележки (рис. 23) состоит из клапана-распределителя 12, гидроцилиндра 1, двуплечего рычага 7 и толкающей штанги с двумя концевыми выступами 8. Вода из трубопровода 2 через подводящую трубу 3 поступает в напорный рукав 5 и далее через клапан-распределитель – в гидроцилиндр. Под действием напора воды гидроцилиндр поднимается (шток неподвижен) и через двуплечий рычаг 7 приводит в движение толкающую штангу

8, которая своими концевыми выступами упирается в почвозацепы колес 9 и толкает их в направлении движения. Это происходит до тех пор, пока двуплечий рычаг 7 не поднимется до верхнего ограничительного штифта на тяге 6 и потянет ее вверх. При таком движении рычаг-переключатель 11 будет поворачиваться и под действием курковой пружины переведет шток клапанараспределителя в нижнее положение. Водопроводящая система перекроется, и тележка остановится. Вместе с этим стопоры 10 на переднем и заднем колесах войдут в зацепление с почвозацепами колес и предотвратят возможное движение тележки в обратную сторону.



**Рис. 23. Гидропривод тележки машины «Фрегат»:**

- 1 – гидроцилиндр; 2 – трубопровод водопроводящий; 3 – подводящая труба;  
4 – стержень; 5 – напорный рукав; 6 – тяга; 7 – двуплечий рычаг; 8 – толкающие штанги; 9 – колесо тележки; 10 – стопор; 11 – рычаг-переключатель;  
12 – клапан-распределитель; 13 – дроссельный клапан

Скорость движения тележек различна и по мере удаления от неподвижной центральной опоры возрастает. Необходимое соотношение скоростей различных тележек устанавливается автоматически с помощью механизма синхронизации, состоящего из дроссельных клапанов с приводами и тяг, укрепленных на водопроводящем трубопроводе. Когда скорость той или иной тележки изменяется, то трубопровод изгибается, при этом тяги через стержень 4 воздействуют на дроссельный клапан 13, увеличивая или уменьшая расход воды, поступающей в гидроцилиндр до тех пор, пока тележка не станет в одну линию с другими тележками. Скорость движения машины задается установкой вручную крана-задатчика, установленного на последней тележке. При этом время одного оборота машины можно изменять от 37...51 ч (для разных

модификаций машины) до 10 суток. Обычно поливная норма выдается за один оборот машины, поэтому, изменяя скорость машины, регулируют поливную норму.

Скорость движения по кругу регулируется путем изменения расхода воды, поступающей в гидропривод последней тележки. Регулировка производится *краном-задатчиком скорости*, установленным на последней тележке и позволяющим вручную изменять расход воды, поступающей в гидроцилиндр привода хода последней тележки.

Колеса опорных тележек 9 можно поворачивать на 90°, устанавливая их вдоль линии водопроводящего трубопровода, что позволяет после отсоединения машины от гидранта и фундамента перетащить машину без разборки на соседний орошаемый участок. Буксировка производится трактором тягового класса 3 и выше.

Для предохранения трубопровода от чрезмерных прогибов в вертикальной плоскости и увеличения его жесткости в горизонтальной предусмотрена система тросовых растяжек.

Необходимая скорость движения тележек задается и поддерживается системой автоматического регулирования скорости движения тележек, которая при необходимости изменяет расход воды, поступающей в гидропривод, изменяя тем самым скорость отстающей или выбегающей вперед тележки.

На каждой тележке (кроме последней) на уровне основной водопроводящей трубы расположены элементы системы автоматического регулирования скорости движения. В нее входит регулирующий клапан с приводом. Клапан присоединен последовательно к системе гидропривода тележек. Со штоком клапана соприкасается передняя изогнутая часть регулирующего стержня.

К заднему концу стержня крепятся две тяги, которые другими концами жестко соединены с трубопроводом по обеим сторонам от тележки. В средней части стержня укреплены упоры, которые при большом перемещении стержня давят на маятник механической или электрической защиты.

При отставании или выбегании вперед одной из тележек машины во время ее работы нарушается прямолинейность трубопровода.

Под действием тяг перемещается регулирующий стержень и изогнутым участком воздействует на шток регулирующего клапа-

на, изменяя проходное его сечение и тем самым расход воды, проходящей в цилиндр гидропривода. Это изменяет скорость движения тележки, и она становится вровень с другими.

В случае неисправности системы автоматического регулирования скорости движения тележек или в результате каких-либо других причин, вызывающих чрезмерный изгиб трубопровода в горизонтальной плоскости, способный привести к поломке трубопровода, в действие вступают механическая и электрическая или гидравлическая системы защиты.

Система механической защиты при изгибе трубопровода на первой стадии своей работы замедляет движение последней тележки, давая возможность системе автоматического регулирования скорости выровнять линию трубопровода. Если это не достигается, то система защиты отключает насосную станцию или перекрывает подачу воды в машину, после чего происходит полная остановка машины, вода из трубопровода сливается на землю через автоматические сливные клапаны, установленные под каждым дождевальным аппаратом. Последующая работа машины возможна только после устранения причины, вызвавшей остановку машины.

Если необходимо без участия оператора остановить машину в заданном месте или после прохождения одного круга, на неподвижной опоре устанавливается стоп-устройство, которое отключает подачу воды в машину путем перекрытия автоматизированного гидранта.

Одновременно с орошением дождевальные машины кругового действия могут производить внесение растворимых минеральных удобрений с помощью гидроподкормщика, устанавливаемого у неподвижной опоры.

Система отключения концевого дождевального аппарата состоит из кольца с четырьмя регулируемыми упорами, трехходового клапана, диафрагменного клапана, соединительной трубки и шарового крана.

Кольцо с упорами жестко крепится к неподвижной опоре, а трехходовой клапан крепится в горизонтальном положении к стойке поворотного колена и движется вместе с ним вокруг неподвижной опоры. На штуцер трехходового клапана одевается тонкая пластмассовая соединительная трубка, второй конец которой насаживается на штуцер диафрагменного клапана. Диафраг-

менный клапан ставится на консольной части дождевальной машины непосредственно перед концевым дождевальным аппаратом. Диафрагменный клапан включает и выключает подачу воды к концевому дождевальному аппарату.

При движении машины вокруг неподвижной опоры рычаг наталкивается на один из упоров, закрепленных на кольце. При взаимодействии рычага и упора концевой дождевальный аппарат не работает, и машина за это время проходит сектор поля с углом около  $26^\circ$ .

В тех случаях, когда не требуется автоматическое управление концевым дождевальным аппаратом, трехходовой клапан и соединительная трубка не ставятся, а на место диафрагменного клапана устанавливается шаровой кран ручного управления.

Доработанным вариантом ДМ «Фрегат» являются машины серии ДМУ «Фрегат».

Общее устройство и принцип действия машин типа ДМ и типа ДМУ аналогичны. Конструктивные изменения имеют следующие узлы: водопроводящий трубопровод, система тросов, механический тормоз, последняя тележка. На машинах типа ДМУ в гидроприводах используются только высокоскоростные клапаны. Применена тросовая подвеска трубопровода типа «люлька», обеспечивающая возможность значительных изгибов трубопровода. Кроме того, между фланцами соединения поворотного колена с водопроводящим трубопроводом машины ставится гибкая вставка. Повышенная гибкость трубопровода позволяет использовать машину на участках, имеющих значительные местные уклоны и сравнительно сложный рельеф.

