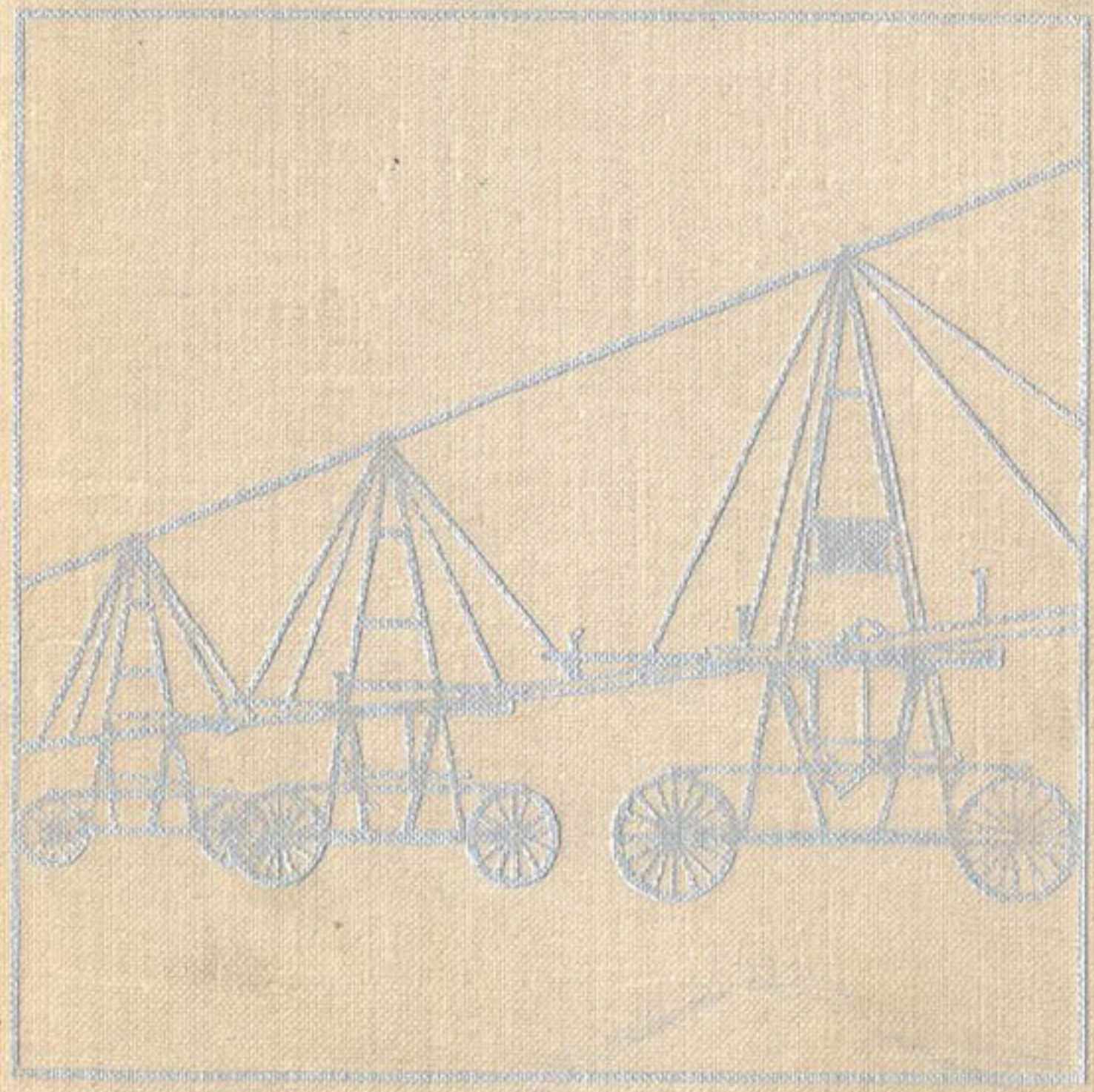
СПРАВОЧНИК ПО МЕХАНИЗАЦИИ ОРОШЕНИЯ



СПРАВОЧНИК ПО МЕХАНИЗАЦИИ ОРОШЕНИЯ

Под редакцией Б. Г. ШТЕПЫ

МОСКВА «КОЛОС» 1979

ББК 40.723
С74
УДК 631.347(031)

Авторский коллектив:

Б. Г. Штепа, Н. В. Винникова, С. Х. Гусейн-заде, Н. В. Данильченко, А. Н. Корягин, В. Г. Луцкий, Б. О. Миленин, С. Н. Никулин, В. Ф. Носенко, Н. И. Рычков, А. В. Угрюмов, Г. Е. Фомин, А. М. Шарко, Г. Ю. Шейнкин.

С 74 **Справочник** по механизации орошения/Б. Г. Штепа, Н. В. Винникова, С. Х. Гусейн-заде и др.; Под ред. Б. Г. Штепы. — М.: Колос, 1979. — 303 с., ил.

В справочнике систематизированы практически все материалы по технике полива. В обобщенном виде представлены сведения об условиях полива, подготовке площадей к поливу, параметрах работы поливной техники и внутрихозяйственной части оросительных систем. Для каждого способа орошения приведены основные элементы техники полива и краткие характеристики поливных машин. Даны рекомендации по монтажу и эксплуатации поливных машин, трубопроводов.

Рассчитан на специалистов сельского и водного хозяйства.

С $\frac{40305-295}{035(01)-79}$ 66—79. 3802030000

ББК 40.723
631.6

© Издательство «Колос», 1979

Глава I
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИКЕ ОРОШЕНИЯ

РАЗМЕЩЕНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО ПРИРОДНЫМ ЗОНАМ И ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЙОНАМ, СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, УРОВЕНЬ МЕХАНИЗАЦИИ ПОЛИВА. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИВНОЙ ТЕХНИКИ

Орошаемые земли размещаются в различных почвенно-биоклиматических поясах, которые по степени увлажненности подразделяются на гумидную (избыточно влажная, влажная), субаридную (полувлажная, полузасушливая, засушливая, очень засушливая), аридную (полусухая, сухая, очень сухая) зоны.

В СССР из общей площади орошаемой пашни 4,8% размещены в гумидной, 52,7% — в субаридной и 42,5% в аридной зонах. В гумидной зоне преобладающим способом полива является дождевание (90%), в аридной — поверхностный (98%), в субаридной — дождевание (53%) и поверхностный (47%) (рис. 1).

Механизация полива получила значительное развитие за последнее десятилетие. Площадь земель, орошаемых с помощью различных машин и установок, с 1967 по 1977 г. увеличилась на 4,6 млн. га и достигла в 1977 г. 5592,7 тыс. га, или 37,3% общей площади политых земель (табл. 1, 2, 3). Среднегодовой прирост площадей механизированного полива в седьмой пятилетке составил 150 тыс. га, в восьмой — 240 тыс. га, в девятой — около 570 тыс. га. Высокими темпами сельское хозяйство оснащается широкоза-

Таблица 1. **Технология полива. Орошаемые площади по республикам** (на 1977 г.), **тыс. га**

Республика	Технология полива				
	по бороздам	в том числе с применением		дождеванием	в том числе передвижным оросительным оборудованием
		гибких трубопроводов	поливных трубок и сифонов		
РСФСР	455,7	2,5	4,9	2 759,5	954,6
в том числе Нечерноземная зона	1,3	0,8	—	367,8	167,2
Узбекская	2 613,8	105,1	11,7	9,2	4,5
Украинская	101,9	4,5	1,6	1 579,4	229,0
Казахская	546,3	21,3	21,5	407,1	105,7
Азербайджанская	412,8	29,4	6,0	25,0	2,2

Продолжение

Республика	Технология полива				
	по бороздам	в том числе с применением		дождеванием	в том числе передвижным оросительным оборудованием
		гибких трубопроводов	поливных трубок и сифонов		
Киргизская	328,0	8,8	1,0	81,1	9,0
Туркменская	521,1	30,9	111,7	—	—
Таджикская	485,0	16,0	0,5	1,1	—
Грузинская	315,5	—	—	27,9	9,0
Армянская	213,2	—	0,2	4,7	4,0
Молдавская	9,2	0,6	0,0	216,7	108,2
Белорусская	—	—	—	82,6	55,0
Литовская	0,0	—	0,0	12,9	2,5
Латвийская	0,1	—	—	7,3	3,4

хватной дождевальной техникой, которая соответствует требованиям современного сельскохозяйственного производства, обеспечивает эффективное использование трудовых, земельных и водных ресурсов.

Оснащение сельского хозяйства совершенной поливной техникой позволит значительно повысить уровень механизации полива преимущественно за счет увеличения площади полива дождеванием.

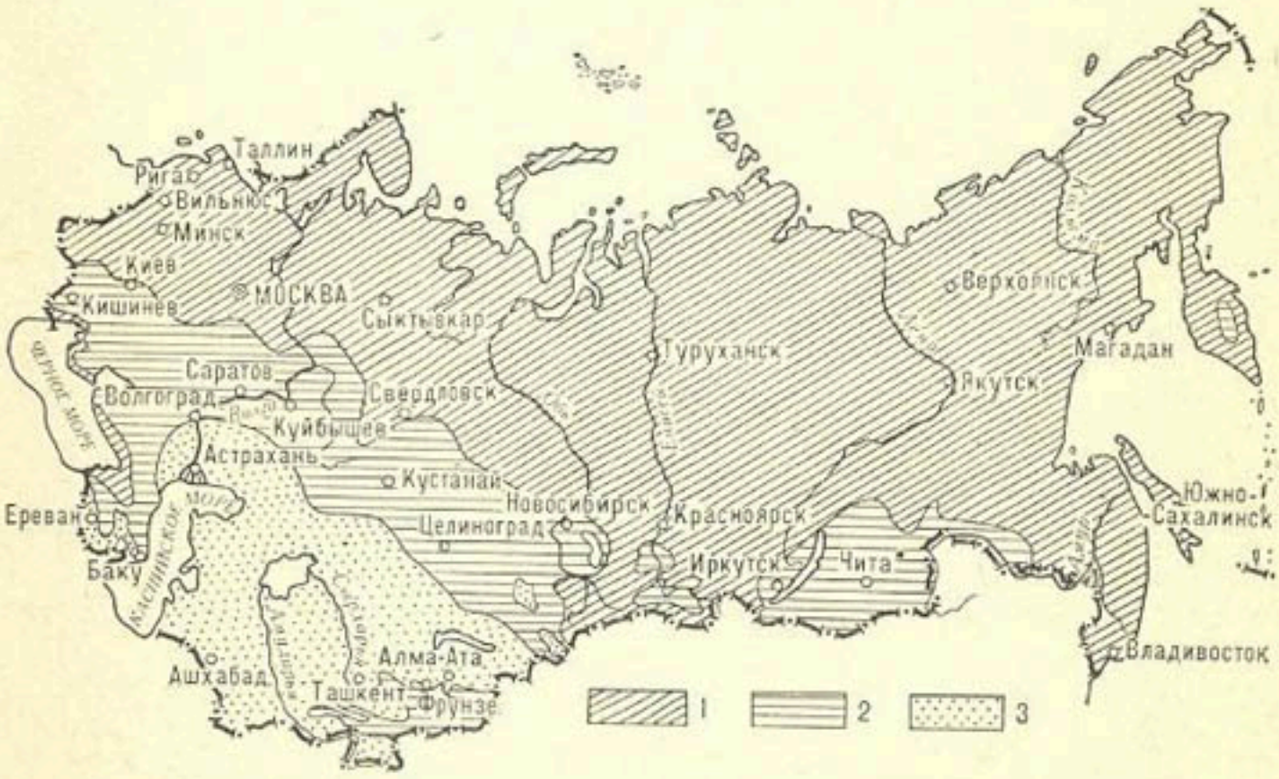


Рис. 1. Климатические зоны обеспеченности растений влагой:

1 — гумидная зона (избыточно-влажная, влажная); *2* — субаридная зона (полувлажная, полузасушливая, засушливая, очень засушливая); *3* — аридная зона (полусухая, очень сухая).

Таблица 2. **Развитие механизации полива в СССР**

Годы	Площадь механизированного полива		Среднегодовой прирост площади механизированного полива		
	тыс. га	% к общей площади фактически политых земель	тыс. га	в том числе	
				дождеванием	поверхностным способом
1960—1965	748,7	9,1	149,8	109,0	40,8
1965—1970	1 954,6	19,2	241,2	226,5	14,7
1970—1975	4 798,0	34,6	568,7	548,8	19,9
1976	5 300,7	36,3	502,7	440,0	62,7
1977	5 592,7	37,3	292,0	353,3	61,3

Таблица 3. **Средние сезонные нагрузки на одну дождевальную машину** (условная машина с расходом 100 л/с), га

Республика	1975 г.	1976 г.	1977 г.
Азербайджанская	21,6	17,2	86
Армянская	—	—	50
Белорусская	41,5	48,2	49
Грузинская	17,2	16,7	32
Казахская	43,7	50,7	86
Киргизская	64,0	78,0	86
Латвийская	56,3	29,0	54
Литовская	40,6	34,3	54
Молдавская	43,6	45,7	66
РСФСР	47,5	46,0	56
Таджикская	23,0	24,4	86
Туркменская	—	55,0	86
Узбекская	—	—	86
Украинская	62,4	71,6	67
Эстонская	—	30,8	—
СССР	48,8	52,9	57

Серийная, модернизируемая и подготавливаемая к производству техника и оборудование для полива, а также передвижные насосные станции включены в Систему машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1976—1980 гг.*.

В таблице 4 приведена классификационная схема поливной техники.

---

* Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1976—1980 гг. Мелиорация, ч. III. — М.: ЦНИИТЭИ, 1976.

Таблица 4. **Классификационная схема поливной техники** (рис. 2).

Поливная техника и принцип водораспределения	Основные параметры работы		
	рабочий напор, кПа	рабочий расход, л/с	управляемый поливной ток, л/с на чел.
Поверхностный способ полива			
Поливная переносная арматура (сифоны, трубки, щитки) с забором воды из открытых оросителей (рис. 2, *а*)	1—2	0,3—1,5	30—50
Передвижные поливные трубопроводы жесткого типа (быстроразборные, колесные, шлейфы) позиционного действия с забором воды из открытых оросителей и трубопроводов типа РТ и др. (рис. 2, *б*)	20—100	30—100	30—100
Передвижные поливные гибкие трубопроводы позиционного действия с забором воды из открытых оросителей и трубопроводов (рис. 2, *в*)	5—60	30—100	30—100
Поливные машины и агрегаты с жесткими передвижными трубопроводами позиционного действия типа ПТ-250 с забором воды из открытых оросителей (рис. 2, *г*)	20—100	50—200	50—100
Поливные шланговые машины позиционного действия ППА-165, ППА-165У, ППА-300 с забором воды из открытых оросителей (рис. 2, *д*)	10—100	150—500	75—250
Поливные двухконсольные машины со шланговыми водовыпусками, работающие в движении и позиционно с забором воды из открытых оросителей (рис. 2, *е*)	50—150	100—200	50—100
Поливные широкозахватные колесные машины со шланговыми водовыпусками или поливными шлейфами позиционного действия с забором воды из сети трубопроводов (рис. 2, ж)	100—300	40—100	40—100
Стационарные системы с закрытыми перфорированными поливными трубопроводами (рис. 2, *з*)	100—300	—	40—100
Стационарные автоматизированные системы с надземной водораспределительной сетью (лотки и низконапорные трубопроводы с водовыпусками) (рис. 2, *и*)	5—100	—	100—200

Продолжение

Поливная техника и принцип водораспределения	Основные параметры работы		
	рабочий напор, кПа	рабочий расход, л/с	управляемый поливной ток, л/с на чел.
Дождевание			
Короткоструйные дождевальные установки типа КДУ-55М (рис. 2, *к*)	200—300	20—40	10—15
Среднеструйные дождевальные установки (КИ-50) (рис. 2, *л*)	300—500	25—50	10—20
Среднеструйные дождевальные шлейфы	300—500	25—50	125—250 (1 трактор на 5 шлейфов)
Двухконсольные короткоструйные дождевальные машины, работающие в движении с забором воды из сети открытых оросителей, ДДА-100М, ДДА-100МА (рис. 2, *м*)	200—300	100—150	50—150
Двухконсольные среднеструйные и короткоструйные машины, работающие в движении по кругу на позиции с забором воды из сети трубопроводов (рис. 2, *н*)	200—500	50—150	100—300
Широкозахватные среднеструйные многоопорные дождевальные машины позиционного действия с забором воды из сети трубопроводов, «Волжанка», «Днепр» (рис. 2, *о*)	400—500	60—120	120—240
Широкозахватные среднеструйные дождевальные машины, работающие в движении фронтально с забором воды из открытых оросителей и троллейных водоводов, а также из высоконапорных шлангов (рис. 2, *п*)	500—800	50—100	100—200
Самоходные широкозахватные среднеструйные дождевальные машины, работающие в движении по кругу с забором воды из сети трубопроводов (рис. 2, *р*)	500—800	50—100	200—400
Дальнеструйные дождевальные машины, работающие на позиции по кругу или сектору с забором воды из открытых оросителей и трубопроводов (рис. 2,*с*)	500—1000	50—150	50—150
Самоходные дальнеструйные и среднеструйные машины, работающие при фронтальном движении с забором воды из высоконапорного шланга (рис. 2, *т*)	300—600	15—40	60—200

Продолжение

Поливная техника и принцип водораспределения	Основные параметры работы		
	рабочий напор, кПа	рабочий расход, л/с	управляемый поливной ток, л/с на чел.
Передвижные машины (установки) аэрозольного орошения позиционного действия с забором воды из трубопроводов	500—1000	10—30	10—15
Автоматизированные комплекты сезонно-стационарного оборудования с дальнеструйными и среднеструйными дождевальными аппаратами (рис. 2, *у*)	300—600	20—50	50—100
Автоматизированные комплекты сезонно-стационарного оборудования для синхронно-импульсного дождевания	300—600	20—50	80—300
Стационарные автоматизированные системы, стационарные системы, в том числе автоматизированные, с дальнеструйными и среднеструйными дождевальными аппаратами (рис. 2, *у*)	300—600	—	60—150
Внутрипочвенное и капельное орошение			
Гидробуры и инжекционные машины для очагового внесения воды и растворов удобрений непосредственно к корням растений с забором воды из трубопроводов и передвижных емкостей	200—10 000	1—10	1—10
Машины для внутрипочвенного орошения с заглубляемыми полыми рыхлителями, работающие в движении с забором воды из напорных шлангов и водоводов троллейного типа	100—300	20—50	20—50
Стационарная система внутрипочвенного орошения с увлажнителями в подпахотном горизонте (перфорированные пластмассовые трубопроводы, гончарные трубки, герметичные трубопроводы с очаговыми увлажнителями)	1—100	—	20—500

Продолжение

Поливная техника и принцип водораспределения	Основные параметры работы		
	рабочий напор кПа	рабочий расход, л/с	управляемый поливной ток, л/с на чел.
Стационарные системы внутрипочвенного орошения с регулируемым уровнем грунтовых вод за счет инфильтрации из открытых каналов или регулирующих дрен (двойного регулирования)	1—100	—	20—100
Стационарные системы капельного орошения с надземным и подземным расположением увлажнителей с капельницами различного типа	50—200	—	5—20
Комбинированные способы полива			
Двухконсольные поливные машины с дождевальными насадками и шланговыми водовыпусками, работающие позиционно и в движении с забором воды из открытого оросителя или троллейного водовода	200—400	100—200	50—100
Поливные широкозахватные колесные машины с дождевальными насадками и шланговыми водовыпусками или поливными шлейфами, работающие позиционно с забором воды из трубопроводов	300—400	40—100	40—100
Внутрипочвенно-дождевальные машины с дождевальными насадками и заглубляемыми полыми рыхлителями, работающие в движении с забором воды из напорных шлангов или водоводов троллейного типа	100—500	20—50	20—50
Стационарные дождевально-поливные системы с дождевальными аппаратами и почвенными увлажнителями	200—600	—	20—50

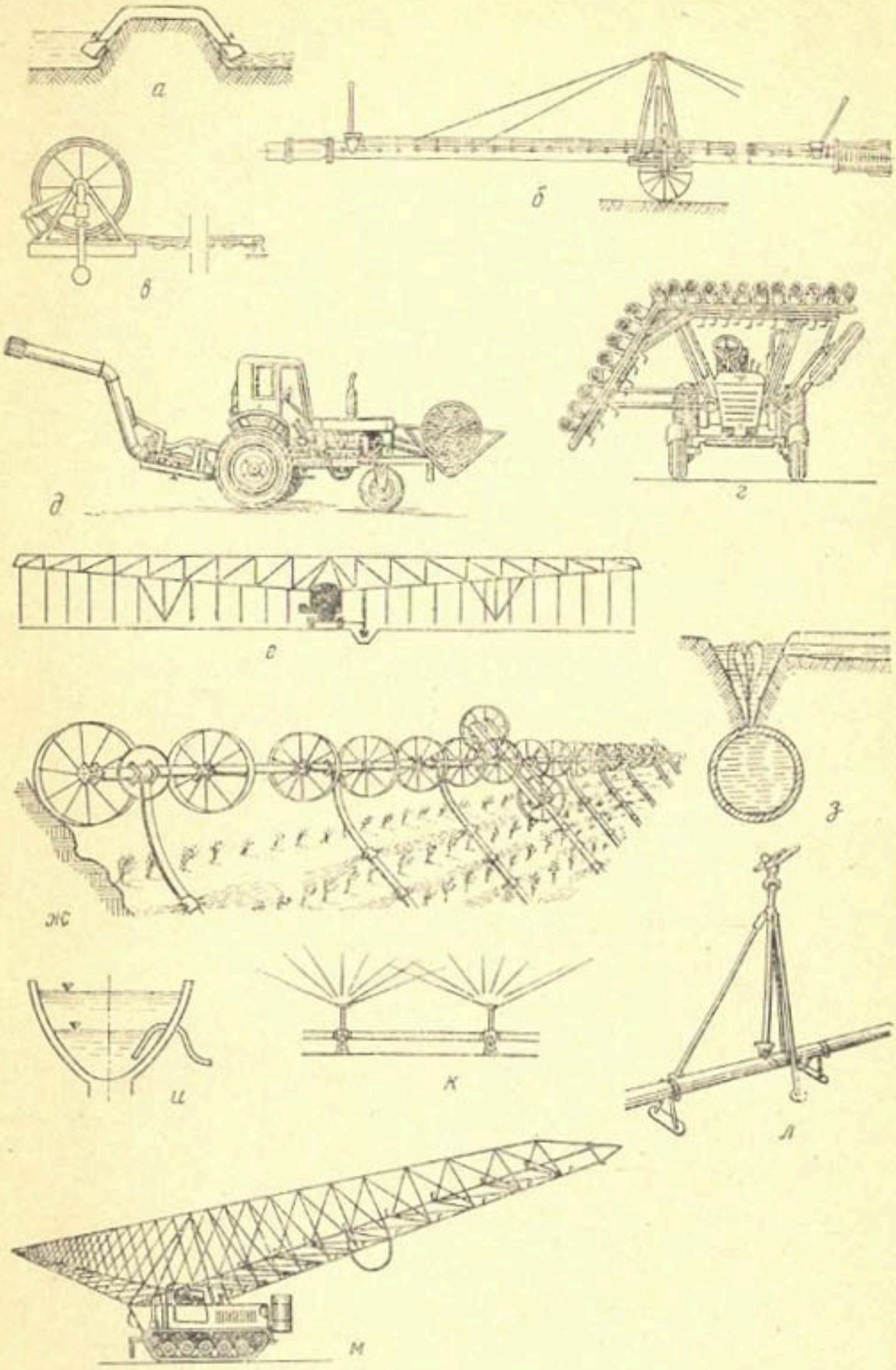


Рис. 2. Схемы поливной техники.

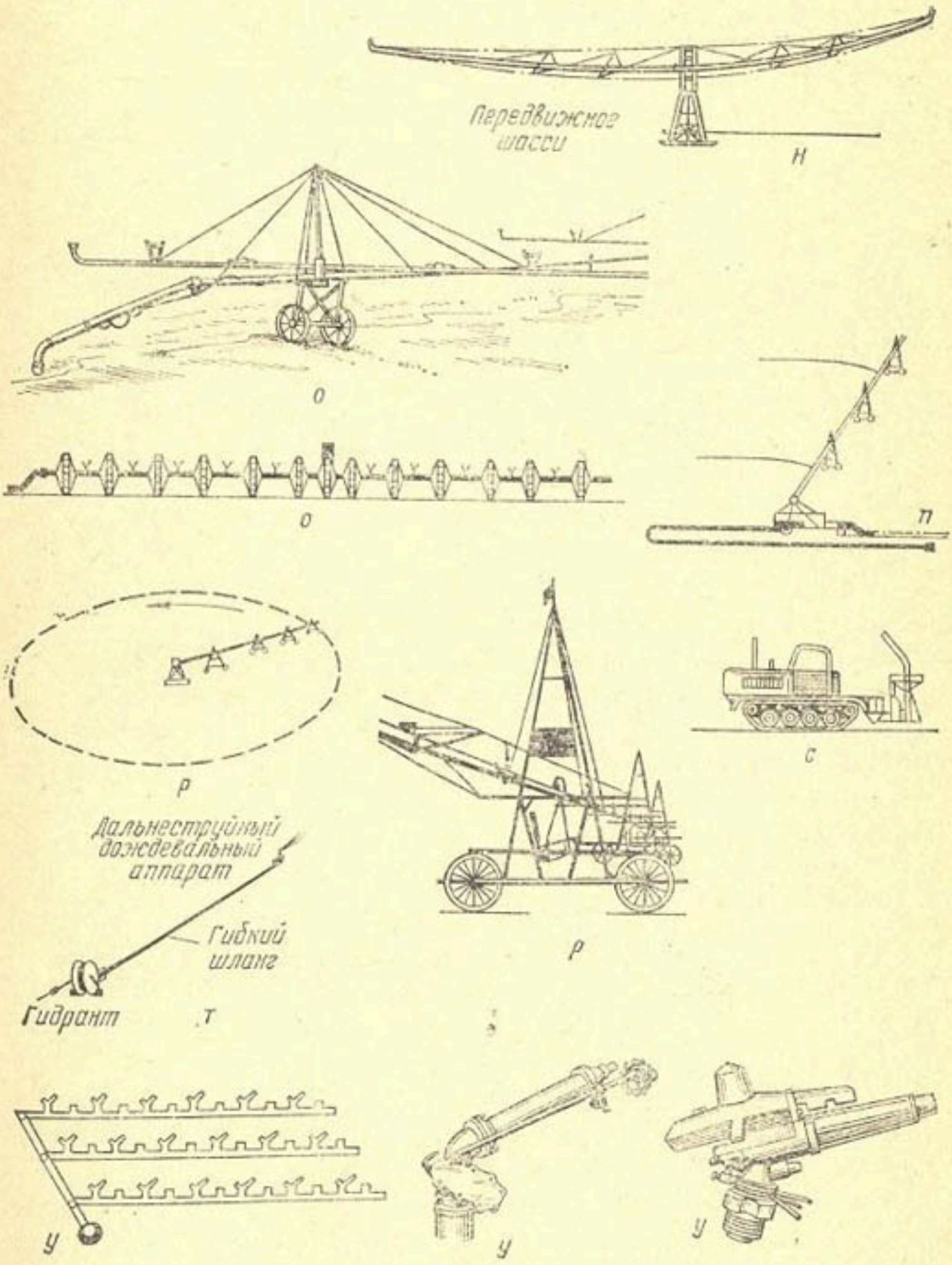


Рис. 2 (*продолжение*).

ПРИРОДНЫЕ И ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР ТЕХНИКИ ПОЛИВА

Климатические факторы. Увлажненность территории в значительной степени обусловливает потребность сельскохозяйственных культур в орошении и способы его осуществления.

Степень увлажненности территории принято характеризовать показателем увлажнения K (Шашко, 1976):

$$K = \frac{p}{f}, \qquad (1)$$

где p — сумма осадков за год, мм; f — годовая испаряемость, мм.

Увлажненность орошаемых массивов оценивается также дефицитом испаряемости, то есть разницей между испаряемостью за вегетационный период и продуктивно используемыми осадками.

В аридных районах, характеризующихся показателем увлажнения менее 0,33 и дефицитом испаряемости более 5000 м³/га, полив проводят в основном поверхностным способом. Высокоэффективно здесь внутрипочвенное и капельное орошение. Применение дождевания в этих районах ограничено значительными (до 30—40% водоподачи) потерями воды на испарение в процессе полива и в первые дни после полива.

В гумидных районах с показателем увлажнения 0,77—1,33 и дефицитом испаряемости менее 2000 м³/га полив проводят в основном дождеванием, а в субаридных районах, характеризующихся промежуточными значениями показателя увлажненности и дефицита испаряемости, полив проводят дождеванием и поверхностным способом. Потери воды на испарение при дождевании, по данным Всесоюзного научно-исследовательского института механизации и техники полива (ВНИИМиТП), в этих районах (например в Поволжье) за вегетационный период колеблются от 7 до 15% водоподачи.

На выбор техники полива влияет также скорость и повторяемость ветра. При скорости ветра более 2—5 м/с резко ухудшается качество распределения дождя дальнеструйными машинами, а при скорости ветра более 6—7 м/с и большой его повторяемости не рекомендуется использовать все виды дождевальной техники. Например, в Поволжье повторяемость ветра со скоростью 8 м/с и более в течение вегетационного периода колеблется от 8 до 12%.

Почвенно-мелиоративные факторы. Основное ограничивающее значение имеют скорость впитывания воды в почву, мощность почвенного слоя, степень засоления почвы, глубина залегания пресных и минерализованных грунтовых вод.

Поверхностное орошение не рекомендуется при малой мощности почвенного слоя и сильной водопроницаемости почв (интенсивность впитывания более 15 см за первый час) из-за значительных потерь воды на глубинные сбросы. Дождевание не рекомендуется применять на почвах со слабой водопроницаемостью (интенсивность впитывания менее 5 см за первый час) и на засоленных почвах.

От скорости впитывания воды в почву зависит вид применяемой поливной техники.

При интенсивности искусственного дождя меньше водопоглощающей способности почвы образование луж исключено. На мелиора-

тивно неблагополучных землях необходимо в ряде случаев создавать промывной режим орошения с нисходящим водным током для поддержания требуемого водно-солевого режима корнеобитаемого слоя почвы и обеспечения нормального роста и развития растений.

Промывной режим создается при поверхностных способах полива. При дождевании и внутрипочвенном орошении такой режим создать сложно.

Геоморфологические факторы. Непосредственное воздействие на технику полива оказывают уклон и рельеф местности. Эти факторы ограничивают использование некоторых видов дождевальной техники и почти исключают применение поверхностного орошения.

Для того чтобы предупредить водную эрозию, не рекомендуется полив по полосам при уклоне более 0,015 и полив по бороздам при уклоне более 0,02--0,03. Для различных почв из условия неразмываемости найдены зависимости между предельными расходами поливных струй и допустимыми уклонами. При очень больших уклонах (0,05 и более) из условий неразмываемости устанавливают и допустимую интенсивность дождя. Для дождевальной и поливной техники с забором воды из открытых оросителей ограничивающим условием является недопущение размыва их русла. Так, например, для агрегатов типа ДДА-100М с расходом до 100—130 л/с для оросителя является предельным уклон 0,004, а для машин типа ДДН-70 с расходом до 70 л/с — 0,007.

Уклон ограничивает проходимость широкозахватной дождевальной техники, влияет на механическую прочность машин и равномерное распределение слоя дождя. В зависимости от рабочих параметров предельно допустимый уклон для машин этого типа колеблется от 0,002 до 0,05.

Агробиологические и хозяйственные факторы. Эти факторы весьма разнообразны и оказывают существенное влияние на возможность применения той или другой техники полива. Например, высота наземной части растений ограничивает применение машин типа «Волжанка» (до 1,1 м) и агрегатов типа ДДА (до 2 м). При поверхностном распространении активной массы корней (требуемые поливные нормы до 400 м^3/га) ограничено применение поверхностного орошения, а при глубоком распространении (требуемые поливные нормы более 800 м^3/га) — дождевания. Специфические требования отдельных культур предопределяют применение дождевания (например, чай требует высокой влажности воздуха) или ограничивают его применение (например, виноград, у которого повышенная влажность воздуха может вызвать болезни).

Применение малопроизводительной техники полива ограничивается в первую очередь дефицитом трудовых ресурсов. Техника полива с открытой водоподводящей сетью в земляном русле неэффективна в маловодных районах.

Экономическая оценка сравниваемых видов поливной техники в составе внутрихозяйственной части оросительной системы проводится в соответствии с «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений» и «Методикой определения годового экономического эффекта в результате внедрения новой техники».

Обобщающими показателями экономической эффективности сравниваемых видов поливной техники являются сумма приведенных затрат и срок окупаемости капитальных вложений. Показатель срав-

Таблица 5. Условия и возможность использования поливной техники в зависимости от природных и хозяйственных факторов

Поливная техника и водоподводящая сеть	Климатические		Почвенно-мелиоративные			Геоморфологические			Хозяйственные			
	дефицит испаряемости, тыс. м³/га	скорость ветра, м/с	скорость впитывания за первый час, см/ч	минимальная глубина залегания сильно фильтрующего подстилающего почву слоя, м	минимальная глубина залегания минерализованных грунтовых вод, м	максимальный уклон, %	сложность рельефа (условный объем планировочных работ), м³/га	обеспеченность* водой	максимальная высота надземной части растения, м	поливная норма, м³/га	обеспеченность земельными ресурсами**	нагрузки площади на одного работника, занятого в сельском хозяйстве, га-чел.
Поливная арматура с забором воды из каналов, лотков	3—10	0—20	1—15	1,5	2	0,1—1	0—200	2—10	4	400—1200	2—10	0,5—2
Передвижные колесные трубопроводы	3—10	0—20	1—10	1,5	2	0,2—0,6	0—200	2—10	4	600—1200	1,5—10	0,5—5
Передвижные гибкие трубопроводы с забором воды из закрытой сети	3—10	0—20	1—10	1,5	2	0,2—0,6	0—200	1—10	4	600—1200	1,2—10	0,5—10
Поливные шланговые машины типа ППА-165 с забором воды из каналов	3—10	0—20	1—5	1,5	2	0,1—0,4	0—200	2—10	4	600—1200	1,5—10	0,5—5
Поливные двухконсольные машины с забором воды из каналов	2—6	0—6	5—15	0,5	2	0—0,4	0—300	2—10	2	400—1000	1,5—10	0,5—5

Многоопорная поливная машина со шлейфом позиционного действия типа машины «Волжанка» с приспособлением для полива по бороздам	3—10	0—15	5—20	0,5	2	0—2	0—400	1—10	1,1	400—1000	1,2—10	0,5—5
Автоматизированное самоходное поливное шланговое устройство	3—10	0—20	1—15	1	2	0—3	0—250	1—10	4	600—1000	1,1—10	0,5—10
Стационарная система с закрытыми перфорированными поливными трубопроводами конструкции Шарова—Шейнкина	5—10	0—20	1—5	1,5	2	0,4—3	0—200	1—10	4	600—1200	1,0—10	0,5—20
Стационарная система с надземной распределительной сетью из лотков	5—10	0—20	1—5	1,5	2	0,1—0,6	0—700	1—10	4	600—1200	1,2—10	0,5—20
Короткоструйные и среднеструйные дождевальные установки типа КИ-50	1—3	0—5	15—30	0,5	5	0—10	0—800	1—10	4	200—600	1,2—10	0,5—1
Двухконсольные короткоструйные дождевальные машины с забором воды из открытых оросителей типа ДДА-100М, ДДА-100МА	1—5	0—6	10—30	0,5	5	0,1—0,4	0—300	2—10	2	200—600	1,5—10	0,5—5

Продолжение

Поливная техника и водоподводящая сеть	Климатические		Почвенно-мелиоративные			Геоморфологические			Хозяйственные			
	дефицит испаряемости, тыс. м³/га	скорость ветра, м/с	скорость впитывания за первый час, см/ч	минимальная глубина залегания сильно фильтрующего подстилающего почву слоя, м	минимальная глубина залегания минерализованных грунтовых вод, м	максимальный уклон, %	сложность рельефа (условный объем планировочных работ), м³/га	обеспеченность* водой	максимальная высота надземной части растения, м	поливная норма, м³/га	обеспеченность земельными ресурсами**	нагрузки площади на одного работника, занятого в сельском хозяйстве, га-чел.
Двухконсольные коротконструйные и дальнеструйные дождевальные машины с забором воды из трубопровода	2—5	0—5	5—30	0,5	5	0—5	0—400	1—10	2	200—600	1,2—10	0,5—5
Широкозахватные среднеструйные дождевальные машины позиционного действия типа «Волжанка»	2—5	0—5	5—30	0,5	5	0—2	0—500	1—10	1,1	200—600	1,2—10	0,5—15
Широкозахватные дождевальные машины позиционного действия типа «Днепр»	2—5	0—5	7—30	0,5	5	0—2	0—500	1—10	2,5	200—600	1,2—10	0,5—15
Широкозахватные среднеструйные дождевальные машины, работаю-												

щие по кругу, типа «Фрегат»	2—5	0—5	5—30	0,5	5	0—3	0—500	1—10	2,5	200—800	2—10	0,5—20
Дальнеструйные дождевальные машины с забором воды из каналов типа ДДН-70, ДДН-100	1—4	0—4	15—30	1,5	5	0,1—0,7	0—300	2—10	4	200—600	1,5—10	0,5—5
Самоходные дальнеструйные дождеватели, работающие в движении с забором воды из высоконапорного шланга	2—5	0—4	10—30	0,5	5	0—10	0—400	1—10	2	200—600	1,2—10	0,5—10
Стационарные автоматизированные дождевальные системы	2—5	0—4	10—30	0,3	5	0—50	—	1—10	5	100—600	1,2—10	0,5—10
Стационарные системы импульсного дождевания	2—5	0—5	1—30	0,3	5	0—50	—	1—10	4	10—600	1,1—10	0,5—10
Дождевальные шлейфы	2—5	0—4	10—30	0,5	5	0—7	0—500	1—10	4	200—600	1,1—10	0,5—5
Машина для внутрипочвенного и комбинированного орошения	1—6	0—20	5—15	0,5	5	0—3	0—400	0,8—10	0,6	10—400	1,2—10	0,5—2
Стационарные системы внутрипочвенного орошения	2—10	0—20	10—30	1,5	5	0,1—1	0—300	0,8—10	4	200—600	1,0—10	0,5—5

Продолжение

Поливная техника и водоподводящая сеть	Климатические		Почвенно-мелиоративные			Геоморфологические			Хозяйственные			
	дефицит испаряемости, тыс. м³/га	скорость ветра, м/с	скорость впитывания за первый час, см/ч	минимальная глубина залегания сильно фильтрующего подстилающего почву слоя, м	минимальная глубина залегания минерализованных грунтовых вод, м	максимальный уклон, %	сложность рельефа (условный объем планировочных работ), м³/га	обеспеченность* водой	максимальная высота надземной части растения, м	поливная норма, м³/га	обеспеченность земельными ресурсами**	нагрузки площади на одного работника, занятого в сельском хозяйстве, га-чел.
Стационарные системы капельного орошения со схемами размещения культур: 7×5; 4×3,5; 2×1,5 м	1—8	0—5	5—20	1,5	2	0—0,4	—	0,8—10	2	200—800	1,0—10	0,5—5
Дождевально-поливные двухконсольные машины, работающие в движении и позиционно с забором воды из каналов	2—10	0—20	1—20	0,3	7	0,1—0,4	0—300	2—10	4	200—1200	1,5—10	0,5—5
Гидробуры (инжекционные машины) внутрипочвенного орошения с забором воды из передвижных емкостей	1—2	0—20	5—15	0,5	5	0—50	—	0,8—10	4	10—100	1,0—10	0,1—0,5

* Отношение стока водоисточника за вегетационный период к требуемой водоподаче.
** Отношение площадей, пригодных к орошению, к фактически поливаемым.

нительной эффективности, то есть минимум приведенных затрат, равен:

$$\overline{C}_{\min} = C_i + 0,12K_i, \qquad (2)$$

где C_i — ежегодные издержки при эксплуатации оросительной системы сравниваемого варианта; K_i — капитальные вложения по тому же варианту; 0,12 — принятый нормативный коэффициент эффективности; $\overline{C}_{\min}$ — минимальные приведенные затраты по сравниваемым вариантам.

Приведенные затраты для различных технических решений внутрихозяйственных оросительных систем колеблются от 200 до 600 руб/га; меньшие затраты относятся к полустационарным оросительным системам с открытой и закрытой сетью, а большие — к стационарным системам внутрипочвенного орошения и дождевания, имеющим значительные капитальные вложения (3000—4000 руб/га).

Использование поливной техники, как правило, одновременно приводит и к увеличению объемов получаемой продукции за счет роста урожайности и сокращения потерь посевной площади. Срок окупаемости при этом будет зависеть от прироста чистого дохода:

$$T_{ок} = \frac{K}{Д_2 - Д_1} = \frac{K}{(П_2 - C_2) - (П_1 - C_1)}, \qquad (3)$$

где $Д_1$ и $Д_2$ — чистый доход до и после внедрения поливной техники; $П_2$ и $П_1$ — стоимость валовой продукции до и после внедрения поливной техники.

При рассмотрении двух и более вариантов поливной техники определяют срок окупаемости по каждому из них и принимают вариант с наименьшим сроком окупаемости.

В таблице 5 приведены условия и возможность использования техники в зависимости от природных и хозяйственных факторов.

ТЕХНИКА ПОЛИВА И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

На современном этапе развития сельскохозяйственных мелиораций предусматриваются:

повсеместный переход к строительству технически совершенных оросительных систем, гарантирующих получение экономически обоснованных высоких урожаев при любых сложившихся погодных условиях с минимальными затратами труда и средств при высоком уровне использования земельных и водных ресурсов;

коренная реконструкция оросительных систем в староорошаемых районах страны на базе внедрения новой техники полива, средств автоматизации водораспределения, планировки земель, замены каналов лотками и закрытой сетью;

дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства на орошаемых землях за счет внесения необходимых доз минеральных и органических удобрений, выдерживания оптимального режима орошения, выведения новых высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, отзывчивых на орошение, внедрения новых принципов распределения воды на поле, регулирования микроклимата орошаемых земель;

резкое повышение производительности труда при поливе, внедрение прогрессивных форм эксплуатации оросительных систем с использованием средств автоматизации и телемеханики.

На все виды дождевальной и поливной техники утверждены агротехнические требования со сроком действия не более 10 лет, так как техника непрерывно совершенствуется и требования к ней повышаются.

Требования сельскохозяйственного производства к технике полива, учитывающие ее назначение и специфические особенности, условно разделены на агробиологические, агропочвенные и мелиоративные, организационно-хозяйственные.

