

В. Я. БАКАЛО

ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ И ИХ
ПРИМЕНЕНИЕ
В КИРГИЗИИ

В. Я. БАҚАЛО,

кандидат технических наук,
заслуженный ирригатор
Киргизской ССР

ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КИРГИЗИИ

ФРУНЗЕ
«КЫРГЫЗСТАН»
1984

Бакало В. Я.

Б 19 Дождевальные системы и их применение в Киргизии. — Ф.: Кыргызстан, 1984. — 92 с., ил., табл.

В работе рассматриваются особенности орошения сельскохозяйственных культур дождеванием, метод увязки режима орошения с технологией полива, существующие и перспективные системы дождевания, устройство дождевальных машин, применяемая на них арматура, а также принципы автоматизации полива и др.

Рассчитана на специалистов сельского и водного хозяйства, проектировщиков, эксплуатационников и студентов гидромелиоративных факультетов вузов и техникумов.

Б $\frac{3802040100-65}{M 451 (17)-84}$ 137-84.

631.3
ББК 40. 711

Рецензент — академик ВАСХНИЛ, доктор
технических наук, профессор
Константин Филиппович Артамонов

ВВЕДЕНИЕ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 гг. и на период до 1990 г.», утвержденных XXVI съездом КПСС, в Киргизии предусматривается ввести в эксплуатацию не менее 75 тыс. га орошаемых земель. Ввод в освоение их не исчерпывает, однако, всех имеющихся резервов развития мелнорации и орошаемого земледелия в республике. В Киргизской ССР имеется свыше 1,0 млн. га земель, пригодных для орошения. На XVII съезде Компартии Киргизии товарищ Т. У. Усубалиев говорил: «В ближайшие десять лет мы должны освоить под посевы кормовых культур для овцеводства в основном в горно-животноводческих районах дополнительно не менее 160 тысяч гектаров новых орошаемых земель. Из них только за текущую пятилетку — 30 тысяч гектаров»¹.

Большие площади новых земель под орошение намечается освоить в Иссык-Кульско-Чуйском территориально-производственном комплексе. Эти земли размещены в предгорно-горной зоне, имеют повышенные уклоны, большие перепады рельефа местности и подвержены водно-эрозионным процессам.

С развитием орошаемого земледелия становится оче-

¹ XVII съезд Коммунистической партии Киргизии. Стеногр. отчет. — Фрунзе: Кыргызстан, 1981, с. 42.

видной задача рационального и экономного использования поливной воды при одновременном повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Это достигается созданием совершенных оросительных систем, использованием рациональных способов полива.

Среди направлений перспективного орошения, как отмечает министр мелиорации и водного хозяйства СССР Н. Ф. Васильев, «главное место принадлежит дождевальной технике и системам»¹. При этом дождевальная техника и системы должны соответствовать местным природным условиям, отвечать нормативным параметрам их применения, быть экономичными при строительстве и эксплуатации.

Орошаемое земледелие в Киргизии размещается в разнообразных природно-климатических и рельефных условиях. Поэтому в каждой орошаемой зоне должны применяться наиболее перспективные для ее условий системы дождевания и дождевальная техника. Вместе с этим должно обеспечиваться правильное использование дождевальных машин и систем с учетом требований технологического режима орошения, регламента работы машин, эксплуатационного обслуживания. В горных районах широкое распространение получают самонапорные системы дождевания, не требующие дополнительных затрат энерготопливных ресурсов.

В широких масштабах в перспективе будут развиваться автоматизированные системы дождевания, резко сокращающие ручной труд при обслуживании.

Автор построил свою работу, предназначенную для широкого круга специалистов водного и сельского хозяйства, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией дождевальных систем, с учетом всех отмеченных выше особенностей использования дождевальной техники в республике.

¹ Васильев Н. В. XXVI съезд КПСС и задачи мелиораторов.— Гидротехника и мелиорация, 1981, № 5, с. 8.

ПУТИ РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТИ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ В КИРГИЗИИ

Пути развития орошения дождеванием

В Киргизии дождевание сельскохозяйственных культур впервые было применено в 1936 г. на государственной селекционной станции по сахарной свекле. Полив небольшого участка проводился дождевальными аппаратами немецких фирм «Ланнигер» и «Хюдинг». Но в 1939 г., несмотря на положительные результаты дождевания, работы были прекращены из-за отсутствия отечественной аппаратуры и дороговизны импортной.

В 1956 г. орошение дождеванием было возобновлено в связи с поступлением в республику первых отечественных дождевальных машин ДДП-30с и ДДУ-48.

В 1958 г. сотрудниками КиргНИИВХ АН Киргизской ССР в колхозе им. Шопокова Аламединского района был смонтирован участок самонапорной системы дождевания. Забор воды осуществлялся из канала Каирма в трубопровод длиной 300 м. На концевом участке магистрального трубопровода был получен гидростатический напор воды 45 м. На поливных трубопроводах устанавливались гидранты, к которым подключалась КДУ-48.

В 1959 г. в колхозе «Новый путь» Иссык-Кульского района был построен второй участок самонапорной системы дождевания, к трубопроводам которой подключились установка КДУ-48 и дождевальные аппараты ти-

па ДМ-1. На длине 700 м магистрального трубопровода за счет уклона местности был получен гидростатический напор воды 75 м. Для системы дождевания Токмакским ремонтно-механическим заводом была выпущена партия дождевальных аппаратов ДН-1.

В 1960 г. в республику поступили новые дождевальные машины типа ДДА-100 и ДДН-45, а в 1963 г. — КДУ-55. В эти годы КиргНИИЗ на участке площадью 30 га проводил поливы сахарной свеклы машиной ДДА-100. Опыты показали, что при орошении дождеванием затраты ручного труда снижаются в 1,79 раза по сравнению с поливом по бороздам и составляют не более 27,95 чел.-ч/га. Урожайность корней свеклы составила: при дождевании — 543 ц, а при бороздковом — 514 ц/га.

В 1961 г. дождевание сельскохозяйственных культур в республике вышло за пределы опытных участков. Площадь его в хозяйствах достигла 986 га.

Применение дождевальных машин и систем и бесперебойная их работа зависят от допустимого уклона водопроводящих оросителей. Опыты КиргСХИ и КиргНИИВХЭ в разных поливных зонах показали, что для машины ДДА-100М оптимальным уклоном поливного оросителя является от 0,001 до 0,005, а в Киргизии уклоны орошаемых земель в 10 раз больше указанных, старая оросительная сеть, кроме того, размеры поливных участков не соответствуют требованиям дождевания. По этим причинам при поливе сбрасывалось до 30—35% поливной воды, а переустройство оросительной сети сдерживало темпы внедрения дождевания в республике.

До 1965 г. ежегодный прирост площадей, орошаемых дождеванием, составлял от 1,5 до 3,0 тыс. га, а общая орошаемая площадь достигла 11 тыс. га. Ввод площадей под дождевание в основном обеспечивался за счет реконструкции старых орошаемых земель на новые способы полива.

Резкий скачок в развитии дождевания сельскохозяйственных культур произошел после мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС. Уже в 1970 г. парк дождевальных машин в республике составлял 710 шт. (в основном ДДА-100, ДДА-100М, ДДН-45), а площадь дождевания — 35 тыс. га.

В 80-е годы на смену старым дождевальным машинам в сельское хозяйство стали поступать новые: ДДА-100МА, ДДН-100, «Волжанка», «Днепр», КИ-50А, КСИД-10, «Фрегат», «Кубань».

В 1981 г. из 995,3 тыс. га орошаемых земель дождеванием поливалось 94,5 тыс. га, или 9,5%. Парк дождевальных машин в республике достиг более 1800 шт¹. По типам они составляют: ДДА-100М и ДДА-100МА—50%, ДДН-70 и ДДН-100—30, «Фрегат»—около 12, «Днепр»—2,5, «Волжанка»—около 2, КИ-50А—0,6%. Ежегодно из-за отработки моторесурса и выхода из строя списывается ДДА-100М—около 10% и ДДН-70—14%. Средняя сезонная нагрузка на одну дождевальную машину по годам колеблется от 52 до 58 га. Она обусловлена повышенными уклонами местности и большой частотой полива (до 6) в напряженный период (июль—август).

Многолетним опытом применения дождевальных машин ДДА-100МА, ДДН-70 в республике установлены оптимальные схемы их расстановки, контуры нарезки временной оросительной сети и технология полива. Большая экономия поливной воды достигается, если временные оросители нарезаны по наименьшему уклону, а полив производится в движении машины.

Однако многие хозяйства до сих пор проводят полив ДДА-100МА позиционно, а из-за отсутствия технологи-

¹ Использовать все источники орошения. — Советская Киргизия, 1982, 14 мая, с. 1.

ческих карт нормативов времени стоянок машин и специальных часовых механизмов (реле времени) допускаются чрезмерно большие стоянки, влекущие к сбросу воды с поливных участков.

В 1971 г. сотрудниками ВНИИКАмелиорации в Сокулукском опытном хозяйстве КиргНИИЖВ была установлена первая в республике дождевальная машина «Фрегат». В 1976 г. «Фрегаты» были смонтированы в Иссык-Кульской и Нарынской областях в совхозах им. Фрунзе и «Кочкорка». В 1978—1979 гг. в совхозах «Тамчи» Иссык-Кульского и «Тендик» Кочкорского районов построены наиболее экономичные оросительные системы на базе машин «Фрегат» без подводящих трубопроводов на кустовых скважинных водозаборах.

В 1973 г. «Киргизгипроводхозом» запроектирована (Н. П. Пентегов), а в 1977 г. ММиВХ Киргизской ССР построена первая самонапорная система дождевания «Фрегат» на площади 608 га в колхозе им. Калинина Панфиловского района. В эти же годы сдана в эксплуатацию первая очередь системы дождевания Кок-Джерты в колхозе «Джаны-Талап» Нарынской области на площади орошения 221 га.

В 1980 г. на землях совхоза им. Фрунзе Иссык-Кульского района пущена в эксплуатацию первая в республике система дождевания группового применения машин «Волжанка» (9 шт.) для орошения 320 га. В 1983 г. в этом же хозяйстве построена и сдана в эксплуатацию система группового применения машин «Фрегат» (11 шт.) с насосной станцией «Интерсигма» для орошения 820 га.

В 1982 г. «Киргизгипроводхоз» разработал проект (В. И. Федотов) на групповое применение дождевальных машин «Кубань» для земель совхоза «Келечек» Панфиловского района на площади 1200 га.

В 1972—1984 гг. в республике смонтировано и пущено в эксплуатацию около 300 шт. «Фрегатов», более

80 шт. «Волжанок», около 10 шт. КИ-50А, более 40 шт. «Днепр», 10 машин «Кубань», 8 комплектов КСИД-10 и около 1500 шт. дождевальных аппаратов типа «Роса-3», ДА-2, ДД-30, ДД-50. С внедрением новых дождевальных машин и аппаратов площадь дождевания в республике увеличилась более чем на 24 тыс. га.

В первые годы освоения новой техники дождевания каждую машину устанавливали на отдельном участке, т. е. локально, с питанием ее водой от передвижных насосных станций СНП 75/100. При таком размещении затруднялось обслуживание дождевальных машин, стоимость орошения 1 га была высокая—4,8—5,7 руб. Позднее, с увеличением поставок новых машин, передовые хозяйства — колхозы им. В. И. Ленина Аламединского района, «Победа» Тюпского района и др. — начали использовать дождевальные машины по 3—5 шт. и более на одном массиве, подключая их на общую стационарную насосную станцию. Появилась возможность одному оператору обслуживать по 2—3 машины в смену. Выработка оператором гектаро-поливов за рабочую смену повысилась до 10—12 га, а затраты на орошение 1 га снизились в 2—2,5 раза. В этих хозяйствах сократилось число поливальщиков на 20—30 человек, уменьшились потери воды при орошении, возросли доходы с орошаемых земель.

Возможности для расширения площадей, орошаемых дождеванием, в республике неограниченные (табл. 1). Для планомерного ускоренного развития дождевания поставки техники полива, особенно новой, широкозахватной, должны быть резко увеличены. Одновременно следует увеличить выпуск проектов с дождевальной техникой полива и больше внимания уделять подготовке операторов-механизаторов.

Таблица 1

Ориентировочные площади орошения дождеванием в Киргизской ССР, тыс. га

Зоны, области и районы	Общая площадь ороше- ния на 1.01.1982 г.	Площади орошения дождеванием							Существующая и пер- спективная площадь орошения всеми спосо- бами полива	
		всего	машинами и установками					стационар- ными систе- мами		
			«Кубань»	ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100	«Фрегат»	«Днепр», «Волжанка»	КСИД-10, КН-50 и др.	самонапор- ные и машин- ноподкачные		
Чуйская долина	315,1	332,2	15,0	77,0	73,0	5,0	44,0	118,2	641,2	
Таласская и Чаткальская до- лины	128,1	123,0	—	6,0	17,0	9,0	26,0	70,0	258,6	
Ошская область	273,8	313,2	0,3	2,2	5,0	3,0	19,6	155,5	847,0	
Нарынская область	110,1	432,3	—	—	30,1	31,4	110,0	260,9	915,0	
Иссык-Кульская область	153,2	301,6	—	—	20,1	14,5	122,4	236,0	584,0	
Всего:	995,3	1370,7	15,9	85,2	145,5	62,0	322,0	851,6	3245,8	

Особенности дождевания

В Киргизии для возделывания сельскохозяйственных культур за вегетационный период требуется: сахарной свекле, многолетним травам, культурным пастбищам — 6—8 тыс. м³ воды на гектар, кукурузе — 5—6, зерновым колосовым — 3—4 тыс. м³. Часть воды растения получают от зимне-весенних запасов влаги в почве, часть — покрывается летними осадками и грунтовыми водами, а основная ее доля — до 80% обеспечивается орошением. Объем воды, подаваемый на орошение культур, равен разности водопотребления поля с естественными ресурсами влаги и называется дефицитом орошения или оросительной нормой. Планируемая подача воды на поле учитывает частоту поливов за поливной сезон, даты их проведения, величины поливных норм. Из этих элементов складывается фактическая оросительная норма или режим орошения.

Для осуществления требуемого режима орошения в хозяйствах поливного земледелия за поливной сезон необходимо провести на зерновых в среднем 6 поливов, на свекле и многолетних травах — 8—12, кукурузе — 6—8. Фактически при сложившихся способах полива в республике проводят всего лишь 4,8—5 поливов, при этом вносят полную оросительную норму, что ведет к завышению фактических поливных норм. Последние достигают 1730—1800 м³/га, т. е. выше в 1,5—2 раза. По этой причине при поливах на каждом гектаре теряется от 800 до 1000 м³ воды на сбросы и фильтрацию.

При дождевании поливные нормы уменьшаются в 2—2,5 раза, но увеличивается число поливов. При поливах дождеванием исключаются сбросы воды из водопроводящих оросителей и потери на полях, производительность труда повышается в 3—4 раза, средняя нагрузка на одного поливальщика возрастает с 12—15 до 40—50 га при поливе агрегатом ДДА-100МА,

Таблица 2

Влияние различных режимов и способов орошения на урожайность сахарной свеклы на Киргизской селекционной станции по сахарной свекле, среднее за 6 лет

Предполивная норма влажности почвы, % от ППВ	Количество поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность корней, ц/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, ц/га
Дождевание					
60—70—70	3—4	3200	488,2	14,38	69,8
70—70—70	4—5	3700	508,7	14,48	73,5
70—80—70	5—6	4100	522,6	14,68	76,7
70—80—80	6—7	4500	557,0	15,28	85,7
80—80—80	7—8	5000	546,0	14,70	80,4
80—90—90	12—14	5500	500,0	14,30	71,5
Бороздковый полив с помощью гибких трубопроводов					
70—70—70	3—4	3500	469,6	14,58	68,5
70—70—70	4—5	3800	484,0	14,51	70,2
70—80—70	6—7	4200	502,6	14,76	74,1
70—80—80	5—6	4700	540,0	14,90	80,7
80—80—80	7—8	5200	520,0	14,90	77,5

до 80—120 га — «Волжанкой» и до 144 га — машинами «Фрегат». Дождевальная техника высвобождает 2—4 поливальщиков.

При оптимальном режиме орошения, как показывают данные Киргизской селекционной станции по сахарной свекле (Т. Ю. Юсупов, 1977), урожайность свеклы при дождевании в среднем на 3,5% выше, чем при бороздковом поливе (табл. 2)

В передовом хозяйстве Чуйской долины — «50-летия СССР», в Учхозе Киргизсельхозинститута, НПО по животноводству, Кантской МИС и др., где поливы проводят дождеванием, вносят удобрения и своевременно обрабатывают почву после полива, получают с каждого гектара по 612—667 ц сахарной свеклы.

По данным Т. Ю. Юсупова (1977), дождевание уменьшает поражение растений свеклы озимой совкой в 4—5 раз, гусеницами на 100%, свекловичной блошкой на 75%, корневой тлей в 9—17 раз, мучнистой росой в 5 раз по сравнению с бороздковым поливом. Однако возделывание сахарной свеклы монокультурой и неправильное орошение способствуют заболеванию растений церкоспорозом, пероноспорозом и корневой гнилью. Причиной этому является острый недостаток влаги в почве, нерегулярные поливы и несбалансированное по элементам минеральное питание при высоких дозах азотных удобрений (А. С. Доценко, Т. Ф. Альховская, 1977). Для снижения заболеваемости свеклы рекомендуются тщательные планомерные поливы дождеванием требуемыми поливными нормами, посев по лучшему предшественнику и внесение специальных микроэлементов и хлмкаторов.

Благоприятное влияние дождевание оказывает на прибавку урожая при одновременном снижении затрат поливной воды на зерновых культурах, многолетних травах, кукурузе и др. В колхозах «Победа» Тюпского и им. Тельмана Наукатского районов при дождевании получено зерновых по 57,2—66,2 ц/га при снижении затрат поливной воды на 30% по сравнению с поверхностными способами полива. В НПО по животноводству и колхозе им. В. И. Ленина Аламединского района при орошении «Фрегатами» с каждого гектара культурных орошаемых пастбищ собрано по 475—525 ц зеленой массы. Высокая эффективность дождевания обеспечивается на вновь осваиваемых каменистых почвах Принссыккуля. Так, в совхозе им. Фрунзе Иссык-Кульского района при дождевании культурных пастбищ в 1977—1979 гг. урожайность зеленой массы составила 550—575 ц с гектара.

Дождевание позволяет осуществлять поливы через 7—10 суток малыми нормами — от 400 до 800 м³/га.

Оно снижает температуру воздуха и растений на 1,5—2,5°C, в результате уменьшается испарение влаги растениями и почвой, усиливается воздухообмен в приземном слое атмосферы, улучшается фотосинтез растений, лучше усваивается CO_2 воздуха, что способствует быстрому накоплению сухого вещества в растениях.