Существуют машины кругового действия с дополнительным концевым звеном, состоящим из одного пролета, тележки, консольной части и дождевальных аппаратов. Во время работы машины дополнительное звено находится в транспортном положении, при котором трубопровод дополнительного звена параллелен основному трубопроводу и движется на самоходной опоре за ним. При подходе к углу машина останавливается, а дополнительное звено вступает в работу, совершая поворот на  $360^\circ$  вокруг присоединительного шарнира, и производит полив угла. После завершения полива угла дополнительное звено занимает транспортное положение, и машина продолжает движение по кругу.

## Глава 15. МНОГООПОРНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ФРОНТАЛЬНОГО ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ

Для устранения больших затрат ручного труда при переноске труб дождевальных установок конструкторы пошли по пути установки оросительных трубопроводов на колеса. В результате появились новые высокопроизводительные машины, требующие минимальных затрат ручного труда.

Установки такого типа, получившие название дождевальных колесных трубопроводов, нашли широкое применение как в нашей стране, так и за рубежом.

К числу колесных трубопроводов позиционного действия относятся машины типов ДКШ-64 «Волжанка», ДКН-80, ДКГ-80 «Ока», ДКЭ-80.

Большинство из этих машин выпускаются в разных исполнениях, отличающихся, главным образом, шириной захвата. Это ведет к изменению других технических характеристик. В табл. 3 приведены технические характеристики многоопорных дождевателей для моделей машин с наибольшей шириной захвата.

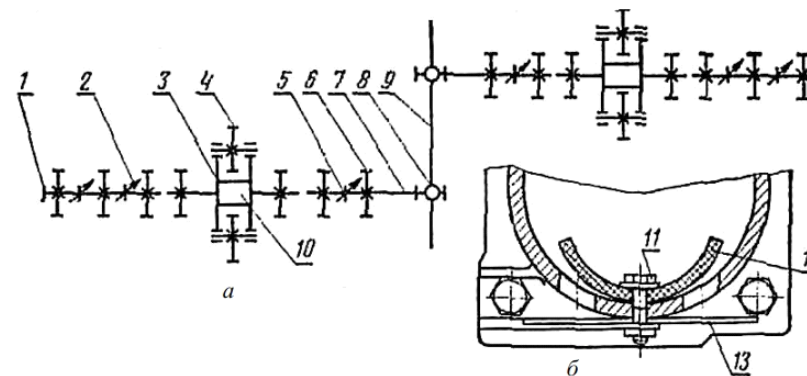
Таблица 3

### Основные технические характеристики фронтальных позиционных машин

Марка машины	Конструктивные особенности	Расход воды, л/с	Средняя интенсивность дождя, мм/ч	Расстояние между оросителями, м	Мощность, кВт
ДКШ-64 «Волжанка»	Позиционного действия с приводом от двухтактного двигателя	64	15	800	5 + 5
ДКН-80	То же с возможностью орошения подготовленными сточными водами	91	20	600	5 + 5
ДКГ-80 «Ока»	Позиционного действия с гидроприводом хода от двух гидроцилиндров	80	21	800	59 с насосной станцией
ДКЭ-80	То же с электроприводом колес	80	21	800	То же

Машина «Волжанка» предназначена для полива дождеванием зерновых, некоторых видов овощебахчевых и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ. Она может осуществлять предпосевные, посадочные, вегетационные и противозаморозковые поливы. Вода к машине подается по закрытой оросительной сети или по разборному, смонтированному на орошаемом участке, трубопроводу с гидрантами для подсоединения к машине. Участок, отведенный для работы машины, должен иметь достаточно ровный рельеф с уклоном не более 0,02. Скорость ветра во время работы должна быть не более 5 м/с.

Машина «Волжанка» состоит из магистрального трубопровода 10 и двух независимых дождевальных крыльев 1 (рис. 24а). Крылья располагают по обе стороны от магистрального трубопровода со смещением на одну позицию одно от другого. Каждое крыло состоит из оросительного трубопровода длиной от 150 до 400 м, собранного из отдельных секций 7, и приводной тележки 3. Секция представляет собой трубу, посередине которой установлено разъемное опорное колесо 6. Секции соединены между собой с помощью присоединительных фланцев. На корпусе присоединительного фланца каждой трубы установлены среднеструйные дождевальные аппараты 2 и 5 кругового действия и автоматические сливные клапаны.



**Рис. 24. Многоопорная дождевальная машина позиционного действия:**  
а – схема машины; б – автоматический сливной клапан; 1 – крылья дождевальные; 2, 5 – дождевальные аппараты; 3 – приводная тележка; 4 – ведущее колесо; 6 – опорное колесо; 7 – секция дождевального крыла; 8 – гидрант; 9 – магистральный трубопровод; 10 – двигатель с реверс-редуктором; 11 – болт с гайкой; 12 – резиновая пластина; 13 – планка

Дождевальный аппарат присоединен к поливному трубопроводу с помощью механизма самоустановки, который постоянно удерживает дождевальный аппарат в вертикальном положении.

Сливные клапаны предназначены для рассредоточенного слива воды из трубопровода перед переездом на новую позицию. Клапан (рис. 24б) состоит из овальной резиновой пластины 12, установленной внутри фланца каждого звена трубопровода с помощью болта 11 с гайкой, и планки 13. При нормальном напоре резиновая пластина плотно прижимается водой к внутренней стенке фланца, плотно закрывая отверстия.

При падении давления пластина отгибается и вода через сливные отверстия выходит из секции трубопровода. Приводная тележка 3 установлена в середине крыла. Вращение от двигателя внутреннего сгорания 10 через реверс-редуктор передается на два дополнительных ведущих колеса 4 и водопроводящий трубопровод с ходовыми колесами.

Работает машина позиционно с фронтальным перемещением с одной позиции на другую. После присоединения к гидранту 8 под напором воды сливные клапаны автоматически закрываются и дождевальные аппараты начинают работать. После пуска первого крыла присоединяют и запускают второе. Выдав поливную норму, отъединяют крыло от гидранта, запускают двигатель и, перекатив крыло к следующему гидранту, включают его в работу. Оба крыла могут работать одновременно. Машина предназначена для полива низкостебельных культур высотой не более 1 м.

Схема работы машины модели ДКШ-64-800 показана на рис. 25.

Поливной трубопровод опирается на колеса и является для них валом. В центре каждого крыла имеется ведущая тележка, служащая для перемещения крыла от гидранта к гидранту и приводимая в действие двигателем от мотопилы «Дружба-4». На внутреннем конце крыла имеется узел присоединения машины к гидранту, наружный конец закрыт заглушкой.

«Волжанка» является машиной позиционного действия, т.е. ее крыло, подключенное к гидранту и стоящее неподвижно, выдает необходимое количество воды (норму полива) на один участок, затем переводится на следующую позицию и подключается к следующему гидранту.