Агробиологические требования предусматривают оптимальное снабжение растений водой. Для этого поливная техника должна обеспечить: подачу воды в нужном количестве, необходимого качества и в требуемые сроки в соответствии с биологическими фазами развития растений; равномерное распределение воды на поле и по почвенным горизонтам в соответствии с размещением корневой системы растений; положительное воздействие полива на окружающую растение среду и создание требуемого воздушного, теплового и пищевого режимов в почве и микроклимата, соответствующих физиологическим особенностям развития растений; исключение механических повреждений растений (поломка стеблей и др.) и отрицательного воздействия на них водного тока или дождевых капель (полегаемость, угнетение всходов, нарушение цветения и опыления).

Агропочвенные и мелиоративные требования сводятся к сохранению и улучшению микрорельефа, структуры, механического состава почвы и мелиоративного состояния земель. Для этого поливная техника и технология полива не должны допускать: водной эрозии почвы; разрушения структуры и уплотнения почвы; потерь воды на глубинную фильтрацию и сбросы, вторичного засоления и заболачивания орошаемых земель.

Организационно-хозяйственные требования сводятся к рациональной организации территории, высокоэффективному использованию поливной техники, воды и труда на поливном участке. Поливная техника и технология орошения должны обеспечивать: выполнение поливных и послеполивных механизированных работ в лучшие агротехнические сроки без ухудшения условий работы других сельскохозяйственных машин при рациональной организации территории, труда и использования воды на поливном участке; высокоэффективное использование поливной техники при требуемом уровне эксплуатационной надежности; высокий уровень производительности труда на поливе, а также прогрессивное изменение характера и условий труда по сравнению с ранее применявшейся техникой.

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ГРАФИКИ ПОЛИВА, ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Режим орошения. Режим орошения сельскохозяйственных культур представляет совокупность поливных и оросительных норм, числа и сроков полива. По своему назначению режим орошения может быть увлажнительным и увлажнительно-промывным.

В практике оросительных мелиораций различают проектный и эксплуатационный режимы орошения. Последний, в свою очередь,

подразделяют на поливной режим плана водопользования и оперативный.

Проектный режим орошения разрабатывается для конкретных климатических, водохозяйственных, почвенно-мелиоративных и организационно-технических условий с учетом принятых в проекте способов орошения и техники полива.

Эксплуатационный режим орошения составляется для планирования и реализации сезонного и оперативного (на одну-две декады) планов водопользования с учетом почвенно-мелиоративных, оросительно-технических и других изменений, которые произошли в процессе эксплуатации оросительной системы, а также с учетом ожидаемых в данном году погодных условий.

Основой для оценки необходимости в орошении, а также территориальной и количественной изменчивости режимов орошения сельскохозяйственных растений может служить коэффициент увлажненности, определяемый по зависимости:

$$K_{\text{у}} = \frac{P_b + V_{\text{п}}}{E}, \qquad (4)$$

где $K_{\text{у}}$ — коэффициент увлажненности; P_b — атмосферные осадки за биологически активный период года (за период с температурой воздуха выше 5 °С), мм; $V_{\text{п}}$ — активные запасы влаги в почве на начало расчетного периода, мм; E — испаряемость за тот же период, мм.

Расчет режима орошения. Основой для расчета показателей поливного режима служит уравнение водного баланса. Балансовые расчеты заключаются в сопоставлении количества воды, необходимого сельскохозяйственным растениям для их нормального роста и развития, с природной водообеспеченностью орошаемых площадей (атмосферными осадками и грунтовыми водами).

В последнее время широкое применение для определения суммарной потребности сельскохозяйственных культур в воде получил так называемый биоклиматический метод. В основу этого метода положена общность между суммарным водопотреблением и испаряемостью (потенциальной эвапотранспирацией). Внутрисезонное несоответствие между испаряемостью и суммарным водопотреблением корректируется биологическими коэффициентами.

Оросительная норма или дефицит водопотребления за вегетационный период — количество воды, которое подается на один гектар орошаемой площади за весь период вегетации. Она равна разнице между суммарным водопотреблением культуры и естественной влагообеспеченностью:

$$M = \Delta E_{\upsilon} = E_{\upsilon} - (V_{\text{п}} + 10P\alpha + \Gamma), \qquad (5)$$

где M — оросительная норма, или дефицит водопотребления за вегетационный период, $M = \Delta E_{\upsilon}$, м³/га; E_{υ} — суммарное водопотребление культуры за тот же период, м³/га; $V_{\text{п}}$ — активный запас влаги в почве на начало вегетации, легкодоступный для использования растениями, м³/га (табл. 6); P — атмосферные осадки за вегетационный период, мм; α — коэффициент использования атмосферных осадков; Γ — количество грунтовых вод, используемых за расчетный период, м³/га.

На фоне влагозарядки или при обильных осадках во вневегетационный период активный запас влаги в почве к началу веге-

тационного периода можно принимать 30—40% наименьшей влагоемкости для тяжелых и средних и 40—50% для легких по механическому составу почв.

Таблица 6. **Расчетные запасы влаги $V_п$ в метровом слое почвы** (на фоне влагозарядки), м³/га

Почвенные разности	Сероземы	Лугово-сероземные
Супесчаные и песчаные	600—800	700—900
Легкосуглинистые	800—1000	900—1100
Среднесуглинистые	1000—1200	1100—1300
Тяжелосуглинистые	1200—1300	1300—1400

Капиллярное использование пресных грунтовых вод при близком их залегании определяют по экспериментальным данным или рассчитывают по зависимости:

$$Г = E_v g_г, \qquad (6)$$

где E_v — суммарное водопотребление культуры за расчетный период, м³/га; $g_г$ — коэффициент капиллярного подпитывания, выраженный в долях от суммарного водопотребления.

Таблица 7. **Ориентировочные коэффициенты использования грунтовых вод***

Почвогрунт	Агрофон	Глубина залегания грунтовых вод, м				
		0,5	1	1,5	2	3
Легкий по механическому составу	Без растительности	0,45	0,25	—	—	—
	Культуры с корневой системой:					
	до 0,6 м	0,85	0,40	0,15	0,05	—
	до 1 м	1,00	0,55	0,25	0,15	—
	Многолетние травы и насаждения с корневой системой более 1 м	1,00	1,00	0,70	0,40	0,05
Тяжелый по механическому составу	Без растительности	0,55	0,30	0,10	—	—
	Культуры с корневой системой:					
	до 0,6 м	0,75	0,35	0,20	0,10	—
	до 1 м	0,95	0,50	0,35	0,20	0,05
	Многолетние травы и насаждения с корневой системой более 1 м	1,00	0,95	0,70	0,50	0,15

* Если грунтовые воды минерализованы, то табличный коэффициент $K_г$ надо уменьшить в 1,5—2 раза.

В таблице 7 приведены коэффициенты использования грунтовых вод в зависимости от механического состава почвы.

Атмосферные осадки вегетационного сезона учитывают полностью, исключают из расчета только те осадки, которые в виде поверхностного или глубинного стока уходят за пределы зоны активного влагообмена.

Коэффициент использования вегетационных атмосферных осадков изменяется от 0,5 до 1 в различных природных зонах.

Оросительная норма может быть также определена суммированием месячных или декадных дефицитов водопотребления.

При проведении водохозяйственных расчетов следует учитывать также потери воды непосредственно на поле во время полива, так как в неблагоприятных условиях эти потери могут достигать 30—35%.

Расчетная оросительная норма брутто для поля:

$$M_{бр} = \frac{M_н}{\eta_п}, \qquad (7)$$

где $M_{бр}$ — оросительная норма брутто, м³/га; $M_н$ — оросительная норма нетто, м³/га; $\eta_п$ — коэффициент использования поливной воды на поле (табл. 8).

Таблица 8. **Коэффициент использования поливной воды на поле** (к. п. д. техники полива)

Условия проведения поливов	Поверхностный полив по бороздам и полосам			Полив дождеванием	
	из временной оросительной сети		с применением поливных машин	из открытой оросительной сети	из сети закрытых трубопроводов
	без поливной арматуры	с арматурой			
Хорошие (хорошая спланированность поля, уклоны оптимальные, рельеф спокойный, почвы средней водопроницаемости)	0,80—0,85	0,80—0,85	0,85—0,95	0,80—0,85	0,85—0,90
Средние (недостаточная спланированность, уклоны средние, рельеф спокойный, водопроницаемость почв ниже и выше средней)	0,70—0,70	0,75—0,80	0,80—0,85	0,75—0,80	0,80—0,90
Сложные (неудовлетворительная спланированность, уклоны большие и малые, рельеф сложный, почвы высокой и очень низкой водопроницаемости)	0,65—0,70	0,70—0,75	0,75—0,80	0,70—0,75	0,75—0,85

Оросительная норма является суммой поливных норм, восполняющих дефицит влаги орошаемой культуры за вегетационный период и в ряде случаев может включаться также влагозарядковые поливы (табл. 9).

Таблица 9. **Ориентировочные нормы влагозарядки, м³/га** (поверхностный полив)

Культура	Почва суглинистая		
	легкая	средняя	тяжелая
Озимые колосовые	1000—1200	1200—1600	1500—1800
Яровые	800—1000	1000—1400	1400—1600
Сахарная свекла	800—1000	1000—1400	1400—1600
Многолетние травы	1000—1200	1200—1600	1600—2000
Сады, виноградники	1000—1800	1200—1500	1600—2000
Овоще-бахчевые	600—800	800—1000	1000—1200
Кукуруза	800—1000	1000—1200	1200—1500

Поливная норма. Это количество воды, которое подается за один полив на один гектар (по А. Н. Костякову):

$$m = 100\gamma h(\beta_{НВ} - \beta_o), \qquad (8)$$

где m — поливная норма, м³/га; γ — объемная масса расчетного слоя почвы, т/м³ или г/см³; h — глубина промачивания почвы, м; $\beta_{НВ}$ и β_o — наименьшая влагоемкость и предполивная влажность почвы, % от массы.

Поливную норму устанавливают с учетом возможностей и параметров работы поливной техники.

Наименьшая влагоемкость почвы изменяется от 4 до 12% массы для песков и супесей, от 12 до 18% — для легких и среднелегких суглинков, от 18 до 25% — для среднесуглинистых почв и от 25 до 30% массы — для тяжелосуглинистых.

Для большинства полевых культур (многолетние травы, зерновые колосовые, кукуруза, технические культуры) глубина зоны активного влагообмена к концу вегетации достигает 0,9—1,1 м, в то время как у пастбищных травосмесей она составляет 0,5—0,6 м, а у овощных — 0,3—0,5 м (табл. 10). При высоком уровне стояния грунтовых вод и на маломощных почвах табличные поливные нормы необходимо корректировать.

При поливе дождеванием поливную норму определяют в зависимости от интенсивности дождя, технологической схемы работы машины (аппарата), впитывающей способности почвы и уклона поливаемой поверхности. В отличие от поверхностного полива при высокой интенсивности дождя и больших уклонах поливная норма может быть меньше на тяжелых и больше на легких по механическому составу почвах.

Сроки и число поливов рекомендуется устанавливать графоаналитическим способом по суммарной кривой дефицита водопотребления. Датой начала первого полива является точка пересечения кривой с календарной осью абсцисс.

Таблица 10. **Глубина активного влагообмена и размеры поливных норм для аридной зоны**

Культура	Фаза развития	Расчетная глубина увлажнения, м	Почва		
			легкая	средняя	тяжелая
Зерновые колосовые	Кущение — колошение	0,6—0,8	500—700	600—800	700—900
	Колошение — молочно-восковая спелость	0,8—1,0	700—800	800—1000	1000—1200
Кукуруза	До выметывания метелок	0,4—0,7	500—700	600—800	700—900
	Выметывание метелок — молочно-восковая спелость	0,7—0,9	700—800	800—1000	1000—1200
Картофель	Всходы — начало цветения	0,3—0,5	400—500	500—600	600—700
	Цветение — отмирание ботвы	0,5—0,7	500—700	600—800	700—900
Сахарная свекла	Укоренение — развитие листьев	0,4—0,6	400—600	500—700	600—800
	Развитие листьев — нарастание корневого тела	0,6—0,8	600—700	700—900	800—1000
	Период сахаронакопления	0,8—1,0	700—800	900—1000	1000—1200
Многолетние травы:	Кущение	До 0,6	400—600	500—700	600—800
первого года	Бутонизация после укоса	0,6—0,9	600—700	700—900	800—1000
	Цветение после укоса	0,9—1,1	700—900	900—1100	1100—1300
прошлых лет	В течение вегетации	0,8—1,2	800—900	900—1200	1200—1400
Овощи (капуста, томаты, огурцы, лук)	Всходы (высадка) — цветение	0,2—0,3	200—300	300—400	400—500
	Цветение — созревание	0,3—0,4	300—400	400—500	500—600
	Съемная спелость — уборка	0,4—0,6	400—500	400—600	500—700
Культурные пастбища	В течение вегетации	0,6—0,8	600—700	700—900	800—1000

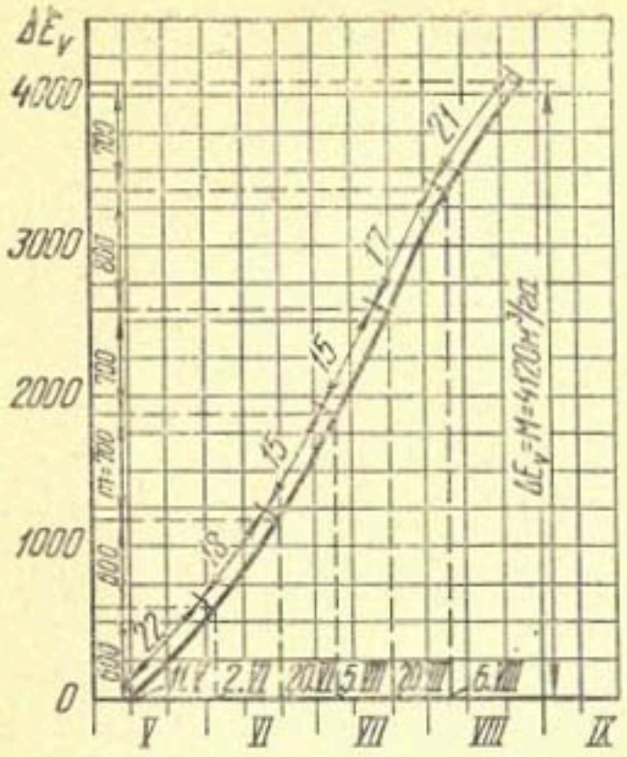


Рис. 3. Суммарная кривая дефицита водопотребления и графический расчет поливного режима кукурузы (для сухостепной зоны $K_у = 0{,}26—0{,}4$):

$\Delta E_в$ — дефицит водопотребления, м³/га; M — поливная норма, м³/га.

Суммарная кривая дефицита водопотребления и пример графического расчета поливного режима кукурузы показаны на рисунке 3.

Эксплуатационные графики полива. При механизированном поливе графики полива составляют с учетом технико-эксплуатационных параметров дождевальных и поливных машин и установок.

Сезонную нагрузку на одну машину или установку определяют для критического периода водопотребления по одному из уравнений:

$$F_{сез} = \frac{Q_м K_{сут}}{q_{расч}} \beta\tau; \qquad (9)$$

$$F_{сез} = \frac{86{,}4 Q_м K_{сут}}{\Delta l_в} \beta\tau; \qquad (10)$$

$$F_{сез} = \frac{3{,}6 Q_м n t_{см} K_{см} T}{m} \beta\tau, \qquad (11)$$

где $F_{сез}$ — сезонная нагрузка на машину, га; $Q_м$ — расход машины, л/с; $q_{расч}$ — расчетная ордината гидромодуля, л/с·га; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании; τ — коэффициент, учитывающий возможные потери рабочего времени, не вошедшие в смену из-за отказов насосно-силового оборудования, оросительной сети и сооружений, переездов с поля на поле, простоев по метеоусловиям и т. д.); n — число смен в сутки; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; $K_{см.пл}$ — плановый коэффициент использования времени смены; $\Delta l_в$ — суточное испарение воды орошаемым полем в критический период водопотребления растений, м³/га; m — поливная норма в критический период водопотребления культур, м³/га; T — минимальный межполивной период, сут; $K_{сут}$ — коэффициент использования времени суток:

$$K_{сут} = \frac{n t_{см} K_{см.пл}}{24}. \qquad (12)$$

Продолжительность полива поля находят по зависимости:

$$t_п = \frac{m F_п}{86{,}4 Q_м K_{сут} \beta\tau}, \qquad (13)$$

где $t_п$ — продолжительность полива поля, сут; m — поливная норма, м³/га; $F_п$ — площадь поля, га; $Q_м$ — расход машины, установки, л/с; $K_{сут}$ — коэффициент использования времени суток; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании,

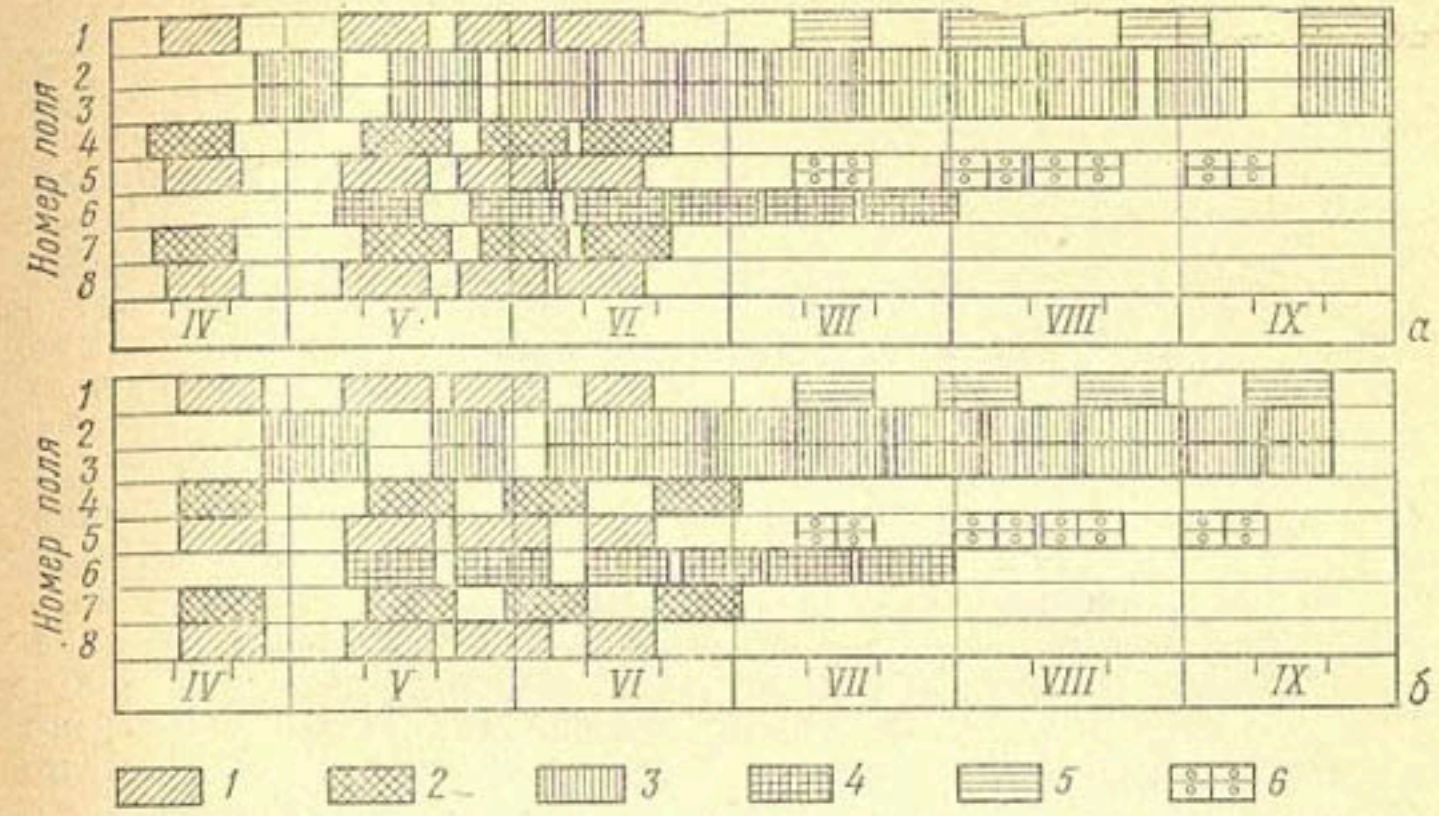


Рис. 4. Графики полива 8-польного зернокормового севооборота дождевальной машиной «Волжанка»:

а — в среднесухой год; *б* — в среднесухой год после укомплектования графика гидромодуля; *1* — озимая пшеница; *2* — яровая пшеница; *3* — люцерна; *4* — кукуруза на зерно; *5* — люцерна летнего сева; *6* — кукуруза пожнивная.

График полива 8-польного зернокормового севооборота машиной «Волжанка» приведен на рисунке 4.

ПОДГОТОВКА ПЛОЩАДЕЙ ОРОШАЕМЫХ УЧАСТКОВ К ПОЛИВУ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Все виды работ по подготовке площадей к поливам должны проводиться в комплексе и в определенной последовательности с другими агротехническими приемами. Для каждого способа полива требуется определенное устройство орошаемого поля и поливной сети.

Для поверхностных поливов основными приемами подготовки площадей являются эксплуатационная планировка, поверхностное выравнивание, нарезка и заравнивание временной оросительной сети, устройство поливной сети. При дождевании в процессе эксплуатации оросительных систем в основном проводят выравнивание поверхности поля.

В условиях крупного социалистического сельскохозяйственного предприятия становится возможной рациональная организация орошаемого массива, основной территориальной единицей которого является поливной участок. Внутри поливного участка отсутствует сеть постоянных каналов, обособленно проводят поливы и механизированные обработки, а также все механизированные работы по подготовке его площади к поливам.

На инженерных оросительных системах поливные участки должны иметь прямоугольную форму; площадь их в зависимости от принятого севооборота, водопроницаемости почв и других факторов

может изменяться от 20 до 100 га. Рациональные размеры поливных участков в каждом конкретном случае устанавливают на основании сравнительных технико-экономических расчетов возможных вариантов организации внутрихозяйственной части оросительных систем. Размеры поливных участков должны позволять качественно и своевременно проводить все работы поливного цикла (нарезка сети, полив, послеполивная обработка) в сжатые агротехнически допустимые сроки, то есть в 7—8 дней, не ограничивать производительность тракторных агрегатов, для чего длина гона должна, как правило, превышать 300—400 м и общая площадь участка по возможности быть кратной сменной их производительности; давать возможность размещать лесные полосы по границам участка с учетом эффективности их ветроснижающего действия; расстояние между лесополосами не должно превышать 25-кратной их высоты.

Эксплуатационная планировка и выравнивание. Эксплуатационная планировка и поверхностное выравнивание поливных участков предшествуют другим работам по подготовке площадей к поливам. Поверхностное выравнивание предназначено для устранения неровностей. Его рекомендуется осуществлять ежегодно и повсеместно на свободных от посевов поливных участках. Поверхностное выравнивание выполняют длиннобазовыми планировщиками или другими орудиями (мала́, волокуша) путем диагональных (вначале) и продольных проходов их по участку (рис. 5). Выравнивание осуществляется без проекта планировочных работ.

Технологический комплекс орудий для эксплуатационной планировки и поверхностного выравнивания предусмотрен системой машин (табл. 11, 12, 13).

Планировщики используют также для эксплуатационной планировки полей. Первые проходы проводят по взаимно пересекающимся диагональным ходам, последние делают в направлении полива загонным способом. Установка ковша планировщика зависит от рыхлости грунта: на рыхлых и плотных грунтах при последнем проходе его устанавливают на 3—4 см, в остальных случаях — на 1—2 см выше нулевой отметки.

Правильно проведенная эксплуатационная планировка орошаемых земель — эффективное мелиоративное мероприятие. Она повышает урожай сельскохозяйственных культур, позволяет повысить производительность труда поливальщиков на 15—30%, экономит до 30% поливной воды.

Нарезка и заравнивание временной оросительной сети. Для подвода воды и ее распределения в поливную сеть при поверхностных немеханизированных поливах, а также для подвода воды к дождевальным машинам типа ДДА и ДДН нарезается временная оросительная сеть. Нарезка и заравнивание выводных борозд и временных оросителей как при продольном, так и поперечном их расположении осуществляются каналокопателями и заравнивателями. Технологический комплекс орудий для нарезки и заравнивания временной сети предусмотрен действующей системой машин (табл. 14). В ряде случаев временная сеть не заравнивается на протяжении вегетации, становясь сезонной, или заменяется передвижными трубопроводами и шлангами.

Временную оросительную сеть нарезают так, чтобы обеспечить пропуск и распределение требуемого количества воды для полива участка в лучшие агротехнические сроки. При этом пропускная способность одновременно действующих временных оросителей на по-

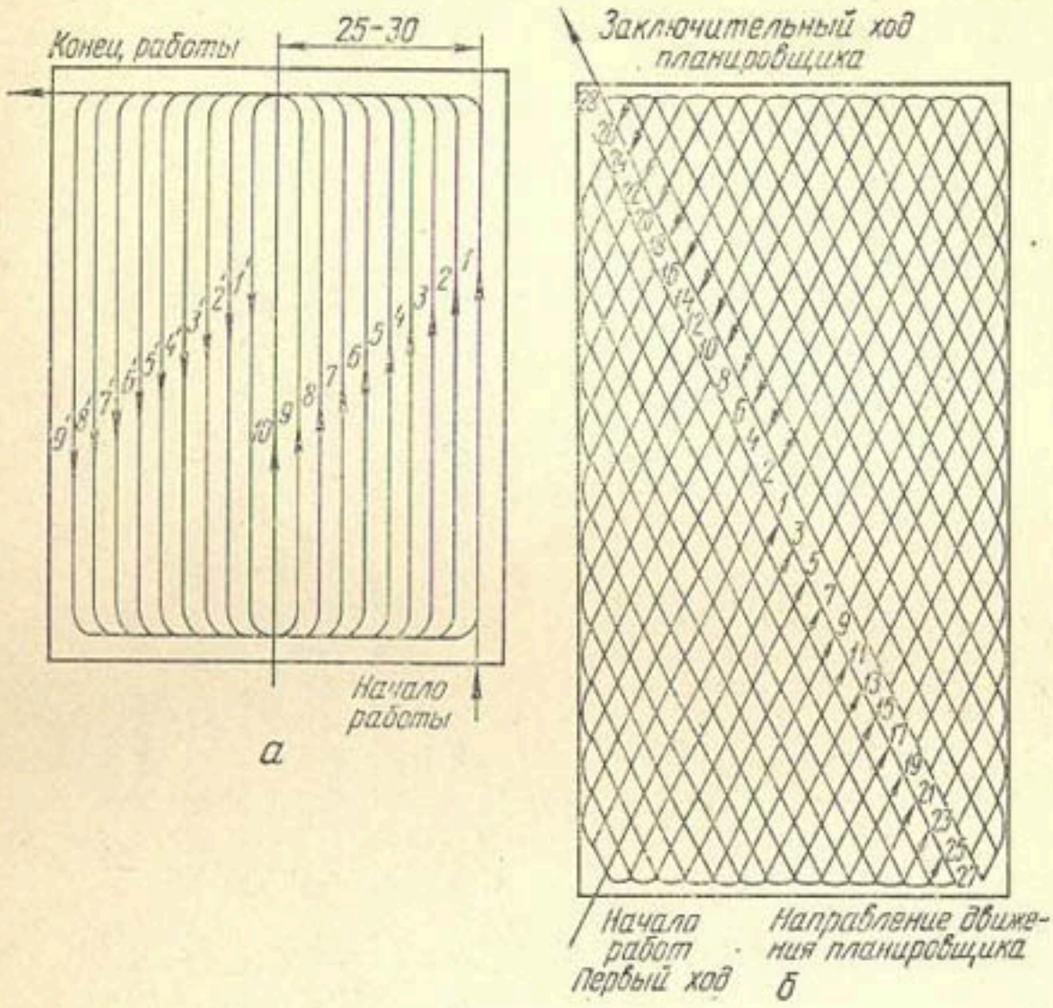


Рис. 5. Схемы движения агрегата при планировке поля: *а* — загонная схема работы планировщиков; *б* — диагональная схема работы планировщиков.

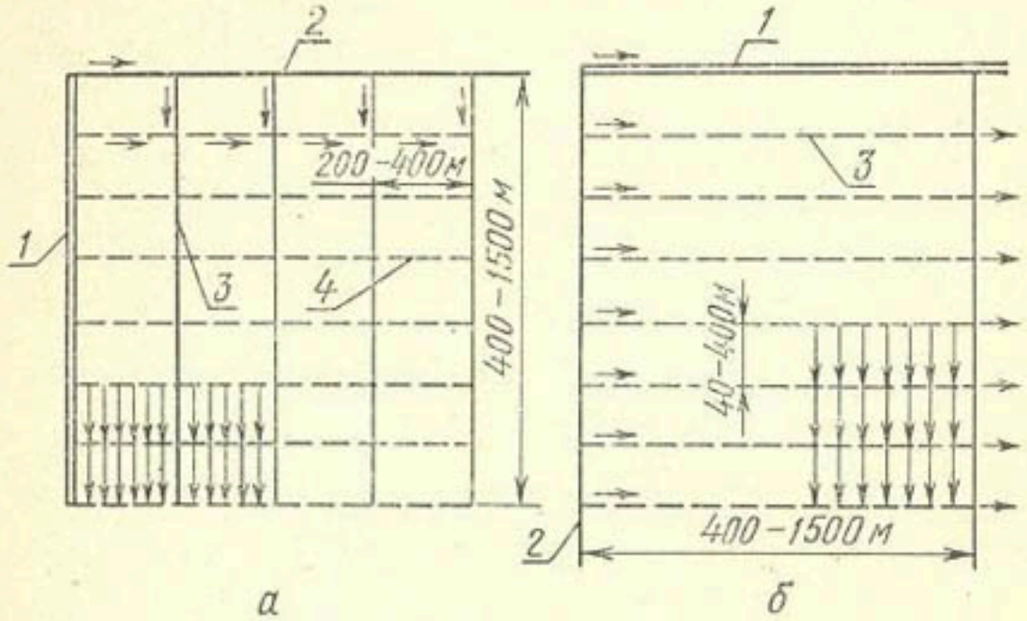


Рис. 6. Схема расположения временной оросительной сети:

а — продольная; *б* — поперечная; *1* — распределитель; *2* — участковый распределитель; *3* — временные оросители; *4* — выводные борозды.

Таблица 11. Технологический комплекс машин для эксплуатационной планировки орошаемых земель

Вариант технологии и зона применения	Операция		
	очистка площадей от травянистой растительности	рыхление почвы на глубину 10—15 см	планировка в 2—4 следа планировщика
Легкая планировка площадей под все культуры, кроме риса (4—6, 9—17, 19)	Косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик КУФ-1,8 Косилка однобрусная навесная КСП-2,1А	Плуг пятикорпусный навесной ПЛН-5-35 Культиватор-рыхлитель КЗУ-0,3	Планировщик длиннобазовый прицепной П-2,8 Планировщик длиннобазовый автоматический ПА-3
Планировка площадей чеков под рис (5, 6, 10, 11, 13, 15, 16, 17)	Косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик КУФ-1,8 Косилка однобрусная навесная КСП-2,1А	Плуг навесной дисковый четырехкорпусный ПНД-4-30	То же

Таблица 12. Технологический комплекс машин для поверхностного выравнивания орошаемых земель

Вариант технологии и зона применения	Операция		
	общее выравнивание поля	выравнивание поворотных полос и других неудобных мест поливного участка	культивация и боронование почвы
Раздельные работы по выравниванию и культивации почвы (1—19)	Планировщик-выравниватель КЗУ-0,3 Выравниватель предпосевной прицепной ВП-8 Выравниватель навесной ВПН-5,6 Мала-выравниватель прицепной МВ-6,0	Грейдер-выравниватель ГН-2,8 Грейдер-планировщик навесной ГН-4,0	Культиватор скоростной КПС-4
Совмещенные работы по выравниванию, культивации и боронованию почвы (1—19)	Приспособление КВГ-4 к прицепному культиватору КПС-4	—	—

ливном участке составляет 100—150 л/с. Пропускная способность каждого временного оросительного канала по возможности должна быть кратной поливному току для одного поливальщика.

Временная оросительная сеть должна предусматривать высокий коэффициент использования поливной воды (не допуская потерь воды на глубинную фильтрацию) и орошаемых земель (не допуская потерь площади под излишне нарезанными временными каналами), а также удобство регулирования и распределения воды в поливные элементы одновременно по всей длине фронта работы поливальщика (50—150 м), рисунок 6.

В отдельных случаях выводные борозды и поливные элементы можно нарезать не перпендикулярно, а под углом к временным оросителям, чтобы исключить размыв почвы.

При длине поливных элементов более 300—400 м вода в них подается из постоянных каналов.

На тщательно спланированных площадях целесообразно нарезать временные оросительные и выводные борозды увеличенного поперечного сечения с доведением поливного тока до 80—120 л/с, а в особо благоприятных условиях — до 120—150 л/с. Поливной ток увеличивается за счет расширения сечения временных оросителей и в особенности выводных борозд, а также за счет двусторонней подачи воды в выводные борозды из двух временных оросителей.

Производительность труда поливальщиков при этом повышается в 2—4 раза по сравнению с существующей в хозяйствах. Для равномерного распределения воды по бороздам можно применять горизонтальные однобортные выводные борозды. Их нарезают грейдером строго по горизонтали, отсыпая грунт в верхнюю сторону, а нижнюю оставляя открытой. Расстояние между временными оросителями в этом случае принимают не более 100 м, воду в горизонтальную однобортную выводную борозду подают из двух временных оросителей.

Устройство поливной сети является заключительной технологической операцией подготовки площадей к поверхностному поливу.

Поливные борозды нарезают приспособлением к культиваторам-окучникам КРН-4,2 и чизель-культиватором ЧКУ-4, а поливные полосы — полосообразователями различных, как правило, опытных конструкций (табл. 15, 16).

Поливные борозды нарезают перед поливом пропашных культур. При последующих поливах борозды, разрушенные обработкой междурядий, нарезают заново. Направление борозд должно совпадать с общим уклоном поверхности участка. При междурядьях 45—50 см глубина борозд составляет 10—15 см, 60—70 см — 15—20 см. При междурядьях 1—1,2 м глубина борозд может быть доведена до 25—30 см, ширина поверху до 60—70 см. На размеры поперечного сечения борозд влияют также уклон дна борозды, применяемая агротехника и техника полива, водно-физические свойства почвы.

Для пропашных культур поливные борозды нарезают одновременно с внесением удобрений, а для культур сплошного сева — одновременно с севом.

Борозды-щели нарезают на недостаточно спланированных полях и на почвах со слабой водопроницаемостью для предпахотных поливов, для промывки засоленных земель, на лугах, пастбищах и виноградниках.

Таблица 13. **Планировщики и выравниватели**

Машина	Марка машины, находящейся на производстве или рекомендованной к производству	Основные параметры машины			Обслуживающий персонал	Класс тяги трактора, т	Операции или процессы, на которых можно применять машину
		ширина захвата, м	производительность, га/ч	масса, т			
Планировщик длиннобазовый прицепной (длина базы 12 м) с гидравлическим управлением	Д-719	4	1,5	6	1	6	Планировка орошаемых земель
Планировщик длиннобазовый прицепной (длина базы 15 м) с гидравлическим управлением	П-4	4	1,5	3,5	1	6	То же
Планировщик длиннобазовый (длина базы 15 м)	П-2,8	2,8	0,82—1	2,55	1	3	» »
Планировщик длиннобазовый автоматический	ПА-3	3	1,2	1,75	1	8	Эксплуатационная планировка орошаемых земель
Выравниватель предпосевной прицепной с гидравлическим управлением	ВП-8	8 и 6	6,82 и 3,72	1,52	1	3—4	Выравнивание орошаемых земель

Выравниватель навесной	ВПН-5,6	5,6 и 2,8	3,5	0,81	1	3	То же
Грейдер-планировщик навесной	ГН-4,0	4 и 3	2,58	0,89	1	3—4	Предпосевное выравнивание поворотных полос и других неудобных мест поливного участка
Мала-выравниватель прицепной с гидравлическим управлением	МВ-6,0	6	3,15	0,86	1	3—4	Малование почвы перед посевом хлопчатника
Грейдер-выравниватель	ГН-2,8	2,8	0,8	0,42	1	0,9—1,4	Предпосевное выравнивание поворотных полос, углов карт и других неудобных мест
Приспособление к культиватору КПС-4	КВГ-4	4	2,4	0,99 с приспособлением, 0,64 без приспособления	1	1,4—3	Для совмещения операций по выравниванию, культивации и боронованию почв перед посевом культур и после влагозарядковых поливов

Таблица 14. **Технологические комплексы машин для нарезки и заравнивания временной оросительной сети, поливных борозд и полос**

Способ подачи воды из временных оросителей для 5, 6, 12, 13, 16, 17 зон	Операция					
	выравнивание трасс	нарезка временных оросителей глубиной в выемке 0,5—0,3 м	нарезка выводных борозд глубиной 0,35 м	нарезка поливных борозд	нарезка поливных полос	заравнивание временных оросительных каналов и выводных борозд
Поливные машины	Бульдозер Д-606, грейдер Д-241А	Каналокопатель навесной Д-716, каналокопатель навесной МК-12	—	—	—	Заравниватель каналов МК-10, заравниватель временных оросительных каналов МК-15
Гибкие трубопроводы	То же	То же	—	—	—	То же
Трубки-сифоны	» »	Каналокопатель-заравниватель универсальный навесной КЗУ-0,3, каналокопатель плужный навесной МК-19	Каналокопатель-бороздодел с заравнивателем навесной КБН-0,35	—	—	Каналокопатель-заравниватель универсальный навесной КЗУ-0,3
Ручной полив самотеком	» »	То же	То же	—	—	То же

Таблица 15. **Машины для нарезки и заравнивания временных оросителей, валиков, выводных и щелевых борозд**

Машина	Марка машины	Основные параметры машины			Обслуживающий персонал	Трактор	Операции или процессы, на которых можно применять машину
		ширина захвата, м	производительность, км/ч	масса, т			
Каналокопатель навесной	Д-716	—	2,74	1,02	1	Т-100 МГС или Т-130	Нарезка временных оросительных каналов глубиной в выемке 0,5 м, шириной по дну 0,6 м, с заложением откосов 1 : 1
Заравниватель каналов	МК-10	4	2,00	1,7	1	Т-100МГ	Заравнивание временных оросительных каналов, нарезанных каналокопателем Д-716
Заравниватель временных оросительных каналов	МК-15	3,6	4,16	1,52 заравнивателя, 1,53 разравнивателя	1	Т-130Г	То же

Таблица 16. Валикоделатели и полосообразователи

Машина	Марка машины	Основные параметры машины			Обслуживающий персонал	Трактор	Операции или процессы, на которых можно применять машину
		ширина захвата, м	производительность, км/ч	масса, т			
Валикоделатель навесной с приспособлением для уплотнения откосов валика	ВУ-0,7	4,4	1,86	1,86	1	Т-100МГ или Т-130	Нарезка уплотненных валиков высотой 0,5—0,7 м с заложением откосов 1 : 1,5
Палоделатель-разравниватель навесной с приспособлением для заделки стыков	ПР-0,5	3,0	4,13	1,96	1	Т-4А или Т-4	Нарезка валиков высотой 0,5 м на рисовых полях с заделкой стыков и разравнивание валиков
Каналокопатель навесной	МК-12	—	2,9	0,68	1	Т-4, Т-4А, Т-100МГС, ДТ-75М, Т-74 (при глубине до 0,3 м)	Нарезка временных оросительных каналов глубиной в выемке 0,4 м, шириной по дну 0,4 м с заложением откосов 1 : 1
Каналокопатель плужный навесной	МК-19	4,07 заравнивателя, 4,68 разравнивателя	4,16	1,52 заравнивателя, 1,53 разравнивателя	1	Т-130Г	Нарезка временных оросительных каналов глубиной в выемке до 0,5 м, шириной по дну 0,4 м с заложением откосов 1 : 1

Каналокопатель-заравниватель универсальный навесной	КЗУ-0,3	—	—	6,8 (рама с комплектом рабочих органов)	1	ДТ-75, ДТ-75М, Т-74	Нарезка и заравнивание временных и оросительных каналов и выводных борозд, нарезка и разравнивание валиков (пал), выравнивание полей, нарезка щелей, глубокое рыхление и культивация почвы
Каналокопатель унифицированный	«500» и «300»	—	4,0	0,6	1	То же	Нарезка временных оросительных каналов глубиной в выемке 0,3 м, шириной по дну 0,5 м и выводных шириной по дну 0,3 м с заложением откосов 1 : 1
Чизель-культиватор	ЧК-3	3,0	1,4*	0,8	1	ДТ-75	Глубокое рыхление грунтов
Бороздодел-щелерез	КЗУ-0,3	—	1,0*	0,35	1	ДТ-75	Нарезка щелей глубиной 0,35 м для влагозарядковых поливов

Продолжение

Машина	Марка машины	Основные параметры машины			Обслуживающий персонал	Трактор	Операции или процессы, на которых можно применять машину
		ширина захвата, м	производительность, км/ч	масса, т			
Палоделатель-заравниватель-разравниватель	ПАЛ-КЗУ-0,3	2,8	6,0 палоделателя, 5,5 заравнивателя, 7,0 разравнивателя	0,63 палоделателя-разравнивателя, 0,69 заравнивателя	1	ДТ-75	Нарезка и разравнивание валиков высотой 0,5 м
Планировщик-выравниватель	КЗУ-0,3	5,0 и 3,0	1,8*	0,56	1	ДТ-75	Предпосевное выравнивание полей
Каналокопатель-бороздодел с заравнивателем, навесной	КБН-0,35	1,8 заравнивателя, 2,2 бульдозера	2,7	0,80	1	Т-28Х4	Нарезка и заравнивание выводных борозд глубиной (общей) 0,36 м, шириной по дну 0,15 м, с заложением откосов 1 : 1

* Производительность в га/ч.

Поливные полосы нарезают для поверхностных поливов культур сплошного сева и влагозарядки. Их направление для полива с головным пуском должно совпадать с общим уклоном поверхности. Ширина полос должна быть 3,6 и 4,2 м, высота валиков после их усадки — не менее 15 см. Полосы нарезают специальными орудиями — полообразователями (табл. 16).

Для устройства полос используют также палоделатели ПАЛ-КЗУ-0,3, полообразователи риджерного типа и другие орудия. При нарезке полос следует стремиться к тому, чтобы валики, ограничивающие их, были параллельны. Преимущество полообразователей: выразнивают поверхность внутри полосы и не образуют резервы вдоль полоограничивающих валиков. При устройстве полос валикоделателями вдоль валиков образуются резервы глубиной 6—12 см, что затрудняет равномерность распределения воды по ширине полосы.

Для устройства поливных полос применяют также различные свальные и развальные полообразователи, состоящие из двух вертикальных щитов, поставленных под углом к направлению движения агрегата.

Полообразователь свального типа собирает почву с двух полуполос и формирует полоограничивающий валик на границе их с одновременным устройством двух половин полос, примыкающих к этому валику. Полообразователь развального типа раздвигает почву по ширине полосы, отсыпая два ограничивающих ее полувалика.