При дождевании можно механизировать и автоматизировать технологические процессы, связанные с доставкой на поля поливной воды и внесением удобрений.

При дождевании сокращается протяженность открытых каналов, что дает возможность более продуктивно использовать орошаемые земли.

Ограничивающими условиями применения дождевальных систем и машин являются: интенсивность дождя, уклоны местности и рельеф, засоленность почв и глубина залегания грунтовых вод, скорость, продолжительность и повторяемость ветра в течение суток и за поливной сезон. Поэтому при выборе дождевальных машин, аппаратов и систем необходимо знать местные условия и факторы, влияющие на качество дождевания, возникающие при поливах.

Влияние искусственного дождя на почву и подбор его интенсивности

Качество полива дождеванием зависит от принятых к эксплуатации машин или аппаратов, правильно подобранной интенсивности дождя, равномерности распределения его на поливном участке, крупности капель, обладающих определенной кинетической энергией при падении, с которой они воздействуют на почву. Эти элементы составляют технологию дождевания. Интенсивность дождя ρ не должна превышать скорость впитывания воды в почву V , т. е. $\rho \leq V$. При этом скорость впитывания воды в почву принимают в зависимости от технологии

полива (непрерывное дождевание, прерывистое и синхронно-импульсное) и выражают в мм/мин за конечный период t минут.

Средняя интенсивность $\rho_{ср}$ равна отношению среднего слоя осадков $h_{ср}$, выпавших на площадь F захвата машиной или дождевальным аппаратом, подвергающуюся одновременному поливу, ко времени их выпадения t минут:

$$\rho_{ср} = \frac{h_{ср}}{t}. \quad (1)$$

Поливная норма, выдаваемая машиной или аппаратом, зависит от продолжительности непрерывного дождевания и повторностей (циклов) и определяется по формуле 2:

$$\text{при непрерывном дождевании: } m = \rho_{ср} \cdot t; \quad (2)$$

$$\text{при прерывистом дождевании: } m = h \cdot n,$$

где m — поливная норма, мм/га, или умножая на 10, получим м³/га; $\rho_{ср}$ — интенсивность дождя, мм/мин; t — продолжительность полива, мин; h — слой дождя за один цикл полива, мм; n — число циклов полива или число проходов.

Интенсивность дождя и размер капель должны быть такими, чтобы не разрушалась структура почвы, не образовались лужи и не было стока воды с орошаемого поля, а также не повреждались листья растений. Капли дождя должны быть диаметром не более 1—2 мм. Наиболее крупный дождь выдают дождевальные аппараты ДД-50, ДД-80 и машины ДДН-70 и ДДН-100.

Если при дождевании заданной поливной нормой образуются лужи или возникает сток, необходимо уменьшить интенсивность дождя путем перенастройки дождевальных аппаратов или изменить технологию внесения поливных норм в почву в несколько приемов. Для улучшения качества дождевания необходимо поливную норму машиной ДД-100МА вносить в движении, а ДДН-70— за 2—4 приема.

Интенсивность дождя при дождевании должна быть меньше или строго соответствовать впитывающей способности почвы: для тяжелых суглинистых почв 0,1—0,16 мм/мин, для среднесуглинистых 0,16—0,25, для легкосуглинистых 0,25—0,30, для супесчаных 0,3—0,35, для песчаных 0,35—0,80 мм/мин.

Для существующих орошаемых земель на пропашных культурах с уклонами до 0,01, а на культурах сплошного сева с уклонами до 0,03 интенсивность впитывания дождя в почву почти не меняется. Но с повышением уклона и при значительном иссушении почвы перед поливом интенсивность впитывания воды в почву вначале сильно, а затем заметно уменьшается.

В предгорно-горной зоне при освоении новых земель с большими уклонами при орошении пастбищ и сенокосов дождеванием часть воды не успевает впитываться, собирается в струйки и стекает по склону. Для подбора интенсивности дождя, при которой за один прием можно вносить поливную норму, приводим номограмму (рис. 1). На закрытых системах дождевания при движении аппарата вокруг своей оси стволом вверх по направлению склона радиус захвата территории под полив уменьшается, а вниз — увеличивается (рис. 2). Следовательно, дождевое «облако» при поливе в верхней части склона на единицу площади выдаст больше воды и может вызвать сток и эрозию почвы.

На уклонах $i = 0,03 \div 0,05$, где применяются «Фрегаты», сток воды появляется в нижнем положении трубопровода, за счет дополнительного напора воды. Чтобы он не происходил, надо выравнять давление воды в подводящей сети при разном положении трубопроводов. На закрытых системах дождевания, где трубопроводы прокладываются по склону, наравне с выравниванием давлений рекомендуется дождевальные аппараты устанавливать под углом β по направлению к склону (табл. 3).

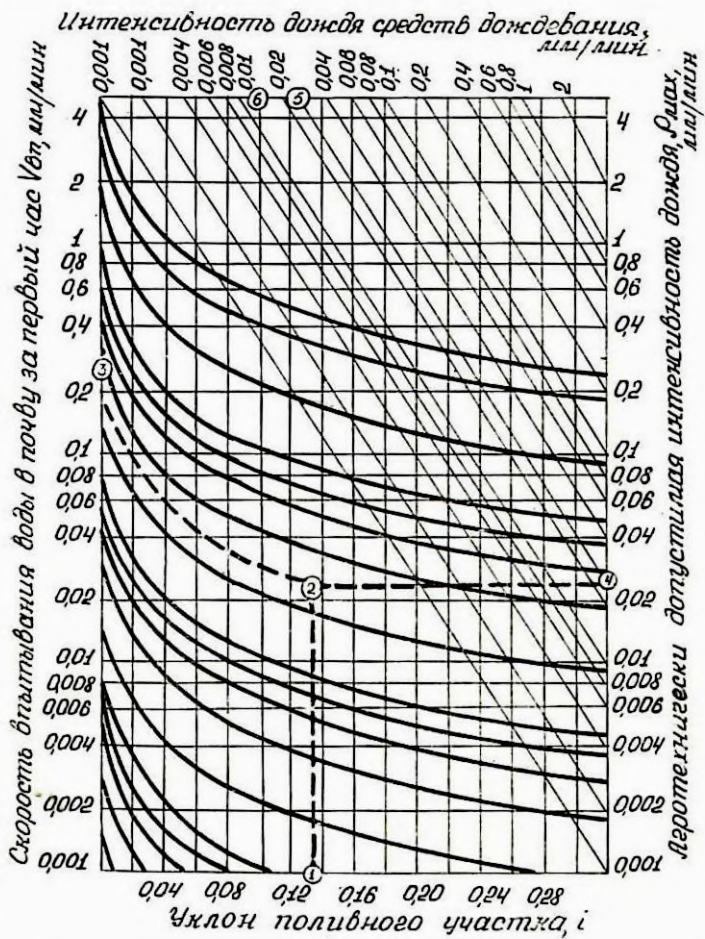
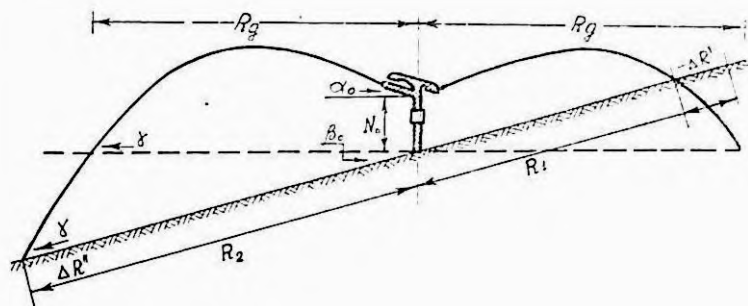


Рис. 1. Номограмма определения интенсивности дождя в зависимости от местных условий.



Р и с. 2. Особенности распределения дождя при поливе аппаратом на скважинах: R_1 — нижняя зона; R_2 — верхняя зона; β_0 — угол наклона аппарата; α_0 — угол наклона дождевальной струи к горизонтальной проекции; γ — угол падения дождевальной струи ($45-55^\circ$); N_0 — высота стойка аппарата; R_g — радиус эффективного действия аппаратом.

В технологии орошения дождеванием для равномерного увлажнения почвы орошаемого участка и исключения возможного образования стока и эрозии большое значение придается компоновке оросительной системы и расстановке дождевальных аппаратов на трубопроводах.

Таблица 3

Угол наклона дождевального аппарата в зависимости от крутизны склона

Крутизна склона, α		Угол наклона дождевального аппарата, β , град.	Крутизна склона, α		Угол наклона дождевального аппарата, β , град.
град.	i		град.	i	
2	0,035	1,5	20	0,363	14
5	0,087	4	25	0,466	15
10	0,267	8	30	0,577	17
15	0,267	11	35	0,700	19

Дальность полета дождевой струи и эффективность увлажнения почвы зависят от размещения дождевальных аппаратов на трубопроводах. На участках с уклонами до 0,08 дождевальные аппараты на поливных трубопроводах размещают по двум схемам: квадрату и треугольнику. Обозначив через l расстояние между соседними аппаратами на одном трубопроводе и через b расстояние между трубопроводами (рис. 3), получим уравнения:

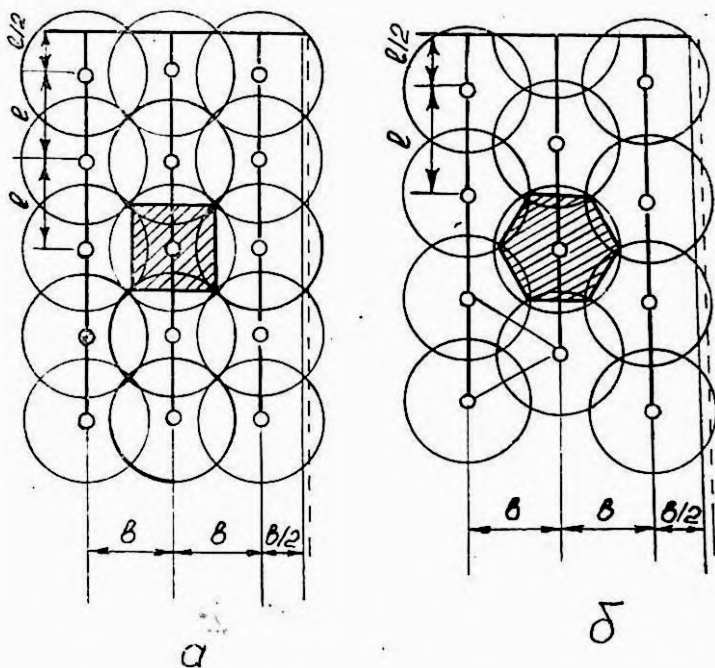


Рис. 3. Схемы расстановки дождевальных аппаратов: а — по квадрату; б — по треугольнику.

при поливе по кругу и расстановке аппаратов по квадрату:

$$b = l = K_{сж} \cdot R \sqrt{2} \cdot f = 1,42 \cdot K_{сж} \cdot R \cdot f, \text{ м}, \quad (3)$$

при поливе по кругу и расстановке аппаратов по треугольнику:

$$b = 1,5 \cdot K_{сж} \cdot R \cdot f; \quad l = 1,73 \cdot K_{сж} \cdot R \cdot f, \text{ м}, \quad (4)$$

где R — радиус полета струи при требуемом давлении воды в насадке по характеристике дождевального аппарата.

На дальность струи и форму площади орошения влияет ветер. При безветренной погоде форма орошаемой площади представляет собой круг с радиусом R , а при ветре — эллипс, у которого большая ось a совпадает с направлением ветра, а малая b уменьшается или сжимается. При расстановке аппаратов на закрытой сети орошения влияние ветра на равномерность полива участка учитывается коэффициентом, который равен 1,0—0,9 при ветре со скоростью от 0 до 1,0 м/с и 0,85—0,79 при ветре со скоростью от 1,5 до 2,5 м/с.

При размещении дождевальных аппаратов на трубопроводах с уклонами более $0,15$ (8°) следует переходить на секторное их размещение (рис. 4.). Угол φ разворота

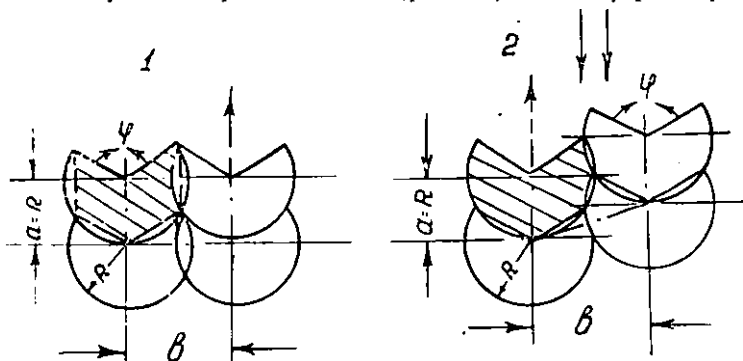


Рис. 4. Схемы размещения дождевальных аппаратов на повышенных уклонах: 1 — при размещении по квадрату; 2 — при размещении по треугольнику.

дождевального аппарата (сектора) зависит от крутизны склона. При уклоне склона 0,15 он равен 280° , при 0,3— 240° , при 0,6— 210° . Расстояния между соседними аппаратами будут меняться от $l=R$ до $l=1,72 R$, а между трубопроводами b — от $1,73 R$ до $1,86 R$.

При подборе дождевальных аппаратов на системы орошения или дождевальных машин в соответствии с впитываемостью почв необходимо ориентироваться на среднюю интенсивность дождя дождевальных машин, установок или аппаратов.

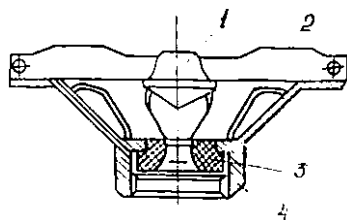
ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ НАСАДКИ И АППАРАТЫ

Насадки и аппараты разделяют на короткоструйные (радиус действия до 10 м), среднеструйные (до 35 м) и дальнеструйные (свыше 35 м). Расход воды насадками и аппаратами зависит от площади выходного отверстия насадка, напора воды, формы отверстия и способа подвода воды к соплу:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5)$$

где Q — расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$; ω — площадь живого сечения, м^2 ; g — ускорение свободного падения, $9,8 \text{ м}^2/\text{с}$; H — напор воды, м; μ — коэффициент расхода воды (для дефлекторных насадок — 0,8—0,9; для щелевых — 0,68—0,75; среднеструйных аппаратов — 0,94—0,99).

Дефлекторные насадки (рис. 5) устанавливаются на двухконсольных дождевальных машинах ДДА-100М, ДДА-100МА, «Кубань», а также могут применяться на стационарных си-



Р и с. 5. Дефлекторные насадки: 1—дефлектор; 2—планка; 3—сменное сопло; 4—корпус.

стемах при поливе овощных культур, газонов и парников.

Аппарат дождевальный типа АД-1 (рис. 6) применяется для дождевания овощных, газонов, парников, а также комплектуется с дождевальной машиной «Волжанка». Расход воды аппаратом 1 л/с при рабочем давлении 40 м вод. ст. На закрытых стационарных системах

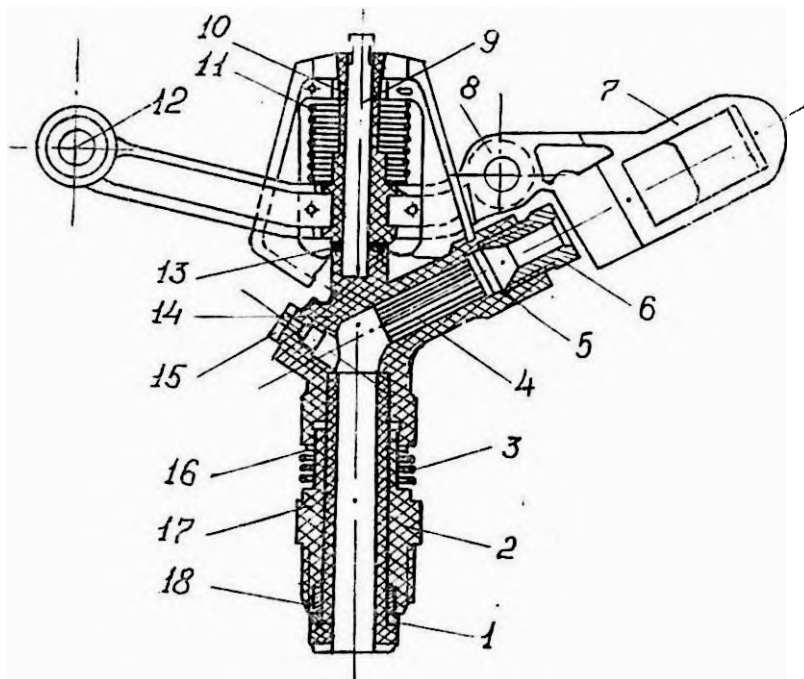


Рис. 6. Дождевальный аппарат типа АД-1: 1 — шайба; 2 — штуцер; 3, 11 — пружины; 4 — стабилизатор; 5 — ствол; 6 — сопло; 7 — коромысло; 8, 12 — вставки; 9 — ось; 10 — колпак; 13 — резиновое кольцо; 14 — корпус; 15 — пробка; 16 — корпус-кольцо; 17 — втулка; 18 — гнанд-букса.

АД-1 работает при давлении от 10 до 40 м вод. ст. Радиус полива без перекрытия капель дождя 12—15 м.

Среднеструйные дождевальные аппараты (табл. 4) чаще всего применяются на дождевальных машинах и установках, а также на стационарных системах дождевания. По приводу вращения ствола аппараты делятся на коромысловые, с активной гидравлической турбиной, реактивные и с независимым источником привода. К среднеструйным дождевальным аппаратам относятся «Роса» — 1, 2, 3, ДКШ-64.00.60, «Фрегат» — серии 1, 2, 3, 4, 5-концевой дальнеструйный (рис. 7).

Аппараты «Роса» по конструкции однотипные, но отличаются друг от друга по габаритам, расходу воды, производительности и числу сопел.

С изменением давления воды в сети ниже оптимального дальность полета струи сокращается. Для аппаратов «Роса-3» дальность полета струи при давлении 450 КПа составляет 30 м, при 500—600 КПа—35—40 м.

Дальнеструйные дождевальные аппараты по принципу вращения ствола при поливе разделяются на коромысловые — ударные, привод от активной гидротурбины, реактивные, вакуумные и с приводом, зависящим от источника энергии. Применяют на стационарных системах дождевания (ДДА-2, ДД-15, 30, 50, 80), дождевальных машинах ДДН и др. Аппараты могут работать по кругу и сектору. Частота вращения ствола аппарата не должна превышать 2 м/с. Если частота вращения ствола большая, может произойти изгиб струи, при котором уменьшается дальность ее полета. Полив дальнеструйными аппаратами без вращения ствола запрещается, так как образуются лужи.