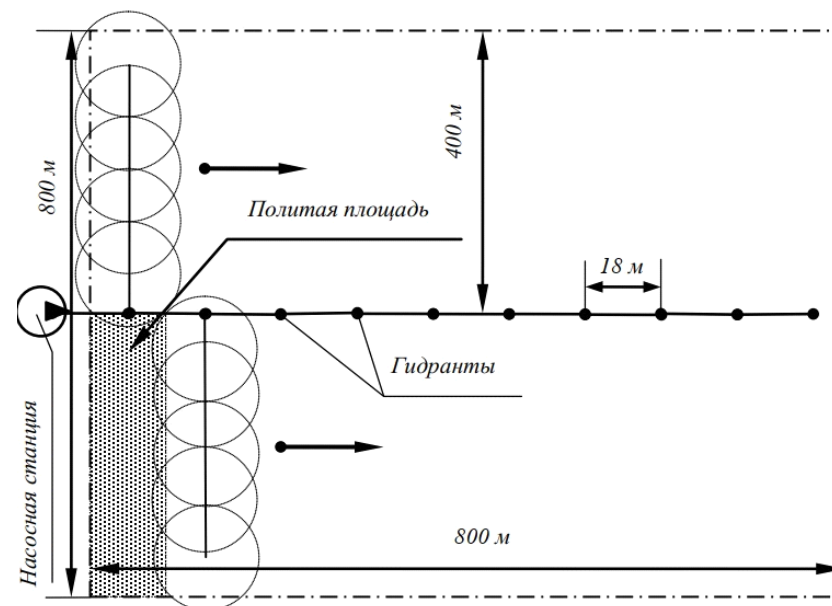


Рис. 25. Схема работы машины «Волжанка» модели ДКШ-64-800

«Волжанка» поставляется в одной из шести модификаций, принципиально отличающихся шириной захвата (длиной) и соответственно числом труб, колес, дождевальных аппаратов и расходом воды.

Во время орошения вода от гидранта подается через узел присоединения по гибкой трубе и телескопическому соединению в поливной трубопровод, из которого поступает в механизмы самоустановки и после них – в среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия, распределяющие воду по орошаемой площади.

При необходимости на входе в машину может быть установлен гидроподкормщик, представляющий собой емкость, в которую засыпаются растворимые удобрения. Количество подаваемых в машину растворенных удобрений регулируется изменением расхода воды, идущей через гидроподкормщик.

Машина ДКН-80 создана на базе машины ДКШ-64. Она предназначена для орошения сельскохозяйственных угодий дождеванием с внесением минеральных удобрений или подготовленных животноводческих стоков. Удобрительная органическая



смесь должна содержать не более 2 % сухого вещества с размером частиц не более 10 мм.

Применять ДКН-80 можно во всех зонах орошаемого земельного участка для лугов, пастбищ и низкостебельных кормовых культур. Уклон местности не должен превышать 0,02.

Машина выпускается в трех вариантах исполнения и обозначается следующими марками: ДКН-80, ДКН-80-01 и ДКН-80-02.

Основные отличия машины ДКН-80 от машины ДКШ-64 заключаются в ее меньшей длине. Кроме того, на ДКН-80 использованы дождевальные аппараты большего радиуса действия «Роса-3С», что позволило уменьшить количество аппаратов и увеличить расстояние между ними, а также расстояние между гидрантами с 18 до 27 м.

На внешнем конце машины установлен концевой дождевальный аппарат, связанный с водопроводящим трубопроводом посредством конусного переходника и механизма самоустановки.

Концевой дождевальный аппарат имеет основное сопло диаметром 18 мм и расход воды 5,1 л/с, остальные имеют сопла диаметром 14 мм и расход 4,05 л/с.

Ходовая тележка имеет четыре колеса.

Колесные дождеватели ДКГ-80 «Ока» и ДКЭ-80 предназначены для орошения овощных и кормовых низкостебельных культур и созданы на основе дождевателя ДКН-80. Однако они имеют существенные отличия. Машина ДКГ-80 «Ока» имеет привод хода от гидроцилиндра двухстороннего действия. Дождевальные аппараты «Роса-3» установлены на водопроводящем трубопроводе посредством механизма самоустановки, аналогичного механизму ДКН-80. С целью уменьшения интенсивности дождя аппараты имеют гидроуправляемые клапаны, обеспечивающие работу дождевальных аппаратов через один, т.е. сначала работают аппараты четные, затем они отключаются и в работу вступают нечетные.

Команда на переключение клапанов подается программатором, который подает импульсы давления к клапанам по управляющему трубопроводу.

Машина ДКЭ-80 имеет привод ходовой тележки от электродвигателя, подключаемого к внешнему источнику.

Дождевальная машина фронтального перемещения ДФ-120 «Днепр» работает позиционно с питанием от гидрантов закрытой

оросительной сети, перемещается фронтально, оборудована по концам двумя подсоединительными трубопроводами для подключения к гидрантам. Техническая характеристика машины «Днепр» приведена в табл. 4.

Таблица 4

Техническая характеристика машины ДФ-120 «Днепр»

Показатели	Значение
Расход воды, л/с	120
Напор на гидранте, м	45
Ширина захвата, м	460
Количество опорных тележек	17
Высота расположения водопроводящего пояса, м	2,1
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,3
Установленная мощность, кВт	18,7
Скорость перемещения, км/ч	0,47
Производительность при норме полива 600 м <sup>3</sup> /га, га/ч	120
Масса машины без воды, т	13,88
Обслуживающий персонал	1 человек на 4 машины

Дождевальная машина (рис. 26) размещается на участках со спокойным рельефом, с общим уклоном не более 0,03. Она состоит из водопроводящего пояса 1, расположенного на опорных тележках 7, ферм, на каждой из которых установлены два среднеструйных дождевальных аппарата 2, электропривода тележек и передвижной электрической станции 6.

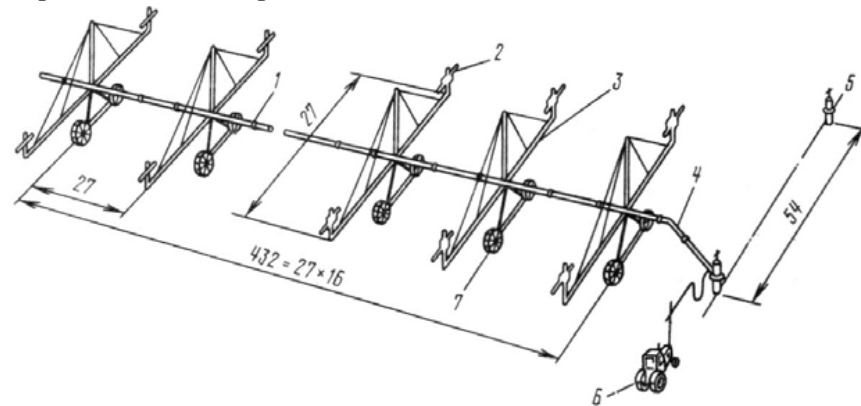


Рис. 26. Общий вид дождевальной машины «Днепр» ДФ-120:

- 1 – водопроводящий пояс; 2 – дождевальный аппарат «Роса-3»; 3 – открылок;
- 4 – присоединительное устройство; 5 – гидрант; 6 – навесная тракторная электростанция; 7 – самоходная тележка (размеры в метрах)

Водопроводящий пояс представляет собой трубопровод из алюминиевых труб диаметром 180 мм, собранный из соединительных труб, оборудованных сливными клапанами, опорных труб и двух подсоединительных трубопроводов 4 с опорами, системой раскрепляющих тросов и уголков. На выводных патрубках закрытой оросительной сети, от которой работает дождеватель, устанавливаются гидранты, служащие переходным соединительным звеном между водопроводящим поясом дождевателя и оросительной сетью.

Передвижение дождевателя с позиции на позицию осуществляется электроприводом, который состоит из моторов-редукторов, устанавливаемых на опорных тележках и закрытых кожухами, систем управления и сигнализации, кабелей питания и управления. Мотор-редуктор через цепную и цилиндрическую зубчатую передачи приводит колеса во вращение. Питание к мотор-редукторам подается от передвижной электростанции – трактора с навешенным на него трехфазным синхронным генератором. Привод генератора осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданный вал и одноступенчатую цилиндрическую передачу.