Широкие поливные полосы (20—30 м) могут выполняться на малоуклонных, тщательно спланированных участках. Ограждающие валики в этом случае должны быть высокими (20—30 см) и пологими (с откосами 1 : 4).

Для влагозарядки поливные полосы нарезают пятикорпусным плугом с одним удлиненным отвалом.

Нарезка валиков и устройство чеков для полива риса затоплением осуществляются на спланированной горизонтальной поверхности. Продольные и поперечные валики нарезают валикоделателем. Стыки поперечных и продольных валиков заделывают бульдозерами. Перед уборкой риса поперечные валики разравнивают. Высота валиков 0,3—0,4 м, ширина поверху 0,1 м, у оснований 0,98 м.

Глава II
ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОЛИВ

МЕХАНИЗМ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ

Механизм поступления воды в почву при поверхностном орошении (табл. 17) слагается из горизонтального перемещения тока воды по поверхности почвы (сплошным слоем или по бороздам) и вертикального просачивания капиллярным и гравитационным путем.

Таблица 17. **Схема распределения воды при поверхностном орошении** (по А. Н. Костякову)

Распределение воды на поле	Способ полива	
	с малым напором и расходом воды	с более высоким напором и расходом воды
По поверхности поля:		
сплошным слоем	По полосам	Затоплением
по бороздам	По проточным бороздам	По глубоким тупым бороздам

А. Н. Костяковым предложены зависимости, учитывающие динамичность скорости впитывания на элементарной увлажняемой площадке:

$$K_t = \frac{K_1}{t^a} \quad \text{и} \quad K_{ср} = \frac{K_1}{(1-a)\,t^a}, \tag{14}$$

где K_1 — коэффициент водопроницаемости данной почвы в первую единицу времени (табл. 18); K_t — скорость впитывания в момент времени t; a — коэффициент затухания скорости впитывания, изменяющийся от 0,2 до 0,8 для различных почв (табл. 18); $K_{ср}$ — средняя скорость впитывания воды почвой за время t.

Для аппроксимации процесса впитывания воды почвой применима формула с дополнительным членом установившейся скорости впитывания:

$$K_т = bt^a + K_{уст}, \tag{15}$$

где $K_{уст}$ — установившаяся скорость впитывания воды в почву (табл. 19); b, a — коэффициенты, зависящие от водно-физических свойств почвы.

В связи с неодновременностью покрытия движущейся струей створов по длине поливных элементов, средняя скорость впитывания

Таблица 18. **Фактические значения параметров впитывания α и K_1 для обыкновенных сероземов** (по К. А. Жаровой)

Почвы	α	K_1, см/ч
Супесчаные (подстилаемые галечником, супесчаными и глинистыми отложениями):		
пределы	0,07—0,31	8—32
среднее значение	0,14	17,6
Средние суглинки (подстилаемые галечником, легкими суглинками с прослоями тяжелого суглинка):		
пределы	0,11—0,75	2,4—17,5
среднее значение	0,45	8,4
Сероземно-луговые сильно солончаковые лессовидные тяжелые суглинки:		
пределы	0,31—0,86	1,8—9,6
среднее значение	0,75	6,0

Таблица 19. **Параметры формулы впитывания** (по Н. Т. Лактаеву)

Пахотный слой	α	Подпахотный слой	$K_{уст}$	b
Почвы хорошей структуры в рыхлом состоянии	0,333	Супесь	0,015	1,45
		Легкий суглинок	0,008	2,50
		Средний суглинок	0,0045	4,55
		Тяжелый суглинок	0,0025	7,05
		Глины	0,0015	14,6
Почвы обычной средней структуры и плотности	0,6	Супесь	0,015	0,73
		Легкий суглинок	0,008	1,47
		Средний суглинок	0,0045	2,50
		Тяжелый суглинок	0,0025	4,50
		Глины	0,0015	7,90
Слабоструктуренные почвы сильноуплотненные	0,75	Супесь	0,015	0,48
		Легкий суглинок	0,008	0,39
		Средний суглинок	0,0045	1,55
		Тяжелый суглинок	0,0025	2,90
		Глины	0,0015	4,70

по длине l будет несколько меньше средней скорости впитывания на элементарной площадке $K_{ср}$ и, по Л. Б. Бунетяну, применительно к формуле А. Н. Костякова

$$K_{ср} = \frac{K_1}{(1-\alpha)(2-\alpha)} t^{-\alpha}. \qquad (16)$$

При поливе сплошным слоем вода поглощается почвой в вертикальном направлении преимущественно гравитационным путем, а

при поливе по бороздам — в вертикальном и боковом направлениях в основном капиллярным путем.

Скорость продвижения воды по поверхности орошаемого поля v:

$$v = c\sqrt{hi}\,, \tag{17}$$

где h — слой воды; i — уклон поверхности; c — скоростной коэффициент, зависящий от коэффициента шероховатости поверхности поля n, равного 1,4—4:

$$c = \frac{87\sqrt{i}}{n}\,.$$

Скорость поглощения воды почвой $\overline{v}$ в общем виде определяют по формуле:

$$\overline{v} = K\frac{h + a + h_к - h_{из}}{a}\,, \tag{18}$$

где K — коэффициент фильтрации почвы; h — слой воды на поверхности; a — слой почвы, пропитавшийся водой; $h_к$ — высота капиллярного поднятия воды в данной почве; $h_{из}$ — избыточное давление воздуха в почве.

ОРОШЕНИЕ РИСА

Рисовые системы в СССР размещаются в районах с благоприятными климатическими условиями и достаточными водными ресурсами, на землях с общими уклонами поверхности до 0,005, в основном с неблагоприятными для возделывания других культур почвенно-мелиоративными условиями.

Рис возделывают в севообороте с другими (сопутствующими) культурами, что должно быть учтено в конструкции рисовой системы.

Число полей (от 3 до 8), содержание риса (50—75%) в рисовом севообороте, состав севооборотных культур и схему их чередования принимают по рекомендациям научно-исследовательских организаций для конкретных природно-экономических условий. Площадь поля 50—150 га.

Первичным элементом рисового севооборота является поливная (рисовая) карта, ограниченная по периметру младшими каналами оросительной и водоотводящей сети. Несколько смежных карт образуют поле севооборота. Длина карты 400—1500 м, ширина 150—250 м. В районах Дальнего Востока ширину поливной карты допускается уменьшать до 100 м. Площадь карты 8—30 га.

Карта делится поперечными валиками на прямоугольные в плане чеки — горизонтальные площадки. Разница между отметками смежных чеков не должна превышать 0,5 м.

Для эффективного использования сельскохозяйственной техники длина одной из сторон чека должна быть не меньше 200 м, а площадь чека не меньше 2 га. В отдельных случаях при неблагоприятном рельефе площадь чеков может быть уменьшена до 1 га. При благоприятном малоуклонном рельефе карта представляет собой единый чек, называемый картой-чеком. Чеки устраивают, как пра-

вило, «сквозными», то есть между картовым оросителем и картовым водоотводным каналом размещается только один чек. Чековые валики выполняют в соответствии с действующим отраслевым стандартом*.

Строительная планировка поверхности рисовых полей должна проводиться с минимальным нарушением плодородного слоя. При больших и глубоких срезках применяют специальные способы планировочных работ, обеспечивающие сохранение верхнего слоя почвы, или мероприятия по восстановлению нарушенного планировкой плодородия почвенного слоя.

При недопустимых срезках плодородного слоя почвы растительный слой почвы с мест больших срезок и насыпей (а иногда со всего чека) предварительно снимают и после проведения планировки возвращают обратно (кулисная и другие виды планировок).

Проектирование строительной планировки и картовых каналов выполняют на топографических планах, используя наземную съемку и аэрофотосъемку, а также на ЭВМ, используя разработанные для этих целей программы.

Строительную планировку рисовых карт проводят в основном скреперами, а отделочное выравнивание — длиннобазовыми планировщиками. Планировочные работы осуществляют в комплексе с картовыми каналами, чековыми валиками и дорогами. Это позволяет свести к минимуму или вообще отказаться от кавальеров и резервов. Снятый растительный слой вывозят на поля.

После окончания строительной планировки отклонение точек спланированной поверхности от средней отметки чека после замочки не должно быть более ±5 см. Повышению качества планировки способствует применение лазерной техники (система «Калина-1» и др.).

Если грунты подвержены длительным деформациям, планировку выполняют в два этапа: в период строительства и после одного-двух лет использования площадей под посевы риса.

Рис в СССР возделывают со слоем воды 10—15 см. Режим орошения и оросительные нормы риса и культур, сопутствующих рису в севообороте, принимают по рекомендациям зональных научно-исследовательских организаций или определяют расчетом.

Поливной сезон риса подразделяется на два периода — первоначального затопления и поддержания слоя воды.

При посеве риса с самолетов в воду первоначально рисовые карты затопляют не позже чем за 3—4 сут до начала сева. При посеве риса в сухую почву затопление рисовых карт завершают не позже чем на третьи сутки.

Сопутствующие рису пропашные культуры поливают по бороздам или дождеванием из временных оросителей, нарезаемых на поливной период внутри чеков, а культуры сплошного сева — дождеванием, затоплением или по полосам. При поливе затоплением во избежание вымокания растений чеки разбивают временными валиками на более мелкие чеки, затапливаемые и осушаемые последовательно.

Воду на поливную карту Краснодарского и Кубанского типа подают из картовых оросителей с горизонтами воды, командующи-

---

* Валики земляные на рисовых полях. Основные размеры. Технические требования (ОСТ 336—73).

ми над поверхностью чеков. Желательно, чтобы картовые оросители имели двухстороннее командование. Для этого поливную карту располагают длинной стороной по уклону местности.

Ориентировочную среднюю глубину картовых водоотводных каналов (карты сбросов и дрен) и ширину рисовых карт можно назначать (кроме районов Дальнего Востока) по таблице 20.

Таблица 20. **Ориентировочная средняя глубина картовых водоотводных каналов**

Мелиоративные условия	Почвогрунты		Грунтовые воды		Ширина карт, м	Средняя глубина картовых каналов и дрен, м
	засоленность	приведенный коэффициент фильтрации, м/сут	минерализация, г/л	отточность		
Очень легкие	$<0,5$	>1	<5	Хорошая	200—250	1—1,5
Легкие	$<0,5$	>1	<5	Слабая	200	1,5—2
Средние	$0,5 \div 2,5$	0,2—1	5—15	Слабая	150—200	1,0—2,5
Тяжелые	$0,5 \div 2,5$	$<0,2$	>15	Слабая	150—200	1,5—2
Очень тяжелые	$>2,5$	$<0,2$	>15	Отсутствует	Специальное обоснование	—

В районах Дальнего Востока среднюю глубину каналов водоотводной сети принимают 0,5—1,5 м.

Водным режимом на рисовом чеке управляют при помощи водовыпусков из картового оросителя в чек и из чека в картовые водоотводные каналы, которые, как правило, размещают в противоположных углах чеков. Чековые водовыпуски применяют в соответствии с действующими типовыми проектами.

Проектирование рисовых систем проводится в соответствии с Инструкцией по проектированию рисовых систем (ВСН-П-25-75).

Карта-чек. В последние годы в практику орошения риса начала внедряться карта-чек, получившая название рисовой карты, с широким фронтом затопления и сброса. Вся карта представляет собой большой чек, спланированный под одну отметку. Вдоль карты в выемке устраивают однобортный канал, являющийся оросителем-сбросом. Затопление карты-чека происходит быстро и спокойно переливом из оросителя-сброса. Проще, чем в обычной карте, осуществляется сброс воды с чека, так как вода поступает по всему фронту длины карты в ороситель-сброс. Это создает благоприятные условия для своевременного и качественного выполнения сельскохозяйственных работ.

Оросители-сбросы могут быть одностороннего и двухстороннего командования. При одностороннем командовании одна из бровок оросителя-сброса обваловывается. В начале и в конце оросителя-сброса делают сооружения для впуска и сброса воды.

Оптимальная площадь карт-чеков 8—12 га, длина 500—600 м, а максимальная длина 1000 м.

Число водорегулирующих сооружений на картах-чеках в 2—3 раза меньше, чем на обычных, несколько снижаются требования к

командованию сети, что облегчает автоматизацию. Причем строительство оросителя-сброса гораздо проще, чем оросителя в насыпи.

К. з. и. карт-чеков на 3—5% выше, вследствие чего возрастает сбор зерна, уменьшаются непроизводительные затраты гербицидов, ядохимикатов и удобрений при подкормках и семян при использовании авиации. Производительность сельскохозяйственных машин повышается на картах-чеках на 10—20%, а расход горючего соответственно снижается. Производительность труда поливальщика повышается в полтора-два раза.

На засоленных землях, кроме оросителей-сбросов, применяют открытые или закрытые картовые дрены. При междренном расстоянии 400 м устраивают спаренные оросители-сбросы, а при междренном расстоянии около 200 м — оросители-сбросы двухстороннего командования. Сопутствующие культуры можно поливать напуском или дождеванием ДДА-100М, ДДН-70 (в зависимости от расстояний между оросителями-сбросами). Ширина карт-чеков равна 200 м, на засоленных землях — междренному расстоянию, а при применении ДДА-100М или ДДН-70 кратна ширине захвата машин.

Карты-чеки находят применение только при спокойном безуклонном рельефе (во избежание больших объемов планировок и сложности их проведения в период строительства и эксплуатации) и при не очень высоких температурах воды и воздуха, так как на них не обеспечивается проточный режим.

Карта Дальневосточного типа. Менее жесткие требования к рельефу предъявляет карта Дальневосточного типа (Союздальгипрорис).

В карте отсутствуют переферийные и продольные валики. Оросительсброс располагают с низовой стороны, что обеспечивает благоприятные условия отведения воды с чека. Залив чеков осуществляется за счет переполнения оросителя-сброса и разлива воды по всему фронту примыкания оросителя-сброса к карте. В зависимости от рельефа местности планируют карту-чек или карту с каскадом отдельных чеков.

Дно картового оросителя-сброса на 0,6—1 м ниже средней плоскости чека, ширина по дну 0,6 м, заложение откосов 1,5. Грунт из выемки оросителя-сброса используют для насыпи картовых дорог. Поперечные валики высотой 0,35 м имеют пологое заложение откосов $m=4$, что обеспечивает проходимость сельскохозяйственных машин и орудий и позволяет вести внутрикартовую обработку почвы вместо внутричековой.

Длина карт 600—1200 м, ширина 100—120 м, максимальная площадь 10—12 га, расход воды, подаваемый на карту, до 100—150 л/с.

Для возможности регулирования воды на картах с каскадом чеков необходимо, чтобы разность отметок между поверхностями чеков была 0,15—0,4 м.

Карта Кубанского типа. Дальнейшей рационализацией конструкции рисовой системы является карта, разработанная институтом «Кубаньгипроводхоз» и названная Кубанской.

Основой конструкции Кубанской рисовой системы являются модули (поле севооборота), из которых комплектуются севооборотные участки. Модуль системы содержит: участковый распределитель, прокладываемый по оси поля севооборота; коллекторы и дрены, расположенные по границам поля; три клетки дренирования, оконтуренные дренами, сбросами и коллекторами (каждая клетка дрени-

рования состоит из двух поливных участков); шесть поливных участков, содержащих по четыре чека (площадь чека — 6 га); оросители, устраиваемые посредине поливного участка на половине длины его; полевые дороги, прокладываемые по линии раздела чеков; гидротехнические сооружения на каналах и дорогах.

Основными конструктивными особенностями Кубанской карты являются: сокращение длины поливных карт до 400—600 м и устройство между распределительным и сбросным каналом двух соприкасающихся рядов одинаковых по размерам чеков.

Конструкция Кубанской карты имеет ряд преимуществ перед известными системами (табл. 21).

Таблица 21. **Сравнительные технико-экономические показатели различных конструкций рисовых систем с картами Краснодарского и Кубанского типа**

Показатели	Краснодарская	Кубанская
Коэффициент земельного использования на севооборотном поле, %	0,87	0,90
Коэффициент полезного действия водоподводящей сети, %	0,86	0,91
Протяженность оросителей, м/га	22—25	8—12
Число чеков в карте	4—5	2
Площадь чеков, га	2—10	6
Число водовыпусков из оросителя в чек	8—12	4
Площадь клетки дренирования, га	80—100	48
Протяженность дорог, м/га	67	51

Преимущества карты Кубанского типа следующие.

Сокращается длина поливной карты, что позволяет лучше вписаться в рельеф местности, снизить объем земляных работ по каналам, дорогам, а также по планировке чеков.

Более просто автоматизировать водорегулирование.

Возможен полив сопутствующих рису культур в севообороте высокопроизводительной техникой с использованием широкозахватной дождевальной машины «Волжанка» и других поливных машин.

Устройство дорог, не совмещенных с дамбами каналов, обеспечивающих обслуживание чеков с двух сторон дороги, сокращает пробег автомашин.

Возможно переустройство ее из открытой системы в закрытую с минимумом бросовых работ.

Осуществлена полная стандартизация элементов внутрихозяйственной сети в пределах севооборота, что обеспечивает повышение уровня проектирования, строительства и эксплуатации.

Основной объем работ по составлению рабочих чертежей внутрихозяйственной сети можно выполнять на ЭВМ.

Число типоразмеров гидротехнических сооружений сокращаются с 47 до 9.

В эксплуатации упрощаются планирование, учет, водораспределение, а также организация и производство работ по ремонту сети и сооружений и планировке чеков.

Закрытые рисовые системы. В связи со строительством рисовых систем на массивах с плывунными грунтами и торфяниками имеется несколько предложений о переходе на закрытую рисовую сеть (оросительную и дренажную). Кроме общеизвестных преимуществ закрытой сети, это позволяет упростить автоматизацию водоподачи.

Для условий дельты Дуная Укрюжгипроводхозом разработана и осуществлена конструкция закрытой рисовой сети. Вода подается насосной станцией по напорному трубопроводу на севооборотный участок, затем поступает непосредственно в картовые оросители из асбестоцементных труб диаметром 300—500 мм и из них через гидравлические автоматы в чеки. Сброс представляет открытый канал глубиной 0,7—1 м. Под картовой дорогой, идущей вдоль сброса, на глубине 2—2,5 м закладывается трубчатая дрена диаметром 200—250 мм. Картовые трубчатые оросители двухстороннего действия располагают через 300—400 м друг от друга. Такое же расстояние и между сбросами и дренами. Длина карты 1 км. Длину чека принимают кратной ширине захвата дождевальной машины. Продольными валиками чеков служат дороги над картовыми трубчатыми оросителями и над закрытой дреной вдоль сброса.

К.з.и. и к.п.д. такой системы повышаются до 0,95.

СПОСОБ ПОЛИВА ПО ПОЛОСАМ

Способ полива по полосам применяют при орошении культур сплошного сева (зерновые, травы и др.) и при влагозарядке. Различают поливы с верхним и боковым впуском воды на полосы, формируемые ограничительными продольными валиками.

Полив по полосам с боковым впуском воды применяют лишь в тех случаях, когда трудно провести полив по полосам с верхним впуском воды, например при значительных поперечных уклонах. При этом воду на полосу подают через каждые 10—20 м из вспомогательной борозды, нарезаемой вместо продольного ограничительного валика полосы.

Полив по полосам с верхним впуском воды из временной сети или поливного устройства применяют на спланированных площадях при поперечных уклонах не более 0,002. Продольный уклон при этом не должен превышать 0,015.

Параметры элементов техники полива по полосам с верхним впуском зависят от степени спланированности, продольного и поперечного уклонов, поливной нормы, водопроницаемости почвы, принятой агротехники возделываемой культуры.

Длину полос l принимают 50—500 м и более, иногда 1000 м. Длинные полосы нарезают на хорошо спланированных площадях с продольным уклоном 0,001—0,003 при слабой водопроницаемости почвы.

Удельный расход воды в голове полосы q_0 устанавливают от 1 до 20 л/с на 1 м. Максимальный удельный расход допустим при продольных уклонах 0,001—0,003. При больших уклонах увеличение расхода воды в полосе может вызвать размыв и вынос почвы.

Ширину полос b принимают от 1,8 м (узкие полосы) до 10—30 м (широкие полосы). Наиболее распространены полосы шириной 3,6—4,2 м (табл. 22). Широкие полосы устраивают на тщательно спланированных площадях при отсутствии поперечных уклонов.

Высота ограничительных валиков h зависит от расхода воды в полосе, продольных и поперечных уклонов (от 0,1—0,15 до 0,2—0,25 м).

Таблица 22. **Элементы техники полива по полосам с шириной захвата 3,6 м и высотой валиков 0,15 м**

Почвы	Уклон в направлении полива	Длина полос, м	Удельный расход, л/с на 1 м
Легкосуглинистые повышенной водопроницаемости	0,003	200	5,5
	0,006	150	4,0
Среднесуглинистые средней водопроницаемости	0,003	400	8,0
	0,006	350	7,0
Тяжелосуглинистые слабой водопроницаемости	0,003	500	3,5
	0,006	400	7,5

Примечание. При рекомендованных величинах элементов техники полива на хорошо спланированных площадях норма добегания соответствует 600 м³/га и распределяется по длине полосы с коэффициентом равномерности увлажнения 0,70—0,75.

Гидравлические элементы потока в головной части полосы устанавливают из следующих соотношений:

$$\left.\begin{aligned} f_0 &= B - 2mH + 2mh_0\sqrt{1+m^2}, \\ h_0 &= \sqrt{\frac{q_0}{c}}, \\ W &= h_0(b - 2mH + mh_0), \end{aligned}\right\} \qquad (19)$$

где q_0 — удельный расход поливной струи, м³/с на 1 м полосы; f_0 — смоченный периметр, м; h_0 — слой воды, м; W — живое сечение, м²; B — ширина полосы, м; H — высота валиков, м; m — откосы валиков; c — коэффициент скорости по А. Н. Костякову.

Предельный расход (м³/с) поливной струи в голове полосы из условия неразмываемости

$$q_{пр} = \frac{v_{пр}^2}{c}, \qquad (20)$$

где $q_{пр}$ — предельный неразмывающий расход струи, м²/с на 1 м; $v_{пр}$ — критическая скорость (из условия неразмываемости), $v_{пр}$ = =0,15—0,20 м/с.

Продолжительность добегания струи по полосе находят по формуле А. Н. Костякова:

$$t_{доб} = \left(\frac{nK_0 l}{q_0}\right)^{1/\alpha}, \qquad (21)$$

где K_0 — средняя скорость впитывания воды в почву за первую единицу времени, м/с; n — коэффициент, учитывающий накопление объема воды в полосе, по А. Н. Костякову примерно равен 1,1; α — параметр, характеризующий впитывание.

Для расчетов продолжительности добегания струи $t_{доб}$ на различную длину l полос можно пользоваться выражением:

$$l = v_0 t_{доб}^{\beta}, \tag{22}$$

где v_0 — скорость продвижения воды по сухой полосе за первую единицу времени, мм/мин; β — коэффициент уменьшения скорости продвижения по сухой полосе, $\beta = 0{,}5—1$ (максимального значения достигает при слабой водопроницаемости почв и при больших удельных расходах струи).

Сопряженные значения длин полос и поливных струй подбирают по формуле:

$$T = \frac{ml}{3600 q_0}, \tag{23}$$

где T — продолжительность полива, приблизительно равна продолжительности добегания.

Равномерность увлажнения почвы по длине поливной полосы зависит от продолжительности увлажнения различных створов. Для внесения заданной поливной нормы m головная часть поливных полос должна несколько переувлажняться, а концевая — недоувлажняться. Неравномерность распределения поливных норм по длине поливных элементов характеризуется коэффициентом неравномерности увлажнения η, выражающим отношение фактических поливных норм в концевой и головной части полос:

$$\eta = \frac{m - \Delta m}{m + \Delta m} = \left(\frac{t_к}{t_ч}\right)^{1-\alpha}, \tag{24}$$

где m — заданная поливная норма (в виде слоя воды); Δm — отклонение увлажнения почвы внизу и вверху полосы от заданной поливной нормы; α — параметр кривой впитывания; $t_к$ — продолжительность прохождения воды в концевой части борозды; $t_ч$ — продолжительность подачи воды на полосу.

Элементы техники полива по широким полосам рассчитывают по методике Южгипроводхоза с использованием системы двух алгебраических уравнений:

$$\left.\begin{aligned} H &= 2l\left[\frac{(qn)^2}{H^{3+2y}} - i\right], \\ t &= \frac{l}{q}\left[\frac{K_1}{(1-\alpha)(2-\alpha)} t^{1-\alpha} + \frac{2}{3} H\right], \end{aligned}\right\} \tag{25}$$

где H — глубина воды в голове полосы; l — длина полосы или некоторой ее части: q — удельный расход в голове полосы; n — коэффициент шероховатости, зависящий от состояния поверхности полосы и наличия растительности; $y = 2\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{H}(\sqrt{n} - 0{,}1)$; t — продолжительность продвижения воды по полосе на длину l; K_1, α — параметры кривой впитывания. Решают эти уравнения с помощью номограмм.

По времени продвижения воды на длину l вычисляют длину полосы L и поливную норму m по формулам:

$$L = l + \Delta l, \tag{26}$$

$$m = 600\frac{qt}{L}, \tag{27}$$

где l — путь продвижения фронта воды по полосе за время, в течение которого происходит пуск воды в голове полосы, м; Δl — путь продвижения воды после прекращения ее подачи, м; m — поливная норма, м³/га; q — удельный расход воды в голове полосы, л/с на 1 м; t — продолжительность подачи воды в голове полосы, мин.

Для почв средней и высокой водопроницаемости Δl может быть приближенно выражено зависимостью $\Delta l = 0{,}004\,l + 40$.

ТЕХНОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ ПО БОРОЗДАМ

Технология автоматизированного полива по бороздам представлена в таблице 23.

Элементы техники полива по проточным бороздам. Величина элементов техники полива по бороздам изменяется в довольно широких пределах в зависимости от конкретных условий проведения поливов и сложившихся приемов их осуществления.

Длину борозд принимают от 50 до 500 м, а в некоторых случаях больше. Борозды большей длины нарезают на хорошо спланированной поверхности поливных участков при слабой водопроницаемости почв.

Расход поливной струи устанавливают от 0,05 до 1,5—2 л/с. Больший расход струи применяют при широких междурядьях и малых уклонах дна борозд.

Продолжительность полива изменяется от 1—2 ч до 2—3 сут (наибольшая — при слабой водопроницаемости почв). Продолжительность полива определяется временем, необходимым для внесения заданной поливной нормы, и складывается из продолжительности добегания и продолжительности дополнительной подачи воды.

Условия проведения поливов в отдельных хозяйствах и даже на отдельных участках одного хозяйства различны, поэтому затруднен выбор рациональных сочетаний элементов техники полива.

Предельная величина элементов техники полива позволяет ограничить диапазон поисков оптимальных вариантов для различных природных условий.

Для расхода поливной струи ограничивающими факторами являются эрозия почвы при повышенных уклонах и переполнение борозд при малых уклонах их дна. Предельная длина борозды зависит от предельного расхода поливной струи.

Максимально допустимый расход поливной струи $q_{пр}$ из условия предотвращения перелива воды через гребни борозд определяется пропускной способностью борозд. Аналитическая зависимость для определения предельного расхода (л/с) в борозды при уклоне их дна менее 0,003 получена С. М. Кривовязом:

$$q_{пр} = 1{,}28\sqrt{I}\,(0{,}6H - \Delta), \tag{28}$$

где H — глубина борозд, м; Δ — точность планировки, см; I — уклон дна борозд.

При неблагоприятных условиях минимальный предельный расход струи 0,7—0,8 л/с.

При больших уклонах дна борозд для предотвращения размыва расход струи снижают до 0,1 л/с, а в отдельных случаях до 0,03—0,05 л/с. При пропуске завышенных расходов в борозды за сезон с 1 га может быть вынесено до 5—15 т плодородной почвы.

При увеличении мутности воды в потоке до его транспортирующей способности вынос почвы прекращается. Размыв ложа борозд происходит при средних скоростях потока более 0,1—0,15 м/с и поверхностных — более 0,2 м/с.

Для почв различной сопротивляемости размыву экспериментально установлена зависимость предельного расхода воды в борозды от уклона их дна:

$$q_{\text{пр}} = \frac{\overline{q}}{I}, \tag{29}$$

где $\overline{q}$ — приведенный расход, равный 0,004 л/с для почв средней и слабой сопротивляемости размыву (сила сцепления 20—22 кг/см²) и 0,005 л/с для почв повышенной сопротивляемости размыву (сила сцепления 24—25 кг/см²).

Предельную длину борозды устанавливают из условия добегания и впитывания поливной струи с предельным расходом, м:

$$L_{\text{пр}} = \frac{q_{\text{пр}}}{\chi_0 \mu K_{\text{уст}}}, \tag{30}$$

где χ_0 — смоченный периметр в голове борозды (может быть принят $0{,}1\, q_{\text{пр}}^{1/3} I^{1/6}$), м; μ — коэффициент, учитывающий уменьшение смоченного периметра по длине борозд (0,75—0,85); $K_{\text{уст}}$ — коэффициент установившейся скорости впитывания, мм/с.

На практике более удобно пользоваться формулами вида:

$$L_{\text{пр}} = \frac{q_{\text{пр}}^{2/3} I^{1/6}}{0{,}1 \mu K_{\text{уст}}} \tag{31}$$

или

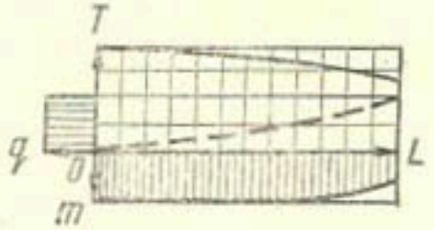
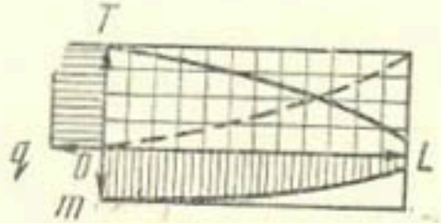
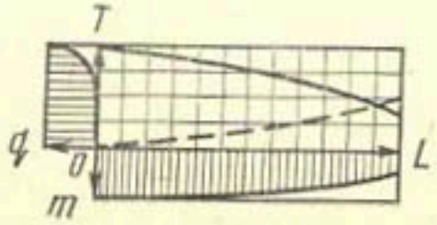
$$L_{\text{пр}} = \frac{A}{0{,}1 \mu K_{\text{уст}} \sqrt{I}}, \tag{31a}$$

где A — эмпирический коэффициент, равный 0,029 для почв повышенной сопротивляемости размыву и 0,025 для почв средней сопротивляемости размыву.

Метод разработки рекомендаций по данным полевого опыта. Он является основным, реально устанавливающим связь элементов техники полива с показателями, характеризующими условия и качество проведения полива на конкретном массиве орошения, в свою очередь, определяющие параметры режима орошения и урожайность возделываемой культуры. По результатам полевого опыта выбирают рациональные сочетания элементов техники полива путем сопоставления полученных показателей с критериями, отражающими требуемое качество технологического процесса.

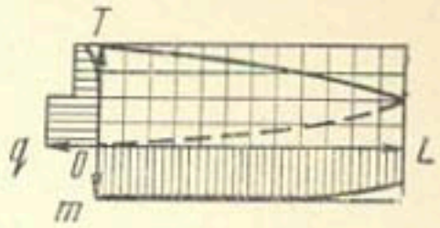
При разработке рекомендаций по величине элементов техники полива по бороздам могут быть использованы следующие критерии: допустимое отклонение средних фактических поливных норм от за-

Таблица 23. **Технология механизированного** (автоматизированного) **полива по бороздам**

Возможные случаи полива по бороздам	Циклограммы водораспределения (обобщенные графические характеристики взаимосвязей между элементами техники полива и показателями качества технологического процесса)	Технология водораспределения
Полив по тупым бороздам струей с постоянным расходом с заполнением их объемом воды, эквивалентным поливной норме; продолжительность впитывания значительно превышает длительность водоподачи	*Схема I* 	Механизированное водораспределение из водовыпусков позиционно работающих двухконсольных или многоопорных машин при перемещении вдоль борозд Автоматизированное водораспределение из дискретно перемещающегося поперек поливных борозд с шагом, равным междурядью, водовыпуска самоходного шлангового устройства Водораспределение с применением переносной поливной арматуры
Полив по проточным бороздам струей с постоянным расходом нормой добегания с увлажнением почвы в процессе замедленного продвижения воды по сухой борозде, практически без проточности (сброса)	*Схема II* 	
Полив по проточным бороздам струей с постоянным расходом, заданной нормой с увлажнением почвы в процессе продвижения воды по сухой борозде и образования дополнительной проточности в конце ее	*Схема III* 	Механизированное позиционное водораспределение из водовыпусков передвижных жестких и гибких поливных трубопроводов Автоматизированное водораспределение из водовыпусков стационарных

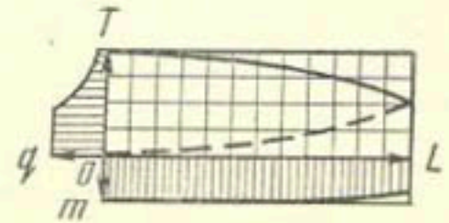
Полив по проточным бороздам струей с переменным расходом, с увлажнением почвы заданной нормой в процессе добегания до конца борозд первоначальной струи и доувлажнения струей с расходом, дискретно уменьшенным при минимальной проточности

Схема IV



Полив по проточным бороздам струей с переменным расходом с увлажнением почвы заданной поливной нормой в процессе добегания первоначальной струи до конца борозд и доувлажнения струей с плавно уменьшающимся расходом в соответствии с впитывающей способностью почвы (без проточности)

Схема V



надземных поливных трубопроводов и лотков подземных перфорированных трубопроводов с одноразовым регулированием поливных струй

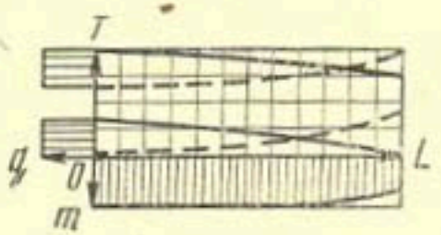
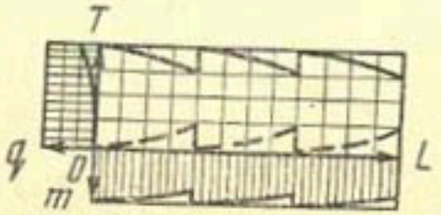
Водораспределение с применением переносной поливной арматуры

Автоматизированное запрограммированное водораспределение из водовыпусков стационарных надземных поливных трубопроводов и лотков, подземных перфорированных трубопроводов с регулированием поливных струй

Автоматизированное запрограммированное водораспределение из равновеликих водовыпусков по длине шлангового поливного устройства; шланг дискретно перемещается с шагом, равным расстоянию между водовыпусками, соответствующему ширине междурядья; водоподача в борозду формируется из струй с равновеликим расходом

Автоматическое водораспределение из водовыпусков стационарных надземных поливных трубопроводов и лотков по сигналам датчиков впитывания воды в почву и формирования проточности в концевой части борозд

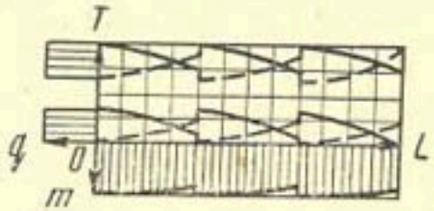
Продолжение

Возможные случаи полива по бороздам	Циклограммы водораспределения (обобщенные графические характеристики взаимосвязей между элементами техники полива и показателями качества технологического процесса)	Технология водораспределения
Полив по проточным бороздам с увлажнением почвы заданной нормой за несколько дискретных циклов добегания струи с постоянным расходом по сухой и увлажненной борозде (без проточности)	*Схема VI* 	Механизированное позиционное многотактное водораспределение из водовыпусков передвижных жестких и гибких трубопроводов Автоматизированное, или автоматическое, водораспределение из группы водовыпусков стационарных подземных трубопроводов и лотков, а также подземных перфорированных трубопроводов с одноразовым регулированием поливных струй по сигналам датчиков добегания до конца борозды Автоматизированное запрограммированное водораспределение из перемещающихся с шагом, равным ширине междурядья, разновеликих водовыпусков шлангового поливного устройства
Полив по длинным проточным бороздам с постоянным расходом из рассредоточенных по их длине водовыпусков с увлажнением почвы заданной нормой в процессе продвижения воды по сухой борозде между створами водовыпусков и незначи-	*Схема VII* 	Механизированное позиционное водораспределение из водовыпусков поливных шлейфов многоопорных машин, перемещающихся поперек направления поливных борозд Механизированное позиционное водораспределение из перемещающихся

тельным сбросом воды в концевой части всей борозды

Полив по длинным проточным бороздам прерывистой струей из рассредоточенных по их длине водовыпусков с увлажнением почвы заданной нормой в процессе нескольких циклов добегания струй по сухой и увлажненной борозде с незначительной проточностью в створах водовыпусков

Схема VIII



с шагом, равным ширине междурядья, разновеликих водовыпусков шлангового поливного устройства

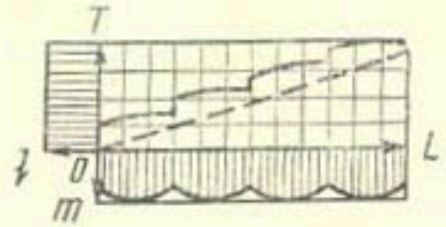
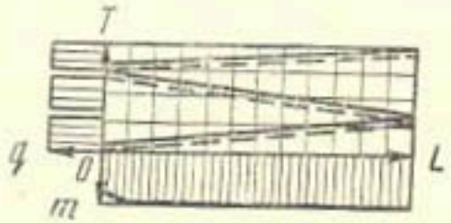
Автоматизированное водораспределение из водовыпусков подземных перфорированных поливных трубопроводов с одноразовым регулированием поливных струй

Механизированное позиционное водораспределение из водовыпусков поочередно работающих поливных шлейфов многоопорных машин, перемещающихся поперек направления поливных борозд

Автоматизированное водораспределение из поочередно работающих групп водовыпусков подземных перфорированных поливных трубопроводов с одноразовым регулированием поливных струй

Автоматизированное водораспределение из дискретно перемещающихся с шагом, равным междурядью, водовыпусков одновременно работающих самоходных поливных устройств

Продолжение

Возможные случаи полива по бороздам	Циклограммы водораспределения (обобщенные графические характеристики взаимосвязей между элементами техники полива и показателями качества технологического процесса)	Технология водораспределения
Полив по тупым или ячеистым бороздам постоянной струей с заполнением их объемом воды, эквивалентным поливной норме, в процессе однократного перемещения по длине борозд	*Схема IX* 	Механизированное водораспределение из водовыпусков двухконсольных поливных машин, однократно перемещаемых в процессе полива вдоль поливных борозд
Полив по проточным бороздам постоянной струей с увлажнением почвы заданной нормой в процессе однократного или многократного перемещения водовыпуска и продвижения воды по сухой и увлажненной борозде	*Схема X* 	Механизированное водораспределение из водовыпусков двухконсольных машин, однократно или многократно перемещаемых в процессе полива вдоль поливных борозд

Примечание. t — продолжительность полива; L — длина борозды; q — расход поливной струи; ——— время увлажнения; — — время добегания.

данных на протяжении всех вегетационных поливов должно быть не более 10—15%; норма добегания не должна быть меньше 0,65 и больше 0,85 заданной поливной нормы; коэффициент неравномерности увлажнения почвы по длине поливных борозд не должен быть меньше 0,75 (для отдельных культур 0,7); потери воды на сброс в конце борозд при поливе постоянной струей не должны превышать 30% и переменной струей—10% водоподачи; должны быть исключены переливы воды через гребни борозд, визуально наблюдаемые размывы ложа борозд и увеличение мутности воды по длине борозд; расход поливной струи должен быть меньше предельно допускаемого (из условия недопущения размыва и переливов) на 10—20%; длина борозды должна быть меньше предельно допускаемой.

Рекомендации по технике полива, приведенные в таблицах 24 и 25, распространяются на всю территорию данного орошаемого района. Недостаток этого метода: невозможность распространения

Таблица 24. **Рекомендуемые сочетания элементов техники полива по бороздам для типовых условий при постоянном расходе** (по Н. Т. Лактаеву)

Водопроницаемость почвогрунтов	Показатели	Продольный уклон вдоль поливных борозд, обычно совпадающий с наибольшим уклоном местности				
		0,04	0,01	0,005	0,00175	0,0005
Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником примерно с глубины 1 м)	l, м	40,0	105,0	180,0	200,0	150,0
	q, л/с	0,1	0,5	0,75	1,5	1,0
	t_1, ч	5,5	1,3	3,0	1,25	1,8
	t_2, ч	2,5	1,9	0,5	0,75	0,2
	T, ч	8,0	3,2	3,5	2,0	2,0
Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	l, м	75,0	130,0	250,0	300,0	250,0
	q, л/с	0,1	0,25	0,75	1,0	0,75
	t_1, ч	7,8	4,6	2,8	3,1	4,6
	t_2, ч	6,2	4,8	3,1	2,1	1,2
	T, ч	14,0	9,4	5,9	5,2	5,8
Средневодопроницаемые (средние суглинки)	l, м	100,0	175,0	300,0	300,0	350,0
	q, л/с	0,1	0,25	0,5	0,5	0,5
	t_1, ч	6,0	5,0	5,2	6,0	10,0
	t_2, ч	17,0	11,0	7,8	6,5	4,0
	T, ч	23,0	16,0	13,0	12,5	14,0
Пониженной водопроницаемости (тяжелые суглинки)	l, м	150,0	200,0	325,0	400,0	600,0
	q, л/с	0,1	0,1	0,25	0,25	0,5
	t_1, ч	9,0	18,0	19,0	20,0	13,0
	t_2, ч	32,5	29,0	26,0	17,0	8,0
	T, ч	41,5	47,0	36,0	37,0	21,0
Слабоводопроницаемые (глины, суглинки, подстилаемые непроницаемыми прослойками)	l, м	125,0	150,0	250,0	300,0	600,0
	q, л/с	0,05	0,05	0,1	0,1	0,25
	t_1, ч	14,0	20,0	20,0	34,0	35,0
	t_2, ч	76,0	67,5	55,0	41,0	20,0
	T, ч	90,0	87,5	75,0	75,0	55,0

Таблица 25. **Рекомендуемые сочетания элементов техники полива для типовых условий при переменном расходе**

Водопроницаемость почвогрунтов	Показатели	Уклон вдоль поливных борозд, обычно совпадающий с наибольшим уклоном местности				
		0,004	0,01	0,005	0,00175	0,0005
Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником примерно с 1 м)	l, м	40,0	105,0	200,0	250,0	—
	q_1/q_2, л/с	0,10/0,05	0,5/0,25	1/0,5	2,0/1,0	—
	t_1, ч	5,5	1,3	1,7	1,1	—
	t_2, ч	2,5	1,9	1,3	0,8	—
	T, ч	8	3,2	3,0	1,9	—
Повышенной водопроницаемости (легкие и мощные суглинки)	l, м	75,0	130,0	300,0	350,0	—
	q_1/q_2, л/с	0,10/0,05	0,25/0,125	1/0,5	1,5/0,75	—
	t_1, ч	7,8	4,6	2,4	1,8	—
	t_2, ч	6,2	4,8	3,1	3,2	—
	T, ч	14,0	9,4	5,5	5,0	—
Средневодопроницаемые (средние суглинки)	l, м	100,0	175,0	350,0	350,0	400,0
	q_1/q_2, л/с	0,10/0,05	0,25/0,125	0,75/0,375	0,75/0,375	0,75/375
	t_1, ч	6,0	5,0	3,8	4,5	7,5
	t_2, ч	17,0	11,0	7,2	7,0	3,5
	T, ч	23,0	16,0	11,0	11,5	11,0
Пониженной водопроницаемости (тяжелые суглинки)	l, м	100,0	200,0	400,0	400,0	600,0
	q_1/q_2, л/с	0,05/0,25	0,10/0,05	0,5/0,25	0,5/0,25	0,75/375
	t_1, ч	12,0	18,0	6,5	7,5	10,9
	t_2, ч	37,0	29,0	18,5	15,5	8,1
	T, ч	49,0	47,0	25,0	23,0	19,0
Слабоводопроницаемые (глина, суглинки, подстилаемые непроницаемыми прослойками)	l, м	125,0	250,0	350,0	450,0	700,0
	q_1/q_2, л/с	0,05/0,025	0,10/0,05	0,25/0,125	0,25/0,125	0,5/0,25
	t_1, ч	14,0	18,0	10,0	18,0	18,0
	t_2, ч	86,0	67,0	40,0	41,0	26,0
	T, ч	100,0	85,0	50,0	59,0	44,0

Примечание. l — длина борозды; q — расход поливной струи; q_1/q_2 — расход поливной струи; t_1 — продолжительность добегания; t_2 — продолжительность дополнительной подачи воды; T — общая продолжительность полива.