Дождевальные аппараты типа ДД бывают односопловые (ДД-15 и ДД-30) и двухсопловые (ДД-50 и ДД-80). Они могут работать как по кругу, так и по сектору. Устанавливают их на вертикальные трубчатые стояки на весь поливной сезон.

Таблица 4

Техническая характеристика среднеструйных дождевальных аппаратов

Показатели	«Роса»			ДКШ- 64.00.060	ДМ «Фрегат» серии				
	1	2	3		1	2	3	4	Б-коп- цевой
Расход воды, л/с	0,45-- 1,25	1,0-- 3,4	2,5-- 9,5	1,0	0,12-- 0,57	0,36-- 0,85	0,82-- 0,75	2,16-- 3,4	5,5-- 14,2
Рабочий напор, м	20--50	20--50	25--60	35--40	14--35	18--42	18--50	30--50	42--70 32,5
Радиус по край- ним каплям, м	13--21	15--28	23--25	18--19	11--13	13--17	16--24	20--30	35,5
Средний слой дож- дя без перекры- тия, мм/мин	0,051-- 0,054	0,083-- 0,084	0,090-- 0,150	0,056	0,032-- 0,077	0,045-- 0,060	0,06-- 0,094	0,102-- 0,083	0,100-- 0,215
Частота вращения стволы, об/мин	0,25-- 0,50	0,25-- 0,50	0,25-- 0,50	0,50-- 0,75	0,75-- 0,10	0,25-- 0,50	0,25-- 0,50	0,25-- 0,50	0,25-- 0,50
Диаметр сопла, мм:									
основного	6, 7, 8	5, 7 8, 9	10, 12 14, 16 18	7	3,18 3,97 4,37 5,16 5,56	4,66 6,16 5,56	6,35 7,14 8,73 9,53	9,53 10,32 11,11 11,11	12,70 15,88 17,46 19,05 7,94
вспомога- тельного	—	7	7	3	—	2,38 3,18	4,76 5,56	5,56	9,53 6,35 7,94 8,73
вспомога- тельного	—	4	4	—	—	—	—	—	—

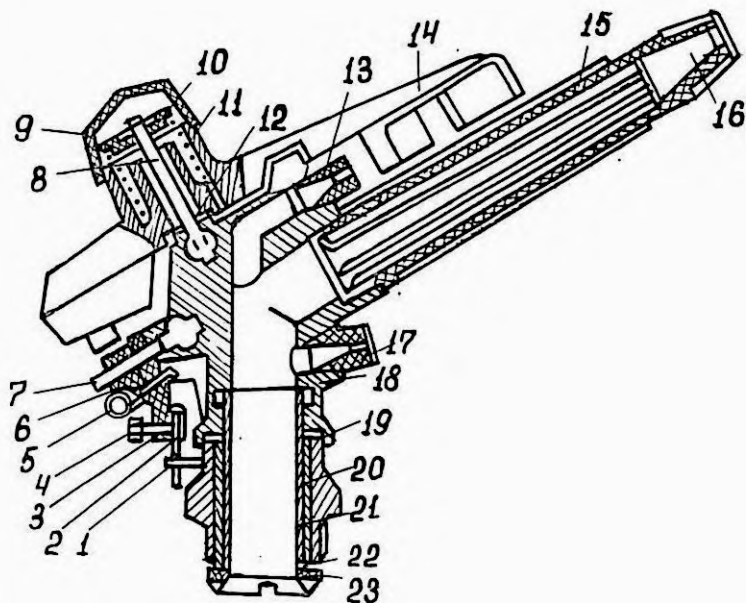


Рис. 7. Среднеструйный дождевальный аппарат «Роса-3»: 1 — стопорное кольцо; 2 — стержень; 3 — рычаг; 4 — винт; 5 — пружина; 6 — упор; 7, 8 — ось; 9 — колпачок; 10 — фиксатор; 11 — возвратная пружина; 12 — шайба; 13, 17 — вспомогательные сопла; 14 — коромысло; 15 — ствол; 16 — основное сопло; 18 — корпус; 19 — основание; 20 — втулка; 21 — стакан; 22 — фторопластовая шайба; 23 — резиновая шайба.

Аппараты типа ДД имеют одинаковую конструкцию, но различаются производительностью и дальностью полета струи (табл. 5). Из сопла вода в виде струи выбрасывается вверх под углом 30° к горизонту. В воздухе она равномерно по длине распадается на капли. Перед соплом расположена турбина, лопасти которой входят в струю на 7—10 мм. Под действием струи турбина вра-

Таблица 5

Техническая характеристика дальнеструйных дождевальных аппаратов

Показатели	Аппараты				
	ДА-2	ДД-15	ДД-30	ДД-50	ДД-80
Расход, л/с	11—20	5,5—17,5	15—30	30—50	50—80
Рабочий напор, м	50—60	50—70	50—70	70	70
Радиус полива по крайним каплям, м	35—45	40—55	50—70	65—70	70—80
Средний слой дождя без перекрытия, мм/мин	0,17—0,19	0,066—0,110	0,114—0,117	0,130—0,195	0,195—0,239
Частота вращения ствола, об/мин	0,35—0,50	0,15—0,20	0,15—0,20	0,20	0,20
Диаметр сменных сопел, мм: основных вспомогатель- ных	22, 25, 28 —	16, 22, 26 —	26, 30, 34 —	32, 34, 40 16	40, 46, 52 16
Присоединительный размер стояка, мм	труба Ø90 с фланцем 14,7	труба Ø110 15,0	со спе- циальным фланцем 15,5	труба Ø133 23,5	со спе- циальным фланцем 25,5

щается с частотой до 5000 об/мин, ее вращение через червячные передачи передается на механизм поворота ствола аппарата.

КОМПЛЕКТ ИРРИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КИ-50 «РАДУГА»

В комплект оборудования входят водопроводящий трубопровод, дождевальное оборудование и насосная станция, подающая воду в распределительный трубопровод, из которого через гидранты вода поступает в рабочий трубопровод. Строительство участков орошения сводится к подготовке участка, раскладке и монтажу трубопроводов. Эксплуатация системы заключается в отключении, переноске и подключении на новой позиции дождевального крыла.

Техническая характеристика ирригационного оборудования КИ-50 «Радуга»

Расход воды, л/с	47
Производительность за час чистой работы при норме 600 м ³ /га, га	0,28
Напор, м	45
Средняя интенсивность, мм/мин	0,27
Площадь полива, га	1,04
Площадь, обслуживаемая за сезон, га	50
Обслуживающий персонал, чел.	3
Масса (без СНП), кг	9400

Продолжительность полива на одной позиции при различных поливных нормах приведена в таблице 6.

ДВУХКОНСОЛЬНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДДА-100М И ДДА-100МА

ДДА-100М и ДДА-100МА — однотипные машины, вторая создана на базе первой и отличается лишь усовершенствованными узлами, повышенным расходом во-

Таблица 6

Продолжительность полива на одной позиции оборудованием
КИ-50 «Радуга»

Поливная норма, м ³ /га	Время полива, ч, мин	Поливная норма, м ³ /га	Время полива, ч, мин
900	5 ч 30 мин	600	3 ч 43 мин
800	4 ч 56 мин	500	3 ч 05 мин
700	4 ч 19 мин	400	2 ч 28 мин

ды, лучшей проходимостью, увеличенной мощностью са-
моходной опоры.

В хозяйствах Чуйской долины имеется более 850 ма-
шин, которые орошают дождеванием 65% посевов са-
харной свеклы, ее семенников и других культур.

Техническая характеристика двухконсольных дождевальными машин

	ДДА-100М	ДДА-100МА
Расход воды, л/с	100	130
Полный напор, м	26,5	37,0
Габаритные размеры (м) в рабочем положении:		
длина	5,5	6,28
ширина	110,3	110,3
высота	4,6	4,83
Скорость движения маши- ны, км/ч:		
рабочая — вперед	0,445	до 1,030
рабочая — задний ход	0,565	0,575
транспортная	4,300	4,550
Слой осадков за 1 проход машины, мм:		
вперед	6,7	3,8
назад	5,3	6,8
Обслуживающий персонал, чел.	1	1

Таблица 7

Производительность ДДА-100МА при 7-часовой рабочей смене, га

Длина гона, м	Потери воды на увлажнение воздуха, %	Поливная норма, м ³ /га					
		500	600	700	800	900	1000
150--200	10	4,21	3,60	3,15	2,80	2,52	2,23 ⁹
	20	3,74	3,20	2,80	2,49	2,24	2,05
200--300	10	4,42	3,75	3,26	2,89	2,59	2,39
	20	3,93	3,34	2,90	3,47	2,30	2,09
300--400	10	4,57	3,87	3,34	2,95	3,64	2,35 ⁹
	20	4,06	3,44	2,97	2,62	2,35	2,1

Дождевальная машина состоит из пространственной фермы с открылками и дождевальными насадками, рамы для крепления на тракторе ДТ-75М, насосной установки, гидросистемы управления, системы освещения и гидроподкормщика. К нижним узлам фермы в средней части приварены трубчатые открылки длиной от 0,3 до 1,4 м. на концах которых установлены 52 дефлекторных разбрызгивающих насадка с отверстиями диаметром 12—14 мм. На концах фермы поставлены два струйных насадка диаметром 19,5 мм с отражательными лопатками.

Полив сельскохозяйственных культур машиной ДДА-100МА производится по трем технологическим схемам.

Схема 1. Дождевальная машина начинает полив с головы временного оросителя и работает на первом бьефе. Во время последнего прохода по этому бьефу заполняется водой второй бьеф. Полив участок, ДДА-100МА пересезжает к голове следующего оросителя. При такой схеме работы наблюдаются малые потери воды, но большие холостые перегоны машины.

Схема II. Временный ороситель заполняется водой и ДДА-100МА начинает работу с конца оросителя. Во время полива последнего бьефа заполняется водой следующий ороситель. Завершив полив участка, машина переезжает в хвост следующего оросителя. При такой схеме работы повышается коэффициент рабочего времени машины на поливе, но в оросителях увеличиваются потери воды.

Схема III. Полив производится одновременно на двух оросителях, попеременно, на первом с головы, а на втором с хвоста. При такой схеме работы в голове оросителей требуются трубчатые переезды.

Продолжительность чистой работы ДДА-100МА на временном оросителе зависит от рабочего расхода машины, поливной нормы, потерь воды на испарение в период полива и площади, подвешенной к оросителю.

$$t = \frac{m}{0,06 \cdot Q \cdot \beta}, \quad (6)$$

где t — продолжительность полива площади, подвешенной к оросителю, мин; m — поливная норма, м³/га; Q — расход машины, л/с; β — коэффициент потерь воды на испарение, %.

ДАЛЬНЕСТРУЙНАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА ДДН-70

ДДН-70 предназначена для полива дождеванием с забором воды из открытой или закрытой оросительной сети. Машина навешивается на тракторы ДТ-75 и Т-74. Она состоит из рамы, на которую крепятся основные узлы машины: насос-редуктор, карданный вал, всасывающий трубопровод, газоструйные вакуум-аппараты, червячный редуктор, механизм поворота с дождевателем, насос, гидроджорщик.

Полив машиной ДДН-70 можно производить по кругу (при прямоугольной и треугольной расстановке машины) и по сектору. При незначительном ветре рекомендуется полив по кругу, а при скорости ветра 1—3 м/с по сектору или прямоугольнику. Наиболее распространена схема полива по кругу с расстоянием между позициями 100×100 м, а при работе по сектору — 100×55 м. Принцип работы заключается в следующем: машина перемещается вдоль первого оросителя до конца поливного участка, с позиции на позицию, а возвращается вдоль следующего оросителя. Площадь полива позиции с учетом перекрытия равна 0,94 га.

Таблица 8

Показатели работы машины ДДН-70 при различных схемах полива

Показатели	Полив по кругу			Полив по сектору	
	треугольная схема		прямоугольная схема 70×90	треугольная схема	
	100×110	90×100		100×55	90×50
Расстояние между оросителями, м	100	90	70	100	90
Площадь полива с одной позиции с учетом перекрытия, га	0,94	0,84	0,63	0,55	0,45
Средняя интенсивность дождя с учетом перекрытия, мм/мин	0,25	0,25	0,35	0,50	0,50

Продолжительность работы ДДН-70 на одной позиции зависит от поливной нормы, рабочего расхода воды машиной или интенсивности дождя:

$$t = \frac{0,1 m}{\beta \cdot \rho}, \text{ мин,} \quad (7)$$

Продолжительность полива, мин, по кругу на позиции
машинной ДДН-70

Поливная норма, м ³ /га	Потери воды на увлажнение воздуха, %	Полив по кругу			Полив по сектору	
		треугольная схема		прямоугольная схема 70×90	треугольная схема	
		100×110	90×100		100×55	90×50
400	10	87	97	71	62	51
	15	82	102	75	66	54
600	10	161	117	87	76	62
	15	170	111	82	71	58
800	10	215	156	116	102	83
	15	227	147	110	94	78

где t — время работы на позиции, мин; m — поливная норма, м³/га; ρ — интенсивность дождя, мм/мин; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при поливе, %.

На практике для определения продолжительности полива можно пользоваться данными таблицы 9.

Сменная производительность дождевальнoй машины ДДН-70 определяется по зависимости:

$$\omega_{см} = \frac{3,6 \cdot Q \cdot t_{см}}{m} K_{см} \cdot \beta, \quad (8)$$

где ω — производительность полива за смену, га; $t_{см}$ — производительность за 7-часовую смену; m — поливная норма, м³/га; $K_{см}$ — плановый коэффициент сменной загрузки; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение, %.

Коэффициент плановой сменной загрузки машины составляет от 0,79 (при $m=400$ м³/га) до 0,84 (при $m=800$ м³/га).

Производительность ДДН-70 за 7-часовую смену: при $m=400$ м³/га — 2,92 га, при $m=600$ м³/га — 2,04 га, при $m=800$ м³/га — 1,56 га.

ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА ДКШ-64 «ВОЛЖАНКА»

Машина «Волжанка» применяется для орошения любых низкостебельных культур при однородном рельефе с общим уклоном до 0,02. Она состоит из двух поливных крыльев, расположенных по обе стороны водопроводящего трубопровода. Каждое крыло имеет до 32 опорных колес.

Высокая производительность «Волжанки» и хорошее качество полива обеспечиваются при правильной организации поливного участка и ее работы. Магистральный трубопровод можно располагать вдоль и поперек уклона. На повышенном уклоне не допускается строительство магистрального трубопровода с наклоном к основному уклону. Наиболее часто применяемые схемы работы машин «Волжанка» приведены на рис. 8.

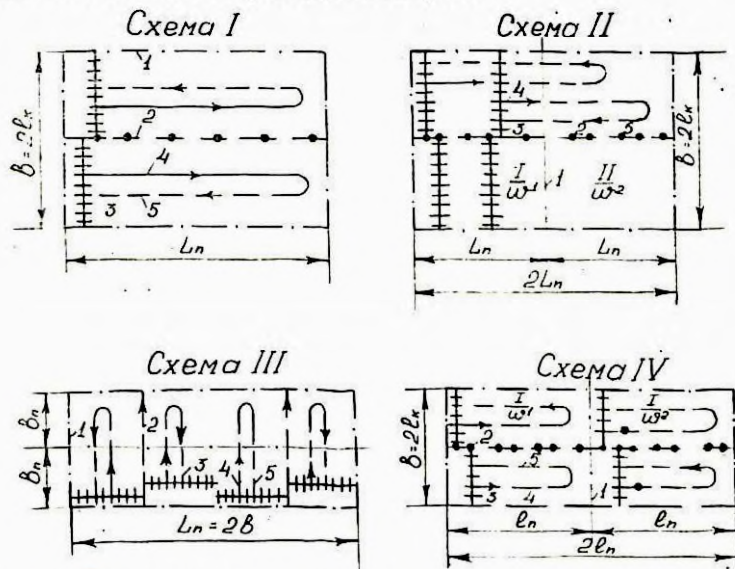


Рис. 8. Технологические схемы работы дождевальной машины «Волжанка».

Схемы работы:

Схема I. «Волжанка» работает на одном поливном участке и крылья ее перемещаются в одном направлении, в другом — холостой перегон.

Схема II. «Волжанки» работают спаренно на одном водопроводящем трубопроводе одна за другой через гидранты.

Схема III. «Волжанки» работают на одном севооборотном поле поперек основного вытянутого участка.

Схема IV. «Волжанки» работают на одном поле с перемещением одна другой навстречу или наоборот.

Таблица 10

Краткая техническая характеристика модификаций
дождевальной машины «Волжанка»

Показатели	ДКШ-64-800, базовая	ДКШ-56-700	ДКШ-48-600	ДКШ-40-400	ДКШ-32-400	ДКШ-24-300
Ширина захвата двух крыльев, м	800	700	600	500	400	300
Расход воды, л/с	64	56	48	40	32	24
Напор на гидранте, м:						
без уклона	42	40	39	38	37	36
при уклоне	50	47	45	43	41	39
Средний слой дождя, мм/мин	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Расстояние между позициями, м	18	18	18	18	18	18
Число дождевальных аппаратов	65	56	48	40	32	24
Площадь полива на одной позиции, га	1,44	1,26	1,08	0,90	0,72	0,54
Скорость передвижения, м/мин	9	9	9	9	9	9
Масса машины, кг	5420	4840	4260	3580	3100	2520

Продолжительность работы «Волжанки» на одной стоянке определяется по формуле 9:

$$t = \frac{m}{\rho \cdot \beta}, \text{ мин,} \quad (9)$$

где m — поливная норма; ρ — интенсивность дождя; β — потери воды на испарение.

Плановые коэффициенты использования сменного времени для машин «Волжанка» составляют: для поливных норм 400—500 м³/га — 0,79—0,81; для поливных норм 600—800 м³/га — 0,83—0,85.

Таблица 11

Продолжительность стоянки машины «Волжанка» на позиции для обеспечения поливных норм, мин

Потери воды на испарение, %	Продолжительность стоянки, мин, при поливных нормах					
	300	400	500	600	800	1000
5	118	158	197	236	313	394
10	124	166	208	249	330	415
15	132	186	220	263	350	440

Таблица 12

Производительность ДКШ-64 «Волжанка» при 7-часовой рабочей смене, га

Поливная норма, м ³ /га	Длина установки, м				
	2×400	2×350	2×300	2×250	2×200
400	2,86	2,55	2,25	1,93	1,59
600	2,01	1,78	1,54	1,31	1,06
800	1,54	1,36	1,18	0,99	0,80

ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА ДФ-120 «ДНЕПР»

Машина «Днепр» предназначена для полива любых культур дождеванием на участках с уклоном до 0,02. Она состоит из водопроводящего пояса 448 м, расположенного на 17 опорных тележках, ферм, на каждой из которых установлено по два дождевальных аппарата «Роса-3», электропривода и передвижной электрической станции, смонтированной на колесном тракторе ЮМЗ-6Л с ходоуменьшителем СН-5А. На трактор навешен трехфазный синхронный генератор.