Колеса опорной тележки снабжены почвозацепами, обеспечивающими хорошую проходимость при передвижении по поливному полю. Для предотвращения повреждений растений каждое колесо ограждено стеблеотводом. Колеса опорных тележек могут быть повернуты на Г-образной оси на 90° относительно своего рабочего положения для транспортирования на другое поле.

Для наблюдения за движением тележек в ночное время на фермах установлены светильники: красные на крайних и белые на промежуточных тележках.

К окончанию полива тракторист-оператор на передвижной электрической станции подъезжает к дождевателю для передвижения его на новую позицию, закрывает штурвалом гидранта подачу воды, после окончания слива воды через клапаны отсоединяет подсоединительный трубопровод от гидранта, сдвигает его на телескопическое соединение и закрепляет подвижную трубу подсоединительного трубопровода, накинув петлю на крючок неподвижной трубы, подключает электрическую станцию к присоединительной коробке на подсоединительном трубопроводе.

После подключения тракторист-оператор садится в трактор, включает электрическую станцию и начинает движение. Дождеватель перемещается фронтально рядом с движущимся трактором. При передвижении тракторист-оператор из кабины трактора наблюдает за движением дождевателя. При необходимости изменения направления движения машины в сторону от линии гидрантов (или к линии гидрантов) тракторист-оператор останавливает кратковременно последнюю (или первую) тележку.

При подъезде к следующему гидранту тракторист-оператор останавливает дождеватель, отключает электрическую станцию, отсоединяет кабель электропитания и управления, подсоединяет подсоединительный трубопровод к гидранту и открывает подачу воды в дождеватель. После выполнения указанных операций тракторист-оператор подъезжает к другим машинам. Один тракторист-оператор обслуживает несколько дождевателей.

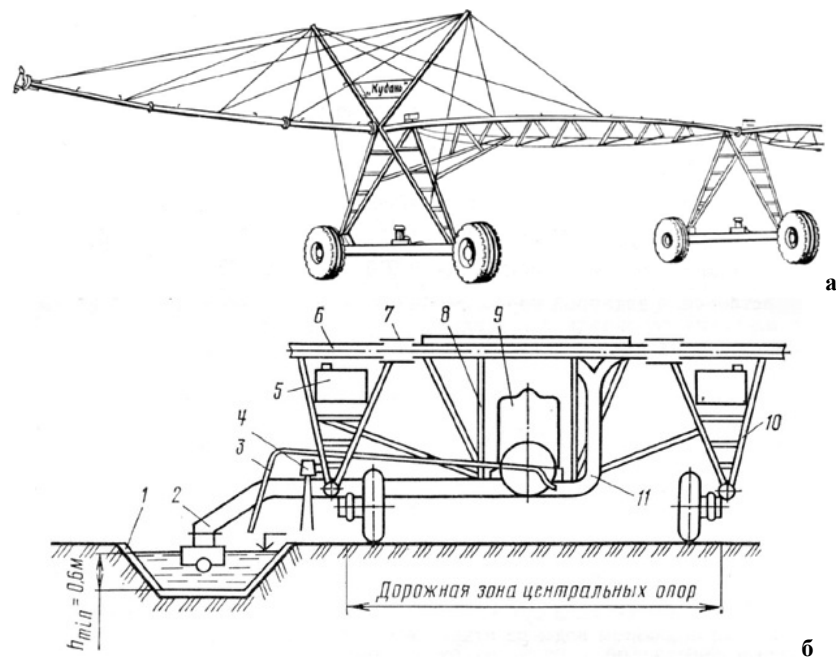
На каждой промежуточной тележке есть система синхронизации движения опорных тележек, автоматически останавливающая мотор-редуктор опережающей опорной тележки и поддерживающая прямолинейность движения дождевателя. На дождевателе предусмотрена также система сигнализации, которая при недопустимом изгибе водопроводящего пояса включает звуковой сигнал и выключает сигнальную лампу на пульте управления, который установлен в кабине трактора.

Механизмы управления осуществляют выравнивание линии тележек при передвижении машины, отключая мотор-редуктор опережающей тележки.



## Глава 16. МНОГООПОРНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ФРОНТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ, РАБОТАЮЩИЕ В ДВИЖЕНИИ

К машинам, орошающим в движении, относится электрифицированная дождевальная машина фронтального перемещения (ЭДМФ) «Кубань-М», предназначенная для орошения кормовых, зерновых, технических и овощных культур, включая высокостебельные, преимущественно в степной и сухостепной зонах на площадях со спокойным рельефом (рис. 27).



**Рис. 27. Многоопорная широкозахватная дождевальная машина «Кубань-М»:**  
 а – концевая секция и опорные тележки; б – схема центральной части; 1 – канал; 2 – всасывающая секция с плавучим клапаном и фильтром; 3 – устройство для сброса воды; 4 – сигнализатор стабилизации корпуса; 5 – топливный бак; 6 – водопроводящий пояс; 7 – шарнирное соединение; 8 – рама; 9 – дизель-насосный агрегат с генератором; 10 – центральная опорная тележка; 11 – напорный трубопровод

Одна машина обслуживает участок размером  $800 \times 1500 \dots 2500$  м. Тележки электрифицированных широкозахватных машин перемещаются электродвигателями переменного тока. Поэтому они имеют постоянную номинальную частоту вращения, а

тележки – постоянную скорость передвижения. Для того чтобы в зависимости от условий регулировать слой дождя или обеспечить требуемую машиной поливную норму, полив осуществляется в режиме прерывистого, так называемого старт-стопного движения вдоль открытого оросительного канала. При таком способе движения поливная норма или, иначе, слой дождя, при постоянных производительности водяного насоса и частоте вращения валов электродвигателей регулируется за счет изменения средней скорости движения опорных тележек. Изменение средней скорости производится таймером на пульте управления. Таймером устанавливается требуемое соотношение между временем движения и временем стояния машины, что обеспечивает требуемую среднюю скорость ее передвижения.

Водопроводящий пояс состоит из центральной балки, двух головных пролетов, десяти промежуточных, двух предконсольных пролетов и двух консолей. Каждый промежуточный пролет собран из пяти оцинкованных труб диаметром 168 мм и толщиной стенки 3,2 мм. Пролеты длиной 52,5 м соединены муфтами, имеют некоторую свободу перемещения относительно друг друга. Гидравлическое соединение стыков труб между пролетами осуществляется уплотняющим резиновым рукавом.

Предконсольный пролет имеет переходник, к которому подсоединяется консоль длиной 25 м, состоящая из трех труб.

Водопроводящий трубопровод всех пролетов выгнут дугой вверх, и напряженность его сохраняется нижней фермой жесткости из уголков и стержней-стяжек. Концевая часть трубопровода консоли приподнята вверх относительно переходника, и поддержка консоли осуществляется четырьмя парами тросов вантовой подвески, прикрепленной к стойкам консоли.

Каждый пролет в конце пятой трубы и отстойники снабжены сливными клапанами, которые осуществляют некоторый сброс воды вместе с илом и мелким сором сразу же после выключения машины.

Машина обеспечивает автоматический круглосуточный режим работы. Техническая характеристика машины «Кубань-М» приведена в табл. 5.

Короткоструйные дефлекторные насадки секторного действия установлены на переходной патрубках, изогнутый под углом

45° к горизонту. Факел дождя насадки направлен в сторону от трубопровода. Эта направленность чередуется по всей длине крыла. На головном пролете находятся 18 насадок, остальные пролеты имеют по 20, а консоль – 9 насадок. Всего на машине 294 насадки шести типоразмеров диаметром от 5,5 до 8 мм.