полученных рекомендаций по технике полива на орошаемые районы с отличными от рассмотренных природными условиями.

Метод пробных поливов предназначен для уточнения величин элементов техники полива непосредственно на поливном участке. Совмещенные с производственными, пробные поливы позволяют проверить рекомендуемую величину элементов техники полива и добиться наибольшего приближения фактических поливных норм к расчетным на каждом поле хозяйства со специфическими условиями проведения поливов. Проводить их могут агрономы хозяйства, а также сами поливальщики, используя для этой цели простейшее оборудование.

На практике большое значение имеет определение времени, в течение которого необходимо поддерживать воду в борозде для внесения в почву заданной поливной нормы. Эта задача может быть решена при проведении специального опыта на коротком отрезке борозды, ограниченном щитками и заполненном водой до требуемого уровня. Необходимая продолжительность стояния воды в борозде для внесения заданной поливной нормы определяется временем продолжительности впитывания эквивалентного ей объема воды в отрезке борозды при поддержании в нем постоянного горизонта воды.

Пробные поливы проводят также для определения расхода поливной струи в такой последовательности. На поливном участке выбирают несколько поливных борозд (3—4), объемным способом или водосливом регулируют подачу в их голове разных расходов поливных струй, которые ориентировочно назначают по существующим рекомендациям. В процессе опыта фиксируют продолжительность добегания струи до конца борозды и устанавливают фактическую норму добегания. Оптимальным является расход струи, при котором норма добегания составляет $^2/_3$—$^3/_4$ заданной поливной нормы.

Метод расчета элементов техники полива по бороздам основан на использовании теоретических и экспериментальных зависимостей, отражающих механизм увлажнения почвы при поверхностном способе.

Теория расчета элементов техники полива по бороздам, включающая все основные случаи распределения воды на поле и увлажнения почвы, разработана А. Н. Костяковым. Основой теории является уравнение баланса воды в поливной борозде с учетом динамичности скорости впитывания воды в почву.

В настоящее время разработаны алгоритмы и программы решений задач по подбору элементов техники бороздкового полива на ЭВМ с использованием имеющихся зависимостей механизма увлажнения почвы поверхностным током воды.

Из-за отсутствия строго очерченного фиксированного русла гидравлические параметры в голове борозды, как правило, устанавливают в результате экспериментов по эмпирическим зависимостям:

$$W_0 = A\frac{q_0^{2\beta}}{I^{\beta}}, \tag{32}$$

$$\chi_0 = A_1\frac{q_0^{2\gamma}}{I^{h}}, \tag{33}$$

где q_0 — расход в голове струи, л/с; I — уклон дна борозды; W_0 — живое сечение в голове борозды, м^2; χ_0 — смоченный периметр в го-

лове борозды, м; A, β — опытные коэффициенты, численно равные 0,128 и 0,375 по С. М. Кривовязу, 0,062—0,3 по Н. Т. Лактаеву; A_1, γ — опытные коэффициенты, численно равные 0,106 и 0,135 по А. М. Ляпину, 0,69 и 0,125 по С. М. Кривовязу, 0,105 и 0,165 по В. Ф. Носенко.

Движение воды в борозде можно охарактеризовать как неустановившееся, с переменным расходом вдоль пути по руслу неустойчивого параболического сечения.

В результате впитывания воды в почву по длине поливных борозд изменяются расход поливных струй, а следовательно, и другие гидравлические параметры малого потока. Для каждого створа борозды, за исключением головного, характерно изменение расхода поливных струй от 0 в момент добегания до конечного установившегося расхода или сброса воды.

Смоченный периметр и живое сечение борозды находятся в прямой зависимости от расхода воды, подаваемого в борозду, и изменяются от 0 до конечного максимального значения при установившемся расходе.

Среднее значение $\overline{\chi}$ смоченного периметра по длине борозды за время полива по опытным данным составляет 0,75—0,95 от своего значения χ_q в голове борозды. Отношение средней величины живого сечения W к живому сечению в головном створе W_0 несколько меньше и колеблется от 0,6 до 0,8 (рис. 7).

А. Н. Костяковым была предложена расчетная зависимость продолжительности добегания воды по сухой борозде с учетом динамичности скорости впитывания воды в почву:

$$t_{\text{доб}} = \left[\frac{f_{\text{ср}} n k_1 l}{(1-\alpha) q_0}\right]^{1/\alpha}, \tag{34}$$

где $t_{\text{доб}}$ — продолжительность добегания струи до конца борозды; $f_{\text{ср}}$ — активная ширина поглощения воды в борозде; n — коэффициент, учитывающий накопление воды в борозде; q_0 — расход воды в голове борозды; l — длина борозды; α, k_1 — параметры кривой впитывания.

Длина добегания струи по сухой борозде (по данным И. Г. Алиева, 1963; А. А. Акжанова, 1962; В. Ф. Носенко, 1960; В. В. Изюмова, 1967) может быть выражена формулой:

$$l = v_0 t_{\text{доб}}^{\gamma}, \tag{35}$$

где v_0 — скорость продвижения воды по сухой борозде за первую единицу времени; γ — коэффициент замедления скорости продвижения воды по сухой борозде.

Формула указанного вида проста и хорошо согласуется с опытными данными, по которым зависимость $l=f(t)$ до определенных пределов в логарифмической сетке координат выражается прямыми линиями. Коэффициент γ зависит от впитывающей способности ложа борозды и расхода поливной струи и изменяется от 0,4 до 0,9, достигая максимума при слабой водопроницаемости почв и значительных расходах поливных струй. Коэффициент γ равен тангенсу угла наклона логарифмической анаморфозы кривой добегания.

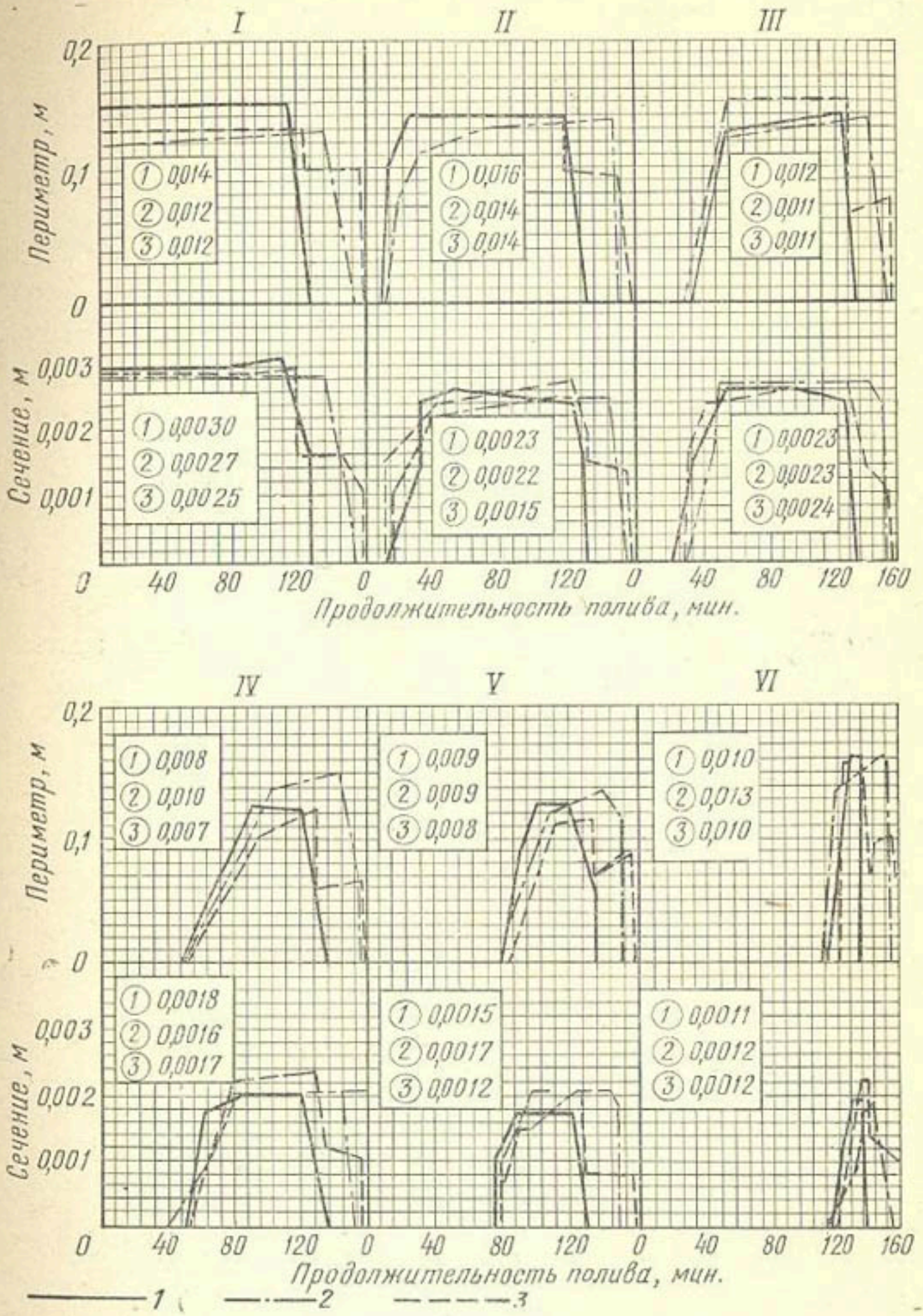


Рис. 7. Смоченный периметр и живое сечение борозд по створам:

1 — полив нормой добегания; *2* — полив со сбросом струей 0,3 л/с; *3* — полив переменной струей 0,3—0,2 л/с; *I* — створ 0 (0 м); *II* — створ 2 (20 м); *III* — створ 4 (40 м); *IV* — створ 6 (60 м); *V* — створ 8 (80 м); *VI* — створ 10 (10 м).

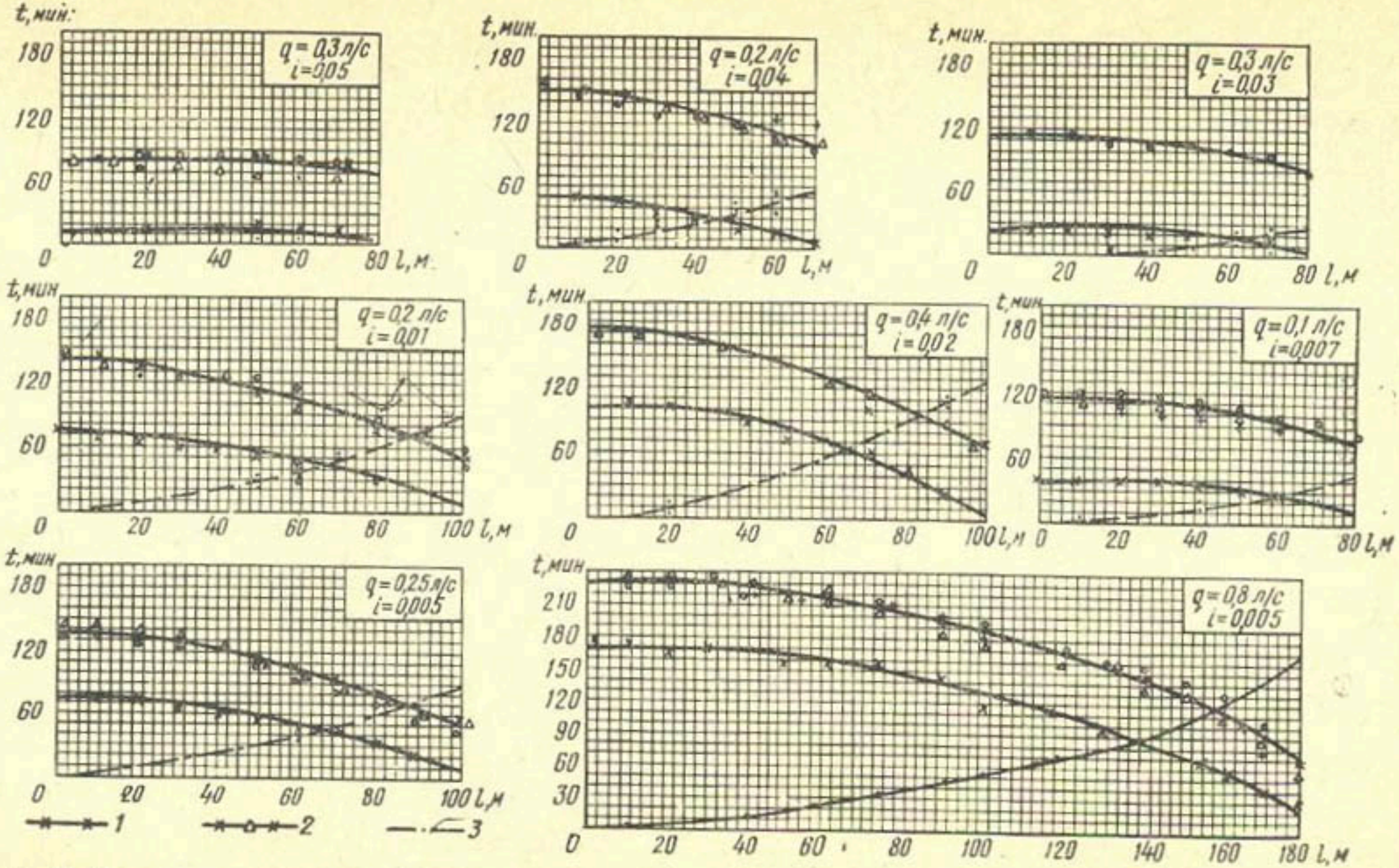
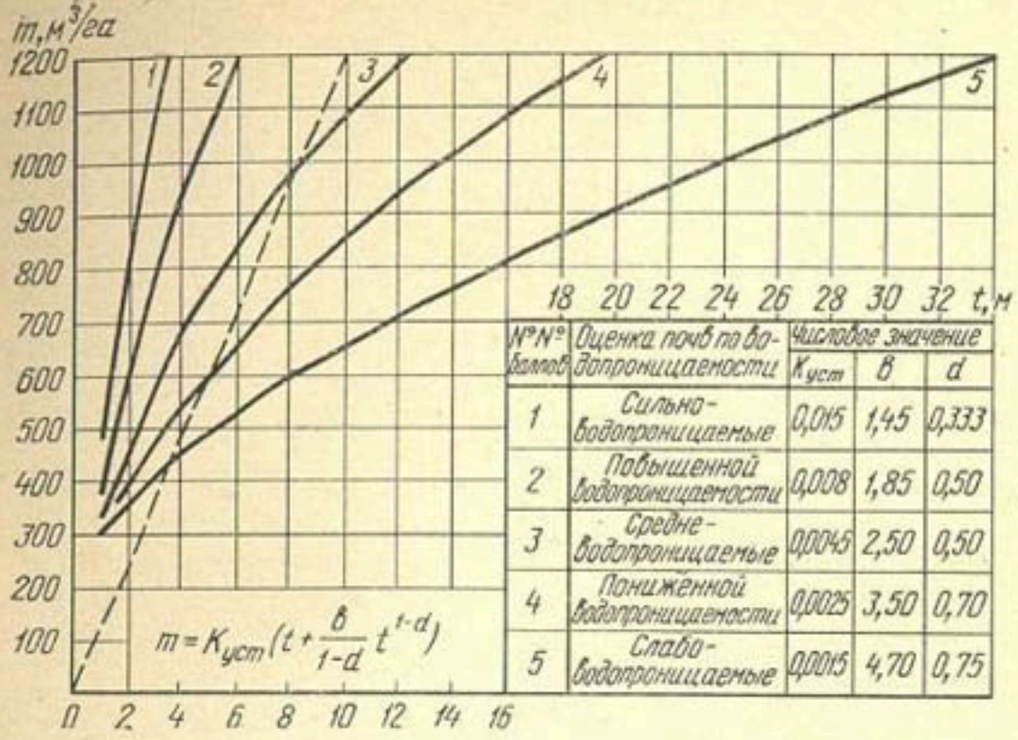


Рис. 8. Продолжительность добегания и стояния воды в борозде с междурядьем 0,7 м на среднесуглинистых сероземах:

1 — продолжительность стояния при поливе нормой добегания; *2* — продолжительность стояния при поливе со сбросами; *3* — продолжительность добегания.



№№ баллов	Оценка почв по водопроницаемости	Числовое значение $K_{уст}$	b	d
1	Сильно-водопроницаемые	0,015	1,45	0,333
2	Повышенной водопроницаемости	0,008	1,85	0,50
3	Средне-водопроницаемые	0,0045	2,50	0,50
4	Пониженной водопроницаемости	0,0025	3,50	0,70
5	Слабо-водопроницаемые	0,0015	4,70	0,75

Рис. 9. Нарастание поливных норм при впитывании воды почвогрунтами различной водопроницаемости (по пятибалльной классификации).

Сущность расчета элементов техники поверхностного полива по бороздам нормой добегания заключается в решении уравнения:

$$\frac{mlb}{q_0} = \left[\frac{f_{ср} n k_1 l}{(1-\alpha) q_0}\right]^{1/\alpha}, \qquad (36)$$

где m — заданная поливная норма; b — междурядье возделываемой культуры.

При поливе по проточным бороздам со сбросом расчетное уравнение примет вид:

$$\frac{mlb}{q_0(1-\sigma)} = \left[\frac{f_{ср} n k_1 l}{(1-\alpha) q_0}\right]^{1/\alpha}, \qquad (37)$$

где σ — сток в долях от подачи воды в голове борозды.

Равномерность увлажнения почвы по длине поливных элементов. Определяется она продолжительностью увлажнения различных их створов, зависящей от продолжительности добегания струи до этих створов (рис. 8, 9).

Коэффициент допустимой неравномерности увлажнения почвы для различных культур равен 0,7—0,85. Для практических расчетов с достаточной степенью точности этот коэффициент может быть принят 0,75.

ПОЛИВНАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОЛИВОВ

При поливе по бороздам без армирования оголовков вода подается через прокопы в бортах выводных борозд. Для закрепления грунта прокопов применяют одерновку борозд. Работы по одерновке требуют значительных затрат ручного труда и средств. Более

приемлемы способы вододеления с помощью переносной арматуры: трубок, поливных щитков, оголовков, а также одиночных и групповых сифонов.

Переносная поливная арматура осуществляет нормированную водоподачу в борозды при сравнительно небольших дополнительных затратах на гектар обслуживаемой площади (табл. 26, 27).

Таблица 26. **Пропускная способность щитков, л/с**

Напор воды, см	При круглом отверстии диаметром 2 см	При треугольной вырезке с углом 90°	При треугольной вырезке с углом 45°
2	0,12	0,08	0,05
3	0,15	0,22	0,13
4	0,17	0,45	0,26
5	0,19	0,78	0,45
6	0,20	1,23	0,71

Таблица 27. **Пропускная способность сифонов, л/с**

Напор воды, см	При внутреннем диаметре, см				
	2	3	4	5	6
2	0,12	0,26	0,51	0,83	1,23
4	0,17	0,38	0,73	1,18	1,75
5	0,20	0,45	0,88	1,42	2,10
8	0,24	0,53	1,03	1,65	2,45
10	0,26	0,58	1,14	1,83	2,72
12	0,30	0,66	1,28	2,07	3,16
14	0,31	0,69	1,36	2,18	3,24

Сифоны неразряжающиеся предназначены для подачи воды из временных оросителей в поливные борозды при поливе хлопчатника и других сельскохозяйственных культур.

Сифон неразряжающийся комбинированный (СНк) состоит из колена, изготовленного из дюралюминиевой трубы, и из двух водосборников, изготовленных из полиэтилена 209—09 (рис. 10).

Сифон неразряжающийся пластмассовый (СНп) состоит из колена, изготовленного из полиэтиленовой трубы ПВП-40Т, и двух водосборников, изготовленных из полиэтилена 209—09 (рис. 11). Водосборник крепится к колену плотной посадкой.

Примерные затраты труда на сборку 90 сифонов — 1,6 чел.-ч.

Заправку и пуск сифонов в работу производят в такой последовательности.

Сифон погружают в воду до заполнения водой всей внутренней полости. Затем осторожно, соблюдая равновесие в вертикальной и горизонтальной плоскостях и избегая выплескивания воды из водосборников, сифон поднимают и устанавливают на дамбу временного оросителя (рис. 12). В процессе работы неразряжающихся сифонов уровень воды в канале должен быть выше верхней кромки стакана водосборника. Когда уровень воды опускается ниже его

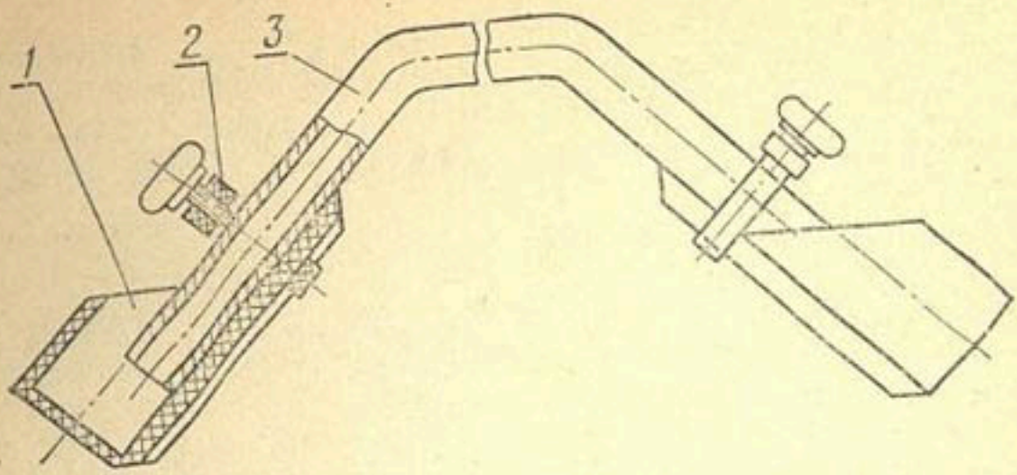


Рис. 10. Схема неразряжающегося сифона комбинированного:
1 — водосборник; *2* — винт; *3* — колено.

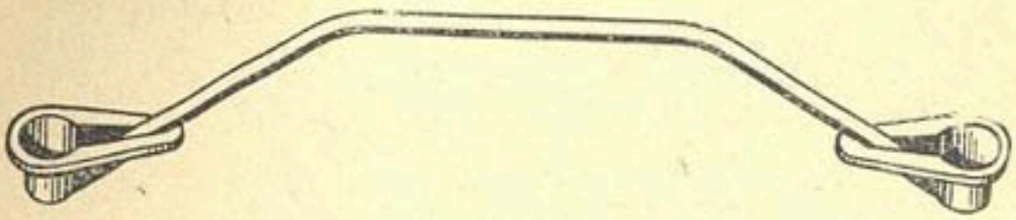


Рис. 11. Пластмассовый неразряжающийся сифон.

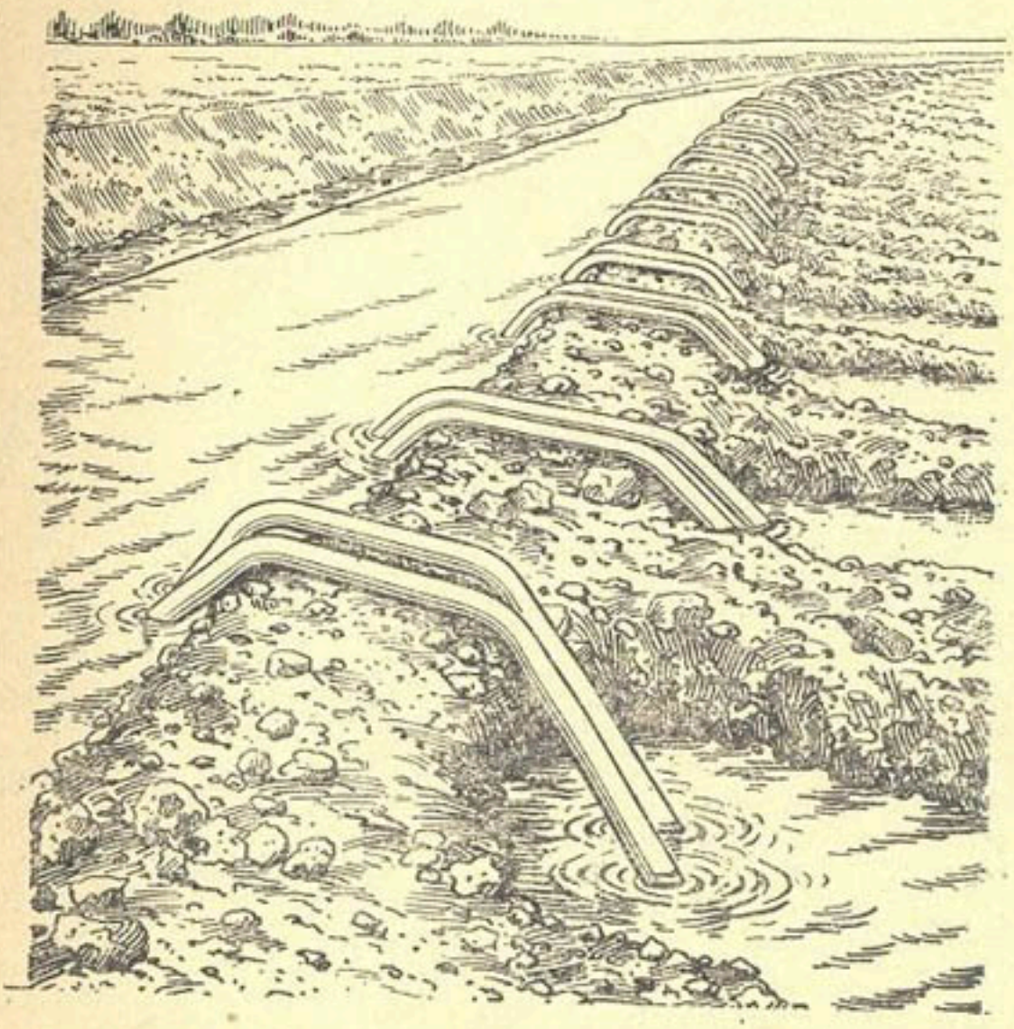


Рис. 12. Сифоны на оросителе.

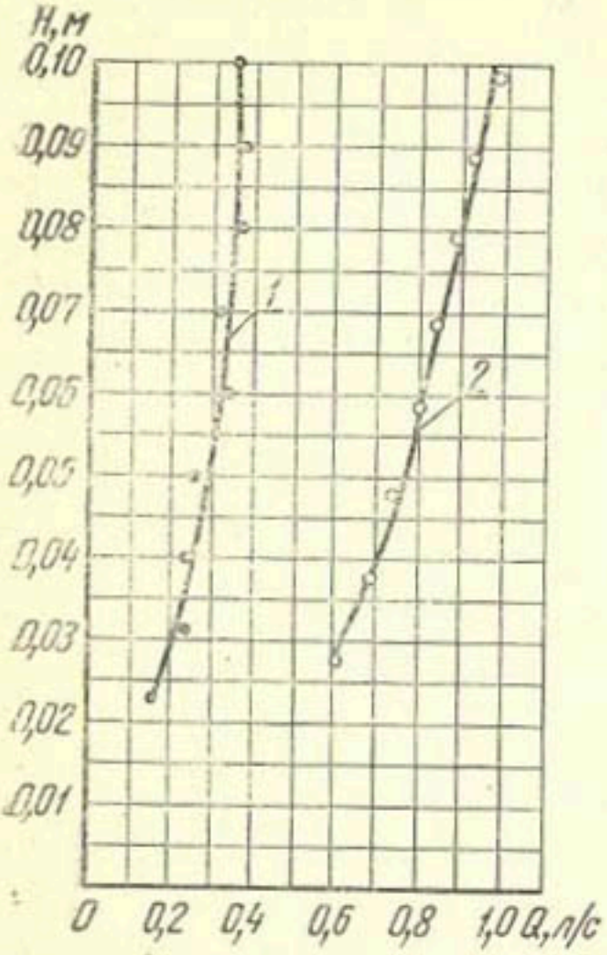


Рис. 13. Расходно-напорные характеристики сифонов:
1 — для трубки сифона диаметром 25 мм; *2* — диаметром 35,4 мм.

кромки, работа сифона прекращается, но он не разряжается, так как в стаканах остается определенный объем воды, препятствующий поступлению воздуха во внутреннюю полость. Вода, находящаяся в сливном и входном оголовках, создает разряжение в верхней части сифона. Это гарантирует неразряжаемость сифона при понижении уровня воды в источнике. Стакан, установленный на сливном оголовке, позволяет регулировать расход воды.

На рисунке 13 показаны расходно-напорные характеристики неразряжающихся сифонов.

Техническая характеристика неразряжающихся сифонов

Показатели	СНк—00.000	СНп—00.000
Тип	Переносный	Переносный
Материал	Комбинированный	Пластмассовый
Внутренний диаметр, мм	25	35,4
Наружный диаметр, мм	27	40,8—41,3
Толщина стенки, мм	1	2,75—3,4
Габаритные размеры, мм:		
высота	296	370
длина	950	1544
Общая масса, кг	0,438	1,295
Расход при напоре 0,1 м, л/с	0,400	0,960
Производительность в час чистой работы, м³	120—160	200—260
Продолжительность заправки одного сифона, с	23	54
Коэффициент технологического обслуживания	0,95—0,96	0,92—0,94
Коэффициент надежности технологического процесса	0,99	0,99
Коэффициент использования времени смены	0,94—0,95	0,92—0,94
Обслуживающий персонал, чел.	1 на 90 шт.	1 на 90 шт.

По окончании поливного сезона сифоны очищают от налипшего грунта, промывают в чистой воде и укладывают на специальные стеллажи.

По данным хронометража, затраты труда по подготовке 90 сифонов СНп к хранению составили 0,28 чел.-ч и СНк — 0,37 чел.-ч.

ГИБКИЕ И ЖЕСТКИЕ ПОДВИЖНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

Передвижные поливные трубопроводы рекомендуется применять на спланированных массивах со средними уклонами 0,003—0,006 и почвами низкой водопроницаемости, то есть там, где нарезают поливные борозды повышенной длины.

Поливное устройство из гибких передвижных трубопроводов было разработано во ВНИИГиМ. Для этих целей выпускают шланги из капроновой ткани, покрытой специальным составом (мелиоративная ткань), диаметром 145, 200, 300, 350, 420 и 460 мм. Освоен промышленностью и осуществляется выпуск опытных партий полиэтиленовых шлангов диаметром 150 и 200 мм.

Полиэтиленовые и капроновые шланги можно использовать как для транспортировки воды (транспортирующий гибкий трубопровод), так и для ее распределения в поливные борозды, полосы (поливной трубопровод). Полиэтиленовые поливные трубопроводы устраивают с нерегулируемыми, а трубопроводы из мелиоративной ткани — с регулируемыми отверстиями.

Распределение воды в борозды из трубопроводов с помощью специальных водорегулирующих приспособлений целесообразно применять в условиях повышенных уклонов и сложного рельефа местности. При более спланированном рельефе местности возможно распределение воды в борозды без регулирующих приспособлений. Для равномерного распределения воды при этом необходимо выбирать удачное сочетание длины трубопровода, уклона по его трассе и напора в голове трубопровода с учетом изменения расхода воды по длине трубопровода.

При расчете поливных трубопроводов нужно учитывать изменение расхода воды по длине. Жесткий поливной трубопровод рассчитывается по формуле:

$$Q = \sqrt{\frac{D^5(H_н - H_к + il_т)}{0{,}0277\lambda l_т}}, \qquad (38)$$

где Q — расход воды в поливном трубопроводе, равный сумме расходов воды в поливные борозды, м³/с; D — диаметр трубопровода, м; $H_н$, $H_к$ — пьезометрический напор в начале и в конце трубопровода, м; i — геодезический уклон по трассе трубопровода; $l_т$ — длина трубопровода или фронт одновременной раздачи воды, м; λ — коэффициент сопротивления по длине трубопровода, который ориентировочно можно определить по формуле:

$$\lambda = \frac{0{,}015}{D^{0{,}02}}. \qquad (39)$$

Расчет гибкого полиэтиленового поливного трубопровода проводят по формуле:

$$Q = \sqrt{\frac{D^5\left(\frac{1-n^2}{n^2}H_к + il_т\right)}{0{,}0277\lambda l_т - 0{,}091D}}, \qquad (40)$$

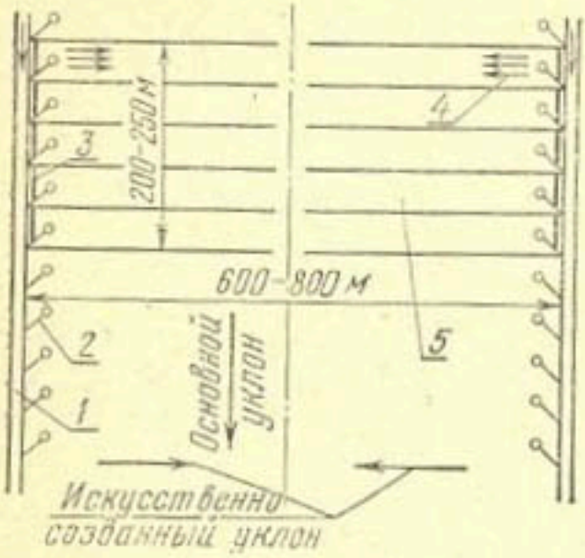


Рис. 14. Схема оросительной сети с применением гибких трубопроводов (поперечная схема, $i=0{,}001—0{,}003$):

1 — внутрихозяйственный канал или лоток; *2* — водовыпуск в гибкие поливные трубопроводы; *3* — гибкий поливной трубопровод; *4* — направление полива; *5* — площадь одновременного полива.

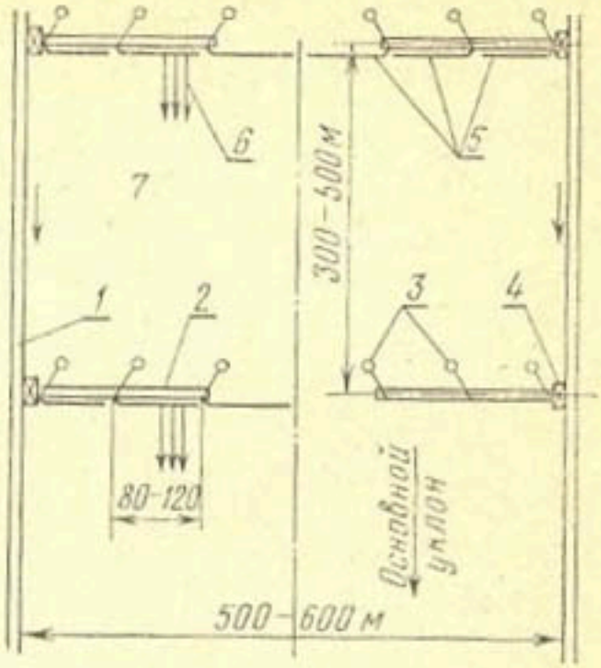


Рис. 15. Схема оросительной сети с применением гибких трубопроводов (продольная схема, $i=0{,}03—0{,}07$):

1 — межхозяйственный канал; *2* — участковый распределитель; *3* — водовыпуск в гибкий поливной трубопровод; *4* — водозабор; *5* — гибкие поливные трубопроводы; *6* — направление полива; *7* — площадь одновременного полива.

где n — величина, учитывающая зависимость коэффициента расхода от скорости (изменяется от 0,93 при скорости 1 м/с до 0,85 при скорости 2 м/с).

Скорость воды в поливных трубопроводах не должна быть меньше критической, чтобы избежать заиления их. При диаметре частиц наносов до 0,1 и мутности воды не более 5 г/л критическую скорость определяют по формуле Г. М. Зюликова:

$$v_{кр} \geqslant 0{,}0284 \sqrt{W^{0{,}25}\rho\frac{1}{\lambda}}, \qquad (41)$$

где W — средневзвешенная гидравлическая крупность наносов, мм/с; ρ — мутность оросительной воды, т/м³.

Применение поливных трубопроводов возможно по трем принципиально отличным схемам.

1. Гибкие или жесткие трубопроводы служат для замены выводной борозды; укладывают их на поле перпендикулярно к направлению поливных борозд. Сборка и укладка трубопроводов могут осуществляться вручную, трубоукладчиками и намоточными устройствами (рис. 14).

При рассмотренной схеме использования трубопроводов возможны однотактные и многотактные поливы при продольной и поперечной схемах расположения бременной сети. Однотактный полив проводится, когда пропускная способность трубопровода позволяет подать воду во все борозды.

2. Гибкие трубопроводы служат для замены всей временной сети. Часть трубопроводов, заменяющая временные оросители, является транспортирующей и служит для подвода воды к поливным трубопроводам. Гибкий поливной трубопровод с отверстиями по длине, как и в первой схеме, позволяет автоматизировать распределение воды между бороздами (рис. 15).

3. Транспортирующий трубопровод укладывают в почву ниже пахотного горизонта. На поверхность выходят гидранты с задвижками, к которым подключают поливные трубопроводы, укладываемые на поверхности на время полива. Расстояние между гидрантами соответствует длине поливных борозд (рис 16).

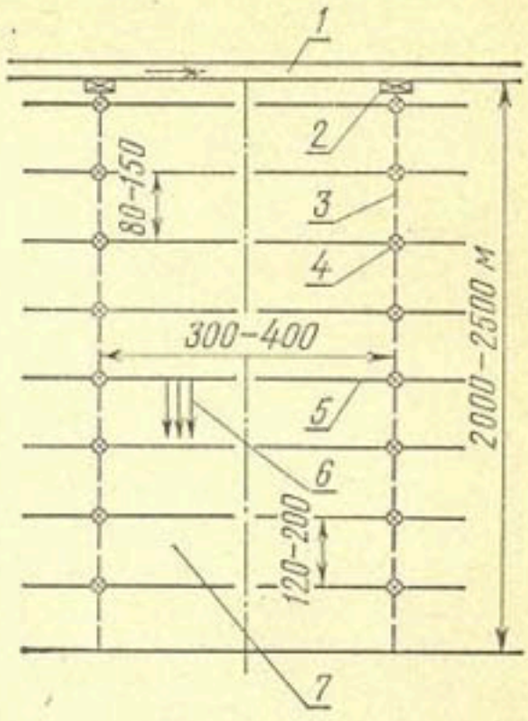


Рис. 16. Схема оросительной сети с применением гибких трубопроводов для уклонов 0,01—0,03:

1 — межхозяйственный канал; *2* — водозабор; *3* — закрытый транспортирующий трубопровод; *4* — гидрант-водовыпуск; *5* — гибкий поливной трубопровод; *6* — направление полива; *7* — площадь одновременного полива.

Эффективность полива сахарной свеклы с использованием поливных трубопроводов приведена в таблице 28.

Использование поливных трубопроводов предъявляет повышенные требования к оросительной воде: мутность воды при использовании шлангов не должна превышать 1—1,5 г/л, для подземных трубопроводов — 3,4 г/л. В зависимости от мутности устанавливают режим промывки шлангов и подземных трубопроводов. Содержащийся в воде плавающий мусор должен быть задержан сороудерживающими решетками.

Тип поливных трубопроводов определяют в зависимости от действующих напоров, расстояния между поливными бороздами, вида орошаемой сельскохозяйственной культуры, организации территории и от других условий.

Выбор схемы работы трубопроводов зависит от величины и соотношения продольного и поперечного уклонов. Поперечная схема применима на уклонах менее 0,003 при тщательной планировке в направлении полива. Поперечные схемы предусматривают полив по удлиненным бороздам (300—400 м) поливной струей большого расхода (1,5—2,5 л/с) и требуют поэтому расстояний между бороздами не менее 0,9 м.

При очень малых уклонах (часть Голодной степи, Узбекская ССР) возможно встречное направление движения воды в бороздах, что достигается искусственно создаваемым уклоном за счет легких планировок при объеме до 150—200 м³/га (рис. 17). Такая схема позволяет довести расстояние между оросителями или лотками до 600—800 м и увеличить этим длину гона. Ввиду больших расходов поливных струй предусмотрено использование коротких (40—60 м) отрезков гибких капроновых поливных шлангов большого диаметра (350—420 мм) с забором воды сифонами из лотков или через специальные водовыпуски из открытых оросителей.

Таблица 28. **Технико-экономические показатели использования поливных трубопроводов при поливе сахарной свеклы** (данные КазНИИВХ*)

Технико-экономические показатели	Ручной полив	Полив трубопроводами с заменой	
		выводных борозд	всей временной сети
Потери посевов на площади под временной сетью и от заминания, %	3,70	2,55	1,42
Потери урожая, руб/га	44,25	30,50	17,00
Капиталовложения на поливное оборудование, руб/га	2,40	7,80	17,60
То же, в сравнении с ручным поливом	—	+5,4	+15,20
Издержки на поливы, руб/га	19,81	15,03	16,71
Экономия в издержках в сравнении с ручным поливом, руб/га	—	+4,78	+3,10
Срок окупаемости дополнительных капиталовложений за счет прироста чистого дохода, лет	—	0,4	6,7

* Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства.

На средне- и тяжелосуглинистых грунтах при уклонах 0,003—0,007, когда нарезают борозды длиной 300—500 м, при хорошем качестве планировки в направлении полива может быть также применима поперечная схема полива. Длина поливных шлангов по исследованиям ВНИИГиМ составляет 80—100 м, расход поливных струй — 0,5—1,5 л/с, диаметр гибких шлангов — 420 и 350 мм. Возможно удлинение секций гибких шлангов до 100—200 м.