Дождевальная машина работает фронтально-позиционно. Она забирает воду на дождевание из открытой оросительной сети или закрытого трубопровода (120 л/с, напор 45—50 м) и поливает площадь, равную $460 \cdot 54 \text{ м}^2$, или около 2,5 га. После того как машина выдала требуемую поливную норму, полив прекращается. Для переезда на новую позицию оператор подъезжает на тракторе к дождевальной машине, перекрывает штурвалом подачу воды на насосной станции или гидранте, ждет пока через сливные клапаны полностью сольется из трубопровода вода после отсоединения от источника водоподачи. Затем отодвигает на «Днепре» телескопическое соединение к неподвижной трубе и подключает электрическую станцию, расположенную на подсоединительном трубопроводе, к коробке передач. После этого включает электрическую станцию и перемещает «Днепр» на другую позицию. Скорость движения машины 0,49 км/ч.

Продолжительность работы дождевальной машины на позиции зависит от поливной нормы. Так, чтобы вылить норму $300 \text{ м}^3/\text{га}$, время стоянки равно 105—110 мин, для нормы $400 \text{ м}^3/\text{га}$ — 140—146 мин, для нормы $600 \text{ м}^3/\text{га}$ — 210—220 мин.

Коэффициент плановой сменной загрузки $K_{\text{см. пл.}}$ для машины «Днепр» равен 0,76—0,80.

Производительность машины за час чистой работы

при поливной норме $400 \text{ м}^3/\text{га}$ составляет $0,97 \text{ га}$, при норме $600 \text{ м}^3/\text{га}$ — $0,65 \text{ га}$, а за 7-часовую смену — соответственно $5,05$ и $3,59 \text{ га}$.

ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ФРЕГАТ»

Широкозахватная многоопорная автоматизированная дождевальная машина «Фрегат» (рис. 9) предназначена для орошения многих сельскохозяйственных культур в соответствии с агротехническими требованиями и условиями ее применения. В Киргизии она хорошо зарекомендовала себя на дождевании многолетних трав, сахарной свеклы, семенной свеклы, зерновых, кукурузы и культурных долголетних пастбищ.

«Фрегат» представляет собой неподвижную опору — самоходный трубопровод на опорах-тележках, перемещающийся по кругу от давления воды. Машина обеспечивает широкий диапазон поливных норм — от 240 до $1200 \text{ м}^3/\text{га}$, которые устанавливаются оператором на кране-задатчике. На каждой самоходной тележке имеется гидравлический привод, обеспечивающий движение ее по кругу с разной угловой скоростью за счет синхронизации движения тележек. На водопроводящем трубопроводе установлены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия.

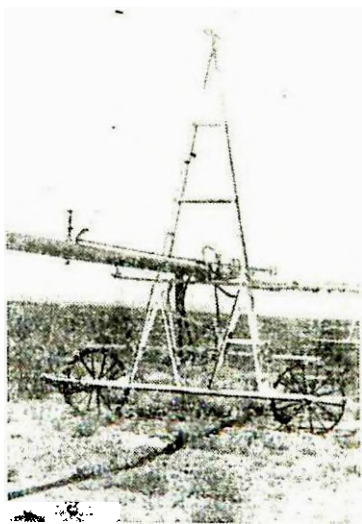


Рис. 9. Дождевальная машина «Фрегат».

На конце трубопровода машины концевой дальнеструйный аппарат кругового действия. Количество дождевальных аппаратов, так же как и самоходных опор-тележек, определяется модификацией машины.

Для поддержания водопроводящего трубопровода в вертикальном положении и для увеличения жесткости его в горизонтальной плоскости машина снабжена системой тросовых растяжек. Для поддержания водопроводящего трубопровода в заданных пределах все тележки машины, кроме последней, оснащены автоматической системой регулирования скорости движения. В случае аварийной ситуации (изгиб трубопровода в горизонтальной плоскости) регулятор скорости увеличивает или уменьшает подачу воды в гидроцилиндр, изменяя тем самым скорость движения тележки.

Машина обеспечена двумя системами защиты: электрической или гидравлической и механической. Механическая защита, кроме основного ее назначения, может замедлять скорость последней тележки, давая возможность остальным тележкам автоматически вывести машину на нормальное рабочее положение.

Водопроводящий трубопровод соединен с поворотным коленом неподвижной опоры и является центром орошаемого поля.

Дождевальные машины типа ДМУ делятся на два подтипа — ДМУ-А и ДМУ-Б. Машина ДМУ-А предназначена для сложного горного рельефа, имеющего резкие переломы местности между тележками. Резкие перегибы трубопровода обеспечиваются гибкими вставками мягких патрубков. Повышенная гибкость трубопровода в машинах типа ДМУ создается за счет своеобразной тросовой подвески типа «люльки».

Техническая характеристика модификаций машин «Фрегат» приведена в таблице 13.

Высокое качество полива машиной «Фрегат» обеспечивается обычно в безветренную погоду или при ветре

Техническая характеристика модификаций машины «Фрегат»

Показатели	ДМ-454-100	ДМ-454-70	ДМ-454-50	ДМ-424-90	ДМ-424-70	ДМ-424-50	ДМ-394-80	ДМ-395-55	ДМ-365-6S	ДМ-335-58
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Производительность за час чистой работы при поливной норме 300 м ³ /га	1,13	0,82	0,59	1,08	0,84	0,61	0,96	0,67	0,83	0,70
Ширина захвата (длина трубопровода), м	453,5	453,5	453,5	423,9	423,9	423,9	394,3	394,3	364,7	335,1
Расход воды, л/с	90—100	70	50	90	70	50	80	55	68	58
Напор на гидранте, м	65	57	49	63	55	49	58	50	53	50
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,31	0,23	0,18	0,30	0,25	0,19	0,29	0,22	0,28	0,26
Площадь, орошаемая на одной позиции, га	72	72	72	64	64	34	55	55	48	30,5
Минимальное время полного оборота машины при максимальной скорости, ч	51,0	51,0	51,0	47,5	47,5	47,5	44,0	44,0	40,5	37,0
Минимальная поливная норма, м ³ /га	240	175	125	240	185	125	233	160	210	190
Число секций	16	16	16	15	15	15	14	14	13	12

со скоростью до 3,5—4,0 м/с. При повышении скорости ветра качество полива ухудшается за счет сноса дождя. Опыты в Чуйской и Иссык-Кульской долинах показывают, что коэффициент эффективного однородного слоя дождя по длине захвата поля машиной составляет: в безветренную погоду — 0,985—0,990; при ветре 2,5—3,0 м/с — 0,891—0,900; 4,7—5,2—0,811—0,820. При скорости ветра больше 6,0 м/с коэффициент сноса дождя равен 0,628—0,686. На основе этого дана оценка качества полива при ветреной погоде: давление воды 0,650—0,750 МПа, при скорости ветра 0,0—3,0 м/с — отличное; 3,0—4,0—хорошее; 4,0—4,5 — удовлетворительное; при 4,5—5,0 м/с — допустимое.

У машины «Фрегат» выдаваемая поливная норма зависит от скорости вращения вокруг неподвижной опоры. Скорость вращения машины для вылива требуемой поливной нормы оператор задает ручным краном-задатчиком, установленным на водопроводящей линии гидросистемы концевой тележки. На циферблате крана-задатчика имеются буквенные обозначения О, А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, каждому из которых при нормальном рабочем напоре воды соответствуют свои выдаваемые поливные нормы и скорость вращения машины. Поливные нормы m , выдаваемые «Фрегатом» в зависимости от скорости вращения, можно определить по формуле 10:

$$m = \frac{86,4Q}{\beta \cdot \mu \cdot F \cdot v}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (10)$$

где Q — расход машины, л/с; F — площадь полива с одной позиции, с учетом работы концевого аппарата; v — скорость вращения машины, об/сут; β — коэффициент, учитывающий испарение воды при поливе; μ — коэффициент пробуксовки машины, равный 0,9÷1,0.

Для увязки межполивного периода с продолжительностью полного оборота дождевальнoй машины «Фрегат» можно пользоваться формулой 11:

$$T = \frac{m_0 \cdot \omega \cdot \beta}{Q \cdot t_1 \cdot K_{см}}, \text{ сут}, \quad (11)$$

где T — продолжительность полного оборота машины, сут; m_0 — поливная норма «нетто», м³/га; ω — площадь дождевания с работой концевой аппаратуры, га; Q — расход воды машиной, л/с; β — коэффициент, характеризующий потери воды на испарение; $K_{см}$ — коэффициент сменной загрузки дождевальной машины; t_1 — числовой коэффициент, равный при круглосуточной работе машины 86,4, при двухсменной — 57,6, при односменной — 28,8.

Для перевода продолжительности оборота машины «Фрегат» в часы необходимо число оборотов умножить на 24.

На сменную и сезонную производительность «Фрегата» оказывают влияние организация труда оператора-поливальщика и технология полива орошаемого участка, в зависимости от природно-климатических условий в которых она применяется. Высокая сменная и сезонная выработка машиной гектаро-поливов обеспечивается своевременными техническими уходами и обслуживанием в период эксплуатации. Факторы, оказывающие влияние на сменную и сезонную производительность, учитывают с помощью коэффициентов: $K_{см}$ — сменной производительности технологического процесса; $K_{см.пл.}$ — сменной плановой загрузки; $K_{пл.сут.}$ — плановой суточной загрузки (односменной, двухсменной, суточной — трехсменной или 10—12-часовой); $K_{сб}$ — перебазировки машины на одну или две позиции.

При расчете плановой сезонной загрузки гектаро-поливов на машину необходимо учитывать число вынужденных простоев в связи с недопустимым ветровым режимом $K_{сез-пл.}$

Коэффициенты предназначены: $K_{см}$ — при расчете норм выработки для оплаты труда оператора-поливальщика; $K_{см.пл.}$ — при расчете нормативов для планирования сменных норм выработки в хозяйствах; $K_{сут.пл.}$ —

для проектирования эксплуатационных графиков полива и определения нормативов сезонной нагрузки на машину (с учетом K_B и $K_{\text{сез.пл.}}$).

Нагрузка на одного оператора-поливальщика (при обязательном обеспечении мотоциклом): в равнинных условиях — 1 человек на 3—4 «Фрегата», в предгорных — 1 человек на 2—3 «Фрегата» и в горных — 1 человек на 2 «Фрегата».

Производительность «Фрегата» за смену определяют по формуле 12:

$$\omega_{\text{с.м.}} = \frac{3,6 \cdot Q \cdot t_{\text{с.м.}}}{t} \cdot K_{\text{с.м.пл.}} \cdot \beta, \text{ га}, \quad (12)$$

где $\omega_{\text{с.м.}}$ — норматив сменной производительности, га; Q — расход машины (машин), л/с; $t_{\text{с.м.}}$ — продолжительность смены, ч (общая — 8 ч, чистого рабочего времени — 7 ч); t — поливная норма, м³/га (выданная агрономом).

Таблица 14

Коэффициенты, учитывающие использование времени при поливе дождевальными машинами «Фрегат»

Марка и модификация машины	Поливные нормы, м ³ /га	Коэффициенты			
		$K_{\text{с.м.}}$	$K_{\text{с.м.пл.}}$	$K_{\text{сут.пл.}}$ при работе	
				одно-сменной	двухсменной
ДМ-454-100	300—800	0,90	0,86	0,83	0,75—0,80
ДМ-424-90	300—800	0,92	0,87	0,84	0,76—0,81
ДМ-394-80	300—800	0,93	0,88	0,84	0,76—0,82
ДМ-365-78	300—800	0,94	0,90	0,86	0,78—0,84
ДМ-335-58	300—800	0,94	0,91	0,86	0,78—0,84

Оценка ветровой деятельности показывает, что во всех орошаемых зонах республики «Фрегат» можно использовать при трехсменной работе, круглосуточно. Кратковременные периоды двухсменной работы могут

быть в Прииссыккулье, Кочкорской впадине, Таласской долине.

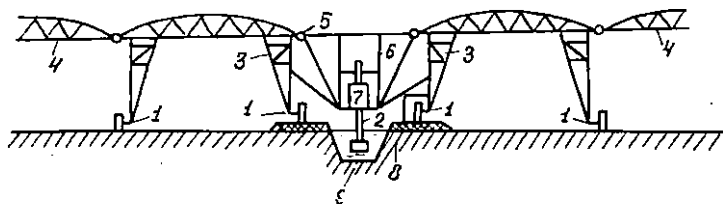
Число суток с недопустимым ветровым режимом, при котором невозможен полив машиной «Фрегат», в Западном Прииссыккулье и Кочкорской впадине в апреле составляет 3—4, в июне—июле — 0,5—1 и в августе — сентябре — 1—2. Ориентировочно коэффициент, характеризующий гарантированные условия полива, для Чуйской долины составляет 0,963—0,980, Западного Прииссыккуля — 0,761—0,849, Восточного Прииссыккуля — 0,883—0,906, долин Внутреннего Тянь-Шаня — 0,783—0,820, Таласской долины — 0,827—0,846, высокогорных долин — 0,350—0,470.

ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «КУБАНЬ»

«Кубань» представляет собой многоопорную автоматизированную электроприводную самодвижущуюся машину с автономной энергетической установкой. Площадь обслуживания одной машиной в Киргизии составляет 120—130 га. Лучше всего машины зарекомендовали себя в групповом использовании — по 8—10 шт. на одном массиве орошения. Массивы орошения должны иметь малые уклоны.

Водопроводящий трубопровод машины состоит из 14 шарпирно связанных между собой пролетов и двух консольных концевых участков по 25 м. Фермы трубопровода подняты и установлены на 16 опорных ходовых тележках, что обеспечивает полив культур высотой до 3 м (рис. 10). На концевых опорных тележках сооружены мачты для крепления вантовой подвески консольных трубопроводов и установки осветительных приборов.

Каждая опорная тележка имеет два приводных колеса с пневмошинами и приводится в действие от имеющихся на ней электродвигателя, моторного червячного



Р и с. 10. Дождевальная машина «Кубань»: 1 — мотор-редуктор; 2 — всасывающая труба; 3 — топливный бак; 4 — водопроводящий трубопровод; 5 — шарнир; 6 — рама; 7 — дизельный агрегат с генератором; 8 — устройство автоматического снижения хода машины; 9 — бетонный канал.

редуктора, двух трансмиссионных карданных валов и двух колесных червячных редукторов. Все 14 пролетов ферм трубопровода и консольные участки расположены на одной прямой линии, перпендикулярной оси канала и плоскости ходовых колес каждой тележки.

Силовой агрегат дождевальной машины (дизель, центробежный насос и генератор) смонтирован на общей раме, подвешенной к верхним конструкциям трубопровода между 8 и 9-й тележками (расстояние между ними 6 м). Расстояние от нижней плоскости рамы до верхней кромки канала около 500 мм. Генератор обеспечивает работу всех 16 электродвигателей опорных тележек, электроавтоматики, а также защиты агрегатов и узлов машины. На 8 и 9-й тележках установлены два топливных бака, система электрозащиты и др.

На водопроводящем трубопроводе установлены 294 низконапорные дефлекторные дождевальные насадки. Трубопровод оборудован сливными клапанами.

Коэффициент эффективного использования полива достигает 0,82, а коэффициент земельного использования — 0,98. Энергоемкость ЭДМФ «Кубань» составляет 735 Вт на 1 час. Коэффициент использования суточного рабочего времени при водозаборе без перемычек — 0,84,

с перемычками — 0,78. Минимальная глубина воды в подводящем канале должна быть не меньше 0,75 м. Допускается кратковременное понижение уровня воды в канале до 0,6 м. Ширина канала по верху должна быть не более 3,88 м.

Для проезда ЭДМФ «Кубань» вдоль канала необходимо предусматривать профилированную с уплотнением дорогу.

Основной особенностью применения машины «Кубань» является полив с разной скоростью движения, что позволяет подобрать различные технологические схемы, обеспечивающие вылив требуемых поливных норм. Машина «Кубань» за один проход может выдать поливную норму от 6 до 65 мм/мин. Поскольку ЭДМФ «Кубань» имеет сравнительно высокую среднюю интенсивность дождя (1,2 мм/мин), поливы следует проводить сниженными нормами за несколько проходов. Для почв тяжелого механического состава разовую поливную норму 600—700 м³/га можно обеспечить в 3—4 приема по 150—230 м³/га.

Технология внесения поливной нормы машиной «Кубань» включает изменение скорости движения в зависимости от поливной нормы, которая обеспечивается специальным устройством.

Схема 1. Полив участка производится за один или несколько циклов — приемов. Каждый цикл состоит из четырех этапов: *а* — полив максимально допустимой нормой до середины участка; *б* — движение без полива на максимальной скорости до конца участка; *в* — после перенастройки машины движение в обратном направлении с поливом той же нормой; *г* — движение без полива к исходному положению.

Схема применяется при переменной подаче воды в канал, избыток воды при этом следует аккумулировать в канале.

Схема 2. Технология полива включает три цикла ра-

боты машины: *а* — полив максимально допустимой нормой осуществляется от начала до конца участка; *б* — в конце участка машина стоит до подсыхания почвы; *в* — после перенастройки ЭДМФ на максимальной скорости без полива движется в обратном направлении.

Вода в канал подается только на первом этапе.

Схема 3. Применяется при частых поливах малыми нормами. Полив производится в движении в обоих направлениях. Подача воды в канал не прекращается.

Схема 4. Технология работы включает схему 1, но на циклах *а* и *в* полив производится максимально возможной нормой, а на *б* и *г* — минимальной. В начале, середине и конце поля производится перенастройка машины на другой режим работы. Подача воды в канал не прекращается.

Схема 5. Машина в исходном состоянии должна находиться на середине поля. Любое ее движение совмещается с поливом. Цикл *а* — движение машины к началу участка обеспечивает допустимую выдачу поливной воды без стока; *б* — ЭДМФ движется в обратном направлении, выдает ту же норму. За два челночных хода машина выдает полную поливную норму. На второй половине поливного участка циклы работы повторяются.

Для Киргизской ССР могут применяться любые технологические схемы полива. Каждая из них выбирается из условий экономии поливной воды, которая теряется на испарение при дождевании.

Техническая характеристика ЭДМФ «Кубань»

Ширина захвата, м	800
Расход воды, л/с	165—170
Номинальный напор на входе в машину, МПа	0,34—0,31
Насос	Д-500-65
Двигатель	К-272

Мощность двигателя, кВт	121,3
Генератор	ЕСС5-82-4У2
Мощность генератора, номинальная, кВт	30
Мощность электродвигателя, номинальная, кВт	1,2
Дождевальные аппараты, дефлекторные, шт.	294
Слой осадков за один проход, мм	5,5—6,5
Расстояние между оросителями, м	800
Средняя рабочая скорость движения машины, м/мин:	
максимальная	2,2
минимальная	0,22
Производительность за час чистой работы при поливной норме 600 м ³ /га, га	1,0
Клиренс многоопорной фермы, м	2,7
Расстояние между опорными тележками, м	52,5
Уклон канала:	
без перемычки	0,0001
с перемычкой	0,01
Максимально допустимый уклон поля вдоль машины	0,02

При строительстве оросительных каналов для ЭДМФ «Кубань» применяются сборные железобетонные лотки и блоки.