Таблица 5

Техническая характеристика машины «Кубань-М»

Показатели	Значение
Расход воды, л/с	185 ± 5
Ширина захвата дождем, м	800
Двигатель	ЯМЗ-238НД
Мощность двигателя, кВт	158
Расход топлива, кг/ч	28
Объем топливных баков, л	1200
Генератор	ECC5-82-4У2
Номинальная мощность, кВт	30
Мощность электропривода тележек, кВт	2,2
Число насадок	294
Напор в начале крыла, м (МПа)	31 (0,3)
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	1,01...1,1
Масса машины без воды, т	47,8
Скорость движения машины, м/мин	9,2...1,9
Производительность при норме полива 600 <sup>3</sup> /га, га/ч	1,12
Обслуживающий персонал	1 оператор на 4 машины

Машина опирается на 32 пневматических колеса, рисунки протекторов которых установлены «елочкой» навстречу друг другу. Привод колес обеспечивается моторами-редукторами с асинхронными электродвигателями через карданные валы и колесные червячные редукторы.

Движение машины вдоль канала обеспечивается системой курса. Вдоль канала на стойках натягивается направляющий трос. Четыре попарно расположенные вертикальные штанги прибора стабилизации курса охватывают этот трос. При уходе машины от канала и соответственно троса одна из штанг отклоняется и отключает движение крайней тележки. Вследствие этого машина выравнивается по курсу.

Система автоматического управления обеспечивает движение машины вдоль канала с сохранением ее прямолинейности. При несогласованности скоростей движения тележек, приводя-

щей к изгибу трубопровода в горизонтальной плоскости, срабатывает механизм передачи угла изгиба трубопровода. Данный механизм представляет собой систему тяг и рычагов, которые перемещаются при возникновении изгиба в месте сочленения ферм. При изгибе выше допустимого механизм отключает электродвигатель привода хода тележки. Оказавшаяся впереди по отношению к соседним тележка останавливается, включается прибор времени, и тележка стоит до тех пор, пока не вернется в линию.

Такой принцип действия поддержания прямолинейности трубопровода используется на большинстве современных электрифицированных широкозахватных дождевальными машин.

Дождевальная машина «Ладога» может использоваться на участках площадью до 80 га со спокойным рельефом.

Ее конструкция сходна с конструкцией машины «Кубань-М», но ходовая тележка с дизель-генераторной установкой расположена не в центре машины, а в начале ее. Вода в машину подается по одному из двух плоскостворачиваемых шлангов диаметром 135 мм и длиной 65 м от гидрантов закрытой низконапорной оросительной сети. Машина перемещается ходовыми тележками, опирающимися на облегченные пневмошины. Тележки имеют электропривод, питаемый дизель-генераторной установкой, расположенной на первой ходовой тележке. На ней также расположен топливный бак и пульт управления. Машина имеет систему регулирования скорости движения, тросовую систему выдерживания курса, систему поддержания прямолинейности трубопровода, систему защиты, срабатывающую при отключении электропитания или снижения давления подачи воды, и систему автоматической остановки машины в местах переключения шланга подачи воды от гидрантов. Для срабатывания последней параллельно копирному тросу через каждые 108 м устанавливаются упоры, заставляющие машину останавливаться по мере выбора длины шланга. По концам орошаемого участка устанавливаются упоры конца поля, ограничивающие крайние положения машины.

Дождевальная фронтальная автоматизированная машина МДФА-200/800 «Таврия» представляет собой движущийся фронтально вдоль линии гидрантов закрытой оросительной сети водопроводящий трубопровод, состоящий из отдельных секций ферменной конструкции, шарнирно связанных между собой и опи-

рающихся на 17 тележек с пневмошинами и электроприводом хода. Шарнирное соединение ферм обеспечивает работу систем автоматического управления движением машины и позволяет работать на полях с достаточно сложным рельефом.

Два крайних участка трубопровода выполнены в виде концевых консолей, поддерживаемых тросами. По всей длине трубопровода в верхней его части расположены низконапорные дождевальные секторные насадки.

Над закрытым трубопроводом оросительной сети в центральной части машины устанавливается четырехколесная центральная тележка с топливным баком, силовой установкой и шкафом управления, предназначенными для контроля и управления машиной.

Забор воды осуществляется двумя водозаборными тележками, соединенными с водопроводящим трубопроводом машины соединительным двухзвенным шарнирным трубопроводом. Тележки имеют узел для автоматического поиска и открывания гидранта. Они перемещаются вместе с машиной вдоль линии гидрантов, имеющих специальное устройство для соединения с тележками. Водозаборные тележки работают с поочередным автоматическим подключением к гидрантам. В то время, когда одна из тележек подсоединена к гидранту и через шарнирный трубопровод обеспечивает подачу воды в машину, другая перемещается к следующему гидранту. Перемещение, подсоединение и отсоединение тележек осуществляются автоматически электрогидравлической системой машины.

Параметры МДФА-200/800 «Таврия» приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Техническая характеристика машины МДФА-200/800 «Таврия»**

Показатели	Значение
1	2
Расход воды, л/с	200
Ширина захвата дождем, м	810
Производительность при норме полива 600 м <sup>3</sup> /га, га/ч:	
основного времени	1,24
эксплуатационного времени	1,13
Мощность двигателя, кВт	44
Мощность генератора, кВА	30
Мощность электродвигателя, кВт:	
концевой тележки и водозаборных роботов	0,75
базовой и промежуточных тележек	1,1

Окончание табл. 6

1	2
Скорость:	
рабочая, м/с	0,003...0,03
транспортная, км/ч	0,108
Клиренс, м	2,7...2,9
Средний размер капель дождя, мм	0,78
Ширина полосы отчуждения вдоль закрытого трубопровода, м	7
Шаг установки гидрантов, м	16
Удельный расход топлива, кг/га	3,3...4,9
Масса машины, т	41,1
Обслуживающий персонал	1 оператор на 4...6 машин

«Таврия» имеет систему регулирования скорости движения, тросовую систему выдерживания курса, систему слежения линии водопроводящего трубопровода, систему защиты машины, срабатывающую при большом изгибе трубопровода, отключении электропитания или снижения давления подачи воды, и систему защиты генератора. Кроме того, на машине имеется система поиска мест неисправностей.

## Глава 17. ОСОБЕННОСТИ МАШИН ДЛЯ ОРОШЕНИЯ МЕЛКОКОНТУРНЫХ УЧАСТКОВ

В ряде случаев условия местности не позволяют использовать оросительную технику, предназначенную для работы на больших площадях. Кроме того, для орошения площадей в фермерских хозяйствах требуются машины, способные работать на небольших участках или участках, имеющих сложную конфигурацию.

Даже в крупных сельскохозяйственных предприятиях, выращивающих отдельные культуры на небольших участках, возникает потребность для их орошения использовать дождевальные машины небольших размеров. В связи с этим возникло направление по созданию дождевальных машин для мелкоконтурных участков. При создании таких машин с целью снижения расходов на их проектирование используются готовые решения и модули уже существующих машин. В основном это относится к дождевальным машинам. Используются, как правило, модули хорошо зарекомендовавших себя выпускающихся дождевальных машин. Создаваемые таким образом машины получают марку с сохранением в ней информации об исходной модели. Исходными российскими моделями являются машины типов «Фрегат» и «Кубань».

Машина «Кубань-ЛШ» предназначена для орошения различных сельскохозяйственных культур, в том числе высокостебельных, садов, виноградников и ягодников на участках со спокойным рельефом площадью до 43 га с любыми почвами.