Комбинированную оросительную самонапорную сеть закрытых поливных, перфорированных по ширине междурядий трубопроводов и гибких шлангов следует применять на массивах с уклоном, постепенно выполаживающимся от 0,02 до 0,005. В верхней части, примыкающей к каналу, где напоры не превышают 3—4 м, следует использовать гибкие шланги, в остальной части — подземные поливные перфорированные трубопроводы. Подземные поливные трубопроводы рекомендуется использовать для подачи поливных струй расходом не менее 0,2 л/с, так как поливные отверстия, рассчитанные на меньший расход, подвержены засорению или закупорке плавающим мусором или твердыми включениями ввиду малого диаметра поливных отверстий (2—4 мм).

На землях, где применяют поливные струи расходом меньше 0,2 л/с, рекомендуется использовать только гибкие шланги, подключаемые к гидрантам закрытой распределительной сети. Схема может найти применение при уклонах 0,01—0,03, расходе поливной струи 0,2—0,005 л/с и длине борозд 80—200 м. Длину гибких трубопроводов в этом случае желательно иметь 150 м.

Гибкие трубопроводы целесообразно использовать дифференцированно в зависимости от условий: на уклонах свыше 0,015—

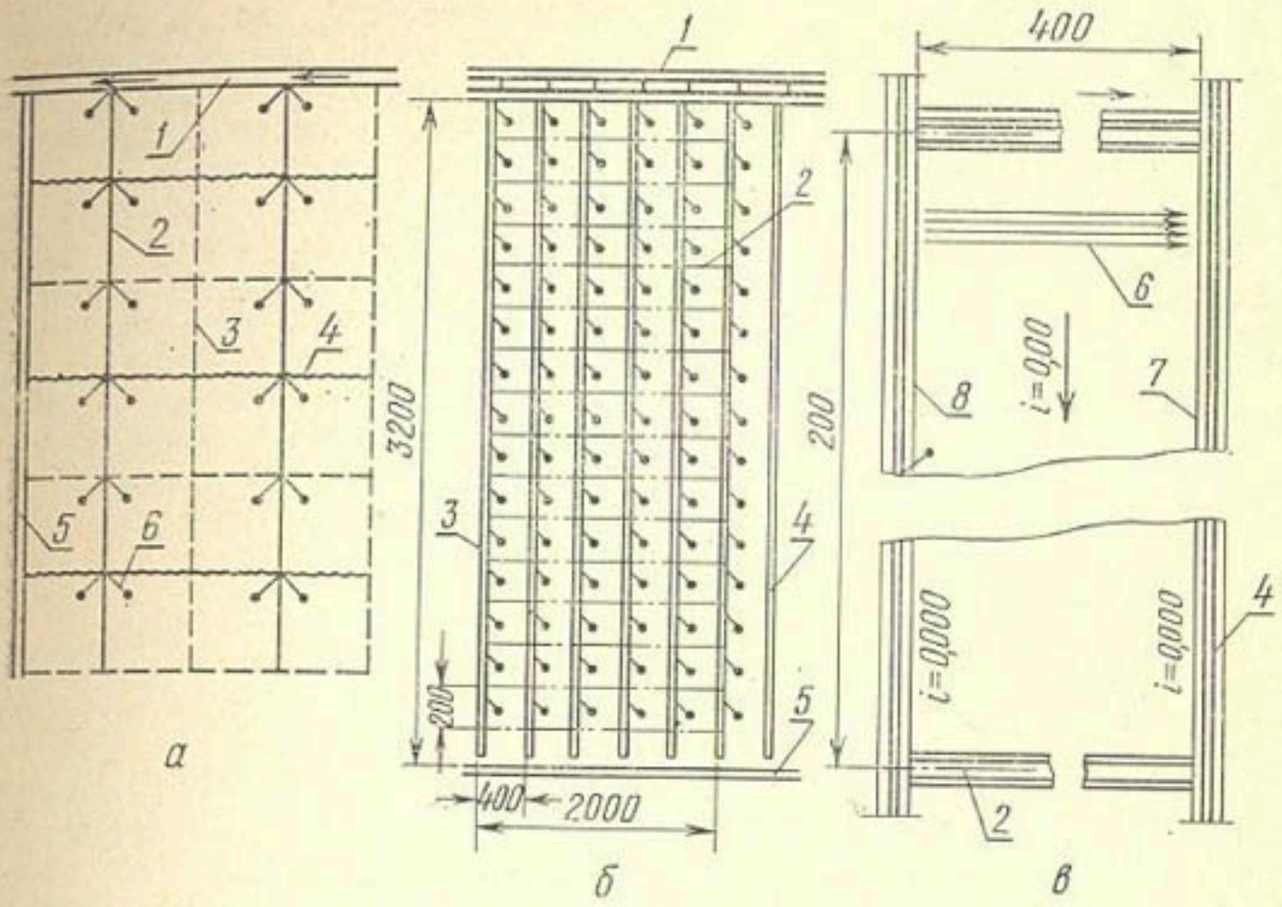


Рис. 17. Схемы сети для полива по постоянным поливным участкам на очень малых уклонах (0,0005—0,0003):

а — в колхозе им. Калинина (Ташаузский район, Туркменская ССР): *1* — магистральный канал; *2* — картовый ороситель; *3* — грунтовая дорога; *4* — временный чиль; *5* — дорога гравийная; *6* — водовыпуски; *б, в* — в Голодной степи: *1* — оросительный канал; *2* — дрены; *3* — водовыпуск в поливной участок; *4* — лотки; *5* — коллектор; *6* — поливные борозды; *7* — сбросная борозда; *8* — выводная борозда.

0,020 — полиэтиленовые шланги диаметром 150—250 мм с постоянным диаметром нерегулируемых отверстий; на уклонах 0,015—0,005 — капроновые шланги диаметром 250—350 мм с регулируемыми и нерегулируемыми водовыпусками; на уклонах меньше 0,005— капроновые шланги большого диаметра.

На больших уклонах (0,01—0,03) при продольной схеме, где используют короткие поливные борозды (75—100 м), устройство стационарных закрытых поливных трубопроводов сопряжено с дополнительными капиталовложениями, требуется большое число дефицитных асбестоцементных труб. В этих условиях, особенно на легких почвах, где имеются включения галечника и остроконечных камешков, заклинивающих отверстия в закрытом поливном трубопроводе, что усложняет эксплуатацию последних, целесообразно применять жесткие передвижные поливные трубопроводы.

Для полуавтоматического распределения воды на участках с хорошей планировкой ВНИИГиМ предложено применять гибкие трубопроводы с окантованными отверстиями постоянного диаметра, выбираемого в зависимости от расхода расчетной струи. Трубопровод следует располагать по расчетному уклону (0,002—0,005). Регулировку расхода струй при этом проводят одновременно по всей длине гибкого трубопровода, изменяя напор в его голове задвижкой. Если по трассе гибкого трубопровода имеется переменный ук-

лон, требуется индивидуальное регулирование расхода каждой поливной струи. Для этой цели лучшие показатели имеют регулируемый водовыпуск с жестким клапаном повышенного сопротивления или лепесткового типа конструкции Государственного специализированного конструкторского бюро (ГСКБ) по ирригации.

Жесткие трубопроводы долговечнее гибких шлангов, они доступны для осмотра, легко промываются, возможна взаимозаменяемость отдельных секций труб. Они могут заменить открытые оросители в земляном русле на просадочных лессовых грунтах.

Недостаток жестких трубопроводов: сложность технологии перемещения их с одной позиции на другую, параллельную позицию (на верхний или нижний ярус). Перемещать их желательно по одной и той же трассе (челночным способом).

ПОЛИВНОЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ АГРЕГАТ ППА-300

Поливной передвижной агрегат ППА-300 (рис. 18) предназначен для полива по чекам (затоплением) сопутствующих культур в рисовом севообороте. Агрегат можно использовать и для распределения воды в полосы.

Устройство агрегата. Агрегатируется он с трактором МТЗ-50. Состоит из рамы, насоса с редуктором, всасывающего трубопровода, напорной линии, газоструйного вакуум-аппарата, механизма намотки, поливного трубопровода.

Рама присоединяется к тягам навесного устройства трактора. С левой стороны рамы на стойке установлен щиток приборов, на котором размещены манометр и вакуумметр. Насос — осевой горизонтальный (пропеллерный), марки ОГ5-30; вал насоса соединен с шестеренчатым редуктором.

Всасывающий трубопровод состоит из двух частей, соединяемых при установке машины на позицию. При транспортировке машины

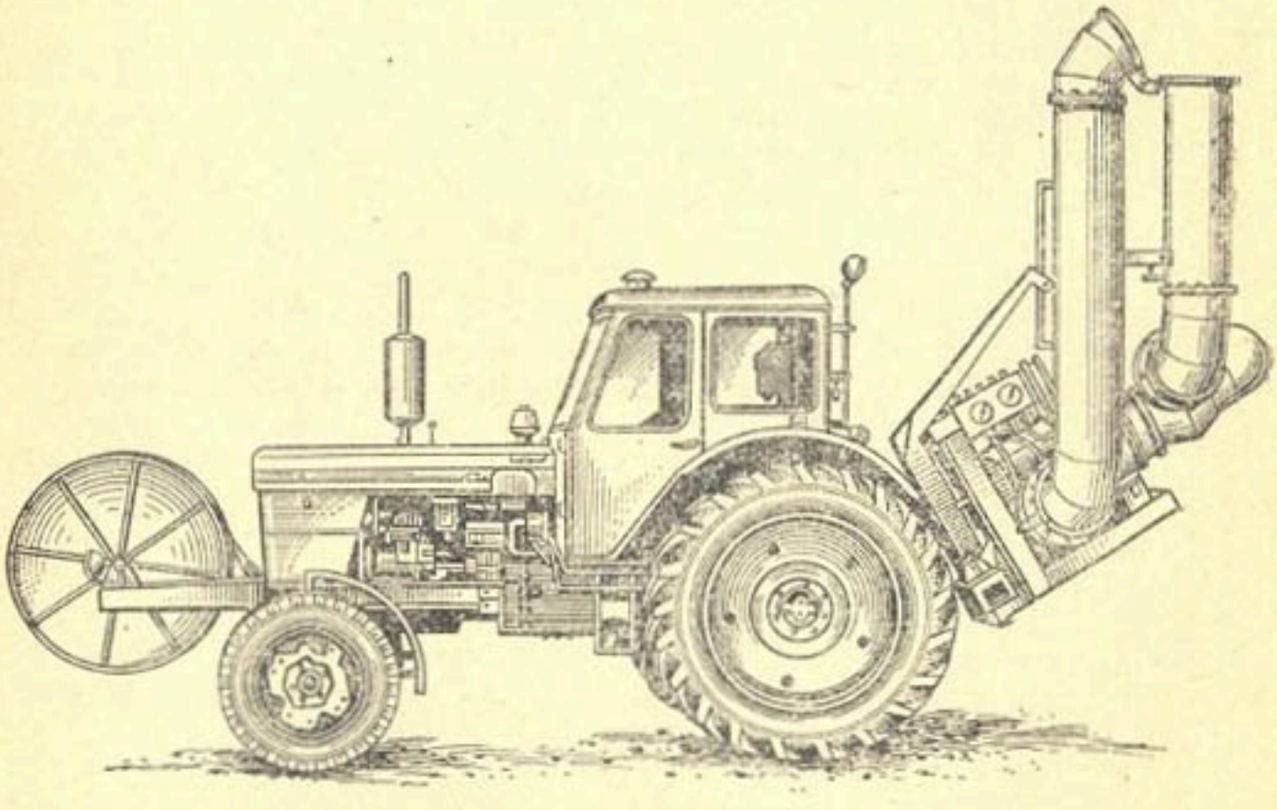


Рис. 18. Общий вид поливного передвижного агрегата ППА-300.

одна часть трубопровода с фильтром отсоединяется и закрепляется на кронштейне, установленном на поворотной части трубопровода. Подъем всасывающей линии осуществляется с приводом от гидросистемы трактора.

Напорная линия, имеющая на конце два кольцевых зига для присоединения поливного трубопровода, крепится к клапанной коробке. Закрывается клапан с помощью натяжения троса ручкой из кабины трактора.

Газоструйный вакуум-аппарат служит для создания разряжения в камере насоса и заполнения ее водой. Устанавливается на выхлопной трубе трактора.

Механизм намотки предназначен для раскладки и сборки поливного трубопровода и включает монтируемую спереди трактора сварную разборную раму. На раме установлен барабан для намотки поливного трубопровода. Барабан приводится в движение гидродвигателем, работающим от гидросистемы трактора.

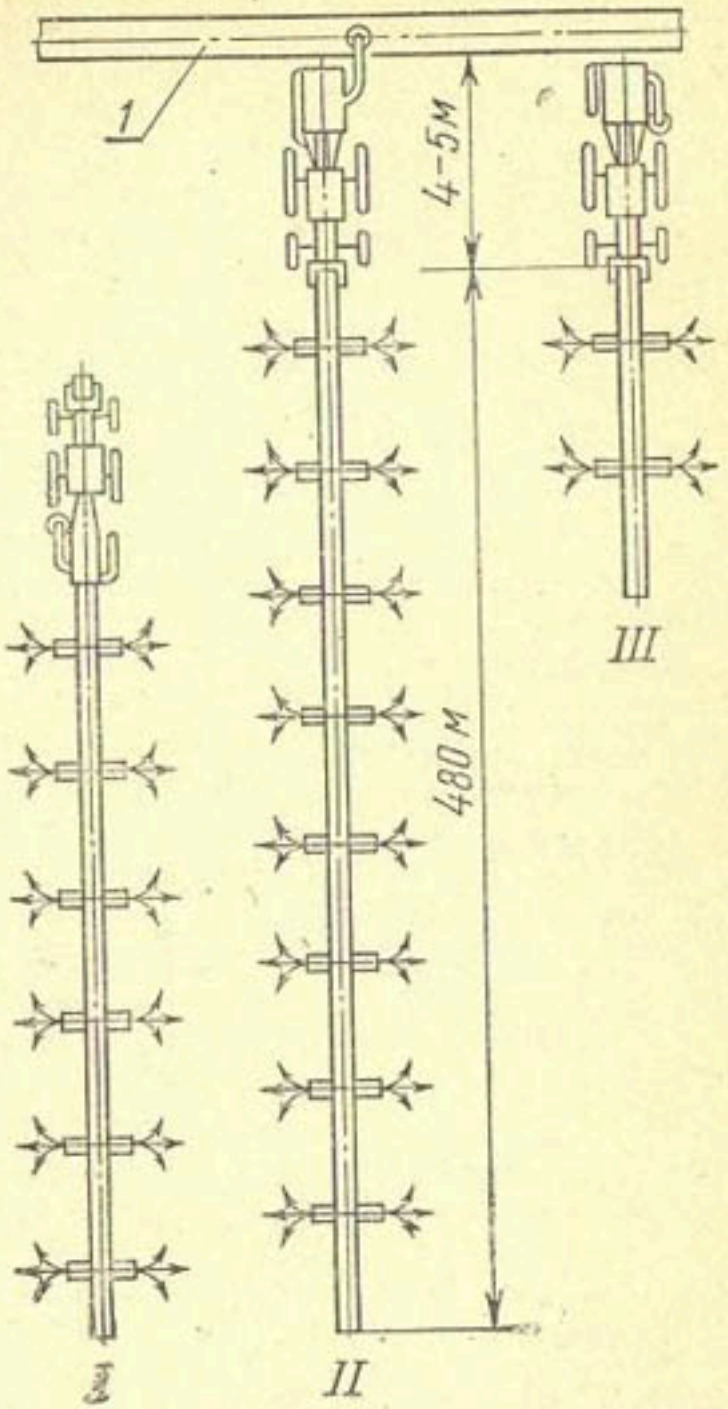


Рис. 19. Схема полива поливным передвижным агрегатом ППА-300: *1* — ороситель, $Q=400$ л/с; *I* — раскладка трубопровода; *II* — полив; *III* — сборка трубопровода.

Поливной трубопровод предназначен для транспортирования и распределения воды напуском; состоит из четырех отрезков гибкого капронового прорезиненного рукава длиной по 120 м. Соединяются отрезки между собой путем запасовки конца отрезка трубопровода вовнутрь начала следующего посредством шести петель и шести застежек, равномерно расположенных по диаметру, или с помощью патрубков и хомутов.

На каждом отрезке расположено шесть водовыпусков диаметрально по 2 на расстоянии 20 м друг от друга. Водовыпуски изготовлены из той же ткани, что и трубопровод, приклеены и пришиты к трубопроводу. На каждом водовыпуске имеется лента для регулирования расхода воды. Под первые шесть водовыпусков с помощью лямок и застежек закрепляются полотна-гасители для гашения струи воды и предотвращения размыва в зоне истечения воды.

Технология работы. Перед установкой агрегата на позицию раскладывают поливной трубопровод (рис. 19). При движении трактора по трассе раскладки трубопровод под действием собственного веса разматывается. После окончания размотки каждого отрезка

трубопровода агрегат останавливается, начало отрезка соединяется с концом разложенного трубопровода путем запасовки его вовнутрь и закрепления с помощью петель и застежек. После укладки требуемой длины трубопровода агрегат подъезжает к оросителю, устанавливается на позицию, тракторист опускает всасывающую линию, подсоединяет к напорному патрубку поливной трубопровод и включает эжектор.

Во время полива поливальщик следит за распределением воды, выходящей из водовыпусков, а при необходимости прикрывает или регулирует подачу. Кроме этого, в начале работы поливальщик подсоединяет к поливному трубопроводу полотна-гасители.

После окончания полива поливной трубопровод отсоединяют от напорной линии, а всасывающий переводят в транспортное положение. Отрезки трубопроводов разъединяют, а сам агрегат устанавливают так, чтобы барабан был расположен по направлению разложенного трубопровода. Затем конец первого поливного трубопровода заправляется в барабан и включается его привод. Барабан, вращаясь, наматывает трубопровод. После того как намотан первый отрезок, привод барабана и выдвижные фиксаторы выключаются и трос вручную подтягивают и закрепляют к следующему отрезку трубопровода. При включении привода барабана трос наматывается на него и подтягивает трубопровод к агрегату. Подтянутый трубопровод заправляют на барабан и наматывают его. После сборки всего разложенного по участку поливного трубопровода агрегат переезжает на новую позицию; процесс подготовки к работе повторяется.

Обслуживают агрегат тракторист и поливальщик. Машины ППА-300 позволяют повысить производительность труда на поливе в 2—2,5 раза по сравнению с работой вручную.

Техническая характеристика поливного передвижного агрегата ППА-300

Агрегатируется с трактором	МТЗ-50/52 и МТЗ-80/82
Производительность за час чистой работы при поливной норме 1100 м³/га, га	0,75—0,90
Потребляемая мощность, кВт	22,1—27,9
Насос ОГ5-30:	
подача, л/с	245—310
напор, м	7,8—5,2
допустимая высота всасывания, м	1,5
частота вращения рабочего колеса насоса, об/мин	1560
Поливной трубопровод:	
материал	Мелиоративная капроновая ткань
общая длина, м	480
длина отрезка, м	120
диаметр, мм	350—420
масса 1 м, кг	0,67
скорость раскладки, км/ч	1,64—3,0
скорость сборки, км/ч	2,0—4,8
рабочий напор, м	3,0

Водовыпуски:	
расход воды, л/с	0—50
длина, м	0,68
число водовыпусков	48
расстояние между водовыпусками, м	20
размер полотен-гасителей, мм	1100—930
Механизм намотки:	
марка гидродвигателя	МНШ-46У
частота вращения барабана, об/мин	45,5
длина троса, м	365
диаметр троса, мм	4
Дорожный просвет, мм	465
Габаритные размеры, мм:	
длина	6630
ширина	2460
высота	3580
Масса (без трактора), кг	1340
Обслуживающий персонал:	
тракторист	1
поливальщик	1

Таблица 29. **Продолжительность полива ППА-300 на позиции, ч**

Поливная норма, м³/га	Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	При длине поливных элементов, м			
		100 (F=4,8 га)	200 (F=9,6 га)	300 (F=14,4 га)	400 (F=19,2 га)
500	0	2,2	4,4	6,4	8,9
	10	2,4	4,9	7,3	9,8
	20	2,7	5,3	8,0	10,7
600	0	2,7	5,3	8,0	10,7
	10	2,9	5,9	8,8	11,7
	20	3,2	6,4	9,6	12,8
700	0	3,1	6,2	9,3	12,4
	10	3,4	6,8	10,3	13,7
	20	3,7	7,4	11,2	14,9
800	0	3,6	7,1	10,7	14,2
	10	3,9	7,8	11,7	15,6
	20	4,3	8,5	12,8	17,1
1000	0	4,4	8,9	13,3	17,8
	10	4,9	9,8	14,7	19,6
	20	5,3	10,7	16,0	21,4
1200	0	5,3	10,7	16,0	21,3
	10	5,9	11,7	17,6	23,5
	20	6,4	12,8	19,2	25,6
1400	0	6,2	12,4	18,7	24,9
	10	6,8	13,7	20,5	27,4
	20	7,4	14,9	22,4	29,9
1600	0	7,1	14,2	21,3	28,4
	10	7,8	15,6	23,4	31,3
	20	8,5	17,1	25,6	34,1

Применение агрегата ППА-300 на вегетационных поливах люцерны в рисовых чеках сплошным затоплением позволяет при хорошей равномерности увлажнения почвы экономить до 40,5% воды, используемой в основном из сбросных каналов. Экономия в расчете на год по сравнению с ручным распределением воды в чеки составляет около 800 чел.-ч.

В таблицах 29—33 приведены некоторые эксплуатационные и нормативные параметры работы агрегатов ППА-300.

Таблица 30. **Нормативные значения коэффициентов использования времени при работе ППА-300**

Длина поливного элемента, м	Коэффициенты	Поливная норма, м³/га							
		500	600	700	800	1000	1200	1400	1600
100	$K_{см}$	0,42	0,46	0,49	0,52	0,56	0,60	0,62	0,64
	$K_{см.\ пл}$	0,40	0,44	0,47	0,50	0,54	0,58	0,60	0,62
	$K_{сут}$	0,37	0,41	0,44	0,46	0,50	0,54	0,56	0,58
200	$K_{см}$	0,56	0,60	0,62	0,64	0,67	0,69	0,71	0,73
	$K_{см.\ пл}$	0,54	0,58	0,60	0,62	0,65	0,68	0,70	0,71
	$K_{сут}$	0,50	0,54	0,56	0,58	0,61	0,63	0,65	0,66
300	$K_{см}$	0,63	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,75	0,76
	$K_{см.\ пл}$	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,73	0,74
	$K_{сут}$	0,57	0,60	0,61	0,63	0,65	0,67	0,68	0,69
400	$K_{см}$	0,67	0,70	0,71	0,73	0,75	0,76	0,77	0,78
	$K_{см.\ пл}$	0,65	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75	0,76
	$K_{сут}$	0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70	0,72

Примечание. $K_{см}$ — коэффициент использования времени смены, учитывающий потери времени на смену позиций, плановое и ежесменное техническое обслуживание; $K_{см.пл}$ — плановый коэффициент использования времени смены, дополнительно учитывающий потери времени на устранение поломок и неисправностей; $K_{сут}$ — коэффициент использования времени суток.

Таблица 31. **Производительность ППА-300 за час чистой работы, га**

Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	Поливная норма, м³/га							
	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600
0	2,16	1,80	1,54	1,35	1,08	0,90	0,77	0,68
10	1,96	1,63	1,40	1,23	0,98	0,82	0,70	0,62
20	1,80	1,50	1,28	1,13	0,90	0,75	0,64	0,57

Таблица 32. **Производительность ППА-300 при 7-часовой рабочей смене, га**

Длина поливного элемента, м	Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	Поливная норма, м³/га							
		500	600	700	800	1000	1200	1400	1600
100	0	6,10	5,57	5,09	4,70	4,08	3,60	3,22	2,88
	10	5,55	5,06	4,63	4,27	3,71	3,27	2,93	2,62
	20	5,08	4,64	4,24	3,92	3,40	3,00	2,68	2,40
200	0	8,2	7,3	6,5	5,90	4,90	4,20	3,71	3,31
	10	7,45	6,64	5,91	5,36	4,45	3,82	3,37	3,00
	20	6,83	6,08	5,42	4,92	4,08	3,50	3,09	2,76
300	0	9,14	7,95	7,03	6,31	5,21	4,45	3,89	3,44
	10	8,30	7,28	6,39	5,74	4,74	4,04	3,54	3,13
	20	7,62	6,62	5,86	5,26	4,34	3,71	3,24	2,87
400	0	9,79	8,45	7,10	6,53	5,41	4,59	3,99	3,53
	10	8,90	7,68	6,45	5,94	4,92	4,17	3,63	3,21
	20	8,16	7,04	5,92	5,44	4,51	3,82	3,32	2,94

Таблица 33. **Сезонная производительность поливного агрегата ППА-300 при круглосуточном использовании на поливе** (в критический период водопотребления культур)

Природные зоны	Ордината гидромодуля, л/с·га	Сезонная производительность, га (Q=300 л/с)
Лесостепная, степная	0,5	195—315
Степная	0,6	175—275
Степная, полупустынная	0,7	160—240
Полупустынная	0,8	145—210
Полупустынная, пустынная	0,9	130—190
Пустынная	1,0	115—170

ПОЛИВНЫЕ ПЕРЕДВИЖНЫЕ АГРЕГАТЫ ДЛЯ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ

Поливные передвижные агрегаты ППА-165 и ППА-165У предназначены для полива по бороздам пропашных культур.

Агрегаты проводят раскладку гибкого трубопровода в поле, подачу в него воды из открытых водоисточников, сборку гибкого трубопровода после полива.

Поливной передвижной агрегат ППА-165 осуществляет забор воды из открытых оросителей или лотков. Он состоит из навешиваемой на трактор Т-28Х насосной станции ПНС-165 и агрегатиру-

емой с трактором прицепной тележки, на которой расположен барабан с гидравлическим приводом для транспортировки, раскладки и сборки гибкого трубопровода.

Навесная насосная станция включает в себя насос 0,8—25Г с механизмом привода, всасывающую и напорную линии, газоструйный эжектор для заливки насоса, механизм подъема всасывающего трубопровода. Привод насоса осуществляется от ВОМ трактора через клиноременную передачу. Всасывающая линия выполнена в виде гибкого шланга с сетчатым фильтром на конце. Напорная металлическая линия включает в себя обратный клапан. Механизм подъема всасывающей линии выполнен в виде ручной тросовой лебедки.

Гибкий поливной трубопровод раскладывается, собирается и транспортируется с помощью шланговой прицепной тележки ТПШ-400, которая состоит из рамы, ходовых колес, шлангового барабана и механизма его привода и снабжена специальным прицепным устройством. На раме есть лоток для укладки соединительных патрубков.

Барабан рассчитан на 500 м гибкого трубопровода. Привод барабана осуществляется от гидродвигателя через червячный редуктор и кулачковую муфту. Двигатель работает с питанием от гидросистемы трактора. Конструкция прицепного устройства, смонтированного на левой полуоси трактора, позволяет присоединять тележку по продольной оси трактора, а также выносить ее влево по ходу агрегата.

Во время раскладки трубопровода поливальщик идет сзади тележки и расправляет шланг. Отрезки поливных трубопроводов соединяют между собой патрубками и хомутами при остановке агрегата.

Техническая характеристика поливного передвижного агрегата ППА-165

Агрегатируется с трактором	Т-28×4
Производительность за час чистой работы при поливной норме 600 м³/га, га	0,95
Насос 08-25Г:	
рабочий напор, м	4,0—5,5
подача, л/с	175—150
геодезическая высота всасывания, м	1,5
частота вращения вала насоса, об/мин	1450
Потребляемая мощность, кВт	18,4
Поливной трубопровод:	
материал	Резиновая мелиоративная ткань
марка	ОШ-ПА-ВТУ-1-68
допустимый рабочий напор, м	3,5
общая длина, м	400
внутренний диаметр, мм	300
расстояние между водовыпускными отверстиями, см	60—90
масса 1 м, кг	0,6

Предусмотрена возможность агрегатирования с тракторами Т-40, МТЗ-50, Т-54В. Подача насоса увеличена до 200 л/с. Гидродвигатель барабана обеспечивает стягивание волоком стометровых отрезков поливного трубопровода при увеличении тягового усилия механизма намотки до 1000 кг.

Механизм намотки предназначен для раскладки и сборки поливного трубопровода. Состоит из разборной рамы, которая устанавливается спереди на раму трактора и закрепляется 24 болтами.

Поливной трубопровод имеет перфорации на междурядья 60 и 90 см, в которых установлены водовыпуски. Для соединения отрезков трубопровода шланговые поливные агрегаты комплектуются металлическими соединительными патрубками и зажимными хому тами.

Техническое обслуживание включает комплекс планово-профилактических мероприятий. В зависимости от сезонной загрузки предусматривают проведение первого планового технического обслуживания перед началом поливного периода (СТО-1), ежесменного технического обслуживания (ЕТО), периодического технического обслуживания (ПТО) после 240 часов работы агрегата и второго планового технического обслуживания после окончания поливного сезона (СТО-2) по инструкции, прилагаемой к машине.

Техническая характеристика поливного передвижного агрегата ППА-165У

Агрегатируется с трактором	Т-28×4
Производительность в час чистой работы при поливной норме 600 м³/га, га	0,95
Насос 08-25Г:	
рабочий напор, м	4—5,5
подача, л/с	155—196
допустимая высота всасывания, м	1,5
частота вращения рабочего колеса, об/мин	1619
Потребляемая мощность, кВт	18,4
Транспортная скорость, км/ч	Не более 15
Гибкий оросительный трубопровод:	
материал	Резиновая мелиоративная ткань
марка	ОШ-ПА-ВТУ-1-68
допустимый напор, м	3,5
общая длина, м	300
длина отдельных отрезков (секций), м	100—120
внутренний диаметр трубопровода, мм	300
расстояние между водовыпускными отверстиями, см	60 (90)
Водовыпуски:	
тип водовыпусков	Резьбовой, регулируемый вручную
внутренний диаметр отверстия, мм	24,5
пределы регулировки расхода, л/с	0—2,1
Механизм намотки:	
марка гидродвигателя механизма намотки	МНШ-46У

Дорожный просвет, мм	430
Необходимая ширина поворотной полосы, м	4—5
Масса (без трактора), кг	1175
Габариты, мм:	
длина	7100
ширина	2250
высота	2360
Обслуживающий персонал, чел.:	
тракторист	1
поливальщик	1
Эффективный коэффициент расхода воды по водовыпускам	0,49
Коэффициент полезного использования площади поливного участка	0,99

Составные части поливных агрегатов ППА-165 и ППА-165У в осенне-зимний период хранят согласно правилам, приведенным ниже.

1. Насосные станции и механизм намотки хранятся в собранном виде в специальных гаражах, сараях или под навесом.

2. Поврежденная окраска на металлических частях машин должна быть восстановлена.

3. Картеры редукторов привода механизма подъема и барабана, механизма намотки должны быть промыты керосином или дизельным топливом и заполнены чистым дизельным маслом.

4. Шланги высокого давления снять, масло из них должно быть удалено и концы закрыты предохранительными колпачками.

5. Звездочки цепной муфты и трущиеся поверхности механизмов должны быть очищены и предохранены от коррозии.

6. Клиновые ремни должны быть тщательно промыты в мыльной воде и просушены. При хранении ремни не должны подвергаться действию масел и других разрушающих резину веществ.

7. В полости подшипников натяжного шкива, подшипников крана укосины насосной станции, механизма намотки при подготовке к хранению необходимо заложить свежую смазку.

8. Гибкие трубопроводы необходимо тщательно очистить, промыть, просушить, при необходимости отремонтировать и намотать на барабан тележки.

Наряду с соблюдением основных правил техники безопасности при работе на шланговых поливных агрегатах необходимо помнить и соблюдать специальные требования.

1. Перед началом работы проверять установку защитных кожухов.

2. Включать ВОМ трактора для привода насоса только с сиденья трактора.

3. При намотке гибкого трубопровода в случае необходимости расправления его складок и скручивания руки расправляющего их человека должны находиться от направляющего ролика на расстоянии не ближе одного метра.

4. При стягивании гибкого оросительного трубопровода с помощью троса поправлять трос следует только в защитных рукавицах, находясь от барабана также не ближе одного метра.

В таблицах 34—40 приведены некоторые эксплуатационные и нормативные параметры поливных агрегатов ППА-165 и ППА-165У.

Таблица 34. **Технологические схемы работы передвижных агрегатов ППА-165, ППА-165У**

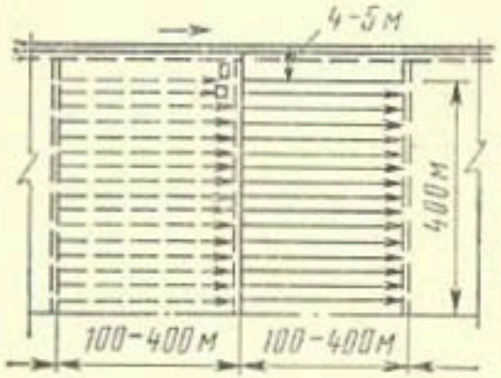
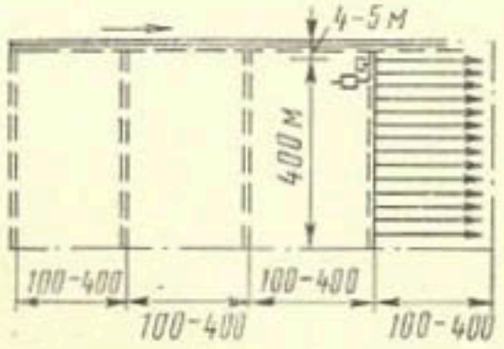
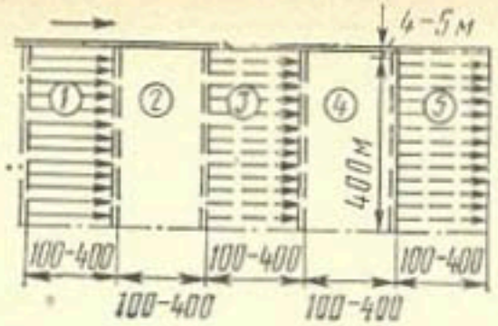
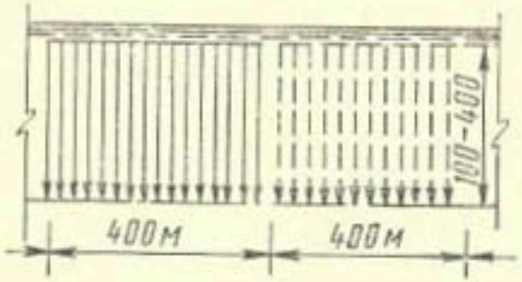
Схема расстановки и перемещения машин	Описание схемы работы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема I 	Поливной трубопровод располагают перпендикулярно оросителю. После окончания полива трубопровод перемещают на следующую позицию. Полив начинают с головы оросителя	Транспортировка осуществляется по полевой дороге, расположенной вдоль оросителя	Раскладка трубопровода осуществляется по мокрому полю
Схема II 	Полив начинают с конца оросителя, поливной трубопровод также расположен перпендикулярно оросителю	Транспортировка и раскладка трубопровода осуществляются по сухому полю	Увеличивается время ожидания заполнения канала до требуемой отметки, увеличиваются потери воды из оросителя

Схема III 	Поливные трубопроводы располагают перпендикулярно оросителю. Полив позиций осуществляется через одну	Транспортировка и сборка трубопровода осуществляются по сравнительно сухому полю, нет холостого перегона в конце полива поля	Увеличивается время на смену позиций
Схема IV 	Поливной трубопровод размещают вдоль оросителя	Улучшаются условия раскладки и сборки поливного трубопровода	Сокращается расстояние между оросителями и, следовательно, увеличиваются капитальные затраты

Примечание. Аналогичные технологические схемы могут быть применены для агрегатов ППА-300 и ПТ-250.

Таблица 35. **Продолжительность полива ППА-165 на позиции, ч**

Поливная норма, м³/га	Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	Длина поливных борозд, м			
		100	200	300	400
500	0	3,37	6,73	10,11	13,50
	10	3,71	7,40	11,11	14,80
	20	4,04	8,15	12,11	16,20
600	0	4,04	8,08	12,12	16,16
	10	4,44	8,89	13,33	17,80
	20	4,85	9,70	14,54	19,39
700	0	4,71	9,43	14,14	18,86
	10	5,18	10,37	15,56	20,74
	20	5,65	11,32	16,97	22,63
800	0	5,39	10,77	16,16	21,55
	10	5,92	11,85	17,78	23,70
	20	6,47	12,92	19,39	25,86
1000	0	6,73	13,47	20,2	26,94
	10	7,41	14,81	22,2	29,63
	20	8,08	16,16	24,2	32,33
1200	0	8,08	16,16	24,24	32,32
	10	8,89	17,78	26,67	35,56
	20	9,70	19,39	29,09	38,78
1400	0	9,43	18,86	28,3	37,7
	10	10,37	20,74	31,1	41,5
	20	11,32	22,63	34,6	45,2
1600	0	10,8	21,5	32,3	43,1
	10	11,9	23,7	35,6	47,4
	20	13,0	25,8	38,8	51,7

Таблица 36. **Продолжительность полива на позиции ППА-165У, ч**

Поливная норма, м³/га	Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	Длина поливных борозд, м			
		100	200	300	400
500	0	2,8	5,6	8,2	11,1
	10	3,1	6,1	9,1	12,2
	20	3,4	6,7	10,0	13,3
600	0	3,3	6,7	10,0	13,3
	10	3,7	7,3	11,0	14,7
	20	4,0	8,0	12,0	16,0
700	0	3,9	7,8	11,7	15,6
	10	4,3	8,6	12,8	17,1
	20	4,7	9,4	14,0	18,1
800	0	4,4	8,9	13,3	17,8
	10	4,9	9,8	14,7	19,6
	20	5,3	10,7	16,0	21,4
1000	0	5,6	11,1	16,7	22,2
	10	6,1	12,2	18,3	24,4
	20	6,7	13,3	20,0	26,6
1200	0	6,7	13,3	20,0	26,7

Продолжение

Поливная норма, м³/га	Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	Длина поливных борозд, м			
		100	200	300	400
	10	7,3	14,7	22,0	29,3
	20	8,0	16,0	24,0	32,0
1400	0	7,8	15,6	23,3	31,1
	10	8,6	17,1	25,7	34,2
	20	9,4	18,7	28,0	37,3
1600	0	8,9	17,8	26,7	35,6
	10	9,8	19,6	29,3	39,1
	20	10,7	21,4	32,0	42,7

Таблица 37. **Коэффициент использования времени при работе поливных передвижных агрегатов**

Длина поливной борозды, м	Коэффициент	Поливная норма, м³/га							
		500	600	700	800	1000	1200	1400	1600
		ППА-165							
100	$K_{см}$	0,41	0,45	0,48	0,51	0,56	0,59	0,61	0,63
	$K_{см.\ пл}$	0,38	0,42	0,46	0,48	0,53	0,56	0,58	0,60
	$K_{сут.\ пл}$	0,36	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,54	0,56
200	$K_{см}$	0,56	0,58	0,61	0,63	0,67	0,69	0,71	0,72
	$K_{см.\ пл}$	0,53	0,56	0,58	0,60	0,64	0,66	0,66	0,69
	$K_{сут.\ пл}$	0,49	0,52	0,54	0,56	0,60	0,62	0,64	0,64
300	$K_{см}$	0,62	0,65	0,67	0,69	0,72	0,74	0,75	0,76
	$K_{см.\ пл}$	0,59	0,62	0,65	0,66	0,69	0,71	0,72	0,73
	$K_{сут.\ пл}$	0,55	0,55	0,60	0,62	0,64	0,66	0,67	0,68
400	$K_{см}$	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,76	0,77	0,78
	$K_{см.\ пл}$	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	0,74	0,75
	$K_{сут.\ пл}$	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70
		ППА-165У							
100	$K_{см}$	0,37	0,41	0,44	0,47	0,52	0,55	0,58	0,60
	$K_{см.\ пл}$	0,35	0,38	0,42	0,44	0,49	0,52	0,55	0,57
	$K_{сут}$	0,31	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,52
200	$K_{см}$	0,52	0,55	0,58	0,60	0,64	0,67	0,69	0,70
	$K_{см.\ пл}$	0,49	0,52	0,55	0,57	0,61	0,64	0,66	0,67
	$K_{сут}$	0,43	0,46	0,49	0,51	0,55	0,58	0,60	0,61
300	$K_{см}$	0,59	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74
	$K_{см.\ пл}$	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,69	0,70	0,71
	$K_{сут}$	0,49	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,65
400	$K_{см}$	0,64	0,67	0,69	0,70	0,73	0,74	0,75	0,76
	$K_{см.\ пл}$	0,61	0,64	0,66	0,67	0,70	0,71	0,73	0,74
	$K_{сут}$	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,67

Примечание. $K_{см}$ — коэффициент использования времени смены, учитывающий потери времени на смену позиций, плановое и ежесменное техническое обслуживание; $K_{см.пл}$ — плановый коэффициент использования времени смены, дополнительно учитывающий потери времени на устранение поломок и неисправностей; $K_{сут}$ — коэффициент использования времени суток.

Таблица 38. **Производительность поливных агрегатов за час чистой работы, га**

Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	Поливная норма, м³/га							
	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600
	ППА-165							
0	1,19	0,99	0,85	0,74	0,59	0,50	0,42	0,37
10	1,08	0,90	0,77	0,67	0,54	0,45	0,38	0,34
20	0,99	0,82	0,71	0,62	0,49	0,42	0,35	0,31
	ППА-165У							
0	1,44	1,20	1,03	0,90	0,72	0,60	0,51	0,45
10	1,31	1,09	0,94	0,82	0,65	0,54	0,46	0,41
20	1,20	1,00	0,86	0,75	0,60	0,50	0,42	0,38

Таблица 39. **Производительность поливных агрегатов при 7-часовой рабочей смене, га**

Длина поливных борозд, м	Потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, %	Поливная норма, м³/га							
		500	600	700	800	1000	1200	1400	1600
		ППА-165							
100	0	3,19	2,94	2,72	2,50	2,19	1,94	1,73	1,57
	10	2,90	2,67	2,47	2,27	1,99	1,76	1,58	1,43
	20	2,66	2,45	2,27	2,08	1,82	1,62	1,44	1,31
200	0	4,38	3,87	3,47	3,14	2,66	2,29	2,02	1,80
	10	3,99	3,52	3,16	2,86	2,42	2,08	1,84	1,64
	20	3,65	3,22	2,89	2,62	2,22	1,91	1,68	1,50
300	0	5,0	4,37	3,86	3,47	2,87	2,39	2,14	1,90
	10	4,54	3,97	3,51	3,16	2,61	2,17	1,95	1,73
	20	4,17	3,64	3,22	2,89	2,39	1,99	1,78	1,58
400	0	5,36	4,62	4,06	3,62	2,98	2,53	2,21	1,95
	10	4,87	4,20	3,69	3,29	2,71	2,30	2,01	1,77
	20	4,47	3,85	3,38	3,02	2,48	2,11	1,84	1,62
		ППА-165У							
100	0	3,49	3,22	3,00	2,79	2,46	2,20	1,99	1,80
	10	3,17	2,93	2,73	2,54	2,24	2,00	1,81	1,64
	20	2,90	2,68	2,50	2,32	2,05	1,83	1,66	1,50
200	0	4,92	4,40	3,37	3,62	3,08	2,67	2,36	2,12
	10	4,47	4,00	3,61	3,29	3,80	2,43	2,14	1,93
	20	4,10	3,67	3,31	3,02	2,57	2,22	1,97	1,77
300	0	5,68	4,99	4,45	4,01	3,36	2 88	2,53	2,25
	10	5,16	4,54	4,04	3,65	3,05	2,62	2,30	2,04
	20	4,73	4,16	3,71	3,34	2,80	2,40	2,11	1,87
400	0	6,16	5,35	4,73	4,25	3,51	3,00	2,61	2,32
	10	5,60	4,86	4,30	3,86	3,19	2,73	2,37	2,11
	20	5,13	4,46	3,94	3,54	2,92	2,50	2,18	1,93

Таблица 40. **Сезонная производительность поливных агрегатов ППА-165 и ППА-165У при круглосуточном использовании на поливе** (в критический период водопотребления культур)

Природные зоны	Ордината гидромодуля, л/с·га	Сезонная производительность, га	
		ППА-165 (Q= 165 л/с)	ППА-165У (Q= =200 л/с)
Лесная, лесостепная	0,4	130—200	135—230
Лесостепная, степная	0,5	105—170	110—190
Степная	0,6	85—145	90—165
Степная, полупустынная	0,7	85—125	90—145
Полупустынная	0,8	75—115	85—130
Полупустынная пустынная	0,9	70—100	75—120
Пустынная	1,0	65—95	65—105

Ниже приведены некоторые эксплуатационные показатели поливных агрегатов ППА-165У, а также основные неисправности и способы их устранения.