СИСТЕМЫ ДОЖДЕВАНИЯ И СХЕМЫ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Состав системы и ее элементы

В систему дождевания входят: источник орошения (оросительные каналы, бассейны зарегулированного стока, буровые скважины), водозаборные узлы или сооружения, средства создания напора воды в трубопроводы для машин или аппаратов (насосные станции или камеры),

водопроводящие трубопроводы (магистральные, распределительные, поливные), арматура на сети, полевые сооружения, дождевальные машины или аппараты.

В настоящее время системы дождевания строят автономно в пределах одного хозяйства на севооборотном массиве или участке. Для работы дождевальной системы, в зависимости от источника орошения, хозяйство выделяет определенные расходы воды.

Оросительная способность водоисточников

При поливе дождеванием важно, чтобы источник орошения на протяжении работы системы обеспечивал потребным расходом воды насосную станцию и дождевальную технику. Обычно оросительная способность водоисточника показывает площадь, которую можно оросить забираемой из него водой. При выделенном лимите воды из канала или скважины на орошение проектируемой площади оросительную способность можно определить по формуле 13:

$$F = Q \cdot K_{\text{сут}} \cdot \eta / q \cdot \beta, \quad (13)$$

где F — площадь, которую можно полить из данного водоисточника, га; Q — расход воды, л/с; $K_{\text{сут}}$ — коэффициент суточной загрузки дождевальной системы; η — КПД системы дождевания; q — ордината гидромодуля в напряженный поливной период, л/с, га; β — потери воды на испарение.

Если система дождевания подвешена под бассейн суточного регулирования (БСР) или пруд, то оросительную способность можно определить по формуле 14:

$$F = W / M_{\text{ор}}, \quad (14)$$

где W — рабочий объем воды в источнике, м³; $M_{\text{ор}}$ — оросительная норма, м³.

При использовании подземных вод на орошение приходится решать две задачи: определять площадь при

известном дебите водозабора и затем рассчитывать расход скважины и их потребное количество на орошение указанной площади. Для этого можно пользоваться формулой 15:

$$Q = \frac{F \cdot q \cdot \beta}{K_{sym} \cdot \eta} \quad (15)$$

После установления оросительной способности водосточника на площади, подлежащей орошению, размещают подобранную технику полива и проектируют закрытую оросительную сеть. При этом определяют расчетные расходы воды водозаборного узла, насосной станции, на магистральный, распределительный и поливные трубопроводы.

Расчетный расход (нетто) водозаборного узла, подающего воду на насосную станцию и на площадь орошения, определяют по формуле 16:

$$Q_{II} = q \cdot F. \quad (16)$$

Максимальный расход воды (л/с) определяют по максимальной ординате гидромодуля:

$$Q_{max} = q_{max} \cdot F. \quad (17)$$

Он нужен для увязки пропускной способности водозаборного узла с расходами воды насосной станции и техники полива. При этом должно соблюдаться равенство расходов воды, рассчитанных по гидромодулю (Q_p), с подобранными по марке насосных агрегатов и по принятой дождевальной технике полива ($Q_{г.м}$):

$$Q_p = Q_{н.с} = Q_{г.м}. \quad (18)$$

Как показывают расчеты и проекты, потребные расходы воды дождевальными машинами обычно больше, чем рассчитанные по гидромодулю. Поэтому при проектировании систем дождевания расходы воды принимаются по технике полива. Но для того, чтобы снизить их величину до рассчитанных по гидромодулю, приходится устанавливать циклы и такты работы дождевальной техники полива в межполивные периоды. При этом продолжительность полива (мин) при позиционной работе (T_n)

в зависимости от поливной нормы рассчитывается по формуле 19:

$$T_n = 16,7 \frac{mF \cdot \beta}{Q_{\partial \cdot m}} \quad (19)$$

Продолжительность полива (сут) при непрерывном поливе на поливном участке дождевальной техникой будет

$$T_{\partial \cdot m} = \frac{mF\beta}{t_0 \cdot Q_{\partial \cdot m} \cdot K_{\text{сут}}}, \quad (20)$$

где t_0 — коэффициент числа секунд в рабочем времени: при односменной работе — 28,8, при двухсменной — 57,6, при трехсменной — 86,6.

По формуле 20 определяют продолжительность полива при одно-, двух- и трехсменной работе в межполивных периодах режима орошения и записывают их в таблицу 15.

Таблица 15

Фактическая продолжительность полива дождевальной техникой полива при разных рабочих сменах

№ полива	Дата начала полива	Дата конца полива при работе машинно-смен			Продолжительность полива, сут, при работе машинно-смен			Поливная норма, т, м ³ /га
		1	2	3	1	2	3	

Данные таблицы 15 сравнивают с межполивными периодами режима орошения. Если $T_{\partial \cdot m} < t$ межполивного периода режима орошения, определяют возможное число рабочих смен в сутках, а по нему число циклов и тактов работы дождевальной техники. Расчеты ведут по напряженному поливному периоду за июнь — август. Если время полного полива T составит $T \cdot 2 \leq t$ межполивного периода режима орошения, система дождевания и техника полива могут долго простаивать. Тогда сле-

дует технологический режим работы полива изменить на циклический по тактам. При этом в расчетах следует учитывать время на технологическое обслуживание техники полива — 1 сутки. По принятому режиму работы техники полива с учетом КПД сети и тактов работы машин подбирают расходы воды для расчета оросительной сети.

Расход магистрального трубопровода (л/с) устанавливают по формуле 21:

$$Q_{м.м} = \frac{F \cdot m_{max} \cdot \beta}{t_0 \cdot T \cdot K_{сум}} \quad (21)$$

Полученный расход воды сравнивают с расходом принятой дождевальной техники полива. Он должен быть кратным числу одновременно работающих дождевальных машин или группы аппаратов.

$$Q_{м.т} = N \cdot Q_{г.м} \quad (22)$$

где N — число подвешенных или одновременно работающих дождевальных машин или группы аппаратов.

Если система дождевания имеет распределительные и поливные трубопроводы, к которым подключены машины, тогда расчетный расход каждого трубопровода $Q_{тр}$ будет равен:

$$Q_{тр} = N \cdot Q_{г.м} = \frac{Q_{м.м}}{n} \quad (23)$$

где n — число одновременно работающих трубопроводов, к которым подключены машины или аппараты.

Число одновременно работающих дождевальных машин можно определить по формуле 24:

$$N = F_p / \Delta \omega_{сут} \cdot t \quad (24)$$

где F_p — площадь орошаемого участка, подвешенная под трубопровод; $\Delta \omega_{сут}$ — площадь орошения техникой полива за рабочие смены или сутки (га); t — продолжительность межполивного периода (сут).

При водохозяйственных расчетах под дождевальную технику полива приходится учитывать производительность полива, чтобы она в межполивной период соответствовала полному обороту машины.

Схемы размещения закрытой оросительной сети

Закрытая оросительная сеть представляет собой систему трубопроводов с размещенной на них арматурой. Тип схемы оросительной сети определяется местоположением источника орошения под массивом, размером,

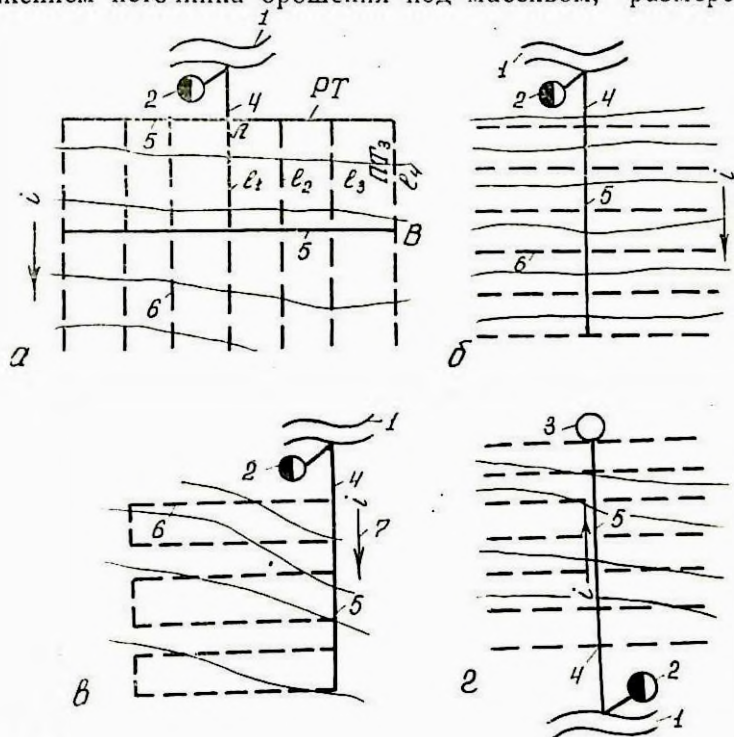


Рис. 11. Схемы закрытой оросительной сети: а, б, г — с двухсторонним расположением поливных трубопроводов; в — с односторонним расположением поливных трубопроводов; 1 — источник орошения; 2 — насосная станция; 3 — бассейн суточного регулирования; главный (4), распределительный (5) и поливной (6) трубопроводы; 7 — направление уклона.

конфигурацией участка и его уклоном. Закрытая оросительная сеть может быть самонапорной, с механической подачей воды насосной станцией, комбинированной и смешанной (рис. 11).

Самонапорные системы дождевания включают водозаборный узел, размещенный выше массива орошения, где разность отметок местности обеспечивает самотечно по трубопроводу напоры воды дождевальным машинам или аппаратам. Чем круче уклон и больше перепад отметок местности, тем короче магистральный трубопровод, в котором аккумулируется естественная гидростатическая энергия воды, приводящая в работу дождевальные машины или аппараты.

В горно-предгорных районах имеются широкие возможности создания самонапорных систем дождевания. На рис. 12 показаны зоны образования напоров воды: 1 — зона малого напора воды — 1—10 м, пригодная для самотечного поверхностного полива по бороздам и по-

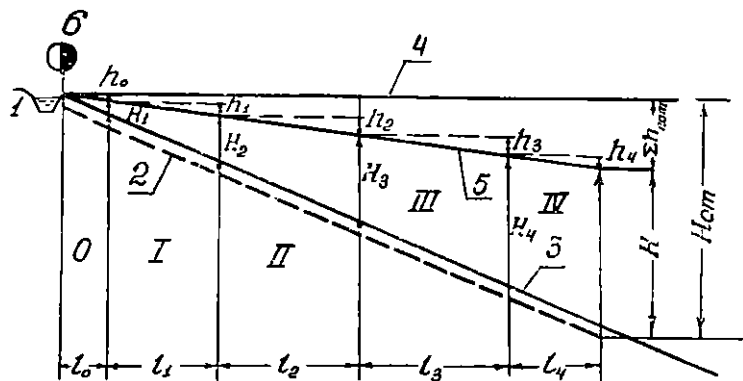


Рис. 12. Зоны образования напоров воды: 1 — подводящий канал на косогоре; 2 — магистральный трубопровод; 3 — поверхность земли; 4 — геодезическая разность отметок ($H_{ст}$); 5 — гидростатический напор; 6 — водозаборное сооружение.

лосам или для дождевания с подкачкой воды насосными станциями; 2 — зона полива короткоструйными дождевальными установками и аппаратами, требующими напора до 20—40 м; 3 — зона среднеструйных дождевальных аппаратов, где создается свободный напор 40—60 м; 4 — зона полива дальнеструйными дождевальными аппаратами и машинами, требующими напор больше 60 м.

Необходимый напор в узловых точках распределительного трубопровода или на гидранте дождевальных аппаратов определяется в самой дальней точке. Он зависит от свободного напора, разности отметок местности и потерь напора в сети. Для схемы, показанной на рис. 11 а, монотрихический напор в точке А равен:

$$h_A = (Z_B - Z_A) + h_{\xi} [\sum_i^3 if_i + if_4 l_4] + h_{св}, \quad (25)$$

где $Z_B - Z_A$ — разность отметок местности в точках А и В;

$\sum_i^3 if_i$ — потери воды на трение по длине трубопровода РТ;

$if_4 l_4$ — потери напора на трение по трубопроводу ПТ4; $h_{св}$ — свободный напор в точке В; ξ — потери напора местных сопротивлений в арматуре на участках А и В.

Длину напорного магистрального трубопровода можно определить по эмпирической формуле 26:

$$L = K_0 \frac{H}{i}, \quad (26)$$

где L — длина трубопровода, м; i — уклон трассы трубопровода или перепад отметок местности; H — свободный требуемый напор воды для дождевальной машины или аппарата в самых невыгодных условиях; K_0 — коэффициент, учитывающий потери напора по длине трубопровода и в арматуре (для стальных труб равен $1,26 \div 1,30$ и для неметаллических — $1,35 \div 1,40$).

В таблице 16 приведены ориентировочные длины магистрального трубопровода для создания напора воды в самонапорных системах дождевания.

Требуемая протяженность холостого магистрального трубопровода для создания напора воды при разных уклонах местности

Уклоны	Длина трубопровода, м, с применением труб							
	стальных, при требуемом напоре, м вод. ст.				неметаллических, при требуемом напоре, м вод. ст.			
	55	65	75	80	40	45	50	55
0,02	3465	4095	4725	5040	2700	3037	3375	3712
0,03	2309	2730	3650	3360	1800	2025	2250	2475
0,04	1732	2047	2362	2520	1350	1518	1687	1856
0,05	1386	1638	1890	2016	1080	1215	1350	1485
0,08	835	1023	1181	1260	675	760	851	927
0,10	693	819	945	1010	540	607	675	743
0,15	451	546	630	675	360	405	450	495
0,20	346	410	473	510	270	310	340	375

Подводящие каналы для водозаборного узла располагают по склону и выполняют из железобетонных лотков. Такие самонапорные системы дождевания состоят из подводящего лоткового канала; водозаборного узла, включающего водоприемную камеру; камеры очистки воды от наносов; камеры регулирования и стабилизации расходов в магистральный трубопровод; сбросной сети от излишков воды и для гидропромыва наносов; магистрального и поливного трубопроводов; дождевальных машин или аппаратов.

На системах с механическим водоподъемником строят бассейны суточного регулирования с камерой водозабора в магистральный трубопровод.

Расчетный напор, который должна создать насосная станция, определяется по формуле 27:

$$H = h_r - 1,5h_i, \text{ м}, \quad (27)$$

где H — требуемый напор насосной станции, м; h_r — геодезическое превышение бассейна суточного регулиро-

вания над насосной станцией: h_i — потери напора в трубопроводе.

Насосно-самотечно-напорные дождевальные системы можно устанавливать в предгорной зоне республики на склонах, имеющих повышенные уклоны $>0,05$. Недостатком этой системы является то, что за источником орошения в магистральном трубопроводе на определенной длине не хватает естественного напора воды для работы дождевальной техники полива. Поэтому для работы дождевателей, размещенных ближе к источнику орошения, применяется насосная станция малой мощности. По мере роста напора воды в трубопроводе насосные станции не требуются, система дождевания может работать как самонапорная. Преимущества этой системы — отсутствие холостой части магистрального трубопровода и высокий КЗИ.

Системы с механической подкачкой воды включают насосные станции, оборудуемые насосными агрегатами, водопроводящей сетью и дождевальными машинами или аппаратами. Насосные станции могут быть стационарные и передвижные, с электрическим и дизельным питанием. Для насосных станций применяются разные насосы: горизонтальные, вертикальные, консольные и др.

Комбинированные системы дождевания совмещают подъем воды из буровой скважины и подачу ее теми же насосами по трубопроводу к дождевальным машинам или аппаратам.

Смешанные системы дождевания обеспечивают перекачку воды насосом из источника орошения в резервуары или БСР, размещенные на склонах гор. Из последних вода самотечно по трубопроводу обеспечивает работу дождевальной техники полива. Водоподъем на склоны или повышенные командные отметки земли возможно осуществить по открытым каналам.

Для освоения предгорных склонов широкое применение в перспективе найдут смешанные насосно-самотеч-

ные напорные дождевальные системы, которые частично используют подкачку воды насосными станциями на первую группу поливных трубопроводов, а при достижении требуемого естественного напора работают как самонапорные. По мере нарастания гидростатического напора насосные станции должны снижать число оборотов насоса, а переход насосного режима на самотечный обеспечивается автоматизацией и сифонным водозаборным узлом. Такие системы дождевания экономичны — в 1,0—1,5 раза меньше потребляют энергоресурсов.

Схемы закрытой оросительной сети включают разное сочетание звеньев трубопроводов (магистральных, распределительных и поливных) и могут быть с двухсторонним и односторонним отводом (рис. 11). Как правило, младшие трубопроводы размещают под прямым углом по отношению к старшему. На участках с повышенными уклонами поливные трубопроводы необходимо располагать вдоль горизонталей местности, а распределительные или магистральные — поперек склона.

Расположение поливных трубопроводов по наибольшему уклону дает экономно металла на 8—10%, позволяет в большей степени использовать естественный напор для работы дождевальной системы.

Устойчивая работа систем дождевания обеспечивается средствами автоматизации от блоков управления.

В предгорных условиях Киргизии и на повышенных уклонах больше 0,01 широкое применение найдут незакольцованные дождевальные системы.

При выборе экономически выгодных вариантов схем размещения сети диаметр трубопроводов можно определить по формуле 28:

$$D = 1000 \sqrt{\frac{4Q}{n \cdot V}}, \quad (28)$$

где D — диаметр трубопровода, мм; Q — расчетный расход, м³/с; V — допустимая расчетная скорость воды в трубопроводе, м/с.

После установления наиболее выгодной схемы размещения закрытой оросительной сети и потребной арматуры по таблицам Ф. А. Шевелева производят гидравлические расчеты и определяют диаметр труб.

Для предотвращения разрушения трубопроводов от гидравлического удара и повышенного давления на них должны быть установлены гасители удара, предохранительные клапаны, клапаны для сброса воздуха (вантузы), регуляторы давлений, обратные клапаны и датчики для автоматического контроля и управления системой.

В связи с большим оснащением трубопроводов арматурой потери напора на преодоление местных сопротивлений иногда достигают 30—40% от общего напора, поэтому в расчетах их нельзя принимать по сложившемуся традиционному методу. Их надо определять расчетным путем.