Она имеет две модификации МДЭШ-300-30 и МДЭШ-300-40 и создана с использованием агрегатов и систем машины «Кубань-М» и работает по сходному принципу, но имеет значительно меньшую ширину захвата (табл. 7).

Вода к машине подается по закрытой сети, имеющей присоединительные гидранты. Гидранты, расположенные через 120 м, с машиной соединяются посредством одного из двух шлангов диаметром 110 мм и длиной 70 + 2 м. В исходном положении присоединительное устройство шланга выносится вперед и подключается к ближайшему гидранту.

Машина перемещается ходовыми тележками, опирающимися на облегченные пневмошины. Тележки имеют электропривод, питаемый дизель-генераторной установкой, расположенной на центральной ходовой тележке. На ней также расположен топливный бак

и пульт управления. Перемещение машины идет в старт-стопном режиме. Машина имеет систему регулирования скорости движения, тросовую систему выдерживания курса, систему поддержания прямолинейности трубопровода, систему защиты, срабатывающую при отключении электропитания или снижения давления подачи воды, и систему автоматической остановки машины. Для срабатывания последней параллельно копирующему тросу через каждые 60 м устанавливаются упоры, заставляющие машину останавливаться по мере выбора длины шланга. По концам орошаемого участка устанавливаются упоры, ограничивающие крайние положения машины.

Таблица 7

Техническая характеристика машины «Кубань-ЛШ»

Показатели	Модификация	
	МДЭШ-300-30	МДЭШ-300-40
Расход воды, л/с	30	40
Длина машины, м	300	400
Количество тележек	7	11
Давление на гидранте, МПа	0,28	0,28
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,5	0,66
Поливная норма за проход, м <sup>3</sup> /га	33...330	33...330
Производительность при поливной норме 300 м <sup>3</sup> /га, га/ч	0,36	0,48
Площадь орошения, га	33...43	33...43
Ширина захвата дождем, м	305	305
Рабочая длина гона, м	1080...1400	1080...1400
Скорость движения, м/мин	0,18...1,8	0,18...1,8
Допустимый уклон поля:		
по ходу движения	0,02	0,02
вдоль трубопровода машины	0,01	0,01
Клиренс по нижнему поясу фермы, м	2,7	2,7
Мощность дизель-генераторной установки, кВт	16	16
Масса машины без воды, т	15,8	15,8

Машина «Мини Кубань-ФШ» предназначена для орошения различных сельскохозяйственных культур, в том числе высокостебельных, садов, виноградников и ягодников преимущественно в фермерских хозяйствах на участках со спокойным рельефом с любыми почвами. Она имеет марку МДЭШ-176-20 и создана с использованием агрегатов и систем машины «Кубань-ЛШ» и работает по сходному принципу. Однако имеет значительно меньшую ширину захвата (табл. 8).

Таблица 8

**Технические характеристики машин «Мини Кубань-ФШ»  
и «Мини Фрегат-ФШ»**

Показатели	«Мини Кубань-ФШ»	«Мини Фрегат-ФШ»
Расход воды, л/с	20	25
Длина машины, м	176	177
Количество тележек	3	3
Клиренс по нижнему поясу фермы, м	2,7	2,7
Давление на гидранте, МПа	0,35	0,58
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,54	0,33
Площадь орошения, га	11...24	12,4...26,8
Рабочая длина гона, м	600...1320	600...1300
Поливная норма за проход, м <sup>3</sup> /га	47...990	120, минимум
Ширина захвата дождем, м	184	206 ± 5
Скорость движения, м/мин	0,07...1,4	0,18...0,6
Мощность дизель-генераторной установки, кВт	4,0	–
Мощность насосной станции, кВт	45	45
Масса машины без воды, т	7,1	7,5

Машина «Мини Кубань-ФШ» имеет те же системы, что и машина «Кубань-ЛШ».

Машина «Мини Фрегат-ФШ» имеет марку МДГФ-177-25 и то же назначение, что и «Мини Кубань-ФШ». Она состоит из двух ферм и двух консолей, опирающихся на три двухколесные тележки с гидроприводом и стальными колесами с почвозацепами. В конструкции тележек и их гидропривода использованы сборочные единицы ДМ «Фрегат». Перемещение машины в процессе орошения обеспечивается за счет давления воды в подводящей магистрали, на которой через каждые 120 м установлены гидранты. Они соединяются с машиной посредством одного из двух шлангов диаметром 93 мм и длиной 70 + 2 м. На машине имеется система синхронизации движения тележек, поддерживающая прямолинейность машины, система защиты от чрезмерных изгибов и система обеспечения движения по заданному курсу. Реверсирование хода машины производится путем перестановки вручную толкателей гидропривода колес. Норма полива регулируется изменением скорости движения машины. Распределение воды по орошаемому участку производится двадцатью двумя среднеструйными дождевальными аппаратами кругового действия и двумя концевыми среднеструйными дождевальными аппаратами секторного действия.

Машины «Мини-Фрегат К», ДМУ-А «Фрегат» (выпускающаяся также под маркой ДМУ «Фермер-Фрегат») и «Мини-Кубань К» (табл. 9), созданы с использованием элементов машин основных моделей и предназначены для орошения различных, в том числе высокостебельных культур на мелкоконтурных участках. Машины обслуживаются одним человеком и могут орошать два участка. При транспортировании колеса разворачиваются вдоль осевой линии машины.

Таблица 9

**Технические характеристики машин кругового действия  
для орошения мелкоконтурных участков**

Показатели	ДМУ-А «Фрегат»	ДМУ «Фермер- Фрегат»	«Мини Фрегат К»	«Мини Ку- бань К»
Конструктивные особенности	Кругового перемещения с гидроприводом		С электроприводом	
Расход воды, л/с	5,5...20	5,5...20	5...30	5...9
Длина машины от оси центральной опоры, м	67,8...186,2	89,1	89,1	125; 173
Количество тележек	2...6	2...6	1	1
Клиренс, м	2,2	2,7	2,7	2,7
Минимальное время оборота, ч	5,7...19,4	5,7...19,4	7,2	4,7
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	9...13,8	9...13,8	12...19	12...60
Площадь орошения на одной позиции, га	2,3...13,1	2,3...13,1	3,3	2,7; 3
Расстояние между оросителями, м	170...410	340...820	170...820	185...390
Диаметр водопроводящего трубопровода, мм	152	152	102	102
Мощность, кВт	13,6...45	13,6...45	45	20
Масса машины без воды, т	1,9...5,5	1,9...5,5	3,17	3,32

Машина ДМУ «Фермер-Кубань ЛК» приводится в движение от внешней электрической сети напряжением 380 В. Каждая тележка имеет электродвигатель, передающий посредством трансмиссии с червячным редуктором движение на пневмоколеса. Машина имеет систему электрической синхронизации движения тележек. Имеется четыре модели с двумя и тремя тележками. «Мини-Кубань К» имеет одну опорную тележку с электроприводом от мотор-редуктора мощностью 0,75 кВт и выпускается в четырех

модификациях. Машины движутся прерывисто в старт-стопном режиме. Скорость их движения задается пультом, установленным на центральной опоре и изменяющим соотношение между временем движения и временем стояния машины. Тем самым при старт-стопном режиме движения регулируется средняя скорость движения машины и время ее оборота.

Машины «Мини-Фрегат К» и «Мини-Кубань К» имеют по одной опорной тележке, поэтому у них отсутствуют системы синхронизации скорости движения тележек.