Основные технико-эксплуатационные показатели поливного агрегата ППА-165У, %

Коэффициент земельного использования	0,971
Коэффициент полезного использования воды	0,88
Повреждаемость растений, %	0,95
Коэффициент эффективно политой площади	0,368
Коэффициент готовности	0,96
Коэффициент использования времени смены	0,88
Коэффициент надежности технологического процесса	1
Коэффициент технического использования	0,94

Структура эксплуатационного времени поливного агрегата ППА-165У, %

Технологическое время	88,61
в том числе чистая работа	86,76
Технологическое обслуживание	1,62
Ежесменное техническое обслуживание	6,67
Устранение отказов, поломок и неисправностей	4,29
Периодическое техническое обслуживание	1,46

Поливальщик-трубоукладчик ПТ-250 (опытная партия) предназначен для вегетационных поливов сельскохозяйственных культур по бороздам, влагозарядковых и промывных поливов (рис. 21).

Поливальщик-трубоукладчик ПТ-250 включает труботранспортер ТТН-250; комплект разборного оросительного трубопровода ТОР-250 из стабилизированного полиэтилена, армированного металлической сеткой; передвижную насосную станцию СНП-150/5А.

Труботранспортер предназначен для раскладки, сборки и транспортировки труб разборного оросительного трубопровода. Он мон-

Возможные неисправности поливного агрегата ППА-165У и способы их устранения

Неисправности и их причины	Способы устранения
Насос после пуска не подает воду	
Недостаточно заполнена всасывающая линия перед пуском	Включить газоструйный вакуум-аппарат. Закрыть обратный клапан
Неплотно соединена всасывающая линия	Проверить плотность соединения всасывающей линии
Большая высота всасывания	Обеспечить нормальную высоту всасывания (не более 1,5 м)
Неисправен газоструйный вакуум-аппарат	Снять газоструйный вакуум-аппарат и прочистить его. Проверить герметичность перекрытия выхлопной трубы заслонкой вакуум-аппарата
Прекратилась подача воды	
Увеличена высота всасывания при понижении уровня в источнике	Обеспечить нормальную высоту всасывания
Нарушена герметичность линии всасывания	Проверить и обеспечить герметичность соединения
Сильно засорена приемная сетка всасывающей линии	Очистить сетку
Насос не обеспечивает полной подачи и напора	
Увеличена высота всасывания	Обеспечить нормальную высоту всасывания
Нарушена герметичность всасывающей линии	Проверить швы и соединения линии всасывания и обеспечить герметичность
Уменьшена частота вращения рабочего колеса	Проверить частоту вращения вала насоса. Увеличить частоту вращения двигателя или увеличить натяжение ремней
Изношены лопатки рабочего колеса	Заменить рабочее колесо
Частично засорена приемная сетка всасывающей линии	Очистить сетку
Резкий шум и вибрация насоса	
Кавитационный режим, сопровождающийся резкими характерными стуками	Изменить режим работы (уменьшить высоту всасывания или уменьшить частоту вращения до номинальной)
Ослаблены крепления насоса к раме	Подтянуть крепления

Продолжение

Неисправности и их причины	Способы устранения
Корпус подшипников нагревается	
Загрязнена смазка	Промыть подшипники и заменить смазку
Забиты смазочные каналы и отверстия	Прочистить смазочные каналы и отверстия
Изношены подшипники или разрушены их сепараторы	Заменить подшипники новыми
Двигатель перегружен	
Засорена приемная сетка всасывающей линии	Очистить приемную сетку
Засорен трубопровод или насос	Очистить трубопроводы или насос
Перегрузка гидродвигателя	
Большое сопротивление поливного трубопровода при намотке за счет накопления в нем воды и отложений песка с илом	По мере возможности промыть трубопровод и вылить из него воду. Подтаскивать трубопровод с помощью троса
Перегреваются подшипники редуктора механизма намотки	
Недостаточное количество масла в редукторе	Долить масло до уровня контрольных пробок
Шум в местах вращения	
Отсутствует смазка	Смазать соответствующей смазкой

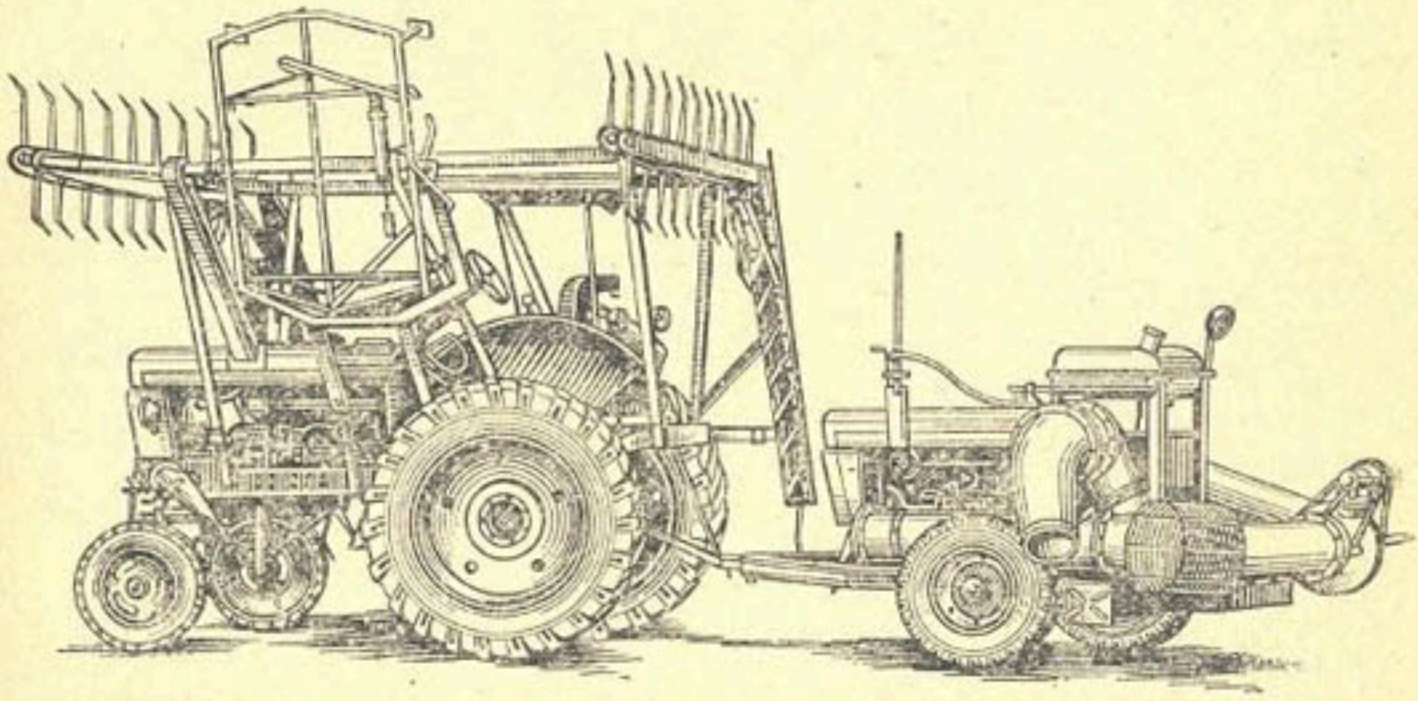


Рис. 21. Трубоукладчик ПТ-250.

тируется на пропашной трактор и состоит из транспортера, привода транспортера и стрелы с захватом. Цепи транспортера разделены толкателями на ячейки, размер которых равен наружному диаметру трубы. В транспортере имеется 19 ячеек, то есть машина может транспортировать одновременно 19 труб общей длиной 100 м. Привод транспортера осуществляется от систем трактора таким образом, что обеспечивается перемещение транспортера за каждое включение на одну ячейку, то есть на одну трубу. Стрела и захват используются только при погрузке (сборке) труб на транспортер. Рабочие операции при погрузке трубы включают опускание стрелы, зажим трубы, подъем стрелы с трубой, освобождение трубы, включение привода транспортера.

Поле, обслуживаемое одной машиной, должно иметь по всей длине с двух сторон оросители с пропускной способностью не менее 200 л/с, а также полосы шириной 5 м для проезда и разворота труботранспортера.

После окончания перевозки трубопровода машина транспортирует насосную станцию и начинается полив на новой позиции.

Техническая характеристика поливальщика-трубоукладчика ПТ-250

Ширина захвата, м	400
Производительность за час чистой работы при поливной норме 1200 м³/ч, га	0,64
Площадь, поливаемая с одной позиции, га	До 14
Ширина междурядий, поливаемых комплектом, см	60; 90
Масса конструктивная, кг:	
всего комплекта	8170
труботранспортера ТТН-250 с трактором	3770
насосной станции СНП-150/5А	1410
трубопровода ТОР-250	2990
Обслуживающий персонал:	
тракторист	1
моторист насосной станции	1
поливальщик	1

Труботранспортер ТТН-250

Число труб, укладываемых на транспортер	19
Грузоподъемность стрелы, кг	55
Рабочие скорости, км/ч:	
при раскладке труб	До 3
при сборке труб	0,5
Транспортная скорость, км/ч	До 14
Колея, мм	1800
Дорожный просвет, мм	540
Габаритные размеры, мм:	
длина	3700
ширина	5200
высота	3200

Трубопровод ТОР-250

Общая длина, м	400
Число труб в комплекте:	
диаметром 300 мм	34
диаметром 250 мм	40

Длина отдельной трубы, мм	5400
Расстояние между водовыпусками, см	60 и 90
Диаметр водовыпуска, мм	30
Пределы регулировки расхода воды через водовыпуск, л/с	0—1,7
Допустимый напор, м	7,5
Общий расход воды по трубопроводу, л/с	215
Масса отдельной трубы, кг:	
диаметром 300 мм	42
диаметром 250 мм	39

Поливная машина ПМП-1 (находится в стадии экспериментального производства) предназначена для подачи воды из дренажно-оросительных каналов на поле в широкие длинные полосы или борозды, а также из открытых оросителей. Машина может быть использована для подачи воды на высоту до 3 м во временные оросители, в рисовые чеки и для других хозяйственных нужд.

Необходимое условие при использовании машины — наличие дороги, непосредственно примыкающей к откосу канала (не круче 45°, при уровне воды в канале 0,7—3 м ниже поверхности дороги).

Машина состоит из шасси, поворотной опоры, шарнирно связанного с ней выбросного звена, среднего звена, трубопровода и всасывающей линии.

Вода в трубопровод машины подается осевым насосом НПр-500М с двухпроточным отводом воды с приводом от гидродвигателя (гидронасосы НПа-64) автономной гидросистемы через редуктор, установленный на всасывающей линии. Осевой насос встроен в опору всасывающей линии.

Для подачи рабочей жидкости в гидродвигатели на шасси машины установлены два гидронасоса, приводимые в действие от ВОМ трактора через карданный вал и двойной одноступенчатый редуктор. Шасси машины к трактору присоединено с помощью стандартного прицепного устройства, а звенья трубопровода машины соединены посредством герметизированных поворотных соединений.

По окончании полива орошаемого участка подвижные части машин поворачиваются на 90° в транспортное положение. После этого машину транспортируют на другой участок работы.

Техническая характеристика поливной машины ПМП-1

Тип машины	Поливная, прицепная с осевым погружным насосом
Машина агрегатируется с трактором	МТЗ-50
Производительность, л/с	450—500
Напор номинальный, м	3,8
Потребляемая мощность в номинальном режиме, л. с.	43
Глубина водозабора из дренажного канала от уровня поля, м:	
при заложении откоса 1,5	2
при заложении откоса 1	2,5
Габариты машины, м:	
длина	8,35
ширина	3,20
высота	2,70

Масса машины без воды, т	4,3
Управление машиной	Дистанционное из кабины трактора
Продолжительность перехода с позиции на позицию при поливе по широким полосам (включая запуск насоса), мин	4—7
Насос	НПр-500М осевой двухпроточный конструкции ЮжНИИГиМ
Тип привода для взаимного перемещения подвижных частей машины	Гидравлический — от гидросистемы трактора посредством гидроцилиндров
Частота вращения насоса номинальная, об/мин	1480
Обслуживающий персонал, чел.	1

Техническое обслуживание заключается в периодической проверке состояния узлов машины для своевременного устранения возможных неисправностей и в смазке узлов трения. Периодичность технического обслуживания совмещается с периодичностью обслуживания трактора.

Передвижная поливная машина ППУ-500 конструкции ЮжНИИГиМ (экспериментальный образец) предназначена для влагозарядковых вегетационных поливов сельскохозяйственных культур по широким и длинным полосам с расходом 300—500 л/с. Она состоит из навесной на трактор МТЗ-50 насосной станции с всасывающей линией и напорных гибких поливных трубопроводов, оборудованных гасителями напора для выпуска воды на поверхность полосы.

Особенностью машины является осуществление водозабора с боковой (правой) стороны трактора, благодаря чему облегчается установка машины на позиции при водозаборе из канала или водоема. Производительность при поливе составляет 0,75—1,5 га/ч.

Машина прошла производственные испытания.

Техническая характеристика передвижной поливной машины ППУ-500

Навешивается на трактор	МТЗ-50
Расход, л/с	400—500
Давление, МПа	0,03—0,015
Насос	НПр-500 наклонный пропеллерный, одноступенчатый (стеклопластиковый)
Частота вращения, об/мин	1450
Всасывающее устройство	Конфузорное, неразмывающее
Продолжительность установки на первой позиции, мин	10—12
Транспортная скорость, км/ч	До 18
Масса (без трактора), кг	900
Обслуживающий персонал, чел.	1

Трубопровод поливной универсальный (ТПУ) конструкции ВНПО «Радуга» (выпускается опытная партия) позиционного действия с питанием от открытой и закрытой оросительной сети предназначен для полива сельскохозяйственных культур по бороздам и полосам с расходом 100—200 л/с, распределяемым на узком фронте полива. Основой всех разновидностей агрегатов ТПУ является унифицированное звено ТПУ-300 длиной 12,5 м, которое состоит из алюминиевых труб диаметром 200 мм, связанных механизмом автоматического подъема и опускания с парой колес, ось которых фиксируется в параллельном или перпендикулярном направлении относительно продольной оси трубопровода.

На трубопроводе установлены две группы водовыпусков повышенного сопротивления, каждая из которых объединена системой группового рычажного управления. При поливе по бороздам используется одна из систем с водовыпусками через 0,7 или 0,9 м в зависимости от ширины междурядья. При поливе по полосам подключается вторая система, причем число водовыпусков увеличивается вдвое.

На торцовой части трубопровода располагают промывной люк. Звенья соединяют между собой посредством гибких вставок, обеспечивающих транспортировку при смене позиций всего трубопровода (длиной 50, 75, 100 м) без расчленения.

При поливе из открытой сети поливной трубопровод агрегатируется с низконапорной насосной станцией СНП-150/5А. По длине борозды (полосы) 300—500 м распределяется расход 175—220 л/с.

Поливной трубопровод ТПУ-300 состоит из 12 звеньев, соединенных гибкими вставками. На концах трубопровода установлены обратные клапаны, позволяющие подавать в него воду с любого конца. Для транспортировки с позиции на позицию на концах трубопровода шарнирно смонтированы прицепные устройства. Подсоединение трубопровода к гидранту оросительной сети или к насосной станции осуществляется при помощи рукава из мелиоративной ткани диаметром 300 мм.

Подача воды в трубопровод от гидранта оросительной сети или от передвижной насосной станции СНП-150/5А может осуществляться через центральное звено или через обратные клапаны, установленные на концах.

При поливе от закрытой оросительной сети (расход на гидранте до 150 л/с, напор до 15 м) агрегат включает два трубопровода длиной 50, 75, 100 м каждый и трактор класса 0,6—0,9 т. Трубопроводы оборудуют обратными клапанами с обоих концов, что позволяет располагать гидранты на расстоянии, равном двойной длине трубопроводов, то есть через 100, 150, 200 м, и распределять расход 200—300 л/с.

Полив по бороздам и полосам проводят по гонам длиной 400—500 м. При работе как от открытой, так и от закрытой сети агрегат обслуживает один оператор.

Участок, предназначенный для полива ТПУ-300, должен иметь уклон от 0,001 до 0,01.

На другую позицию поливной трубопровод перевозят трактором и устанавливают так, чтобы водовыпуски находились напротив борозд.

Под действием веса воды, поступающей в трубопровод, он опускается на землю, и через водовыпуски начинает полив. После полива гибкий шланг отсоединяют от гидранта или насосной станции,

трубопровод, освобождаясь от воды, приподнимается над землей в транспортное положение.

Техническая характеристика ТПУ-300

Тип машины	Жесткий передвижной прицепной трубопровод
Агрегатируется	С трактором класса 0,9 т
Рабочая ширина захвата, м (общая длина)	150
Ширина междурядий, на которую рассчитана машина, см	70; 35
Расход, л/с	175—300
Допустимый напор, м	15
Производительность за час чистой работы при поливной норме 600 м³/га, га	2
Площадь полива с одной позиции при длине гона 400 м, га	3
Обслуживающий персонал, чел.	1
Габариты машины:	
длина, м	156
ширина, мм	1700
высота, мм	2300
Дорожный просвет, мм	450
Общая масса машины, кг	2400
Радиус поворота агрегата, м	15
Ширина колеи колес, мм	1300
Поливной трубопровод:	
тип трубопровода	Жесткий
материал	Алюминий
тип соединения секций	Шарнирный с гибкими вставками
Длина секции, м	12,5
Внутренний диаметр, мм	216
Толщина стенки, мм	1,75
Расстояние между водовыпусками, см	35; 70
Масса отдельной секции, кг	320
Водовыпуски:	
тип водовыпуска	Регулируемый
внутренний диаметр отверстия, мм	40
Коэффициенты равномерности расхода воды по водовыпускам:	
эффективный	0,98
недостаточный	0,01
избыточный	0,01

Поливная машина на базе дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка» конструкции ВНПО «Радуга» (экспериментальный образец) предназначена для полива по бороздам различных сельскохозяйственных культур, за исключением высокостебельных.

На поливной машине оставлены без изменения следующие узлы ДКШ-64: водопроводящий пояс со сливными клапанами, колеса, ведущая тележка, присоединительное телескопическое устройство. Вместо дождевальных аппаратов установлены восемь муфт-вставок, расположенных по длине машины через 50 м (монтируются в ме-

стах стыка труб водопроводящего пояса), с поливными шлейфами. Муфта-вставка состоит из обода, корпуса с зажимным устройством, диафрагмы, подшипника скольжения и манжеты.

Поливной шлейф — полиэтиленовый шланг с наружным диаметром 55 мм, длиной 21,2 м; расстояние между водовыпусками на шланге 700 мм.

Полив проводится позиционно при установке водопроводящего пояса машины параллельно направлению поливных борозд; шлейфы при этом располагают поперек борозд. С позиции на позицию машина перемещается также поперек борозды. Муфты с поливными шлейфами относительно земли не вращаются, вращательное движение осуществляется только между корпусом и ободом муфты. При реверсировании движения машины или ее перегоне поливные шлейфы поворачиваются относительно продольной оси машины.

Техническая характеристика поливной машины на базе дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка»

Тип	Многоопорная, самоходная позиционного действия
Способ полива	Позиционное распределение воды в поливные борозды
Привод при перемещении	От ДВС (мотопилы «Дружба»)
Расход при испытаниях, л/с	50
Давление на входе, МПа	0,27—0,57
Площадь полива с позиции, га	0,765
Скорость перемещения при смене позиции, км/ч	9,05
Габариты в рабочем положении, мм:	
длина	400 000
ширина	23 960
высота	1 960
Число опор	32
Диаметр водопроводящего пояса, мм	130
Число шлейфов	8
Диаметр шлейфов, мм	55
Расстояние между шлейфами, м	50
Число водовыпусков на шлейфе	25
Расстояние между водовыпусками на шлейфе, мм	700
Диаметр водовыпусков, мм	9,9—13,9
Коэффициенты расхода воды по машине:	
эффективный	0,678
недостаточный	0,113
избыточный	0,209
Масса машины, кг	5400
Напор в конце машины, м	0,2
Расход шлейфа, л/с	5,65—6,9
Напор в начале шлейфа, м	19
Коэффициент надежности технологического процесса	0,977

Коэффициент использования сменного времени при $m=600$ м³/га	0,754
Коэффициент использования эксплуатационного времени	0,740
Производительность при $m=600$ м³/га, га/ч	0,319
Сезонная нагрузка, га:	
$m=800$ м³/га	110,0
$M=3200$ м³/га	
Обслуживающий персонал, чел.	1 на 3—4 машины
Зоны применения	5, 6, 13, 15, 16
Максимальный уклон участка	0,01
Допустимая скорость ветра, м/с:	
при работе	12
в нерабочем положении	До 20
Расстояние между оросителями, м, при расходе не менее 90 л/с	800 (два крыла)
Расстояние между гидрантами, м	18

Автоматическое шланговое устройство для полива по бороздам конструкции ВНПО «Радуга» (экспериментальный образец) проводит полив по тупым затопляемым бороздам длиной 40—100 м и проточным бороздам длиной 200 м с расходом, изменяющимся пропорционально впитыванию воды почвой или многократными нормами добегания.

Автоматизированное шланговое поливное устройство (АШПУ) состоит из стационарно установленного барабана с шаговым гидродвигателем, полиэтиленового шланга ($l=200$ м), на концевой части которого расположены один или группа регулируемых водовыпусков, с расстоянием, равным ширине междурядья (0,6; 0,7—0,9), и вспомогательного разматывающего устройства.

Гидродвигатель через определенное время, вращая барабан, перемещает разложенный шланг на расстояние, равное ширине междурядья. При этом вода в борозду поступает поочередно из каждого водовыпуска в соответствии с заданной программой.

Техническая характеристика

Диаметр шланга, мм	63	40
Расход, л/с	7,6	2,0
Длина шланга, м	200	200
Напор на гидранте, м	40	40

Дождевально-поливной агрегат (ДПА-140) конструкции ВНПО «Радуга» (экспериментальный образец) комплектуется из дождевальной машины ДДА-100М или ДДА-100МА и приспособления для полива по бороздам. Агрегат предназначен для орошения дождеванием в движении и распределения воды в борозды позиционно. Технология орошения дождеванием такая же, как у ДДА-100М.

Для полива по бороздам используют два алюминиевых трубопровода, подвешиваемых к консолям фермы при помощи тросов и блоков, которые опускаются на землю, и вода от насоса подается к ним. В транспортном положении трубопроводы приподнимаются к консолям фермы. Шлейфы оборудуются регулируемыми

водовыпусками. Управление машиной осуществляется трактористом из кабины трактора.

Техническая характеристика ДПА-140

Расход, л/с:	
при дождевании	100
при поливе по бороздам	120
Давление, МПа:	
при поливе по бороздам	До 0,15
при дождевании	0,37
Тип машины	Двухконсольная с подвешенными трубопроводами
Агрегатируется с трактором	Д-75, М-СЧ
Расстояние между оросителями, м	120
Обслуживающий персонал, чел.	1
Масса оборудования для поверхностного полива, кг	500
Сезонная нагрузка, га	140
Рабочая скорость с забором воды из открытого оросителя при дождевании, км/ч	0,45—1,3
Транспортная скорость, км/ч	2,5—4,55

Лотковые оросители с автоматизированным распределением воды в поливные борозды (экспериментальные образцы) предназначены для полива различных сельскохозяйственных культур (табл. 41).

Автоматизированный поливной лоток с дискретным регулиро-

Таблица 41. **Лотковые оросители для полива по бороздам постоянной струей**

Показатели	Лотки конструкции			
	ВНИИКАМС	САНИИРИ	САИМЭ	ВНПО «Радуга»
Расположение лотка по бороздам	Поперечное			
Тип лотка	Лр-60, Лр-80	Лр-80	Лр-60, Лр-80
Уклон дна	Постоянный	Постоянный	Переменный	Постоянный
Тип водовыпуска	Нерегулируемый, на поворотной раме с приводом от электродвигателя	Нерегулируемый, управление с использованием энергии рабочей воды и от лебедки	Нерегулируемый сифонный	Регулируемый сифонный
Расход оросителя, л/с	До 430	До 200	До 200	80—100
Расход водовыпуска, л/с	До 2	До 2	До 2	0,2—0,8

ванием поливных струй в соответствии с впитывающей способностью почвы конструкции ВНПО «Радуга» с головным расходом 100 л/с и пятью поливными секциями длиной по 360 м снабжен управляемыми водовыпусками с отводящими трубками, проложенными под разворотной полосой и выходящими к оголовкам поливных борозд, а также перегораживающими устройствами поплавкового типа. В головной части лотка установлен стабилизатор расхода и аварийный щит. Полив осуществляется попеременной подачей воды нормами добегания в уплотненные и рыхлые борозды (используется двухпоплавковый датчик) требуемое число раз, задаваемое в программном механизме. Полив проводится позиционно с конца лотка, требуемая продолжительность полива задается на автоматическом перегораживающем устройстве каждой секции.

СТАЦИОНАРНЫЕ СИСТЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ОРОШЕНИЯ

Стационарные оросительные системы предназначены для полива высокорентабельных культур (хлопчатника, садов, винограда). Для снижения капитальных затрат на строительство таких систем и обеспечения возможности механизированной обработки посевов расстояние между трубопроводами последнего порядка, а следовательно, и длина поливных борозд должны приниматься максимально возможными (как правило, не менее 300—400 м).

Различают стационарные системы с распределением воды в поливные элементы: из закрытых перфорированных трубопроводов, малонапорных трубопроводов с подземными водовыпусками, лотков и бетонированных каналов, с помощью стационарно-сезонных шланговых комплектов.

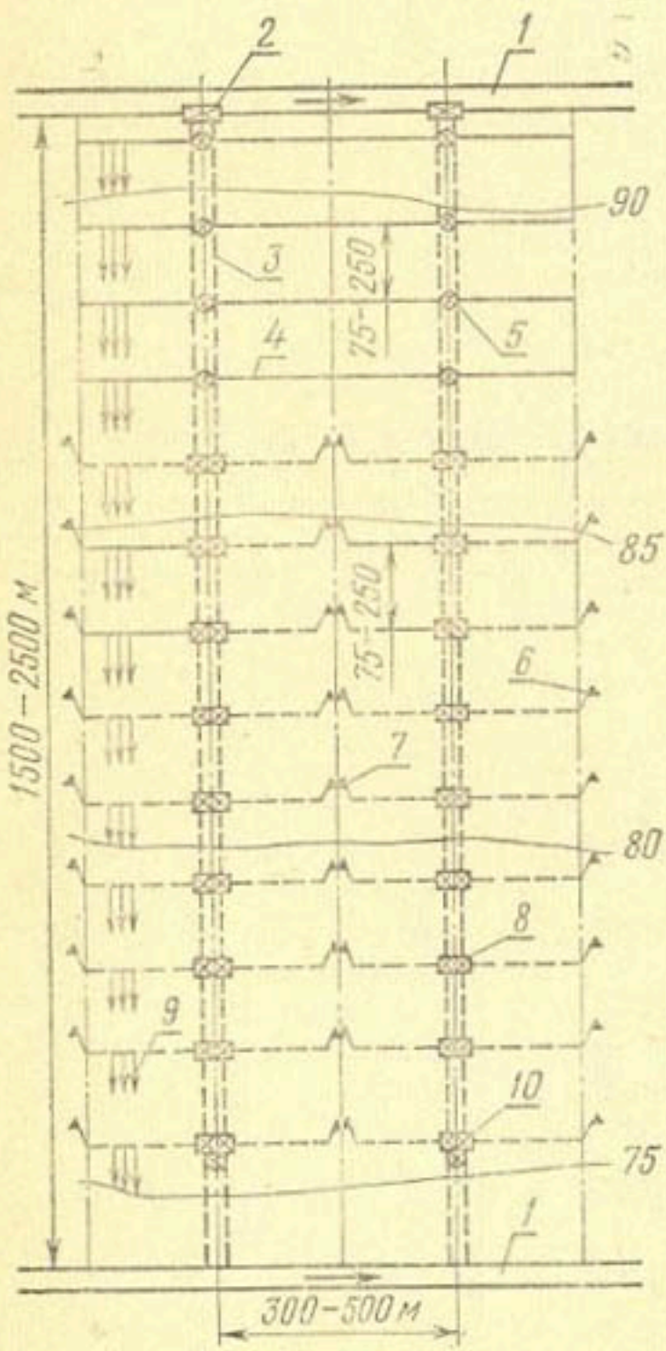


Рис. 22. Принципиальная схема комбинированной оросительной сети:
1 — канал; *2* — водозабор в транспортирующий трубопровод; *3* — поливные полиэтиленовые шланги; *4* — транспортирующие закрытые трубопроводы; *5* — гидранты для подачи воды в шланги; *6* — дроссельные задвижки для промывки поливных трубопроводов; *7* — поливные закрытые трубопроводы; *8* — колодцы с задвижками «Лудло» для подачи воды в поливные трубопроводы; *9* — направление полива; *10* — распределительный колодец с дополнительной промывной задвижкой.

На рисунке 22 показана принципиальная схема комбинированной оросительной сети.

Закрытые перфорированные трубопроводы позволяют автоматизировать процесс распределения воды по бороздам длиной не менее 300 м. Для чего пластмассовые, асбестоцементные, бетонные трубопроводы диаметром 100—300 мм выполняют перфорированными и укладывают поперек борозд ниже пахотного горизонта. Вода из такого перфорированного трубопровода через отверстия диаметром 3—8 мм пробивается на поверхность в каждом междурядье и движется в виде родничков в борозде по уклону.

Для равномерного распределения поливных струй длина трубопроводов не должна превышать 150—250 м. Подача воды в поливные трубопроводы осуществляется из транспортирующих трубопроводов при напоре 4—6 м.

Гидравлический расчет закрытого перфорированного поливного трубопровода проводят по приведенным ниже зависимостям с использованием вспомогательных графиков (рис. 23).

$$Q = \frac{l}{b} q_{ср}, \tag{42}$$

где Q — расчетный расход в начале поливного трубопровода, л/с; l — длина поливного трубопровода, м; b — ширина междурядья, м; $q_{ср}$ — средний расход поливной струи, подаваемой в борозду, л/с.

Диаметр поливного трубопровода в голове участка, м,

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{v_{доп}}}, \tag{43}$$

где $v_{доп}$ — максимально допустимая скорость в трубопроводе (не более 2,5—3 м/с).

$$d_0 = \sqrt{\frac{q}{3,48\mu\sqrt{h}}}, \tag{44}$$

где d_0 — диаметры поливных отверстий, м; h — действующий пьезометрический напор, м; μ — коэффициент расхода отверстия при наличии продольной скорости.

$$\mu = \frac{2,1\mu_e}{2,1 + \mathrm{Fr}}, \tag{45}$$

где μ_e — коэффициент расхода отверстия при отсутствии продольной скорости (для асбестоцементных трубопроводов принимают равным 0,95); Fr — число Фруда.

Таблица 42. Размеры воронок при суглинистой засыпке

Диаметр отверстия, мм	Глубина заложения верха трубопровода от поверхности, см	Диаметр воронки на поверхности, см
4—5	20—30	20—30
5—7	32—35	50—58
4—5	46—60	35—65

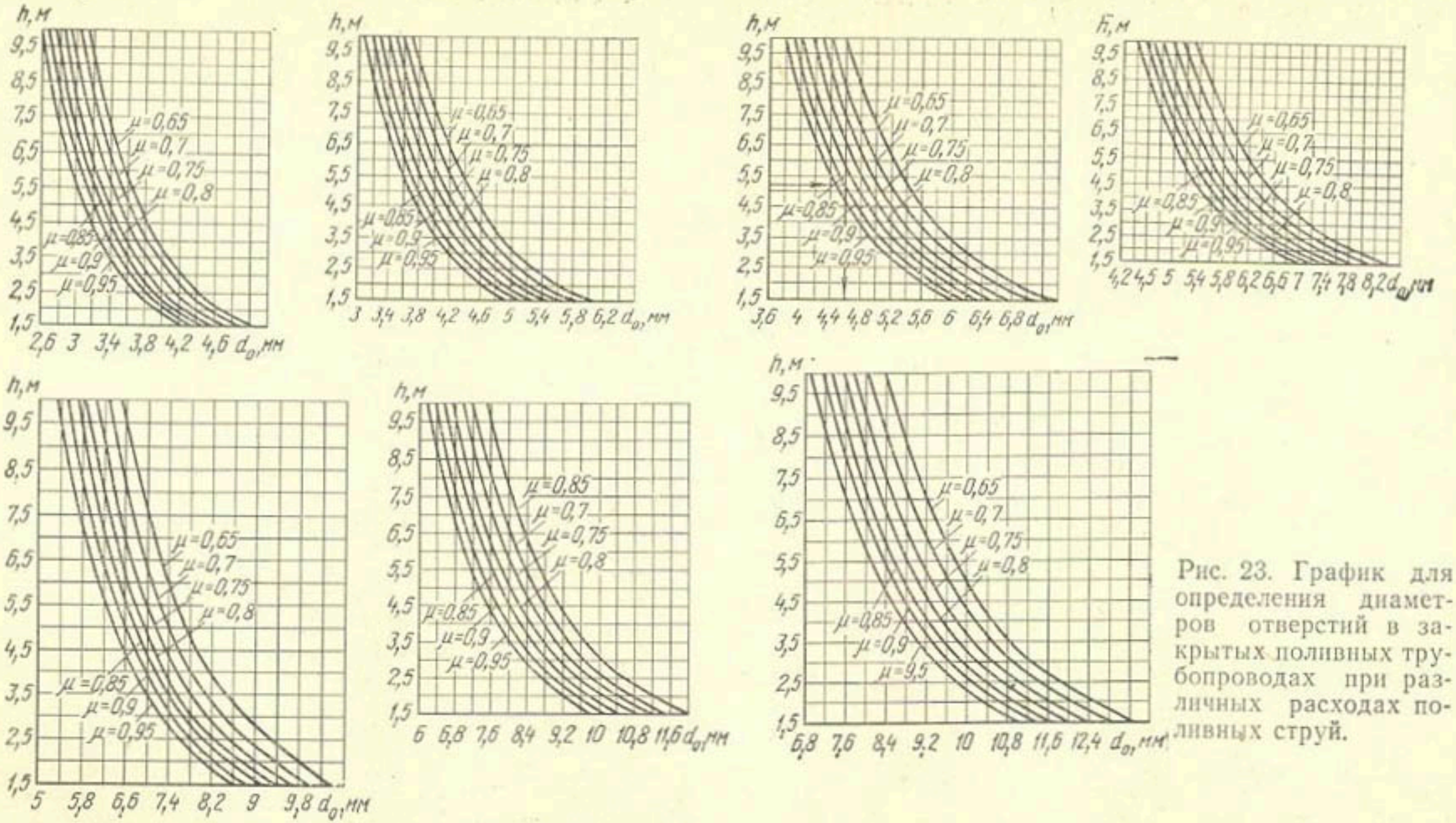


Рис. 23. График для определения диаметров отверстий в закрытых поливных трубопроводах при различных расходах поливных струй.

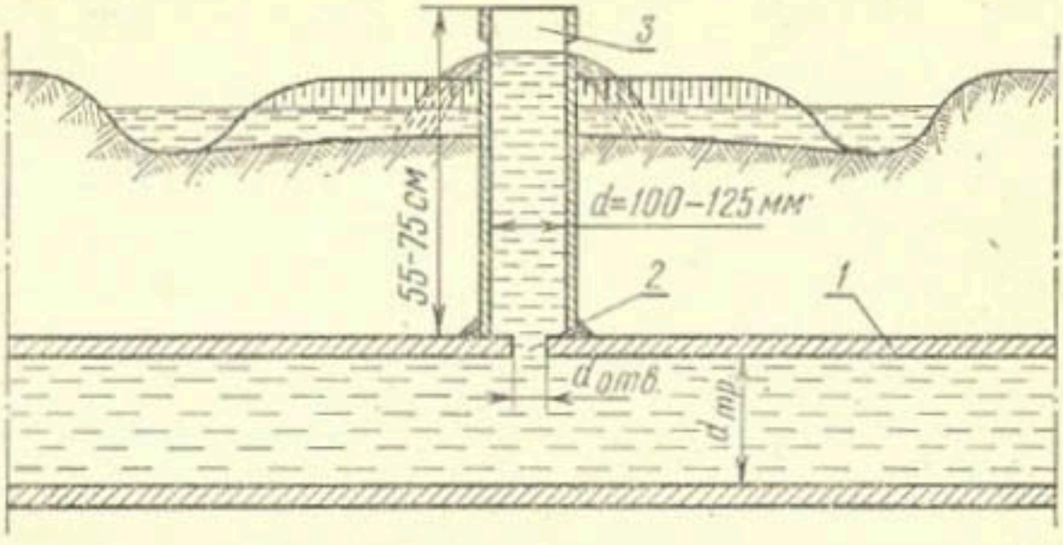


Рис. 24. Разрез поливного трубопровода и полиэтиленового патрубка:

1 — трубопровод; *2* — водовыпускное отверстие; *3* — патрубок.

При поливе над закрытыми поливными трубопроводами образуются воронки размыва конусообразной формы (табл. 42).

Смыкание воронок в междурядьях недопустимо.

Подземные поливные трубопроводы могут быть оборудованы специальными стояками-водовыпусками (рис. 24). От водовода, которым может служить облицованный канал или трубопровод, по наибольшему уклону прокладывают подземный трубопровод, на котором через определенные промежутки устанавливают стояки-водовыпуски, а в конце трубопровода — промывную задвижку. Вода в стояки-водовыпуски поступает через отверстия в поливном трубопроводе, размер которых определяют расчетом. В качестве стояков-водовыпусков можно использовать гидрант-водовыпуск постоянного напора конструкции И. С. Меркурьева (ВНИИГиМ).

При однорядовом расположении культур на террасе вода из гидранта поступает через патрубки по обе стороны от рядка, а при многорядовом — с помощью небольшого гибкого отрезка шланга с отверстиями, подключенного к стояку-водовыпуску.

Подобные закрытые трубопроводы могут быть использованы для полива садов и виноградников и для подачи воды в глубокие борозды, нарезаемые по горизонталям при уклонах 0,03—0,05. Для выпуска воды в борозды можно применять стояки-водовыпуски из полиэтилена с регулировкой расхода.

На массивах с уклонами менее 0,001 стационарный поливной трубопровод можно использовать при поливе горизонтальных площадок напуском.

Глава III
ДОЖДЕВАНИЕ

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СХЕМА

При дождевании вода подается на поля в виде искусственного дождя, переходя из состояния водяного тока в состояние воздушной и почвенной влажности без образования на поверхности луж и стока.

Процесс дробления формируемой на выходе из аппаратов различных конструкций струи на капли дождя происходит за счет отрыва капель от струи при прохождении ее с определенной скоростью через слои воздуха. Высокое качество дождя у аппаратов струйного типа обеспечивается при отношении напора воды в насадке к диаметру струи (сопла), равном 1800—2400.

Капли дождя, имея бóльшую, чем водяная струя, поверхность соприкосновения с воздухом, частично испаряются при полете и падении влажности. Разница в упругости водяных паров приземного слоя воздуха до и после дождевания определяет собой степень воздействия на микроклимат для ликвидации атмосферной засухи.

Основная, не испарившаяся в воздухе часть капель дождевального облака или факела выпадает на листовую поверхность растений и почвы, освежая и снижая их температуру, увлажняя поверхность почвы под действием капиллярных сил, за счет градиента влажности. Механизм увлажнения почвы при качественном дождевании заключается в вертикальном просачивании воды без ее накопления и горизонтального перемещения по поверхности почвы. Определяющим фактором при дождевании является интенсивность и структура искусственного дождя.

Техника и технология дождевания тесно увязаны с параметрами дождевальных машин и установок. Техника дождевания основана на внесении в почву необходимого (заданного) количества воды (поливной нормы) без лужеобразования и стока.

Поливная норма зависит от продолжительности непрерывного дождевания и повторностей процесса (цикличности) при прерывистом дождевании:

$$m = it \text{ и } m = hn, \qquad (46)$$

где m — поливная норма, мм/га; i — интенсивность дождя при непрерывном дождевании, мм/мин; t — продолжительность полива, мин; h — слой осадков за один цикл полива, мм; n — число циклов.