На трубопроводах закрытой оросительной сети применяют полевые сооружения. К ним относятся распре-

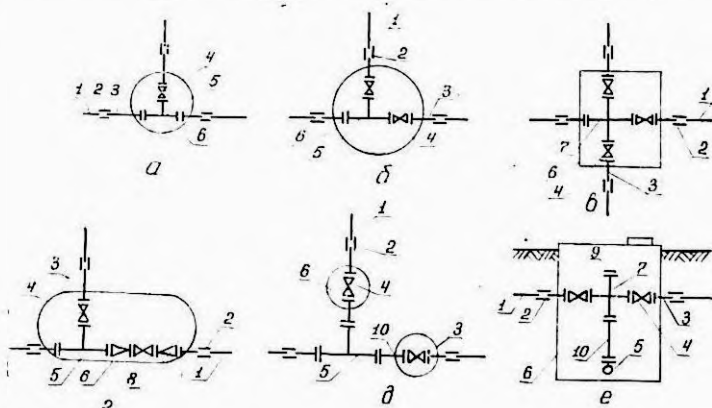


Рис. 13. Схема размещения колодцев на трубопроводах с арматурой: 1 — трубопровод; 2 — соединение труб (на асбестоцементных — муфтой; на стальных — фланцами); 3 — патрубок; 4 — задвижка; 5 — тройник; 6 — колодец; 7 — крестовина; 8 — переход; 9 — заглушка; 10 — стальная труба.

делительные, смотровые и опораживающие колодцы, упоры и др. Колодцы ставят в узлах водораспределения, в голове и на концевых участках трубопроводов, в местах сосредоточения приборов, устройств и арматуры, на резких перегибах труб и т. д. Их строят из железобетонных блоков и монолитного железобетона с перекрытиями, люком с замком и ходовыми скобами. Размеры колодцев зависят от числа, диаметра и типа размещаемой в них арматуры или приборов (рис. 13).

На закрытых системах дождевания применяют задвижки, фасонные части, переходную и соединительную арматуру, вантузы, смесители, датчики и обратные клапаны, а на автоматизированных — гидроэлектроуправляемые и электроуправляемые задвижки, электроконтактные манометры, расходомеры, датчики давлений, а также блоки программного управления.

Магистральный трубопровод в системе располагается по наибольшему уклону, а поливные — по наименьшему.

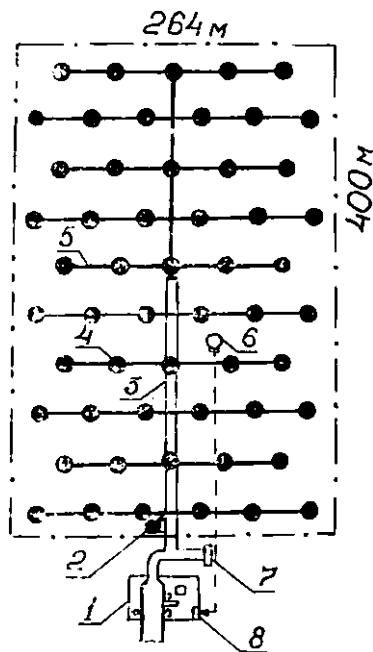


Рис. 14. Система синхронно-импульсного дождевания КСИД-10.

Синхронно-импульсная система дождевания

Синхронно-импульсная система дождевания (КСИД) состоит из на-

сосной станции 1, гидроподкормщика 2, магистрального 3 и поливных 5 трубопроводов, импульсных дождевателей 4, датчика полива 6, генератора командных сигналов 7 и пульта управления 8 (рис. 14).

В импульсном дождевании применяются аппараты «Роса-3». Полив — выдача импульсного дождя может быть одновременным на всей площади орошения или чередующимся с паузами и зависит от настроек работы генератора выдачи импульсов. Выплеск воды производится гидроаккумулятором (рис. 15) под действием сжатого воздуха. Гидроаккумулятор дождевателя представляет собой водовоздушный бак, разделенный перфорированным сводом и эластичной мембраной на две части. Нижняя часть предварительно заполняется сжатым воздухом. В верхнюю часть поступает вода. Гидроуправляемый запорный орган — поршневого типа. Генератор командных сигналов служит для периодического понижения давления в трубопроводной сети с целью создания сигнала, обеспечивающего одновременный выплеск импульсными дождевателями накопленного объема воды.

Датчик полива служит для автоматического включения или отключения насосной станции по показателю запаса влаги в почве.

Пульт управления оборудован контрольно-измерительной аппаратурой и

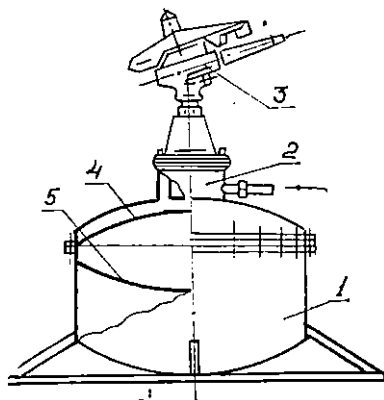


Рис. 15. Импульсный дождеватель «Коломна-15»: 1 — гидроаккумулятор; 2 — запорный орган; 3 — дождевальная насадка; 4 — перфорированный свод; 5 — эластичная мембрана.

приборами и позволяет управлять системой вручную или автоматически.

Системы дождевания машинами «Фрегат»

В систему дождевания «Фрегат» входят источник орошения с водозаборным узлом, средства создания напора воды в подводящем трубопроводе, водопроводящие трубопроводы, арматура на сети и дождевальные машины. Мощность источника орошения и подлежащая освоению площадь определяют тип системы по применению и использованию дождевальных машин, который может быть локальным (одиночные машины), кустовым (по 2, 3, 4 машины) и групповым (больше 5 шт.)

Одиночные «Фрегаты» устанавливают на небольших участках с водозабором из каналов или скважин. Подача воды на них обеспечивается передвижными СНП 75/100 или стационарными насосными станциями.

«Фрегат» размещают в центре орошаемого поля. Поливной участок не должен иметь препятствий для прохождения колес и опор дождевальной машины. Насосную станцию СНП 75/100 выносят к источнику орошения за зону влияния дождевальной машины. Для стыковки насосной станции с дождевальной машиной прокладывают водопроводящий трубопровод из стальных, чугунных, специальных, мелноративных, СТ, армированных железобетонных и других труб.

Одиночные «Фрегаты» можно размещать и без подводящего трубопровода. Для такой системы прокладывают лотковый канал ЛР-6 по середине поливного участка. Канал заглубляют в грунт, его кромка должна быть выше уровня земли не более 0,2 м. Водозабор на дождевальную машину, насосную станцию и неподвижную опору «Фрегата» объединяют в единый узел и размещают в центре поливного участка. Водозаборный узел состоит из двух камер — водоприемной и рабочей, около

которых размещают заглубленную в грунт на 0,5 м площадку под насосную станцию СНП 75/100. Около площадки строят неподвижную опору «Фрегата». Переезды колес дождевальнoй машины через лотковый канал обеспечиваются по мостикам, выполненным из плит П-2. Плиты П-2 за лотком необходимо закреплять бетонными поясками и засыпать грунтом для придания мягкого уклона.

Водоприемная камера выполнена из блоков КС-2.2 в виде колодца и с рабочей камерой соединена окном 60×60 см на высоте 1/3 от нормального горизонта воды. Лотковый канал с водоприемной камерой стыкуются по касательной.

Сброс излишней воды из рабочей камеры осуществляется через окно в лотковый канал. Сбросное отверстие размещается выше рабочей отметки горизонта воды в рабочей камере на 5—6 см.

Схема системы «Фрегат» при скважинных водозаборах с насосными станциями СНП 75/100 зависит от эксплуатационных запасов, дебитов и глубин залегания подземных вод. Количество скважин определяется расходом воды модификации «Фрегат». Если одна скважина не обеспечивает «Фрегат» требуемым расходом воды, а две или три взаимодействуют между собой, то они должны размещаться на расстоянии $2R$ — за зоной их взаимодействия (R — радиус взаимодействия скважин).

Степень взаимного влияния скважин зависит от расстояния между ними, мощности, водообильности и условий питания водоносного пласта, а также от характера водоносных грунтов и количества забираемой воды на орошение. Для расчета взаимодействующих скважин можно пользоваться методом наложения (суперпозиции) фильтрационных течений или суммы величин срезов понижений уровней грунтовых вод при эксплуатационных откачках. При двух или трех буровых скважинах, рабо-

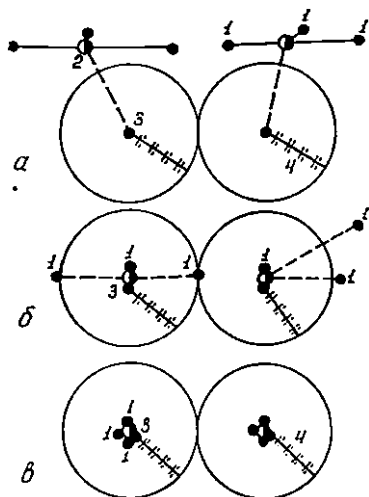


Рис. 16. Схемы размещения системы «Фрегат» с насосными станциями СНП 75/100: а — с размещением буровых скважин за пределами орошаемого поля; б — комбинированное размещение буровых скважин на поле; в — кустовое размещение скважин у опоры дождевальная машины.

экономия топлива на дизельных насосных станциях составляет 1,3—1,8 кг за час работы или за сезон до 1,5—2,0 т. Недостаток системы — большая потребность труб на водопроводящие трубопроводы и кабеля для автоматизации.

Схема 2. Буровые скважины размещают на границе и внутри орошаемого участка по диаметру площади захвата дождевальной машины, а насосную станцию — у

тающих на один «Фрегат», возможны три схемы их размещения (рис. 16).

Схема 1. Буровые скважины размещают за границей поливного участка (рис. 16 а). От каждой скважины до насосной станции прокладывают трубопроводы. У насосной станции устанавливают смеситель, выполненный в виде герметичной емкости из стальной трубы высотой 1000 мм, диаметром 1004 мм (ГОСТ 10706-76). Расходы воды скважин объединяют в смеситель. На смесителе устанавливают предохранительный клапан и пробковый кран. Такое соединение содержит насосную станцию в постоянном заливе и исключает затраты энергии на всасывание воды насосом. За счет этого

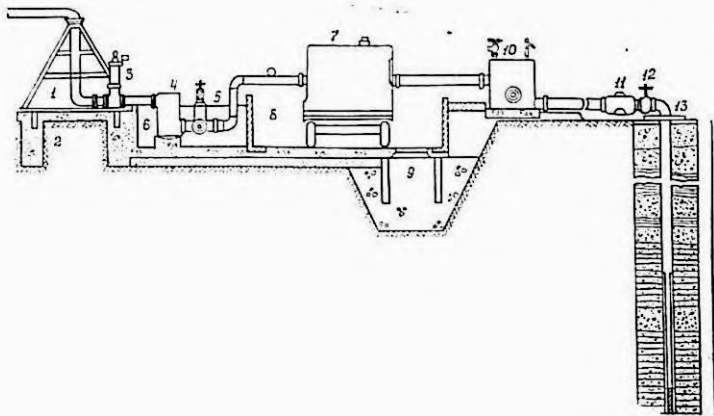


Рис. 17. Конструкция системы «Фрегат» с насосной станцией СНП 75/100 при кустовом водозаборе из скважины.

неподвижной опоры «Фрегат» (рис. 16 б). Насосную станцию СНП 75/100 устанавливают на заглубленную в грунт площадку.

Схема 3. Если гидрогеологические условия позволяют создать скважинные водозаборы кустового типа, обеспечивающие расходом воды один «Фрегат», лучше всего их размещать у неподвижной опоры дождевальной машины в центре орошаемого поля (рис. 16 в). Скважинные водозаборы объединяются трубопроводом в смеситель. Потребность труб на объединяющую водопроводящую сеть 25—30 пог. м.

Система дождевания (рис. 17) состоит из «Фрегата» 1, опоры 2, гидроэлектроуправляемой задвижки 3, фильтра 4, задвижки на отвод 5, колодца 6, насосной станции СНП 75/100 7, площадки 8 под насосную станцию, заглубленной в грунт, дренажного колодца 9, смесителя 10, обратного клапана 11, задвижек на скважинах 12, буровых скважин 13_{1,2,3}. Экономия металла на этой системе дождевания составляет 18—22 т.

Системы «Фрегат» при скважинных водозаборах с насосными станциями типа ЭЦВ применяют на кустовых скважинных водозаборах или одиночных — большой производительности. Для этого расчетным путем определяют расход воды скважиной или группой скважин; понижения уровня грунтовых вод при эксплуатационных откачках; количество скважин на систему дождевания; подбирают марку насоса; проектируют размещение элементов водозабора и рассчитывают остаточные напоры воды на выходе из скважин.

По расчетным данным проектируют водопроводящую систему дождевания с арматурой и определяют потери напора ξ в сети. Если остаточный напор воды на выходе из скважин $H_c \cdot \xi \geq H_{\text{ф}}$, больше или равен требуемому напору воды на «Фрегате», подкачной дополнительной насосной станции в системе дождевания не требуется. Если $H_c \cdot \xi \leq H_{\text{ф}}$, потребуется дополнительная насосная подкачная станция. Ориентировочно можно считать, что при кустовых скважинах с насосами ЭЦВ $12 \times 160 \times 65$, когда грунтовые воды залегают на глубине от 2 до 15 м, дополнительной насосной станции в системе дождевания не потребуется. При залегании грунтовых вод глубже 30 м потребуется дополнительная подкачная насосная станция. По этим показателям могут быть две схемы системы дождевания.

Схема 1 (рис. 18) применяется при условии $H_c \cdot \xi \geq H_{\text{ф}}$. Система состоит из одной или группы скважин 1, размещенных на расстоянии до 20—30 м друг от друга, оголовка в колодце (КС-2,5) 2. За выходным патрубком в колодце 2 установлены задвижка 3 и обратный клапан 4, соединенные трубопроводом 5 с колодцем 6 и трубой 7. Колодец 6 и труба 7 — элементы подкачной дополнительной насосной станции, где устанавливаются насосы типа ЭЦВ. Труба 7 подбирается по типоразмерам насоса. Свободные запасы от нижней части электродвигателя до дна трубы и от верхней части насоса до

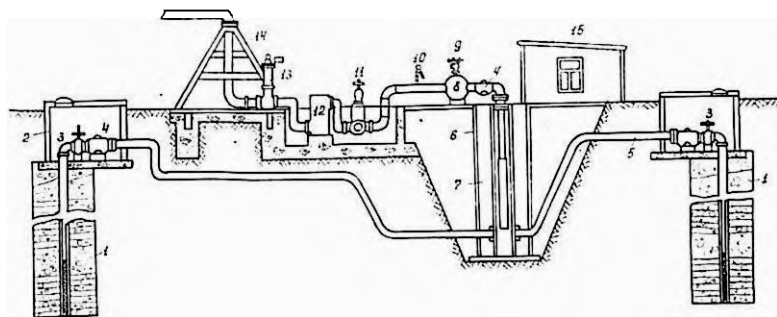


Рис. 18. Конструкция системы «Фрегат» при скважинных водозаборах с дополнительной насосной станцией типа ЭЦВ.

верха трубы должны быть по 35—50 см. Верхний запас предназначен для установки датчика «сухого» хода насоса, а нижний — для теплообмена воды. Пространство между трубой и кожухом насоса должно обеспечить свободный подход воды и равняться 50 мм и более. Трубопровод 5 должен подключаться к трубе 7 снизу, чтобы в процессе эксплуатации насос постоянно омывался новой водой. Труба 7 герметично закрывается крышкой в виде фланца с резиновым уплотнением на болтах и гайках. Оголовок насоса соединяется с баком-смесителем 8 (при кустовых скважинах), перед которым устанавливаются обратные клапаны 4. Бак-смеситель оборудуется предохранительным клапаном 9, пробковым краном 10 и с помощью водопроводящей трубы подключается к «Фрегату» 14. На водопроводящей трубе устанавливается задвижка 11 на отвод, затем фильтр 12 и гидроэлектроуправляемая задвижка 13. Шкафы управления 15 скважинными насосами и подкачной станцией размещаются на площадке у неподвижной опоры «Фрегата». Подвод электроэнергии к системе дождевания в зоне за-

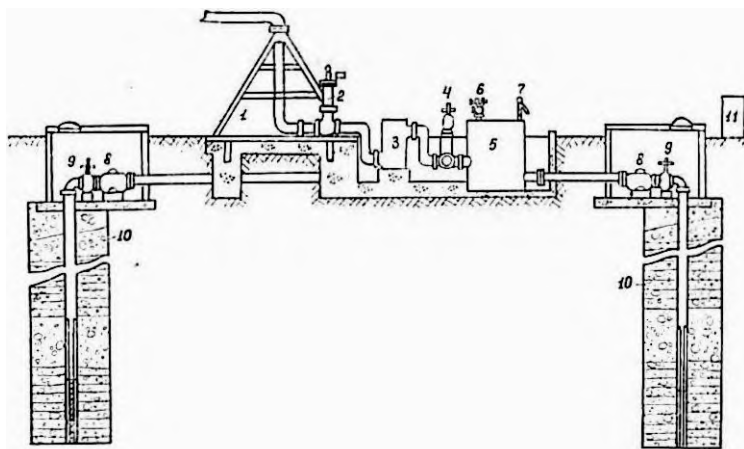


Рис. 19. Конструкция системы «Фрегат» при неглубоких скважинных водозаборах.

хвата машиной обеспечивается по силовому кабелю, проложенному под землей.

Система дождевания высвобождает штат обслуживающего персонала, сокращает трудозатраты при эксплуатации, способствует повышению производительности труда, исключает трубопровод, что позволяет экономить до 18 т металла.

Схема 2 (рис. 19) применяется при условии $H_c \cdot \xi \geq H_f$, т. е. при неглубоком залегании грунтовых вод. Система дождевания состоит из дождевальной машины «Фрегат» 1, гидроэлектроуправляемой задвижки 2, фильтра 3, задвижки 4 на отвод орошения «углов», смесителя 5, оборудованного предохранительным клапаном 6 и пробковым краном 7, обратными клапанами 8, задвижками на скважинах 9, скважины 10, шкафов 11 управления скважинными насосами. Скважины размещают рядом с неподвижной опорой «Фрегат». Электроэнергию

к насосному оборудованию подводят по силовому кабелю, проложенному под землей.