Основное направление совершенствования систем дождевания сводится к стремлению обеспечить непрерывное в течение всего вегетационного периода водоснабжение растений в соответствии с ходом их водопотребления. Это позволяет постоянно поддерживать оптимальную влажность активного слоя почвы и оптимальный водный режим растений, что приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5...2 раза по сравнению с обычным дождеванием.

Другими перспективными и в некоторых случаях реализованными направлениями развития орошения являются расширение автоматизации работы оросительных систем и машин, дистанционное управление ими, использование спутниковых систем связи и наблюдения, экологизация орошения за счет совмещения операции орошения с другими операциями, согласование орошения с принципами точного земледелия и программируемых урожаев, расширение использования полимерных и других современных материалов, совершенствование машин для орошения стоками животноводческих ферм, расширение применения шланговых дождевателей и систем внутрпочвенного орошения, снижение интенсивности дождя за счет применения систем импульсного дождевания, капельного и тонкодисперсного орошения, расширение использования приспособлений для орошения малогабаритных, в том числе приусадебных и дачных участков, парников и теплиц.

## Глава 18. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОЖДЕВАНИЯ

При орошении сельскохозяйственных культур исходными показателями являются оросительная и поливная нормы, иногда соответственно называемые норма орошения и норма полива.

Оросительная норма – это количество воды, которое необходимо подать искусственным путем на единицу орошаемой площади за вегетационный период дополнительно к естественным запасам влаги с целью поддержания оптимальной влажности почвы.

Обычно измеряется или задается в метрах кубических на гектар ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) или в миллиметрах слоя воды ( $1 \text{ мм} = 10 \text{ м}^3/\text{га}$ ).

Поливная норма – это количество воды, которое необходимо подать искусственным путем на единицу орошаемой площади за один полив с целью поддержания оптимальной влажности почвы.

Как и оросительная, поливная норма измеряется или задается в метрах кубических на гектар или в миллиметрах *слоя воды*. Исходя из приведенных определений, можно записать:

$$\begin{aligned} m &= \frac{V}{A}; \\ h &= 0,1 \frac{V}{A}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $m$  – поливная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  $V$  – объем воды, требуемый для увлажнения орошаемой площади за один полив,  $\text{м}^3$ ;  $A$  – орошаемая за один полив площадь, га;  $h$  – необходимый слой воды (при дождевании – необходимый слой дождя или осадков), мм.

Определяющими параметрами искусственного дождя являются его интенсивность и структура.

Обычно различают мгновенную, действительную или среднюю и допустимую интенсивности.

Мгновенная интенсивность  $\rho_m$  – это отношение мгновенного приращения слоя дождя  $dh$  данной точки к приращению времени  $dt$ , т.е.

$$\rho_m = \frac{dh}{dt}.$$

Действительная или средняя интенсивность  $\rho_{cp}$  – это экспериментально измеренная интенсивность за длительный период времени или определенная расчетным путем (мм/мин или мм/с).



Из определения следует, что

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{изм}}}{t_{\text{изм}}},$$

где  $h_{\text{изм}}$  – значение измеренного слоя дождя, мм;  $t_{\text{изм}}$  – время, за которое выполнялось измерение.

Следует обратить внимание на то, что интенсивность имеет размерность скорости.

Интенсивность дождя, обеспечивающую в данных условиях выдачу требуемой поливной нормы без образования луж, приводящих к стоку воды по поверхности почвы, называют допустимой интенсивностью.

Она зависит от водопроницаемости почв, уклона поля, вида растительности и некоторых других факторов.

При проектировании машин возникает потребность в оценке создаваемого ею слоя дождя. Для этого случая уравнение (1) будет иметь следующий вид:

$$h = 0,1 \frac{V_{\text{в}}}{A_0}, \quad (2)$$

где  $V_{\text{в}}$  – объем воды, выдаваемый машиной за один полив, м<sup>3</sup>;  $A_0$  – площадь, которую машина охватывает дождем с одной позиции или в одном технологическом проходе, га.

Если в уравнении (2) правую и левую части разделить на время выдачи объема воды  $V_{\text{в}}$ , можно получить уравнение:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{60Q_{\text{м}}}{A_0}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{м}}$  – расход машины, л/с;  $A_0$  – площадь, которую машина охватывает дождем с одной позиции или в одном технологическом проходе, м<sup>2</sup>.

Для разных машин  $A_0$  рассчитывается в зависимости от формы охватываемой дождем площади и организации процесса орошения.

Для дальнеструйных машин кругового действия:

$$A_0 = \pi R^2;$$

• для дальнеструйных машин кругового действия, орошающих по сектору:

$$A_0 = \frac{\pi R^2 \alpha}{360};$$

• для широкозахватных машин кругового действия типа «Фрегат», орошающих в движении, в соответствии со схемой на рис. 28 ориентировочно:

$$A_0 = L_{\text{м}}R_{\text{к}} + 0,5\pi R^2;$$

• для широкозахватных фронтальных машин позиционного действия и дождевальных систем, а также широкозахватных фронтальных машин, орошающих в движении:

$$A_0 = B_3b,$$

где  $R$  – радиус действия машины, м;  $\alpha$  – центральный угол орошаемого сектора, град;  $L_{\text{м}}$  – длина машины, м;  $R_{\text{к}}$  – радиус действия концевой дождевальной аппаратуры, м;  $B_3$  – ширина захвата машины или системы, м;  $b$  – ширина охватываемой дождем полосы, измеренная в направлении движения машины (рис. 28), или расстояние между гидрантами для позиционных машин и систем, м.

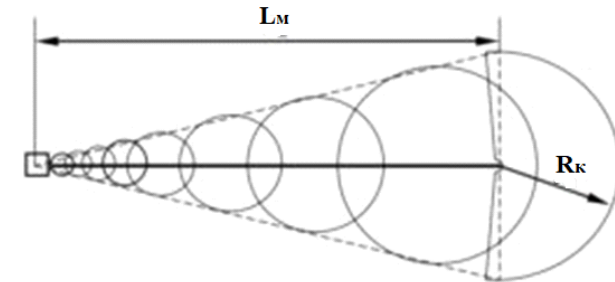


Рис. 28. Схема к расчету площади, охватываемой дождем дождевальной машиной типа «Фрегат»

При орошении, как правило, требуется обеспечить на орошаемой площади необходимый слой дождя или поливную норму. Если известны основные технические параметры машины, то, как следует из определения интенсивности дождя:

$$h_{\text{тр}} = \rho_{\text{ср}}t_{\text{в}},$$

где  $h_{\text{тр}}$  – требуемое значение слоя дождя, мм;  $t_{\text{в}}$  – время воздействия дождя на орошаемую точку, мин.

Отсюда

$$t_{\text{в}} = \frac{h_{\text{тр}}}{\rho_{\text{ср}}}. \quad (4)$$

Для дождевальных систем и машин позиционного действия уравнение (4) может быть использовано для расчета времени нахождения машины на позиции  $t_{\text{поз}}$ , т.е. времени непрерывной ра-

боты машины, за которое она выдаст требуемый слой дождя или поливную норму. Для этого случая  $t_B = t_{\text{поз}}$ .

Для машин, орошающих в движении, время воздействия дождя на каждую точку орошаемого участка, попавшую в зону, охваченную дождем (например, точка  $A$  на рис. 29), время воздействия можно определить по формуле:

$$t_B = \frac{b}{v_{\text{п}}}, \quad (5)$$

где  $v_{\text{п}}$  – средняя скорость рабочего перемещения машины, м/мин.