Если при дождевании заданной поливной нормой будут образовываться лужи или возникнет сток (устанавливают пробным поливом), необходимо изменить параметры элементов техники дождевания: уменьшить интенсивность дождя за счет настройки дождевальных аппаратов, внесения заданной поливной нормы в несколько приемов, увеличения длительности пауз между периодами дождевания. Например, за счет увеличения длины прохода при использовании машин, работающих в фронтальном движении или

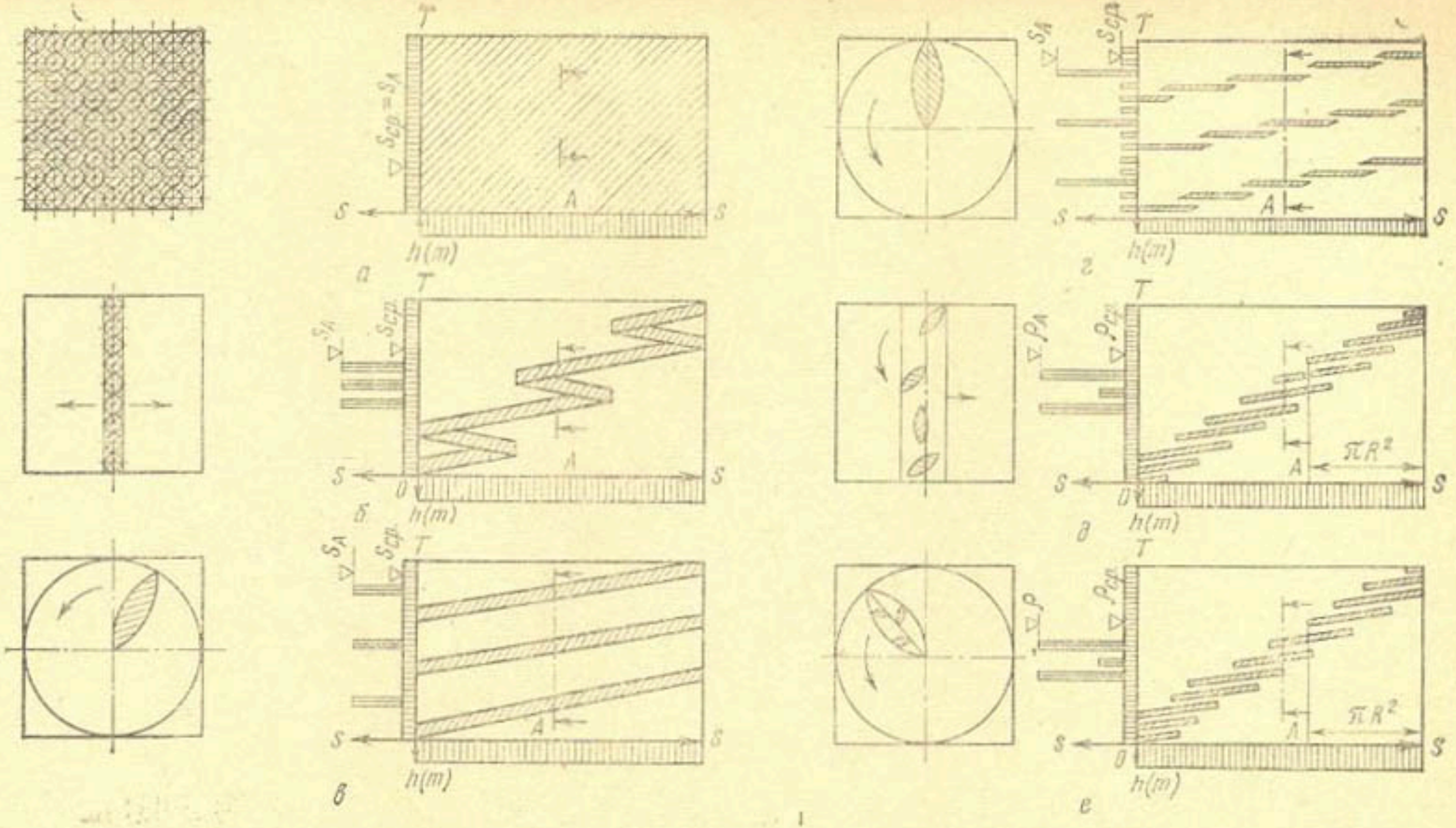


Рис. 25. Классификационная схема технологии дождевания:

а — позиционное дождевание с истинной интенсивностью; *б* — дождевание с фронтальным перемещением дождевого облака (ДДА-100МА); *в* — дождевание с угловым перемещением непрерывно формируемого облака (факела) (ДДН); *г* — дождевание с угловым перемещением прерывистого формируемого облака (импульсное дождевание); *д* — дождевание с фронтально-угловым перемещением непрерывно формируемого дождевого облака (полив струйным аппаратом, перемещаемым фронтально); *е* — дождевание с двойным угловым перемещением непрерывно формируемого дождевого облака («Фрегат»).

уменьшения слоя осадков дождя за счет увеличения числа оборотов (проходов) машин (аппаратов), работающих по кругу.

Длительность и место контактов поверхности орошаемого участка с искусственным дождем определенной интенсивности предопределяют возможные разновидности технологии водораспределения способом дождевания (рис. 25).

По временному признаку, обусловленному принятым режимом работы машины (аппарата), различают: непрерывное дождевание с одноразовым внесением поливной нормы, прерывистое дождевание с дробным внесением поливной нормы с фронтальным перемещением дождевого облака.

В зависимости от водоподачи машиной (аппаратом) возможно: дождевание с постоянной интенсивностью, то есть с постоянным приращением слоя дождя в единицу времени; дождевание с дискретно снижающейся интенсивностью; дождевание с переменной интенсивностью в соответствии с впитывающей способностью почв.

По территориальному признаку, характеризующему степень подвижности контактов искусственного дождя и поверхности орошаемого участка, следует различать:

неподвижное дождевое облако (факел), которое одновременно покрывает дождем всю площадь поливаемого участка;

дождевое облако, перемещающееся фронтально на поливаемом участке с постоянной скоростью, которое многократно, реже однократно, покрывает дождем всю его площадь;

дождевое облако, перемещающееся на поливаемом участке по кругу с постоянной угловой скоростью, которое многократно, реже однократно, покрывает дождем всю его площадь;

дождевое облако, осуществляющее на поливаемом участке сложное фронтально-угловое перемещение с постоянными скоростями, которое многократно покрывает дождем всю его площадь;

дождевое облако, осуществляющее на поливаемом участке сложное двойное угловое перемещение с постоянными скоростями, которое многократно покрывает дождем всю его площадь.

Технология дождевания, основанная на формировании неподвижного дождевого облака постоянной интенсивности по всей подкомандной площади, на протяжении времени, необходимого для внесения требуемой поливной нормы, можно рассматривать как попытку скопировать естественный дождь. Установки с дефлекторными аппаратами являются техническими средствами осуществления такой простейшей технологии дождевания.

Все остальные рассмотренные случаи представляют собой возможные варианты рассредоточения водного тока, соответствующего истинной интенсивности дождя, во времени и пространстве с целью равномерного распределения требуемого слоя дождя на всей площади поливаемого участка без лужеобразования и поверхностного стока воды.

Дождевание с дискретно уменьшаемой и с переменной интенсивностью технически трудно осуществимо, и, по-видимому, оно найдет ограниченное применение.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИКИ ПОЛИВА ДОЖДЕВАНИЕМ

Установление оптимального сочетания структуры дождя и технологии его подачи с основными характеристиками орошаемого поля (тип почвы, ее состояние, микрорельеф поля, метеорологиче-

ские данные, сельскохозяйственная культура, стадия ее развития и т. д.) определяют элементы техники полива дождеванием. Структура дождя, создаваемого машинами, характеризуется интенсивностью, размером капель, слоем осадков за один цикл и равномерностью распределения по орошаемому полю.

Различная технология дождевания требует рассмотрения двух видов интенсивности дождя: истинной и средней.

Истинная интенсивность дождя ρ отражает интенсивность в точке на поверхности почвы и выражается отношением приращения слоя осадков dh к приращению времени dt:

$$\rho = \frac{dh}{dt} . \qquad (47)$$

Под средней интенсивностью $\rho_{ср}$ понимают отношение среднего слоя осадков $h_{ср}$, выпавших на определенной площади F, подвергающейся одновременному поливу, ко времени их выпадения t:

$$\rho_{ср} = \frac{h_{ср}}{t} . \qquad (48)$$

Средняя интенсивность дождя не зависит от скорости движения (вращения) машины (аппарата). Ее можно определять расчетом или экспериментально (табл. 43).

Таблица 43. **Расчетные зависимости для определения характеристик дождя различных типов машин**

Дождевальная машина	Действительная интенсивность дождя, мм/мин	Слой осадков за один проход или оборот машины, мм	Средняя интенсивность дождя, мм/мин
Короткоструйная, работает в движении (ДДА-100М, ДДА-100МА)	$\frac{60\,Q}{bl}$	$\frac{60Q}{vb}$	$\frac{60Q}{bL}$
Дальнеструйные дождевальные машины (аппараты) (ДДН-70, ДД-80 и др.)	$\frac{60Q}{F}$	$\frac{60Q}{\pi R^2 n}$	$\frac{60Q}{\pi R^2}$
Дождевальные многоопорные машины позиционного действия («Волжанка», «Днепр»)	$\frac{60q}{F}$	—	$\frac{60Q}{bl}$

Примечание. Q — расход воды машиной, л/с; q — расход воды одним аппаратом, л/с; b — ширина захвата дождем, м; v — скорость движения агрегата, м/мин; l — длина полосы дождя, м; L — длина гона машины (бьеф), м; F — одновременная площадь захвата дождем, м^2; R — радиус действия машины, м; n — частота вращения аппарата.

Для некоторых типов дождевальных машин (ДДА-100МА, «Фрегат», ДДН-70 и др.) дополнительным параметром технологии дождевания является слой осадков за проход или оборот машины. Слой осадков зависит от скорости перемещения «облака» дождя, определяет поливную норму и оказывает влияние на впитывание воды в почву.

Пределом продолжительности дождевания считается момент до лужеобразования или до начала стока воды на поле. Практически до этого момента скорость впитывания воды в почву больше или равна интенсивности дождя.

Интенсивность дождя, обеспечивающую в данных условиях подачу требуемой нормы полива без стока воды, называют допусти-

Таблица 44. **Допустимая интенсивность дождя при поливных нормах 300—500 м³/га, мм/мин**

Почвы	Коротко-струйное позиционное дождевание	Дождевание машинами в движении с вращающимися аппаратами
Черноземы легкосуглинистые	0,8—1,0	0,30—0,35
Черноземы средние и тяжелосуглинистые	0,5—0,8	0,22—0,27
Каштановые и дерново-подзолистые суглинистые почвы	0,4—0,6	0,12—0,20
Сероземы светлые среднесуглинистые	0,3—0,5	0,07—0,15

Таблица 45. Допустимая интенсивность дождя в зависимости от вида почвы, уклона и наличия культур, мм/мин
(по данным фирмы «Скипер»)

Почвы	i=0,05		i=0,05—0,08		i=0,08—0,12		i=0,12	
	с культурой	без культуры	с культурой	без культуры	с культурой	без культуры	с культурой	без культуры
Песчаные	0,85	0,85	0,85	0,64	0,64	0,44	0,42	0,21
Песчаные, подстилаемые более плотной подпочвой	0,74	0,64	0,53	0,42	0,42	0,32	0,32	0,17
Легкие супесчаные	0,74	0,42	0,53	0,34	0,42	0,25	0,32	0,17
Легкие супесчаные, подстилаемые более плотной подпочвой	0,53	0,32	0,42	0,21	0,32	0,17	0,21	0,13
Среднесуглинистые	0,42	0,21	0,34	0,17	0,25	0,13	0,17	0,09
Среднесуглинистые, подстилаемые более плотной подпочвой	0,25	0,13	0,21	0,11	0,17	0,07	0,13	0,04
Тяжелые суглинки и глины	0,09	0,07	0,07	0,04	0,05	0,034	0,04	0,025

мой. Допустимую интенсивность определяют экспериментально для различных способов дождевания (табл. 43).

Допустимая интенсивность дождя зависит от водопроницаемости почв, от уклона поля, от растительного покрова, от состояния верхнего слоя почвы и от других факторов (табл. 44, 45).

При подборе дождевальной техники в соответствии с впитываемостью почв необходимо учитывать среднюю интенсивность дождя дождевальных машин и установок:

Дождевальные машины и установки	КИ-50 «Радуга»	ДДА-100М	ДДА-100МА	ДДН-70	ДКШ-64 «Волжанка»	ДМ «Фрегат»	ДФ-120 «Днепр»
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,23	0,17*	0,22*	0,40	0,27	0,28	0,28

* При длине гона (бьефа) 300 м.

На допустимую интенсивность дождя влияет также размер капель: с уменьшением диаметра капель с 1,5—2 мм до 0,2—0,5 мм улучшается впитывание воды в почву.

В соответствии с агротехническими требованиями средний диаметр капель дождя не должен превышать 1,5 мм. Этот предел позволяет предохранять растения от повреждений, не требует излишних затрат мощности на распыление воды и не приводит к большим потерям дождя на испарение в воздухе.

ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ НАСАДКИ И АППАРАТЫ

Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее частей, совершающих перемещения относительно друг от друга, называется насадкой, а устройство для образования искусственного дождя и распределения его по площади полива, включающее подвижные элементы, — дождевальным аппаратом. Дождевальные устройства разделяют на короткоструйные (радиус действия до 10 м), среднеструйные (до 35 м) и дальнеструйные (свыше 35 м).

Для создания искусственного дождя применяют дефлекторные (отражательные) и струйные насадки. В дефлекторных насадках компактная струя воды, вытекая из отверстия с определенной скоростью, ударяясь о дефлектор или обтекая его, образует тонкую водяную пленку, которая в воздухе распадается на отдельные капли. В струйных насадках вода из отверстия сопла, вытекая с большой скоростью в атмосферу, встречает сопротивление воздуха и постепенно распадается на капли. Чем больше скорость полета струи, тем лучше она дробится на мелкие капли.

Расход воды насадками и аппаратами зависит от площади выходного отверстия насадки, напора воды, формы отверстия и способа подвода воды к насадке или соплу:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH}, \qquad (49)$$

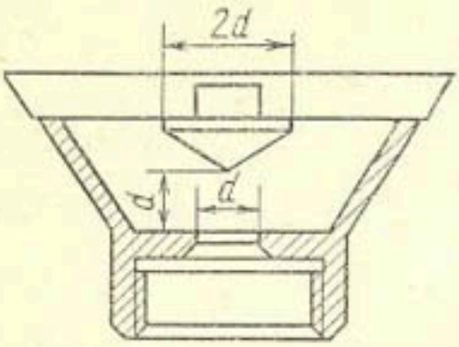


Рис. 26. Короткоструйная дождевальная насадка с конусным дефлектором.

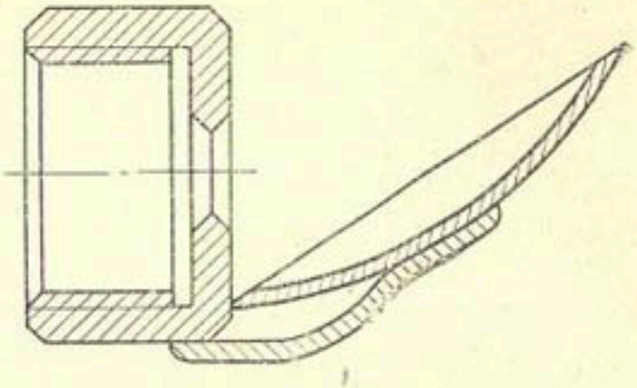


Рис. 27. Короткоструйная дождевальная насадка с ложкообразным дефлектором.

где Q — расход воды, м³/с; ω — площадь поперечного сечения отверстия насадки, м²; g — ускорение свободного падения (9,8 м/с²); H — напор воды у насадки, м; μ — коэффициент расхода, зависящий от формы подхода воды к отверстию. Для дефлекторных насадок коэффициент расхода равен 0,8—0,94; для щелевых — 0,68—0,75, а для струйных аппаратов — 0,94—0,99.

Дефлекторные насадки устанавливают на двухконсольных дождевальных машинах типа ДДА-100М, ДДА-100МА, на дождевальных установках при поливе цветников, газонов и растений, размещенных в теплицах.

Наилучшим дефлектором является конус (рис. 26) под углом 120°, обращенный вершиной к центру выходного отверстия. Расстояние от вершины конуса до плоскости отверстия принимают равным диаметру, а основание конуса — двум диаметрам выходного отверстия насадки. Насадки могут быть с подвижным конусообразным дефлектором, позволяющим изменить площадь выходного отверстия и секторного действия с ложкообразным (рис. 27) или плоским дефлектором. Угол наклона плоскости дефлектора к горизонтальной плоскости 30—38°.

Радиус круга R, орошаемого насадкой, вычисляют по зависимости:

$$R = \frac{H}{0{,}43 + 0{,}014\dfrac{H}{d}}, \qquad (50)$$

где d — диаметр проходного отверстия насадок, м; H — напор перед отверстием насадки, м. Отношение $\dfrac{H}{d}$ должно находиться в пределах $200 < \dfrac{H}{d} < 2000$.

Щелевые насадки (рис. 28) не имеют широкого практического применения. Распределение дождя ими по площади захвата происходит намного хуже, чем у дефлекторных насадок. Прорез щели располагают под углом 30° к горизонтальной плоскости. Угол прорези по отношению к диаметру трубы делают 60—120°, ширину прорези h=3—7 мм.

Радиус орошаемого сектора определяют по зависимости:

$$R = \frac{H}{1{,}15 + 0{,}00003\,\frac{H}{h}}. \qquad (51)$$

Отношение $\frac{H}{h}$ должно находиться в пределах

$$2000 < \frac{H}{h} < 5000,$$

а отношение ширины прорези к ее длине составлять $\frac{1}{5} - \frac{1}{10}$.

Коэффициент расхода для щелевых насадок принимают в среднем $\mu = 0{,}7$.

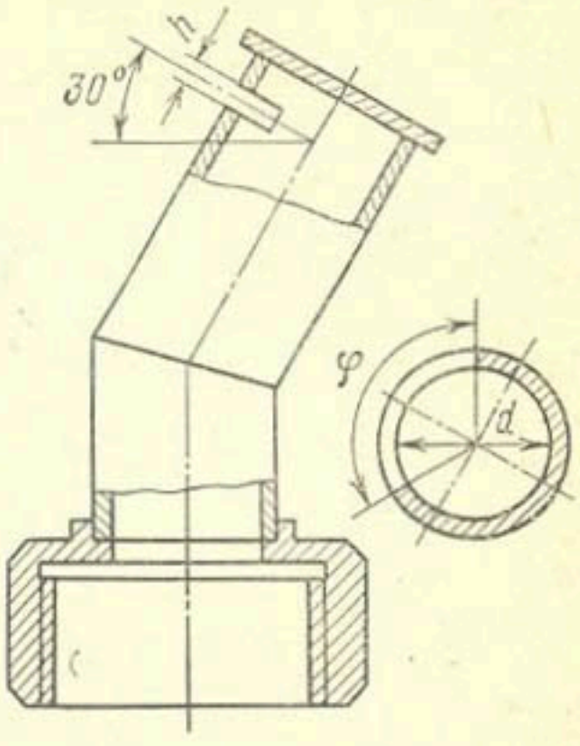


Рис. 28. Короткоструйная щелевая насадка.

Центробежные насадки находят практическое применение на дождевальных машинах и установках при поливе селекционных участков, скверов, цветников и др. Корпус насадки по форме имеет вид плоской улиткообразной коробки, которая в плане подобна архимедовой спирали.

Патрубок круглый, на конце имеет резьбу для крепления насадки к стояку, через который эксцентрично подводится вода, в спиральном корпусе возникает вихревое движение. Через отверстие в верхней части корпуса образуется кольцевой поток с незаполненным цилиндрическим пространством в центре, при выходе в атмосферу поток образует коническую пленку воды, которая по мере удаления от отверстия насадки распадается на капли. Центробежные насадки не имеют дефлектора, в эксплуатации более надежны. Недостаток их — распределение осадков не по кругу, а по эллипсу.

Расход воды через насадку находят по зависимости:

$$Q = \frac{a}{\sqrt{1 + A^2\,\frac{a^2}{1 - a^2}}}\, f_c \sqrt{2gH}, \qquad (52)$$

где f_c — площадь поперечного сечения сопла, м²; a — коэффициент, зависящий от A: при $A=4$ $a=38$; при $A=3$ $a=44$; A — конструктивная характеристика насадки:

$$A = Rr_c/r_0^2, \qquad (53)$$

где r_c — радиус действия вытекающей струи насадки, м; r_0 — радиус входного патрубка насадки, м; R — расстояние от оси подводящего трубопровода до центра сопла насадки, м.

Дальность полета струи определяют по эмпирическим формулам.

Формула Ф. И. Пикалова:

$$R = 0{,}42H + 1000d, \tag{54}$$

где H — напор перед соплом, м; d — диаметр струи при выходе из сопла, м.

Формула действительна для угла наклона струи к горизонту $\alpha = 32°$ и при отношении $\frac{H}{d} > 1000$.

Формула В. М. Марквартде:

$$R = \frac{2H \sin \alpha\theta_0}{1 + 4\lambda \frac{H}{d} \sin \theta_0}, \tag{55}$$

где λ — безразмерный коэффициент, $\lambda = 1 - e^{-\frac{H}{1{,}6d}}$; θ_0 — угол вылета струи, град; e — основание натуральных логарифмов.

Формула Б. М. Лебедева:

$$R = \frac{H}{0{,}4 + 0{,}0025 \frac{H}{d}}. \tag{56}$$

Если в стволе аппарата имеются элементы, возмущающие поток, то дальность струи снижается, в этом случае в знаменателе вместо 0,4 следует брать 0,5.

Приведенные формулы дают возможность определить дальность полета струи, траектория которой неподвижна.

При поливе дождевальные аппараты вращаются вокруг вертикальной оси. При частоте вращения 0,1—1 об/мин дальность полета струи уменьшается соответственно на 5—15%.

На дальность полета струи и форму площади орошения влияет ветер. При безветренной погоде форма орошаемой площади представляет собой круг с радиусом R, а при ветре она принимает форму эллипса, у которого большая ось «a» совпадает с направлением ветра и равна примерно $2R$, малая ось «b» уменьшается по мере увеличения скорости ветра. Изменение отношения b/a в зависимости от скорости ветра v показано на рисунке 29. Интенсивное сужение эллипса происходит при скорости ветра до 3—3,5 м/с, дальнейшее увеличение скорости ветра влияет слабо.

Степень сжатия эллипса при скорости ветра до 8 м/с можно вычислить по формуле Ф. С. Салахова и С. Х. Гусейн-Заде:

$$P = 0{,}34e^{-0{,}35v} + 0{,}66, \tag{57}$$

где P — отношение ширины эллипса к его длине; v — скорость ветра, м/с; e — основание натуральных логарифмов.

Среднеструйные дождевальные аппараты по типу привода вращения ствола аппарата разделяют на коромысловые и с активной гидравлической турбинкой.

Среднеструйные дождевальные аппараты могут иметь до трех рабочих сопл. Коромысло дождевального аппарата отклоняется за

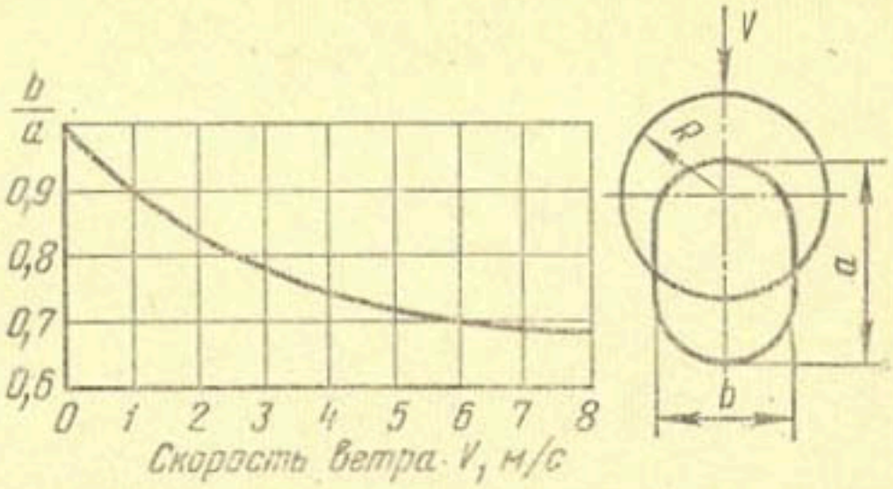


Рис. 29. Влияние скорости ветра на распределение осадков по площади.

счет энергии потока воды, а обратно возвращается с помощью пружины или противовеса. При обратном вращении коромысла за счет пружины происходит удар о ствол аппарата, при этом корпус аппарата поворачивается на угол 2—3°. При работе коромысла с противовесом качание его происходит в вертикальной плоскости, лопатка коромысла, входя в струю основного потока, отклоняет ее, появляется реактивная сила, которая поворачивает корпус дождевального аппарата на угол не более 3—4°. К среднеструйным дождевальным аппаратам относятся «Роса-1» (рис. 30), «Роса-2» (рис. 37, *в*) и «Роса-3». Они однотипны по конструкции и отличаются друг от друга габаритными размерами, производительностью, устройствами для секторного полива и числом сопл.

Дождевальный аппарат «Роса-3» (рис. 31) оборудован механизмом для обеспечения секторного полива. Для работы по сектору служат упор *6* и рычаг *3*, посаженные на ось *7*, соединяемые пружиной *5*. В отверстие рычага вставлен стержень *2* с фиксацией винтом *4*. Основание *19* изготовлено в виде шестигранной втулки, в нижней части которой нарезана наружная резьба для крепления

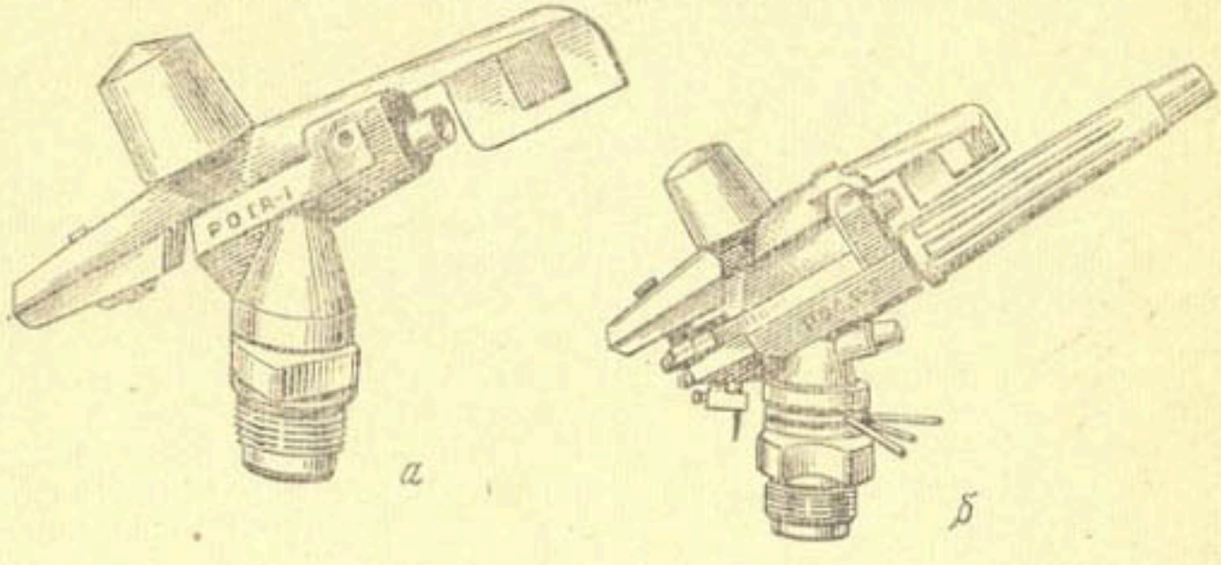


Рис. 30. Среднеструйные дождевальные аппараты:
а — «Роса-1»; *б* — «Роса-2».

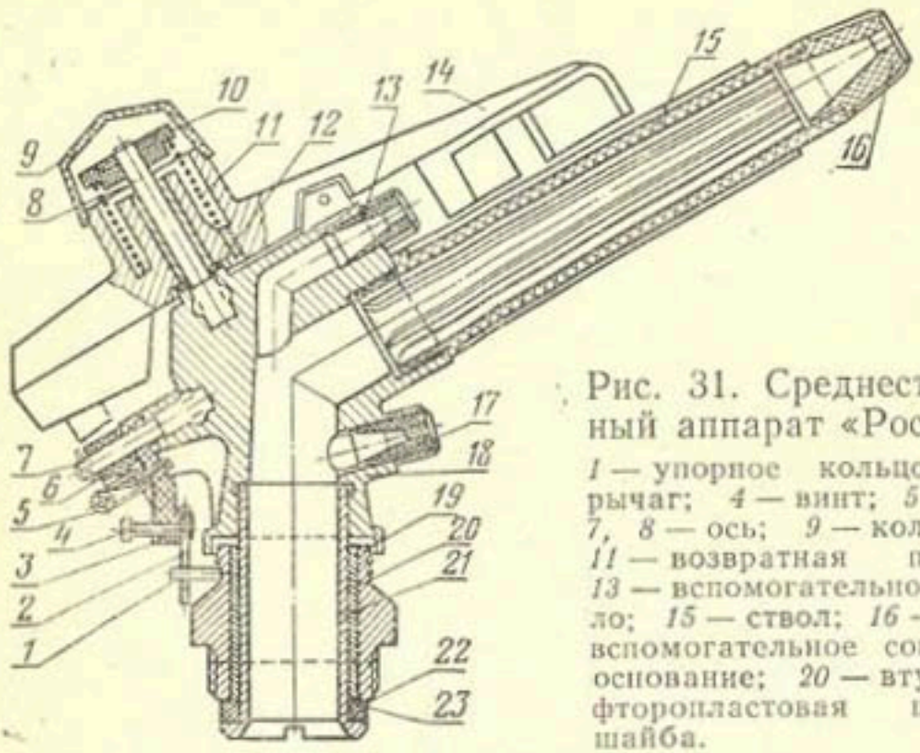


Рис. 31. Среднеструйный дождевальный аппарат «Роса-3»:

1 — упорное кольцо; *2* — стержень; *3* — рычаг; *4* — винт; *5* — пружина; *6* — упор; *7*, *8* — ось; *9* — колпачок; *10* — фиксатор; *11* — возвратная пружина; *12* — шайба; *13* — вспомогательное сопло; *14* — коромысло; *15* — ствол; *16* — основное сопло; *17* — вспомогательное сопло; *18* — корпус; *19* — основание; *20* — втулка; *21* — стакан; *22* — фторопластовая шайба; *23* — резиновая шайба.

аппарата. Бронзовая втулка *20*, запрессованная в основание, является подшипником при вращении аппарата. Между буртиком бронзового стакана *21*, ввернутого в корпус, и торцом основания размещены две фторопластовые шайбы *22* как опорные подшипники скольжения.

В верхней части основания имеются канавки, в которых заведены два стопорных кольца *1* для регулирования величины и направления угла орошаемого участка при поливе по сектору. Стержень *2* при поливе по сектору находится в нижнем положении, а при поливе по кругу поднимается вверх и крепится винтом *4*.

Схема работы дефлекторного устройства коромысла механизма вращения дождевального аппарата «Роса» приведена на рисунке 32. Вода, проходящая через сопло дождевального аппарата, попадает на изогнутую часть — лопатку *1* коромысла. Струя, отклоняясь в сторону, создает реактивную силу, которая отклоняет коромысло, в это время закручивается пружина коромысла и заставляет его вернуться в первоначальное положение, рассекатель *2* втягивает в струю конечную часть коромысла, и цикл повторяется.

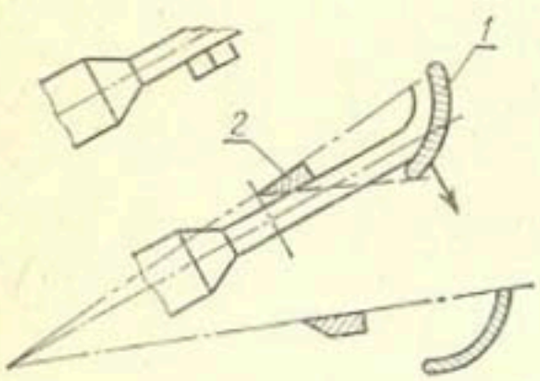


Рис. 32. Схема работы дефлекторного устройства коромысла механизма вращения среднеструйного аппарата «Роса»:

1 — неподвижная лопатка; *2* — неподвижный рассекатель.

Схема работы механизма переключения при поливе по сектору показана на рисунке 33. Вращается аппарат с обычной скоростью, и пройдя заданный сектор, стержнем *1* задевает за выступ одного из упорных колец *2*, рычаг *3* механизма повернется на оси *4*, увеличится натяжение пружины, произойдет поворот упора *5*, и аппарат начнет быстро поворачиваться в обратную сторону до тех пор, пока стержень не достигнет второго выступа на опорном кольце и упор *5* не станет в первоначальное положение и аппарат

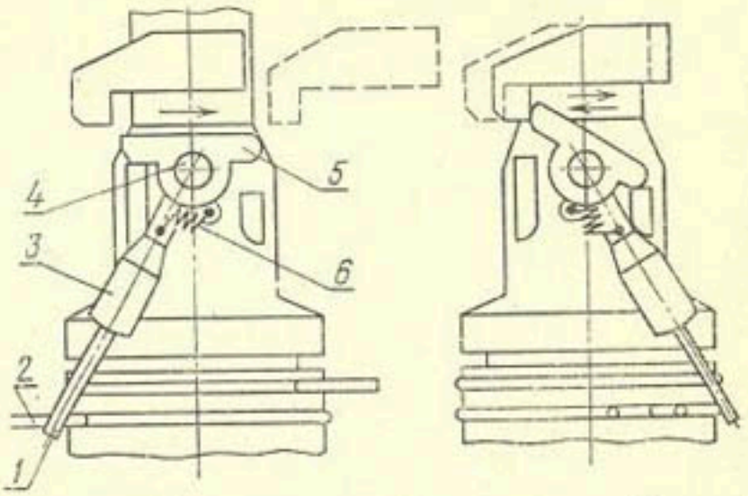


Рис. 33. Схема работы механизма секторного вращения среднеструйных дождевальных аппаратов «Роса-2» и «Роса-3»:

1 — стержень; *2* — упорное кольцо; *3* — рычаг; *4* — ось; *5* — упор; *6* — пружина.

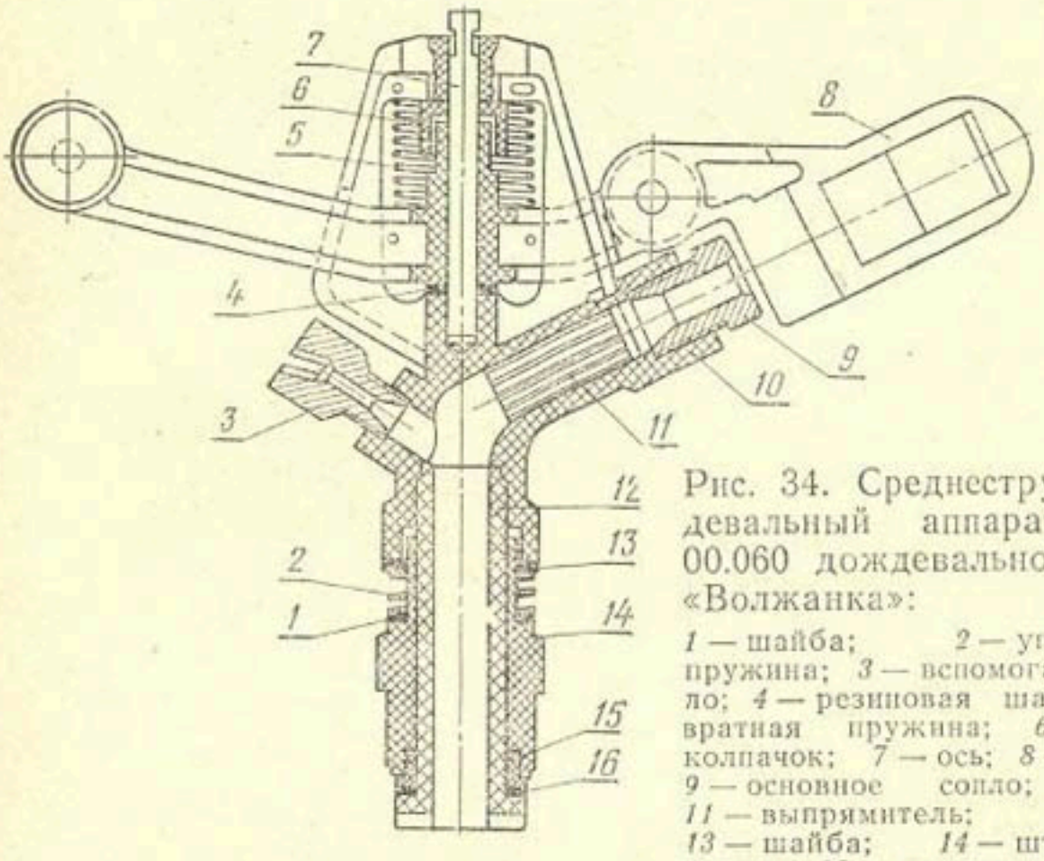


Рис. 34. Среднеструйный дождевальный аппарат ДКШ-64-00.060 дождевальной машины «Волжанка»:

1 — шайба; *2* — уплотнительная пружина; *3* — вспомогательное сопло; *4* — резиновая шайба; *5* — возвратная пружина; *6* — резиновый колпачок; *7* — ось; *8* — коромысло; *9* — основное сопло; *10* — ствол; *11* — выпрямитель; *12* — стакан; *13* — шайба; *14* — штуцер; *15* — втулка; *16* — резиновая шайба.

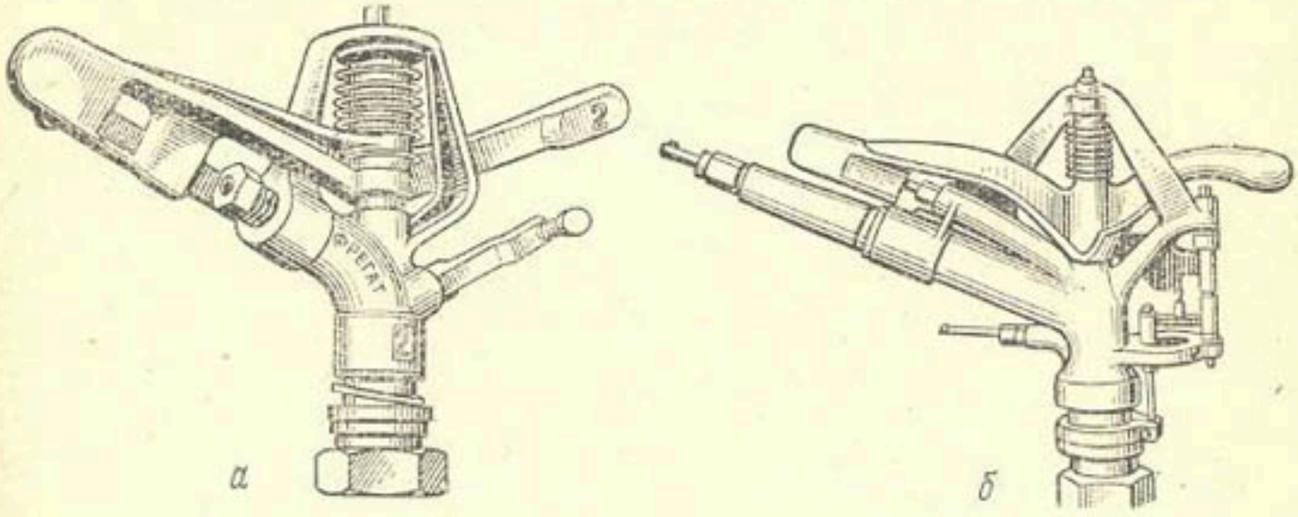


Рис. 35. Среднеструйный дождевальный аппарат серии II (*а*) и концевой дождевальный аппарат (*б*) ДМ «Фрегат».

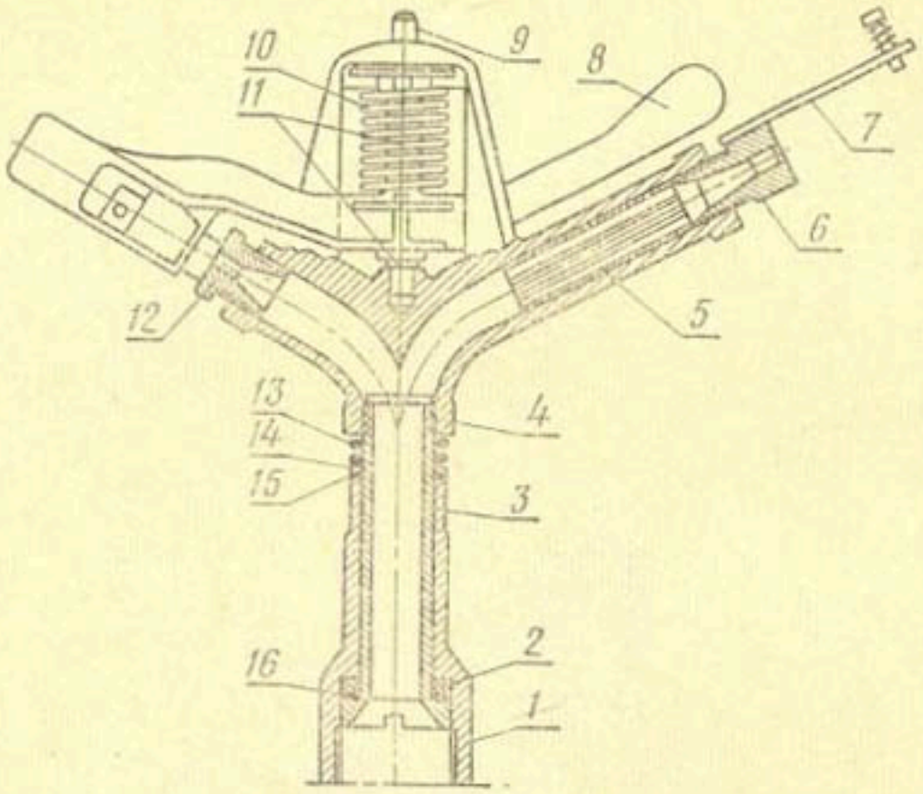


Рис. 36. Разрез среднеструйного дождевального аппарата серии III дождевальной машины «Фрегат»:

1 — основание; *2* — уплотнительная фторопластовая втулка; *3* — стакан; *4* — корпус; *5* — выпрямитель; *6* — основное сопло; *7* — рассекатель; *8* — коромысло; *9* — ось; *10* — возвратная пружина; *11* — резиновые шайбы; *12* — вспомогательное с рассекателем сопло; *13* — пружина; *14* — латунная шайба; *15* — фторопластовая шайба; *16* — резиновая шайба.