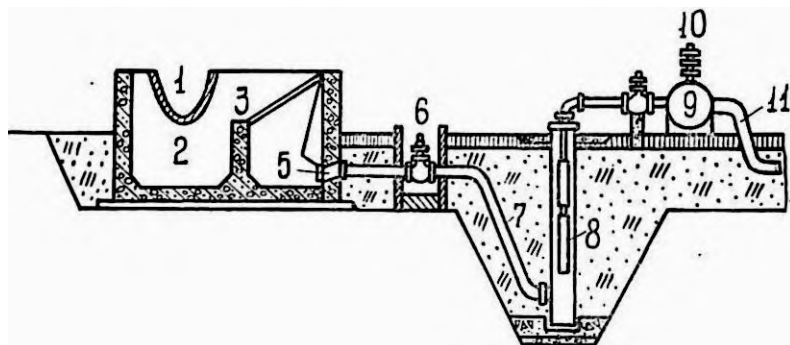
Система дождевания экономична, меньше потребляет энергоресурсов, исключает водопроводящий трубопровод, способствует повышению производительности труда оператора за счет управления всеми ее узлами, сосредоточенными у неподвижной опоры дождевальной машины.

Система дождевания «Фрегат» кустового типа — это группа до 5 шт. дождевальных машин, каждая имеет водопроводящий трубопровод, равный радиусу захвата. Трубопроводы питаются от общего коллектора, подключенного к одной насосной станции. Площадь орошения одной кустовой системой дождевания составляет от 100 до 300 га, которая часто совпадает с площадью севооборотного участка.

В состав кустовой системы дождевания «Фрегат» входят водозаборный узел с насосной станцией на источнике орошения, насосные агрегаты, водоприемно-раздаточный коллектор с арматурой, водопроводящие трубопроводы от коллектора до неподвижных опор дождевальных машин и дождевальные машины.

Водозаборный узел с насосной станцией (рис. 20) состоит из подводящего и отводящего лоткового каналов 1, водоприемной камеры 2, водосливного приподнятого порога с решеткой 3, рабочей камеры 4, всасывающих патрубков 5 с задвижками 6, заборных трубопроводов 7, размещенных в колодце с насосами ЭЦВ 8, коллектора 9 с предохранительным клапаном 10, напорной трубой 11.

Водоприемная камера рассчитывается из условий объема воды по времени добегаания, а также на время отложения крупных влекомых наносов. Решетка должна задерживать плавник и наносы крупностью больше 0,8 мм. Водоотводящий лоток размещается на отметке, обеспечивающей отвод только излишних расходов воды.



Р и с. 20. Водозаборный узел для кустовых систем «Фрегат» на лотковом канале.

Насосные станции для кустовых систем дождевания не требуют специальных зданий. Водопроводящая закрытая сеть и машины «Фрегат» хорошо вписываются в севооборотные поля, рационально обеспечивается загрузка оператора, что способствует снижению себестоимости получаемой сельскохозяйственной продукции. В точках водозабора на систему требуются небольшие расходы воды, что особенно важно для маловодных районов с жестким вододелением.

Групповые системы дождевания представляют группу дождевальных машин (от 5 до 10—18 шт.), установленных на одном массиве орошения и подвешенных к одному магистральному трубопроводу. В Киргизии построено несколько дождевальных систем с применением группового использования машины «Фрегат» и «Волжанка». Среди них наибольший интерес представляют: 1) самонапорная система группового использования «Фрегат» в колхозе им. Калинина Панфиловского района; 2) машинно-подкачивающая система дождевания «Фрегат» в урочище Кок-Джерты Тянь-Шаньского района; 3) групповая система «Фрегат» с насосной

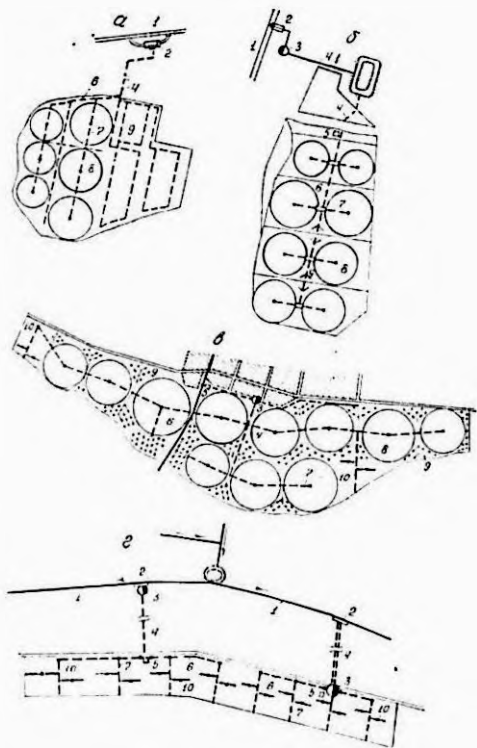
станцией «Интерсигма» и групповые системы «Волжанка» в совхозе им. Фрунзе Иссык-Кульского района; 4) система дождевания «Фрегат» в колхозе им. В. И. Ленина Аламединского района.

Самонапорная система группового использования машин «Фрегат» в колхозе им. Калнина Панфиловского района включает водозаборное сооружение, магистральный трубопровод, распределители в колодцах, поливные трубопроводы, арматуру на сети, дождевательные машины (5 шт.) и аппараты типа ДД-30 (рис. 21 а). Водозаборный узел имеет аэрационный колодец с отстойником на канале «Верхний» Аспаринской оросительной системы. Его назначение — забор, очистка и подача чистой воды в закрытую оросительную сеть системы. Очистка воды, забираемой из канала, производится отстойником, который исключает попадание плавающих и донных наносов. Водозаборное сооружение разделено на нижнюю и верхнюю часть железобетонными перфорированными плитами. На выходе камеры-отстойника размещается камера регулирования стабилизирующего расхода воды. Излишки воды из стабилизирующей камеры автоматически сбрасываются в сбросную сеть. Рабочий расход воды из стабилизирующей камеры поступает в напорную камеру, имеющую входной оголовок в магистральный трубопровод.

Для гашения ударной волны на системе применяются вантузы и предохранительные клапаны, установленные на переломных участках магистрального или распределительного трубопровода.

Удельная потребность труб на создание самонапорных систем дождевания — 50—60 пог. м на 1 га орошаемой площади. Удельные затраты на создание самонапорной системы дождевания «Фрегат» составляют 3.275—3.525 тыс. руб. на 1 га. В самонапорной системе дождевания полностью исключается энергопотребление.

Система дождевания «Кок-Джерты» состоит из во-



Р и с. 21. Схемы систем дождевания с групповым применением дождевальных машин: *а* — в колхозе им. Калинина Панфиловского района; *б* — в колхозе «Джаны-Талап» Тянь-Шаньского района; *в* — в совхозе им. Фрунзе Иссык-Кульского района (дождевальная машина «Фрегат»); *г* — в совхозе им. Фрунзе Иссык-Кульского района (дождевальная машина «Волжанка»); *1* — подводящие каналы; *2* — водозаборный узел; *3* — насосная станция; *4* — магистральный трубопровод; *4.1* — напорный подкачечный трубопровод; *5* — диспетчерский пункт; *6* — распределительный трубопровод; *7* — поливной трубопровод; *8* — «Фрегат»; *9* — дождевальные аппараты на трубах; *10* — «Волжанка».

дозаборного узла на реке Кок-Джерты с насосной станцией, которая подает воду в БСР — отстойник (рис. 21 б). Оттуда вода самотеком через систему колодцев, задвижек и гидрантов поступает к дождевальным машинам и аппаратам. Насосная станция состоит из четырех центробежных насосов 20Д-6 с высотой подъема 95 м. Бассейн-отстойник обеспечивает прием и отстой потребного количества воды для орошения земель массива «Кара-Тала». Водовыпуск магистрального трубопровода оборудован фильтром. На магистральном и распределительном трубопроводах построены смотровые и распределительные колодцы, гидранты для дождевальных машин и аппаратов. Гидранты выполнены из трубы диаметром 200 мм в виде стояков. На системе дождевания установлено 8 «Фрегат».

Групповая система «Фрегат» с насосной станцией «Интерсигма» (рис. 21 в) обслуживает поливом 860 га. Источником орошения являются Тору-Айгырский БСР и 12 буровых скважин. Вода из БСР и скважин поступает по лотковым каналам в водоприемную камеру насосной станции «Интерсигма». На массиве орошения установлено 11 шт. «Фрегат», 2 шт. «Волжанок» и около 900 шт. дождевальных аппаратов (рис. 21 г). Управление работой дождевальной техники осуществляется дистанционно с насосной станцией.

При создании групповых систем дождевания в Киргизии следует отдавать предпочтение наземному размещению насосных станций. Такие насосные станции обеспечат экономию капиталовложений при строительстве до 15—20%.

Для предотвращения резких изменений давлений воды в напорных трубопроводах насосной станции и оросительной сети необходимо предусматривать установку водовоздушных котлов (ВВК). Надежность работы ВВК зависит от диаметра подсоединительной трубы к коллектору оросительной сети. Для коллектора диаметром

500 мм соединительная труба должна иметь диаметр не меньше 320 мм, а для 400 мм — 256 мм.

На массиве групповой системы дождевания по возможности должны возделываться однотипные по потребности в воде сельскохозяйственные культуры, имеющие одинаковую продолжительность поливного периода. При разных водопотреблении растений и сроках полива осложняется автоматизация управления насосной станцией и в целом дождевальной системы, а при разных периодах вегетации будут неполностью использоваться насосное оборудование и поливная техника.

При групповом применении «Фрегатов» на одном массиве орошения не следует использовать внутри массива укороченные малые дождевальные машины на 7—9 тележках, если внешние машины имеют 15—16 тележек. Это осложняет обработку почвы и уборку урожая, так как внутри массива появятся участки разных сроков поливов.

Групповые системы дождевания на водозаборах и насосных станциях требуют больших сосредоточенных расходов воды — от 0,5 до 1,5—2,0 м³/с, поэтому такие системы эффективно применять на водообеспеченных оросительных системах с постоянными расходами. Работа групповой системы по тактам (сначала работает одна группа машин, затем — другая) должна обосновываться технико-экономическими расчетами с учетом технологии полива и затрачиваемых капиталовложений в насосную станцию и водопроводящую закрытую сеть.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ДОЖДЕВАНИЯ

Широкое развитие систем дождевания в орошаемом земледелии позволило сократить потери воды при поливах до 30—40%, высвободить значительное число поливальщиков, повысить производительность труда на по-

ливе в 3—4 раза, увеличить нагрузку поливальщику до 50—160 га, поднять урожайность на 25—30% по сравнению с поверхностным ручным поливом. Однако существующие системы дождевания далеко не исчерпывают их возможную эффективность.

Как показывает практика, чем больше система дождевания по количеству машин или аппаратов, тем больше появляется возмущающих факторов, отрицательно действующих на качество работы всего объекта, т. е. водозаборного узла — насосной станции — водопроводящей и распределительной сети машин или аппаратов. Порою дождевальные системы становятся малоэффективными из-за простоев, вызванных поломками или порывами на сети, недостатком воды, большей металло- и энергоемкостью и потребностью большего количества эксплуатационного персонала. Причиной этого являются заложенные в проекты традиционные типовые технические и технологические решения, часто без увязки режима работы системы дождевания с особенностями местности, технологическим оборудованием, организацией труда, большой производительностью насосных станций (на 1,2—2,5 м³/с), количеством культур в севообороте. Из-за этого построенные системы дождевания обычно работают в полном ручном режиме управления.

Между тем среди существующих способов полива дождевальные системы наиболее подготовлены к автоматизированному режиму работы, что важно для сокращения обслуживающего персонала и повышения эффективности орошаемого земледелия. Для этого необходимо, чтобы технологический процесс системы орошения был отработан и отлажен для автоматизированного режима; технологическое оборудование по уровню надежности и параметрам должно соответствовать своему назначению; все операции на системе должны быть механизированы и осуществляться без ручного вмешательства; эксплуатационная служба должна быть подготов-

лена и иметь соответствующую квалификацию; источник орошения должен удовлетворять насосную станцию и систему дождевания требуемыми расходами воды.

В существующих дождевальных системах подкачивающие насосные станции (ПНС) работают «по спросу», обеспечивая подачу воды в соответствии с потребностью ее для работы дождевальных машин. Первоначальное заполнение напорной сети водой осуществляется один раз за сезон.

Такой режим работы системы дождевания в Киргизии неприемлем. Он связан с большими потерями воды, недостатком ее в хозяйствах, работой системы дождевания только в дневное время. При кратковременных остановках машины ПНС работает в дежурном режиме, восполняя утечки воды. Частые остановки и пуски в работу системы требуют новых отработанных технологий, надежного оборудования, способного гибко осуществлять автоматизированный режим работы целого объекта.

При проектировании существующие системы дождевания оснащаются устаревшим оборудованием, часто отдельные узлы имеют ручное управление. Иногда оборудование комплектуется несоответствующими параметрами. Так, эжекторы имеют малые проходные сечения, которые нередко забиваются. На всасывающих линиях ПНС отсутствуют фильтровые устройства, решетки, камеры отстоя воды. Особые сложности в эксплуатации вызывает ПНС с приподнятыми всасывающими трубами — «гуськом». Насосные агрегаты имеют слабые сальниковые уплотнения.

Системы дождевания неполностью оснащаются обратными клапанами, вантузами, гидроэлектроуправляемыми задвижками, датчиками давлений, датчиками уровней воды, электроконтактными манометрами, стабилизаторами и регуляторами давлений, индукционными расходомерами. Часто это оборудование применяется без увязки к конкретной дождевальной системе и принятому

ресурсу парабтки времени. Обычно ресурс времени на электромеханические задвижки, обратные и регулирующие клапаны очень мал — до 200 циклов, что резко снижает качество работы оборудования в автоматизированном режиме.

Для экономии материалов и кабеля телемеханические устройства и блоки контроля за работой системы рассредоточиваются и имеют автономное питание и управление. Это не позволяет обслуживающему персоналу вовремя принять технические решения для ликвидации неисправностей и предупреждения аварии.

Слабым звеном в автоматизированных системах дождевания является защита дождевальных машин, насосных станций и применяемого на них оборудования. Зачастую дождевальные машины простаивают в ночное время.

Нельзя забывать и о том, что из-за низкой трудовой и технической дисциплины уровень автоматизации дождевальных систем резко падает.

Для изменения сложившегося положения необходимо выполнять ряд требований:

— при проектировании четко определять уровень автоматизации, разрабатывать технологию работы системы, отвечающую заданному режиму, а также применять наиболее совершенные оборудование и средства управления;

— строительными организациями выполнять весь цикл подготовки, монтажа, настройки и обкатки оборудования и системы для эксплуатационного режима;

— эксплуатационной службой осуществлять все требования технологического режима, а также обслуживания оборудования в требуемое время;

— для комплектования дождевальных систем и НПС применять оборудование с менее жесткими ограничениями пусков.

Помимо указанных требований для автоматизированных систем важен централизованный контроль за тех-

нологическим процессом работы всех звеньев системы дождевания и внутрихозяйственной водопроводящей сети с помощью телемеханизации и диспетчеризации. Система дождевания должна оснащаться новыми совершенными устройствами, работающими в автоматизированном режиме и устанавливаемыми только там, где они необходимы.

Для обеспечения автоматизированного режима работы дождевальной системы автоматизацией должны быть охвачены следующие технологические процессы и объекты: забор воды из источника орошения в водоприемную камеру насосной станции или камеры стабилизации напора и расхода воды в самотечно-напорных системах; залив водой камер насосных агрегатов и оросительных трубопроводов; плавный пуск двигателей насоса с выходом их на требуемый рабочий режим в соответствии с напором воды и расходом дождевальной системой; водоподача в напорный коллектор и магистральный трубопровод; водораспределение по распределительным и поливным трубопроводам; включение и отключение дождевальных машин или аппаратов на поливных трубопроводах; обеспечение заданных поливных норм или времени полива; защита отдельных узлов, объектов системы и дождевальных машин; контроль за технологическими процессами и параметрами системы; сбор информации и выдача команд на исполнительные органы для обеспечения автоматизированного режима работы.

В зависимости от типа системы и объема автоматизации дождевальные системы могут содержать комплексную, объектную или частную телемеханизированную систему автоматизации.

Комплексная автоматизированная система дождевания включает весь цикл технологических процессов с выдачей команд на полив сельскохозяйственных культур от датчиков влажности почвы или от дефицита водопотребления орошаемого поля. Все технологические опе-

рации осуществляются через блоки контроля, обработки информации и ее выдачи на исполнительные органы. Контроль за работой системы осуществляется с диспетчерского пункта диспетчером.

В объем объектной автоматизации системы дождевания входит автоматизация системы от водозабора до дождевальной машины. При этом пуск в работу системы и ее остановку осуществляет диспетчер, дистанционно или по радиоканалу связи, или оператор дождевальной техники полива. Такие системы дождевания найдут широкое применение в ближайшие 20—30 лет.

Частная автоматизация дождевальных систем включает телемеханизацию или автоматизацию управления отдельных объектов системы, например, только насосную станцию, или дождевальные машины, или напорную распределительную и поливную сеть.

Функциональная схема дождевальной системы автоматического управления с замкнутой цепью включает следующие основные группы средств автоматизации: воспринимающие органы (ВО), состоящие из средств для получения информации о наличии воды, ее уровне, давлении (т. е. чувствительные органы или элементы, датчики, анализаторы, контрольно-измерительные приборы и др.); устройства для передачи и приема информации (УПИ), в т. ч. устройства телемеханики — преобразователи передачи, каналы прямой и обратной связи (ОС); сравнивающие и управляющие органы (СО и УО), включающие средства для суммирования сигналов, обработки информации и формирования команд управления; исполнительные органы (ИО), состоящие из средств для выполнения команд управления (автоматические регуляторы, гидроэлектроуправляющие задвижки, следящие устройства и др.); средства, обеспечивающие автоматическую последовательность работы агрегатов или узлов системы в процессе от пуска до остановки, а также автоматическую защиту на случай аварийных ситуаций.

На автоматизированных системах дождевания автоматический забор воды из каналов в водоприемные камеры и насосную станцию в условиях Киргизии должны осуществлять сами водозаборные гидротехнические сооружения. Регулируемыми параметрами там являются уровень, расход воды, перепады уровней и напор. Основу автоматизации водораспределения на канале обеспечивают перегораживающие стенки (рис. 20 и 22) между расширяющей и всасывающей камерами водозаборного узла. Функции его совмещают сами объекты вододелиения на насосную станцию и на пропуск транзитных расходов воды. В случае подпитывания лотковых каналов от буровых скважин для автоматизации водоподачи применяются датчики уровня воды типа РСУ и др.

Электроуправляемые задвижки требуют силового оборудования и линий электропередач, поэтому они размещаются в основном на сосредоточенных объектах. На распределительных и поливных трубопроводах экономически целесообразно применять гидроуправляемые задвижки и другую арматуру. Но в определенных случаях, несмотря на повышенную стоимость оборудования, приходится устанавливать гидроэлектроуправляемую аппаратуру и задвижки. В качестве источников энергии на закрытых системах дождевания можно использовать напоры воды, устанавливать микроГЭС или прокладывать кабельные линии для электропередач.

Электрогидравлические задвижки и регуляторы основаны на использовании энергии воды для привода исполнительного или регулирующего органа, а электроэнергии для передачи команд и воздействия на чувствительные исполнительные устройства.