Приравняв правые части уравнений (4) и (5) и выразив из полученного равенства  $v_{\text{п}}$ , получим:

$$v_{\text{п}} = \frac{b \rho_{\text{ср}}}{v_{\text{п}}}$$

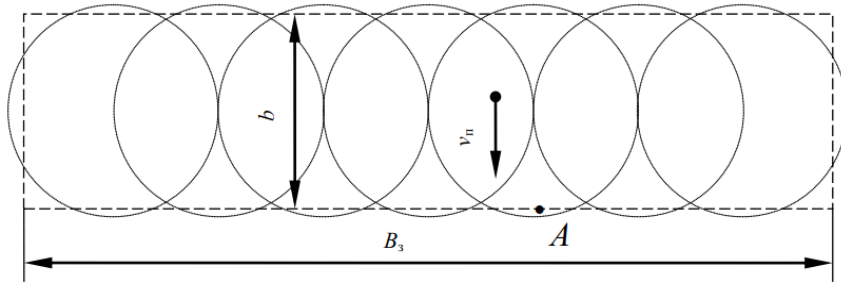


Рис. 29. Схема к расчету скорости передвижения для фронтальной дождевальной машины, орошающей в движении

С учетом уравнения (3) получим:

$$v_{\text{п}} = \frac{60 Q_M}{B_3 h_{\text{тр}}}$$

Для шлангового дождевателя с одним перемещаемым дальнеструйным аппаратом, орошающим по сектору, расчет  $v_{\text{п}}$  можно выполнять по формуле:

$$v_{\text{п}} = \frac{30 Q_M}{R_3 h_{\text{тр}}}$$

Для дождевальной машины типа «Фрегат» на расстоянии  $L_M$  от центра машины:

$$v_{\text{п}} = \frac{30 Q_M}{R_k h_{\text{тр}}} \quad (6)$$

Для данной машины обычно задается и контролируется время полного оборота  $t_{\text{об}}$  в минутах. Оно с учетом уравнения (6) может быть определено по формуле:

$$t_{\text{об}} = \frac{2 \pi L_M}{v_{\text{п}}}$$

Расчет технической производительности  $\Pi_T$  (га/ч) для машин позиционного действия выполняется следующим образом:

$$\Pi_T = \frac{A_0}{60 \cdot 10^4 t_{\text{поз}}}$$

Эксплуатационная производительность должна учитывать потери времени, необходимые на подключение машины к гидранту, ее отключение, перебазировку с позиции на позицию, техническое обслуживание, естественные надобности оператора и т.п. Кроме того, следует учитывать потери воды на испарение.

Расчет технической производительности (га/ч) для машин, орошающих в движении, выполняется по уравнению:

$$\Pi_T = \frac{B_3 v_{\text{п}}}{60 \cdot 10^4 k_{\text{п}}}$$

где  $k_{\text{п}}$  – коэффициент перекрытия орошаемой полосы.

При расчете эксплуатационной производительности необходимо учитывать потери времени, связанные с технологическими, техническими, организационными и другими неизбежными потерями времени, и потери воды на испарение.

Основным показателем структуры или качества дождя является размер (диаметр) капель.

Различают абсолютный, средний арифметический, среднеквадратичный и средневзвешенный размеры капель дождя.

Размер капель зависит от отношения  $H/d_{\text{от}}$ , где  $H$  – напор перед соплом или отверстием дождевальной насадки или аппарата (м вод. ст.),  $d_{\text{от}}$  – диаметр отверстия сопла или насадки (м). Данное отношение называется относительным напором  $\epsilon_H$ . Чем больше относительный напор, тем мельче капли, т.е. для обеспечения требуемого размера капель искусственного дождя можно или уменьшать диаметр отверстия сопла, или увеличивать напор перед ним.

Необходимо также иметь в виду, что на повреждаемость растений влияют не только размеры капель, но и скорость их по-



лета. Мелкие капли при высокой скорости полета могут повреждать растения.

Другим важнейшим показателем качества дождя является степень равномерности его распределения на орошаемой площади. Она характеризуется коэффициентом эффективности орошения или, по другим источникам, коэффициентом эффективности полива. Он рассчитывается как отношение эффективно политой площади ко всей площади, обслуживаемой дождевальными машинами.

Эффективно политая площадь считается та, которая поливается с интенсивностью 0,75...1,25 от средней.

Для дождевальных машин коэффициент эффективности полива должен быть не менее 0,7.

Оценку оптимальности установки машин на орошаемой площади выполняют по коэффициенту земельного использования, определяемому как отношение площади, охватываемой дождем в процессе орошения (площадь нетто), ко всей площади объекта орошения (площадь брутто).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. / Г.В. Ольгаренко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
2. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия / В.И. Балабанов [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2016. – 240 с.
3. Механизация растениеводства / В.М. Халанский [и др.]. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 524 с.
4. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие / В.И. Балабанов [и др.]. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. – 146 с.
5. Балабанов В.И., Башкирцев Ю.В. Малогабаритные и альтернативные энергетические средства. – С.Пб.: РИАМиА, 2014. – 32 с.
6. Поддубный В.И., Мартынова Н.Б., Палкин Н.А. Машины и средства гидромеханизации в водохозяйственном строительстве. – М.: МЭСХ, 2019. – 84 с.
7. Поддубный В.И., Мартынова Н.Б., Палкин Н.А. Теория, расчет и потребительские свойства технологических машин: методические указания. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017. – 29 с.
8. Балабанов В.И., Ищенко С.А. Наноматериалы и нанотехнологии в сельском хозяйстве. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 290 с.
9. Поддубный В.И., Абдулмажидов Х.А. Статический расчет технологических машин природообустройства. – М.: ВНИИГиМ, 2019. – 30 с.
10. Абдулмажидов Х.А. Трехмерное моделирование элементов машин природообустройства в системе AutoCAD. – М.: МГУП, 2012. – 123 с.
11. Русанова Т.Г., Абдулмажидов Х.А. Организация технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов. – М.: Академия, 2015. – 352 с.
12. Рекомендации по методическим основам формирования федеральных регистров технологий и машин для производства мелиоративных работ в современных условиях / Б.М. Кизяев [и др.]. – М.: ВНИИГиМ, 2019. – 64 с.

13. Мартынова Н.Б., Абдулмажидов Х.А., Балабанов В.И. Расчет машин и оборудования природообустройства. – М.: МЭСХ, 2020. – 86 с.

14. Мартынова Н.Б. Расчет технологических машин природообустройства. – М.: Изд-во «Перо», 2020. – 92 с.

15. Машины и оборудование для орошения сельскохозяйственных культур / В.В. Слюсаренко [и др.]. – Саратов: ООО ЦДУ «Ризоп», 2011. – 161 с.

16. Мартынова Н.Б., Балабанов В.И., Абдулмажидов Х.А. Машины и оборудование для производства культуртехнических работ. – М.: Изд-во «Перо», 2021. – 84 с.

*Учебное издание*

БАЛАБАНОВ Виктор Иванович  
МАРТЫНОВА Наталья Борисовна  
МАКАРОВ Александр Алексеевич

ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

*Учебно-методическое пособие*

*Издается в авторской редакции  
Техн. редактор Т.Б. Самсонова*

Подписано в печать 10.06.2021. Формат 60×84/16.  
Уч.-изд. л. 4,1. Печ. л. 5,25. Тираж 300 экз. Заказ № 535.

Отпечатано в АНО Редакция журнала «МЭСХ»  
127412, Москва, ул. Б. Академическая, д. 44, корп. 2, e-mail: t\_sams@mail.ru