В качестве каналов связи можно широко применять водопроводящие трубопроводы. В этом случае контролируемые органами могут служить датчики давлений и электроконтактные манометры.

Для автоматизации систем дождевания можно ис-

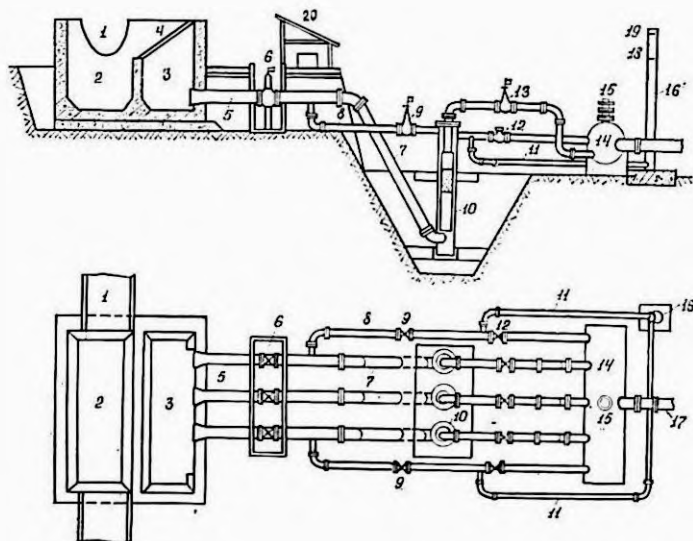
пользовать разнообразную аппаратуру, устройства и датчики. Важно лишь в правильном их сочетании в каждом конкретном случае.

Автоматизация систем дождевания группового использования машин «Волжанка». В горно-предгорных районах Киргизии имеются благоприятные условия для создания систем дождевания с использованием естественного напора от перепада отметок местности. Если перепад местности полностью обеспечивает требуемый напор для дождевальных машин, то для создания дополнительного напора приходится устанавливать насосные станции или увеличивать протяженность магистрального напорного трубопровода. Последнее удорожает стоимость системы, а из-за недостатка труб создание самонапорной сети становится невозможным.

На таких системах дождевания насосные станции можно размещать по двум вариантам: на источнике орошения в голове магистрального трубопровода и у дождевальных машин, т. е. в конце напорного трубопровода. Каждый вариант размещения насосной станции имеет положительные (экономия энергоресурсов) и отрицательные стороны (непроизводительные затраты времени у операторов, связанные с перемещением от насосной станции до дождевальных машин и обратно для управления работой системы).

Для эксплуатации системы дождевания очень важно, как осуществляется пуск насосов — на пустой или заполненный водой трубопровод. При пуске насоса на пустой трубопровод часто возникают гидроудары, что приводит к порыву труб. На насосных станциях, размещенных у дождевальных машин, за счет удлиненной всасывающей линии появляется разрыв сплошности потока (см. схему, рис. 21 г). Для ликвидации отрицательных явлений и повышения эффективности системы дождевания оснащаются средствами автоматизации.

На рис. 22 приведена конструкция автоматизирован-



Р и с. 22. Конструкция водозаборного узла и насосной станции с автоматизацией управления групповой системой «Волжанка».

ной системы дождевания «Волжанка» при групповом использовании машин. Она состоит из подводящего лоткового канала 1, водозаборной камеры 2, всасывающей камеры 3 с решеткой 4, всасывающего патрубка 5 с гидроэлектроуправляемой задвижкой 6, подводящей трубы 7 к насосной камере 10. От подводящей трубы прокладывается байпасная труба 8, на которой устанавливается гидроэлектроуправляемая задвижка 9, отвод-труба 11, обратный клапан 12. В камере-кожухе размещается насос ЭЦВ, на выходе установлена гидроэлектроуправляемая задвижка 13, которая трубой соединена с коллектором 14. На коллекторе установлен предохранительный клапан 15. От коллектора прокладывается ма-

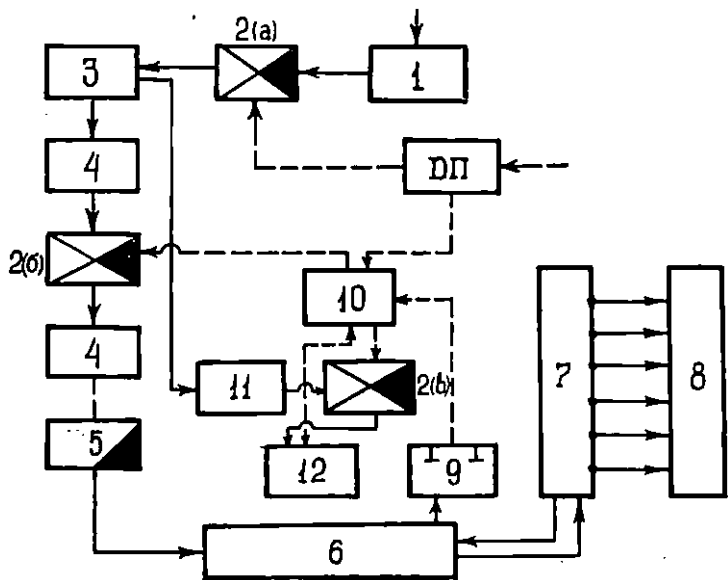


Рис. 23. Технологическая схема системы группового применения машины «Волжанка» для предгорных условий Прииссыкулья.

гистральный напорный трубопровод к распределительным трубопроводам со смесителем, задвижками, поливными трубопроводами с гидрантами и дождевальными машинами. Труба 11 подключена к трубе 16, в которой размещены на разных уровнях электроконтактные датчики уровня воды 18 и 19. Рядом с насосной станцией размещается домик-сторожка 20, в котором установлены станция автоматического управления насосными агрегатами (САУНА и др.) и другое оборудование для осуществления автоматизации системы дождевания.

На рис. 23 приведена функциональная схема технологического процесса автоматизированной системы «Вол-

жанка» при групповом использовании. С диспетчерского пункта или с пункта управления ПНС 10 оператор открывает задвижку на байпасной трубе и переводит ключ станции управления на автоматический режим. Вода из водозаборного узла 1, через задвижку 2а и по трубопроводу 3 и 4, через задвижку 2б и обратный клапан 5 поступает в коллектор и магистральный трубопровод самотеком, заполняя его, а также камеру насосной станции. Оператор перемещается к орошаемому полю и готовит «Волжанки» к работе. После заполнения поливного и магистрального трубопровода обратная волна воды поднимается по трубе к датчикам уровня 9, включая насосную станцию и насосные агрегаты в работу. После вылива «Волжанкой» поливной нормы, оператор закрывает гидрант на трубопроводе, обратный поток воды поднимается в трубе 9 до верхнего датчика, который выключает насосы. После перегона «Волжанки» на новую позицию оператор открывает гидрант, в трубе 9 уровень воды падает и датчик уровня воды включает насосную станцию в работу.

Подобная система автоматизации исключает обслуживающий персонал на насосной станции, сокращает многократные переходы от насосной станции к дождевальным машинам и т. д., а также экономит поливную воду и электроэнергию.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЕЕ РАБОТЫ

Условия интенсивного применения

Для успешной реализации потенциальных возможностей дождевальной техники необходимо в каждом хозяйстве, с учетом особенностей, разработать и осуществить

комплекс мероприятий (организационно-технических, экономических и правовых). К их числу в первую очередь следует отнести круглосуточную работу машин, что позволит резко улучшить использование поливной воды.

Практика показывает, что в хозяйствах республики 80—90% дождевальной техники работает только в дневное время. Причиной является отсутствие рекомендаций по эксплуатации машин в ночное время и несовершенство форм организации труда на поливе. Установлено, что для большинства дождевальной техники полива трудоемкость обслуживания машин в ночное время незначительно возрастает. Например, если оператор в дневное время выполняет работу по обслуживанию узлов машин за 23,6 мин., то ночью — за 24,5 мин. В результате этого коэффициент использования машин ночью снижается на 3—5%.

Причины слабого использования дождевальной техники полива: низкая квалификация операторов; недостаточный контроль агрономами и гидротехниками за качеством полива и соблюдением режимов орошения; отсутствие дифференцированных норм выработки за ночной и дневной полив; слабая ответственность работников за подачу воды во внутривозрастную сеть и ее использование на полив.

Для новышения эффективности использования дождевальной техники каждое хозяйство в свои мероприятия должно включать плановые фонды по эксплуатационным издержкам с амортизационными отчислениями на технику полива, на текущие ремонты, консервацию и расконсервацию машин, насосных станций и водопроводящую сеть; плановые эксплуатационные затраты на топливо-энергетические ресурсы, поливную воду, оплату операторам; затраты на запасные детали и спецодежду; подготовку операторов техники полива; планово-технологическое, техническое и профилактическое обслуживание техники полива; работу дождевальных машин в одну, две

или три смены, а вместе с этим — дифференцированные нормы выработки гектаро-поливов, а также премиальную оплату за качество полива, безаварийную работу техники полива и за сверхнормативную прибыль от полученной продукции с орошаемого поля или от прибавки урожая.

В мероприятиях по эффективному использованию техники полива должны быть учтены нормы нагрузок количества машин на оператора (одна, две или три машины в сезон полива), плановая водоподача к технике полива, доставка топлива и повышение ответственности лиц за хранение машин летом и зимой.

Опыт проектирования и эксплуатации дождевальных систем показывает, что при наличии разработанных мероприятий и соблюдении требований по применению техника полива в хозяйствах работает нормально и дает ощутимый экономический эффект.

Показатели экономической оценки работы

Важными показателями оценки эффективности дождевальных машин и их систем являются: уровень производительности труда на поливе, нормы выработки машинами и оператором, эксплуатационная надежность техники полива и оросительной системы, обеспечивающая водой дождевальные машины; эксплуатационные затраты по системе дождевания (зарплата обслуживающего персонала, затраты на доставку воды, электроэнергетические ресурсы, топливо, амортизационные отчисления); уровень эффективного использования земельных и водных ресурсов системой дождевания; капитальные вложения в систему дождевания и срок их окупаемости; выход урожая с единицы орошаемой площади.

При оценке эффективности дождевания необходимо учитывать производительность труда по видам техники полива.

Затраты труда на единицу объема работы (Z_T) можно определить по формуле:

$$Z_T = \frac{L}{W \cdot K_{см}}, \quad (29)$$

где L — количество рабочих, занятых на обслуживании машин и системы; W — выработка гектаро-поливов на машины при заданных поливных нормах, га; $K_{см}$ — коэффициент использования рабочего времени, смены.

Вспомогательным показателем производительности труда является расход воды, которым управляет один работник, обслуживающий технику полива.

Годовые эксплуатационные затраты включают амортизационные отчисления на капитальные и текущие ремонты техники полива и сооружения, зарплату обслуживающего персонала, стоимость электроэнергии или горюче-смазочных материалов, затраты на доставку воды, орошение и хранение техники полива.

В общем виде эксплуатационные затраты (издержки) на орошение можно определить по формуле 30:

$$\mathcal{E} = P_{т,н} + П_t + Z_{т,н,с} + A_{т,н,с} + T_{р,о,в} + K + C_{с,д,в} + X, \quad (30)$$

где \mathcal{E} — эксплуатационные затраты на орошение, руб.; P_t — расконсервация дождевальных машин (т) и насосных станций (н), руб.; $П_t$ — пусконаладочные по технике полива; Z — зарплата персоналу, обслуживающему технику полива (т), насосную станцию (н), поливную сеть (с); A — отчисления на амортизацию дождевальных машин (т), насосной станции (н), водопроводящей сети и сооружений (с); T — затраты на текущий ремонт (р), техническое обслуживание (о), восстановление техники полива (в), насосных станций; C — стоимость электроэнергии или дизельного топлива (с, д), доставки воды на орошение (в); K — затраты по консервации техники полива на зиму; X — затраты на хранение техники полива в зимний период.

При определении эффективности дождевальных ма-

шних эксплуатационные затраты на орошение необходимо разделить на постоянные и переменные и вести их учет отдельно по типам техники полива на 1 га орошения, а не по механизированному парку, как делают в хозяйствах. Тогда появляются резервы экономии затрат, возрастает нагрузка машины на оператора.

Отчисления на амортизацию и капитальный ремонт дождевальной системы и техники полива принимают в процентах от их балансовой стоимости и переводят на затраты в рублях. Эти затраты постоянные, так как не зависят от продолжительности поливного сезона. К переменным затратам относят оплату труда операторов, электромехаников, дизелистов, стоимость электроэнергии или горюче-смазочных материалов, за доставку и использование поливной воды. Расконсервация и консервация дождевальной техники зависит от подготовленности персонала к этим работам. Например, затраты на консервацию и расконсервацию «Фрегатов» ориентировочно составляют 150—300 руб., а на «Волжанку» — 50—100 руб. Для расконсервации весной и консервации на зиму машины «Фрегат» лучше всего приглашать специалистов из сдаточно-эксплуатационного бюро (СЭБ), а «Волжанки» и «Днепра» — обеспечивает хозяйство. Затраты на ежегодную дефектовку деталей на одну машину при нормальной эксплуатации составляют от 30 до 50 руб.

Весной перед поливом необходимо обеспечить пусконаладку дождевальных машин. В ее объем входят настройка аппаратов, регулировка автоматизации, синхронизации движения, механической защиты машин и др. Пусконаладку обеспечивают при поливе 1/4 орошаемой площади. Затраты на пусконаладку «Фрегата» составляют от 200 до 300 руб. на одну машину.

Амортизационные отчисления (А) необходимо рассчитывать по каждому элементу дождевальной системы: водозаборному узлу (B_y), насосной станции (НС), водопроводящей сети (С), полевым сооружениям (P_c), дож-

девальным машинам (ДМ), вспомогательной технике полива (Т). Всю сумму амортизационных отчислений относят на 1 га орошаемой площади:

$$A = \frac{B_y \cdot a + HC \cdot a + C \cdot a + П_c \cdot a + ДМ \cdot a + Т \cdot a}{W}, \quad (31)$$

где a — норма ежегодных отчислений на амортизацию, %; W — площадь орошения дождевальной системы (нетто), га.

Балансовые стоимости элементов системы дождевания следует принять по проекту.

Стоимость текущего ремонта техники полива принимают по фактическим затратам. Они еще не сложились в Киргизской ССР в нормативы и составляют от 127 до 860 руб. В тех хозяйствах, где техника полива обслуживается качественно, текущий ремонт требует меньших затрат.

Сумму издержек по хранению машин «Фрегат» (X) в пересчете на 1 га орошения определяют по формуле:

$$X = \frac{X_M}{W}, \quad (32)$$

где X_M — затраты на хранение дождевальных машин, руб.; W — площадь орошения, га.

Для техники полива, работающей от СНП, стоимость горюче-смазочных материалов на 1 л. с. (C_R) составляет:

$$C_R = 0,2 \cdot Ц_r \cdot N \cdot K \cdot t, \quad (33)$$

где 0,2 — расход комплексного горючего на 1 л. с., кг/ч; $Ц_r$ — стоимость 1 кг комплексного горючего, ориентировочно 0,046 руб.; N — мощность двигателя, л. с.; K — коэффициент использования мощности двигателя, равный 0,8; t — время работы насосной станции на поливе за сезон, ч.

Стоимость электроэнергии (Θ), расходуемой на подачу воды насосной станцией, обслуживающей дождевальную систему, можно определить по формуле 34:

$$\Theta = 0,01 \cdot N \cdot t, \quad (34)$$

где N — мощность насосной станции, кВт; 0,01 — тарифная стоимость электроэнергии, руб/кВт.ч.

Время работы насосной станции в течение поливного сезона зависит от режима орошения, видов культур, производительности машины и фактической наработки гектаро-поливов за час. Поэтому в каждой природно-хозяйственной орошаемой зоне оно будет разное. Так, в Тюпском и Ново-Вознесенском районах Иссык-Кульской области загрузка дождевальных машин составляет 350—550 часов при 2—5 поливах, в других районах — от 760 до 2300 часов.

Наглядным показателем оценки эффективности работы дождевальной техники полива являются затраты, отнесенные на 1 га орошаемой площади. В этот показатель включают все издержки по эксплуатации системы дождевания и относят на 1 га орошаемой площади и на выработку гектаро-поливов оператором. Чем больше машин оператор обслуживает, тем больше эффективность техники полива. Однако нагрузка оператора должна соответствовать нормальным условиям труда, его квалификации, обеспеченности средствами транспорта для обслуживания дождевальной техники и насосного оборудования. Все эти взаимосвязанные факторы в той или иной степени сказываются на производительности дождевальных машин и гектаро-поливах, вырабатываемых оператором на рабочую смену.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Пути развития и особенности орошения дождеванием в Киргизии	5
Пути развития орошения дождеванием	5
Особенности дождевания	11
Влияние искусственного дождя на почву и подбор его интенсивности	14
Дождевательные насадки и аппараты	21
Комплект ирригационного оборудования КИ-50 «Радуга»	27
Двухконсольные дождевательные машины ДДА-100М и ДДА-100МА	27
Дальнеструйная дождевательная машина ДДН-70	30
Дождевательная машина ДКШ-64 «Волжанка»	33
Дождевательная машина ДФ-120 «Днепр»	36
Дождевательная машина «Фрегат»	37
Дождевательная машина «Кубань»	44
Системы дождевания и схемы их размещения	48
Состав системы и ее элементы	48
Оросительная способность водосточников	49
Синхронно-импульсная система дождевания	60
Системы дождевания машинами «Фрегат»	62
Автоматизация систем дождевания	74
Пути повышения эффективности дождевательной техники и показатели экономической оценки ее работы	84
Условия интенсивного применения	84
Показатели экономической оценки работы	86

Владимир Яковлевич Бакало,
кандидат технических наук,
заслуженный инженер Киргизской ССР

**ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КИРГИЗИИ**

Редактор *Г. С. Бабинцева*
Художник *Н. С. Евтухова*
Художественный редактор *Н. Г. Шевердина*
Технический редактор *Л. Я. Шевченко*
Корректор *С. А. Киселев*

ИБ № 1897

Сдано в набор 26. 09. 1983 г. Подписано к печати
03. 04. 1984 г. Д—02788. Формат бумаги 70×108¹/₃₂.
Бумага типографская № 1. «Литературная» гарнитура.
Печать высокая. 2,875 физич. печ. л., 4,025 усл. печ. л.
3,917 уч.-изд. л. 4,288 усл. кр.-отт. Тираж 2000.
Заказ № 401. Цена 1,5 к.

Ордена Дружбы народов издательство «Кыргызстан».
720737, ГСП, г. Фрунзе, 21, ул. Советская, 170.

Киргизполиграфкомбинат им. 50-летия Киргизской ССР
Госкомиздата Киргизской ССР
720461, ГСП, г. Фрунзе, 5, ул. Жигулевская, 102.