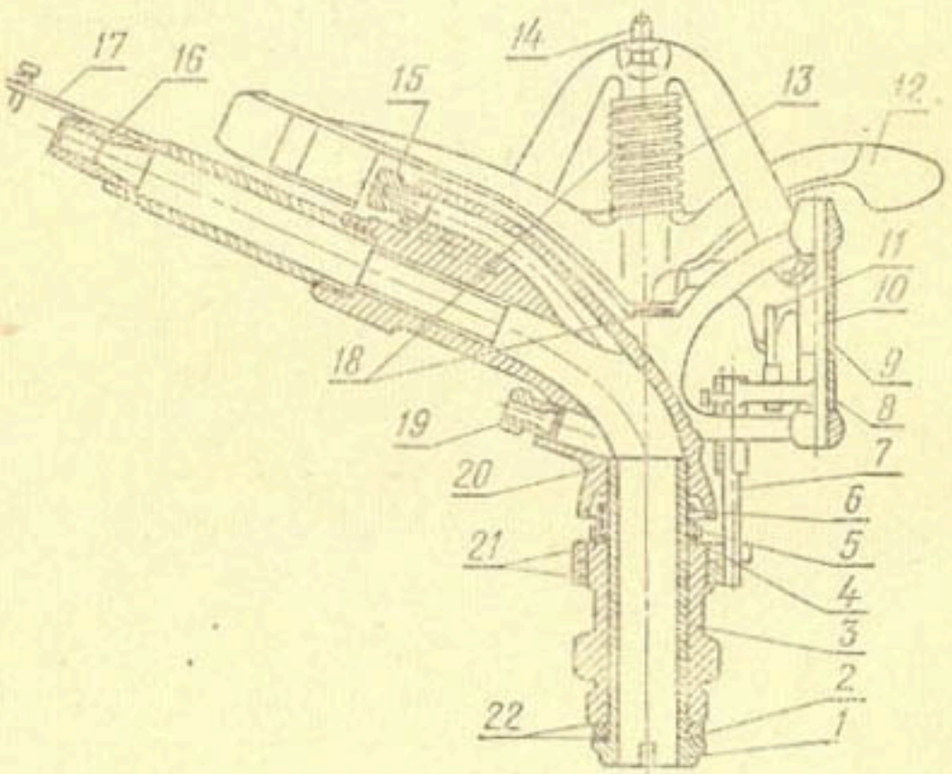


Рис. 37. Разрез концевого дождевального аппарата ДМ «Фрегат»:

1 — стакан; *2* — фторопластовая шайба; *3* — штуцер основания; *4* — фторопластовая шайба; *5* — латунная шайба; *6—11* — пружины; *7* — палец; *8* — перекидной рычаг; *9* — зацеп; *10, 14* — ось; *12* — коромысло; *13* — возвратная пружина; *15* — сопло привода коромысла; *16* — основное сопло; *17* — рассекатель; *18—22* — резиновые шайбы; *19* — сопло ближнего действия; *20* — корпус; *21* — упорные шайбы.

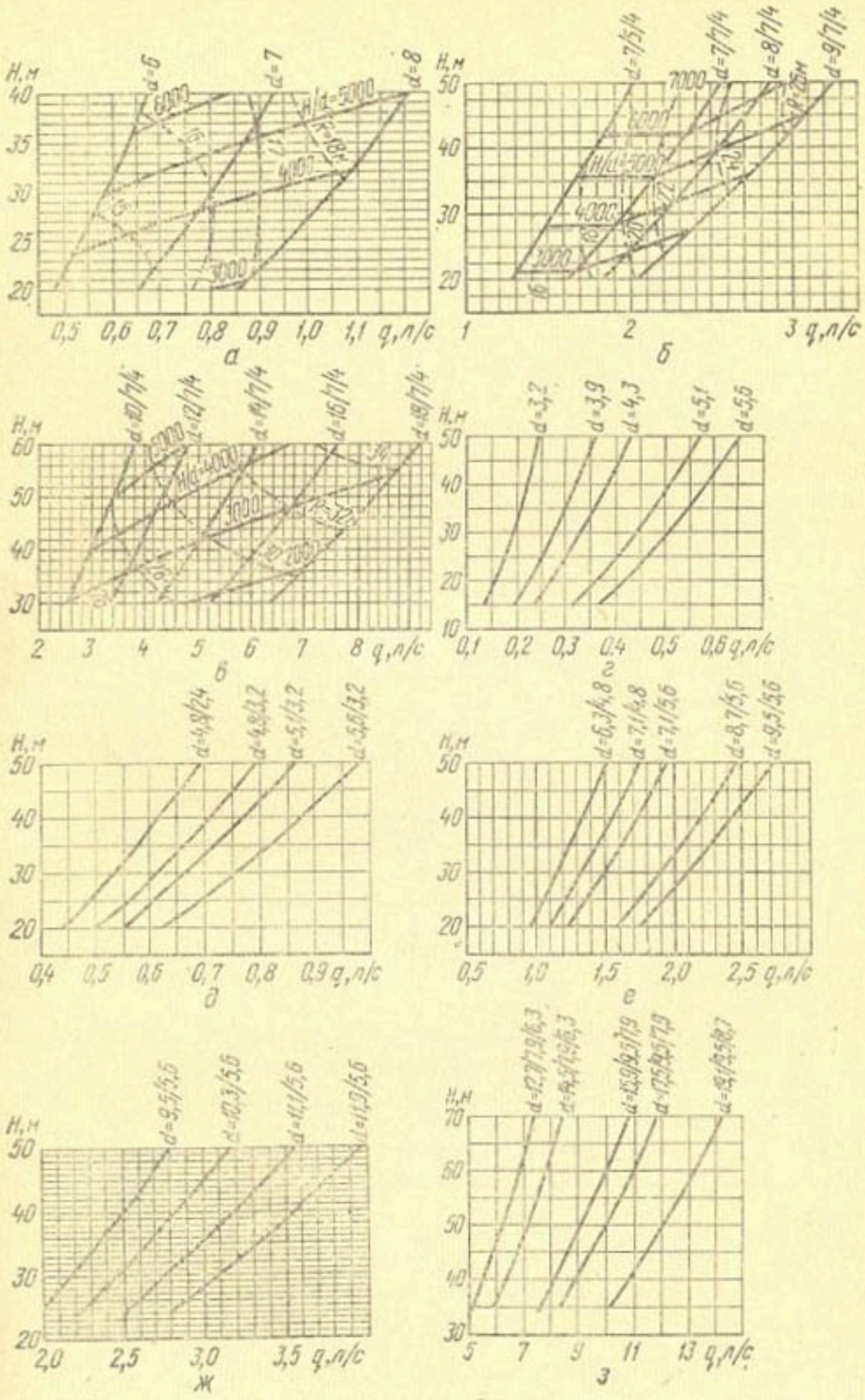


Рис. 38. Расходно-напорная характеристика дождевального аппарата:
а — «Роса-1»; *б* — «Роса-2»; *в* — «Роса-3»; *г* — серии I ДМ «Фрегат»; *д* — серии II ДМ «Фрегат»; *е* — серии III ДМ «Фрегат»; *ж* — серии IV ДМ «Фрегат»; *з* — концевого дождевального аппарата ДМ «Фрегат» (*d* в мм).

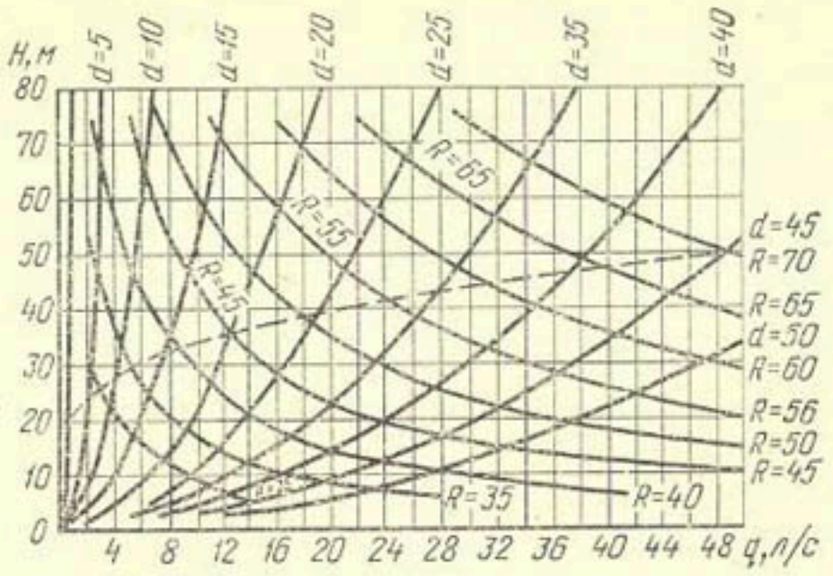


Рис. 39. Дальность действия струй при разных напорах и диаметрах сопл (d в мм, R в м).

«Роса» вновь будет вращаться с рабочей скоростью по часовой стрелке.

На дождевальном колесном трубопроводе ДКШ-64 «Волжанка» установлены среднеструйные аппараты (рис. 34) с расходом 1 л/с. На дождевальной машине «Фрегат» применяют среднеструйные дождевальные аппараты четырех серий. Общий вид аппаратов серий II и III и концевых аппаратов показаны на рисунках 35, 36 и 37.

Основные технические характеристики среднеструйных дождевальных аппаратов приведены в таблице 46, а расходно-напорные характеристики — на рисунке 38.

Дальнеструйные дождевальные аппараты по механизму вращения ствола разделяют на коромысловые, с активной гидравлической турбинкой, реактивные, вакуумные и с приводом от другого источника энергии.

В СССР находят применение аппараты с приводом от активной гидравлической турбинки (типа ДД), коромысловые (типа ДА) и дальнеструйные дождевальные аппараты (типа (ДДН) с приводом от энергии теплового двигателя (трактора).

Дальнеструйные дождевальные аппараты применяют на стационарных дождевальных системах, в стационарно-сезонных комплектах, на передвижных установках и на дождевальных машинах.

Дождевальные аппараты работают с вращением ствола по кругу или в заданном секторе. Частота вращения ствола аппарата должна быть такой, чтобы скорость движения концевой части струи по периметру увлажненной части поверхности орошаемого участка не превышала 2 м/с. При большой частоте вращения ствола аппарата происходит изгиб струи и дальность полета ее уменьшается.

Полив дальнеструйными аппаратами без вращения ствола недопустим, так как при непрерывном покрытии площади дождем образуется сток воды из-за его высокой интенсивности, которая в отдельных точках может доходить до 10—12 мм/мин и более, а распределение осадков по площади одновременного покрытия дождем

Таблица 46. **Техническая характеристика среднеструйных дождевальных аппаратов, работающих по кругу**

	«Роса-1»	«Роса-2»	«Роса-3»*	ДКШ-64	ДМ «Фрегат»				
					серии I	серии II	серии III	серии IV	концевой*
Расход, л/с	0,45—1,25	1—3,4	2,5—9,5	1,0	0,12—0,57	0,36—0,85	0,82—0,75	2,16—3,9	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
Радиус по крайним каплям, м	13—21	15—28	23—35	18—19	11—13	13—17	16—24	20—30	32,5—35,5
Средний слой дождя без перекрытия, м/мин	0,051—0,054	0,083—0,084	0,09—0,15	0,056	0,092—0,077	0,045—0,06	0,06—0,094	0,102—0,083	0,1—0,215
Частота вращения ствола, об/мин	0,25—0,5	0,25—0,5	0,25—0,5	0,5—0,75	0,75—0,1	0,25—0,5	0,25—0,50	0,25—0,50	0,25—0,50

Продолжение

	«Роса-1»	«Роса-2»	«Роса-3»*	ДКШ-64	ДМ «Фрегат»				
					серии I	серии II	серии III	серии IV	концевой*
Диаметр сопл, мм:									
основного	6,7—8	5; 7; 8; 9	10; 12; 14; 16; 18	7,0	3,18; 3,97; 4,37; 5,16; 5,56	4,76; 5,16; 5,56	6,35; 7,14; 8,73; 9,53	9,53; 10,32; 11,11; 11,91	12,7; 14,29; 15,88; 17,46; 19,05
вспомогательного	—	7,0	7,0	3,0	—	2,38; 3,18	4,76—5,56	5,56	7,94; 9,53; 6,35; 7,94; 8,73
вспомогательного	—	4	4	—	—	—	—	—	—
Присоединительный размер, дюймы**	$1\,1/4''_{тр}$	$1\,1/2''_{тр}$	$2''_{тр}$	$3/4''_{тр}$	$К1/2''_{тр}$	$К3/4''_{тр}$	$К1''_{тр.\,внутр}$	$К1\,1/4''_{тр}$	$К2''_{тр}$
Масса, кг	0,81	1,45	2,2	0,19	0,36	0,50	1,17	1,69	5,1

* Работает по кругу и по сектору.
** тр — трубная резьба; тр. внутр. — трубная внутренняя резьба.

происходит неравномерно. Вращение ствола аппарата позволяет проводить прерывистое дождевание, накладывать слои осадков через определенные промежутки времени.

Дальность полета струи воды зависит от конструкции узлов аппарата, выпрямления потока воды внутри ствола, от сопла и его диаметра, от напора воды. Качество дождя (табл. 47) главным образом определяется отношением напора к диаметру сопла (рис. 39).

Таблица 47. Характер распада струи на капли

Характер струи	*H/R*	*H/d*
Сплошная струя, не распадающаяся на капли	0,59	До 900
Слабое распадение струи на капли, непригодные для орошения	0,62—0,72	900—1500
Распадение струи на капли средней крупности, пригодные для орошения трав на лугах и пастбищах	0,77	1500—1600
Распадение струи на более мелкие капли, пригодные для орошения сельскохозяйственных культур	0,83	1700—1800
Распадение струи на мелкие капли, пригодные для орошения всех укльтур	0,91	2000—2200
Распадение струи на очень мелкие капли, пригодные для орошения рассады самых нежных растений и цветов	1,00	2400—2600
Мелкодисперсное распадение струи (туман). Применение нецелесообразно ввиду повышенных затрат мощности	1,11 и выше	3000 и выше

Дальнеструйный дождевальный аппарат ДА-2 (рис. 40, 41) по конструкции относится к коромысловым аппаратам. Вращение ствола аппарата обеспечивается за счет периодического входа в поток воды лопатки коромысла *11*, имеющей двойную кривизну, обеспечивающую создание реактивных усилий на поворот ствола на угол 2—5° и отбрасывание конца коромысла вниз на угол до 120°. Обратно коромысло возвращается за счет груза, расположенного на втором его конце. Качание коромысла происходит при совместном вращении с осью *13* втулки *15*. Корпус аппарата *6* крепится к стояку присоединительного фланца *1* при помощи болтов. Внутри корпуса расположена втулка *5*, к концу которой крепится ствол аппарата. Втулка в корпусе свободно поворачивается, в нижней части втулки установлена манжета *3*. Вода из стояка проходит по стволу, в концевой части которого размещен выпрямитель *8*, далее через сопло *9* выбрасывается в атмосферу.

Дождевальный аппарат устанавливается на вертикальном стояке. При наклоне стояка или при ветре нарушается равномерность вращения ствола. Лопатка коромысла, периодически входящая в струю, создает довольно большие реактивные усилия, которые раскачивают стояк. Основание стояка необходимо крепить бетонной подушкой в виде куба со стороной 0,4—0,5 м.

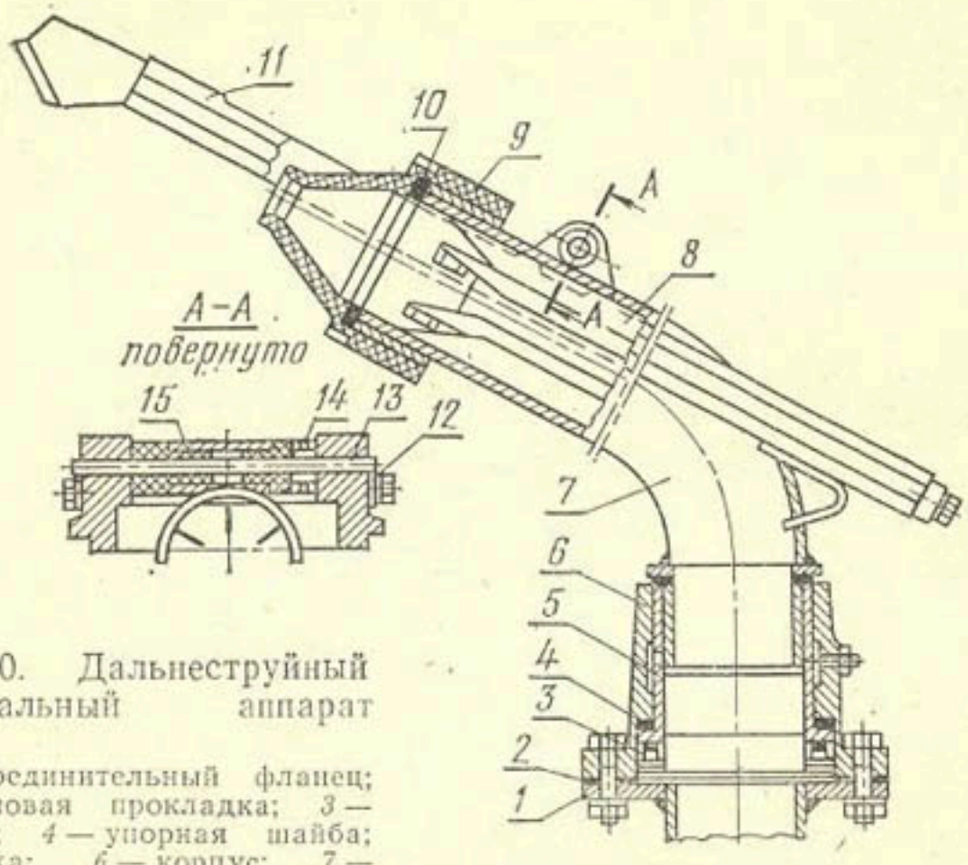


Рис. 40. Дальнеструйный дождевальный аппарат ДА-2:
1 — присоединительный фланец; *2* — резиновая прокладка; *3* — манжета; *4* — упорная шайба; *5* — втулка; *6* — корпус; *7* — ствол; *8* — выпрямитель; *9* — сопло; *10* — прокладка; *11* — коромысло; *12* — стопорная пластина; *13* — ось; *14* — регулировочные шайбы; *15* — втулка.

Реактивное усилие при выходе воды из сопла вычисляют по зависимости:

$$P = 1{,}96 \cdot 10^4 fH, \qquad (58)$$

где P — реактивное усилие, Н; f — площадь поперечного сечения струи (сопла), м²; H — напор перед соплом, м.

Дальнеструйные дождевальные аппараты типа ДД бывают односопловые (ДД-15 и ДД-30) и двухсопловые (ДД-50 и ДД-80) (табл. 48, рис. 42, 43). Аппараты состоят из основания *1*, корпуса редуктора *5*, колена *11*, ствола *20*, выпрямителя *21*, насадки *22*, сопла *24*, турбинки *26*, корпуса редуктора *25*, соединительной трубки *10* с валом, механизма передачи вращения и переключения на секторный полив. Основание аппарата, колено со стволом выполнены из алюминиевого сплава. В нижней части основания имеется замок быстроразборного соединения, для уплотнения установлена манжета *2*. На наружной поверхности основания имеется кольцевой паз, в котором при секторном поливе закрепляются два упора *3*, переключающих реверс *14* на обратное вращение ствола. Механизм вращения

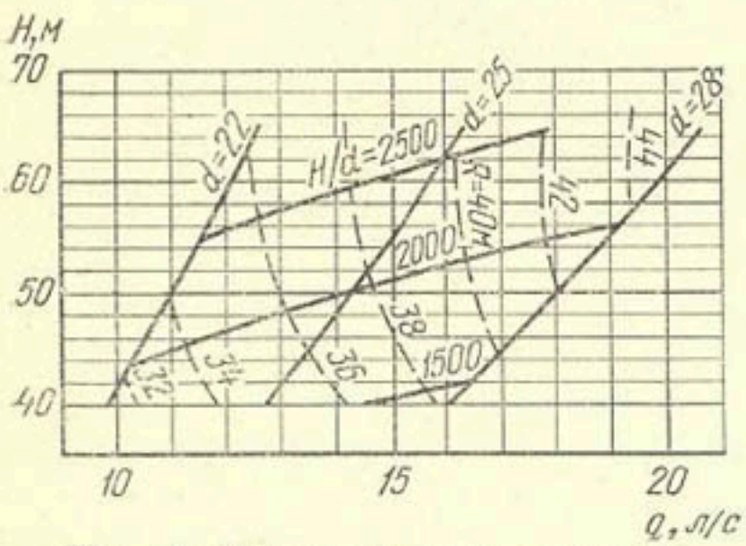


Рис. 41. Расходно-напорная характеристика дождевального аппарата ДА-2 (*d* в мм).

Таблица 48. **Техническая характеристика дальнеструйных дождевальных аппаратов, работающих по кругу и сектору**

Показатели	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—0,11	0,114—0,117	0,13—0,195	0,195—0,239
Частота вращения ствола, об/мин	0,35—0,50	0,15—0,20	0,15—0,20	0,2	0,2
Диаметр основных сменных сопл, мм	22, 25, 28	16, 22, 26	26, 30, 34	32, 36, 40	40, 46, 52
Диаметр вспомогательного сопла, мм	—	—	—	16	16
Присоединительный размер стояка, мм	Труба ⌀ 90 с фланцем	Труба ⌀ 110 со специальным фланцем		Труба ⌀ 133 со специальным фланцем	
Масса, кг	14,7	15,0	15,5	23,5	25,5

* Работает только по кругу.

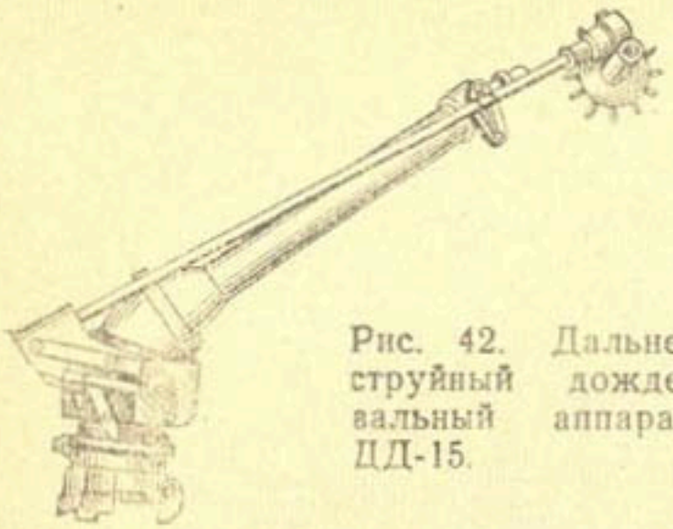


Рис. 42. Дальнеструйный дождевальный аппарат ДД-15.

ствола состоит из трех червячных редукторов и работает от турбинки *26*, входящей лопатками в струю воды на 7—10 мм; фиксацию заглубления производят регулировочным винтом *31* с закреплением контргайкой *30*.

От величины погружения лопаток в струю изменяется частота вращения турбинки, что позволяет в некоторых пределах увеличивать или уменьшать частоту вращения ствола аппарата. При вращении турбинка частично разбивает струю, улучшая качество распределения дождя возле аппарата.

Дальнеструйные дождевальные аппараты ДД-50 и ДД-80 (рис. 44) по параметрам аналогичны аппаратам ДД-15 и ДД-30 (рис. 45), но отличаются от них наличием малого сопла, отходящего от колена, расположением турбинки и механизма передачи вращения.

При эксплуатации дождевальные аппараты типа ДД устанавливают на вертикальные трубчатые стояки высотой над поверхностью почвы не меньше 1,5 м (рис. 46).

Перед началом поливного сезона проверяется наличие масла в редукторах, после каждых 480 ч работы редукторы заполняют солидолом УС-2 (ГОСТ 1033—73). Проверяют величину погружения лопаток в струю, которая должна быть не более 10 мм.

При работе с дальнеструйными дождевальными аппаратами необходимо соблюдать основные меры безопасности: ремонтировать, смазывать и очищать аппарат при закрытой задвижке; не входить в струю воды; не проводить полив вблизи линий электропередач, где возможно попадание осадков на провода; не допускать к работе с дальнеструйными аппаратами лиц, не прошедших инструктаж по технике безопасности.

По окончании поливного сезона дождевальные аппараты снимают со стояков, очищают, заполняют полости редукторов солидолом, протирают аппарат промасленной ветошью. Хранить аппараты следует в сухом закрытом помещении на стеллажах или в ящиках.

КОМПЛЕКТЫ ИРРИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ «РАДУГА» (КИ-50 И КИ-25)

Комплекты ирригационного оборудования предназначены для орошения овощных, кормовых и технических культур, а также лугов, садов и плодовых питомников во всех зонах орошаемого земледелия.

Полив проводят позиционно, а водоподача осуществляется от передвижной насосной станции или гидрантов закрытой оросительной сети.

В комплекты оборудования входят водопроводящий трубопровод, дождевальное оборудование, насосная станция, подающая во-

Рис. 43. Дальнеструйный дождевальный аппарат ДД-30:

1 — основание; *2* — манжета; *3* — упор; *4* — ступица; *5* — корпус редуктора; *6* — червячное колесо; *7* — кривошип; *8* — червячное колесо; *9* — червяк; *10* — соединительная трубка; *11* — колено; *12* — шатун; *13* — собачка; *14* — реверс; *15* — храповое колесо; *16* — коромысло; *17* — толкатель реверса; *18* — манжета; *19* — фиксирующая рукоятка; *20* — ствол; *21* — выпрямитель; *22* — насадка; *23* — накидная гайка; *24* — сопло; *25* — корпус редуктора; *26* — турбинка; *27* — червяк; *28* — червячное колесо; *29* — стопорный винт; *30* — контргайка; *31* — регулировочный винт; *32* — стопорная планка; *33* — червяк; *34* — пружина; *35* — колпачок; *36* — контргайка; *37* — тормоз.

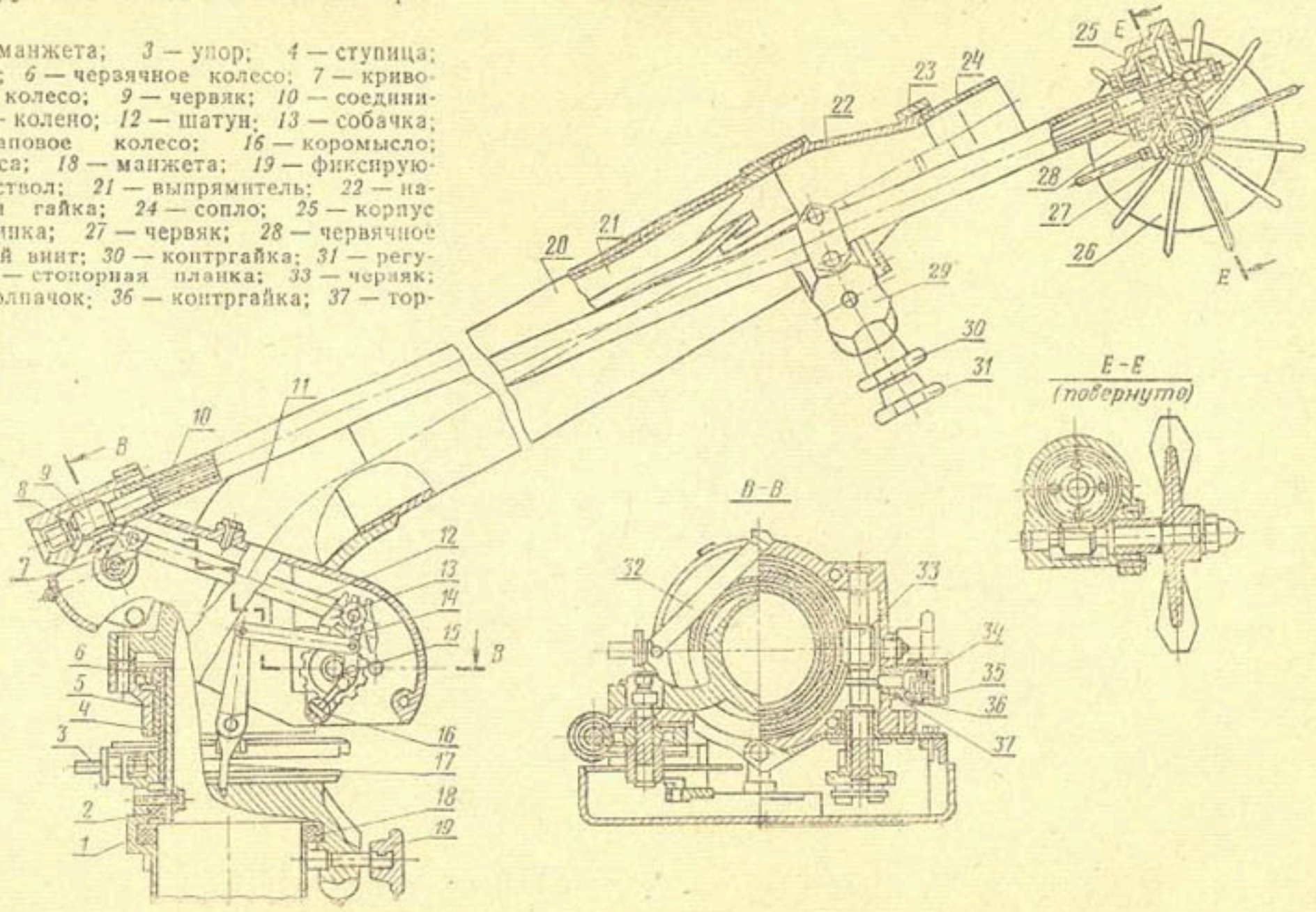




Рис. 44. Дальнеструйный дождевальный аппарат ДД-80

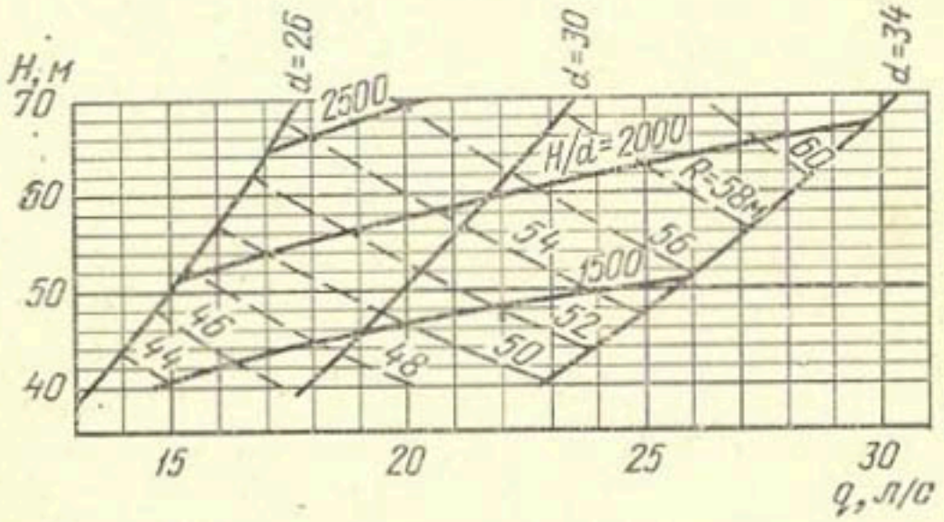


Рис. 45. Расходно-напорная характеристика дождевального аппарата ДД-30 (d в мм).

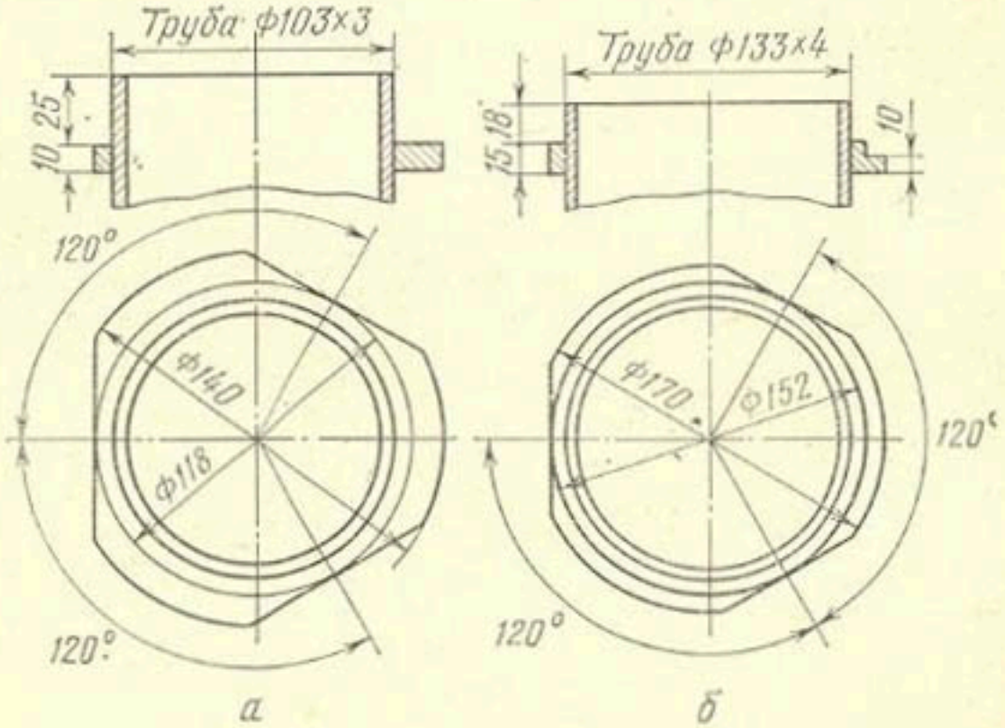


Рис. 46. Присоединительные устройства на стояках для дальнеструйных дождевальных аппаратов типа ДД:

а — для аппаратов ДД-15 и ДД-30; *б* — для аппаратов ДД-50 и ДД-80.

ду в распределительный трубопровод, из которого через гидранты вода поступает в рабочий трубопровод (табл. 49).

Таблица 49. **Узлы и детали ирригационного комплекта КИ-50**

Узлы и детали	Диаметр, мм	Длина, мм	Число	Общая длина, м
Магистральный трубопровод:				
труба проходная	150	6000	101	606
» »	125	6700	47	282
труба-гидрант	150	6000	2	12
»	125	6000	1	6
переход	180×150	400	1	0,4
»	150×125	760	1	0,76
заглушка	125	—	1	—
Распределительный трубопровод:				
труба проходная	125	6000	37	222
труба-гидрант	125	6000	8	48
труба подсоединительная	125	1200	1	1,2
колонка	—	—	1	—
заглушка	125	—	1	—
Дождевальное крыло:				
труба проходная	105	6000	17	102
труба рабочая	105	6000	4	24
труба подсоединительная	105	1200	1	1,2
колонка	—	—	1	—
полухомут	—	—	4	—
стойка с треногой	—	—	4	—
дождевальные аппараты («Роса-3»)	—	—	4	—
гидроподкормщик ГПД-50	—	—	1	—

Для подкормки поливного участка растворимыми минеральными удобрениями в начале рабочего трубопровода предусмотрена установка серийного гидроподкормщика ГПД-50.

Техническая характеристика ирригационного оборудования «Радуга»

	КИ-50	КИ-25
Расход воды, л/с	47	28
Производительность за час чистой работы при поливной норме 600 м³/га, га	0,28	0,17
Напор, м	45	40
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,27	0,32
Площадь полива, га	1,04	0,52
Площадь, обслуживаемая за сезон, га	50	25
Обслуживающий персонал, чел.	3	2
Масса, кг	9400	4391

Монтаж комплектов. Магистральный трубопровод укладывают на поверхность орошаемого участка на весь оросительный сезон.

Таблица 50. **Узлы и детали** ирригационного комплекта КИ-25

Узлы и детали	Диаметр, мм	Длина, мм	Число	Общая длина, м
Магистральный трубопровод:				
труба проходная	150	12 000	47	565
труба-гидрант	150	12 000	24	288
переход	180×150	400	1	0,4
заглушки	150	—	1	—
Дождевальное крыло:				
труба проходная	105	6 000	16	96
труба рабочая	105	6 000	4	24
труба подсоединительная	105	1 200	1	1,2
колонка	—	—	1	—
полухомут	—	—	4	—
стойка с треногой	—	—	4	—
дождевальные аппараты («Роса-3»)	—	—	4	—
гидроподкормщик ГПД-50	—	—	1	—

По длине трубопровода установлены 3 гидранта для КИ-50 и 24 — для КИ-25, к которым присоединяют распределительные трубопроводы для КИ-50, а для КИ-25 (табл. 50) рабочие крылья. Расстояние между гидрантами 286 м для КИ-50 и 36 м для КИ-25.

Схемы комплектов в собранном виде и технологии их работы показаны на рисунках 47 и 48.

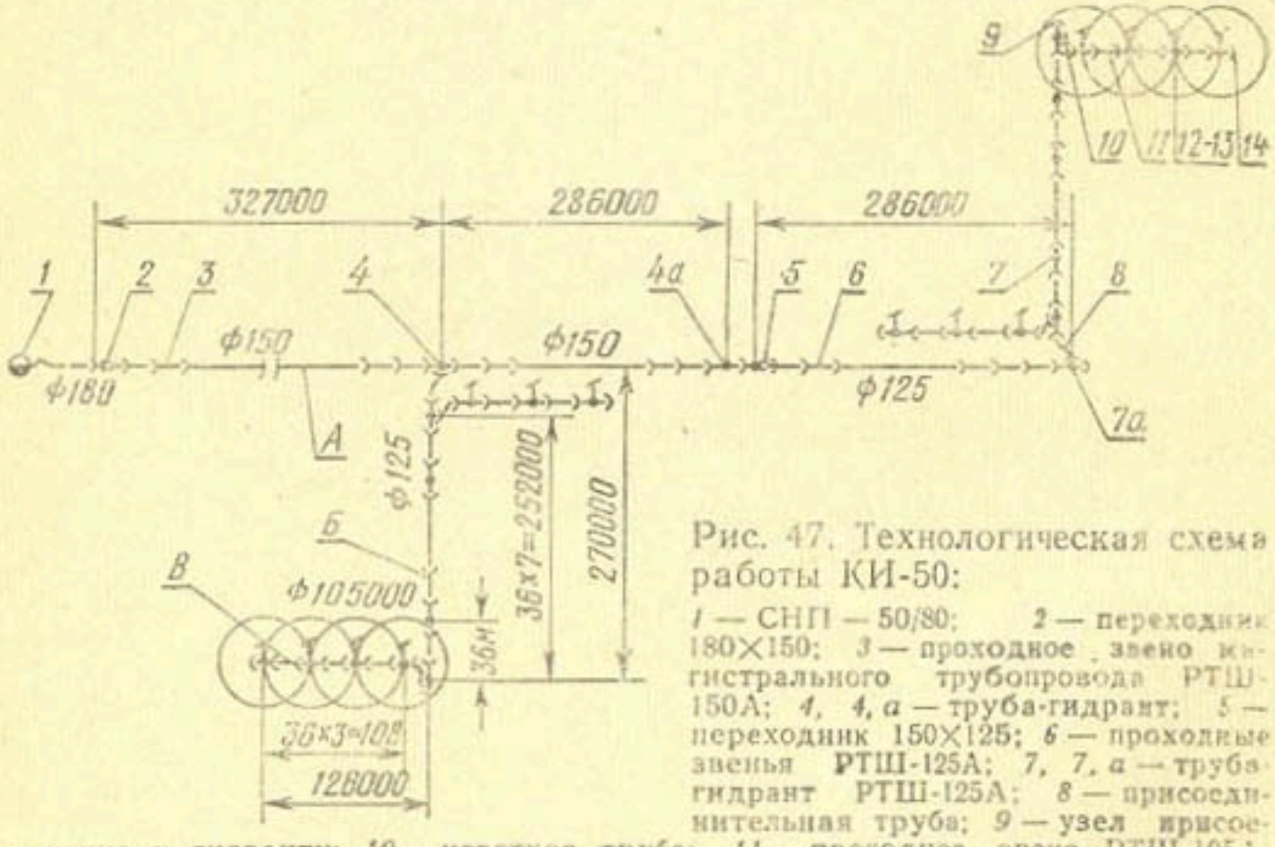


Рис. 47. Технологическая схема работы КИ-50:

1 — СНП — 50/80; *2* — переходник 180×150; *3* — проходное звено магистрального трубопровода РТШ-150А; *4, 4, а* — труба-гидрант; *5* — переходник 150×125; *6* — проходные звенья РТШ-125А; *7, 7, а* — труба-гидрант РТШ-125А; *8* — присоединительная труба; *9* — узел присоединения к гидранту; *10* — короткая труба; *11* — проходное звено РТШ-105А; *12, 13* — звено со стояком и дождевальным аппаратом «Роса-3»; *14* — заглушка; *А* — магистральный трубопровод; *Б* — распределительный трубопровод; *В* — рабочий трубопровод.

Эксплуатация комплектов. Перед началом работы необходимо принять меры для удаления из дождевальной установки воздуха при заполнении системы водой.

После запуска насосной станции, при средней частоте вращения двигателя и напоре 30—40 м, нужно плавно открыть наполовину задвижку напорного трубопровода на насосном агрегате. По окончании заполнения системы водой поднять напор воды на насосе до 80 м и постепенно открыть задвижку станции полностью. На входе в рабочие трубопроводы отрегулировать напор на 40—50 м.

После выдачи поливной нормы одним рабочим трубопроводом подключают второй рабочий трубопровод и открывают его гидрант. Затем закрывают гидрант отработавшего рабочего трубопровода и переносят его на новую позицию. Продолжительность работы комплектов на одной позиции при разных поливных нормах приведена в таблице 51. Переносить рабочие трубопроводы разрешается только в разобранном виде.

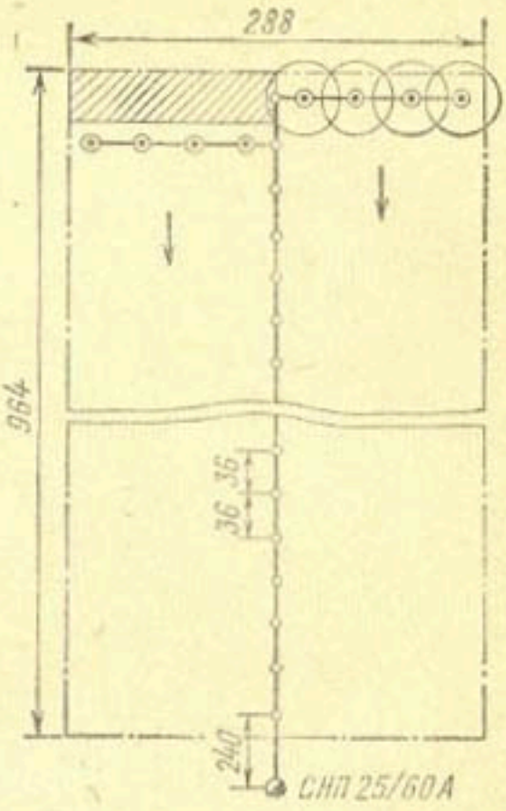


Рис. 48. Технологическая схема работы КИ-25 (размеры в м).

Для остановки работы установок необходимо снизить частоту вращения двигателя, закрыть задвижку насосной станции, заглушить двигатель и закрыть гидранты магистрального трубопровода.

Таблица 51. **Продолжительность работы комплектов на одной позиции при различной поливной норме**

Поливная норма, м³/га	КИ-50	КИ-25
1000	6 ч 08 мин	5 ч 12 мин
900	5 ч 30 мин	4 ч 40 мин
800	4 ч 56 мин	4 ч 10 мин
700	4 ч 19 мин	3 ч 39 мин
600	3 ч 43 мин	3 ч 08 мин
500	3 ч 05 мин	2 ч 36 мин
400	2 ч 28 мин	2 ч 05 мин
300	1 ч 58 мин	1 ч 24 мин

После того как на данной позиции распределительного трубопровода будет полита вся площадь, распределительный и рабочие трубопроводы разбирают, перевозят или переносят на следующую позицию и подсоединяют к гидранту магистрального трубопровода (рис. 49).

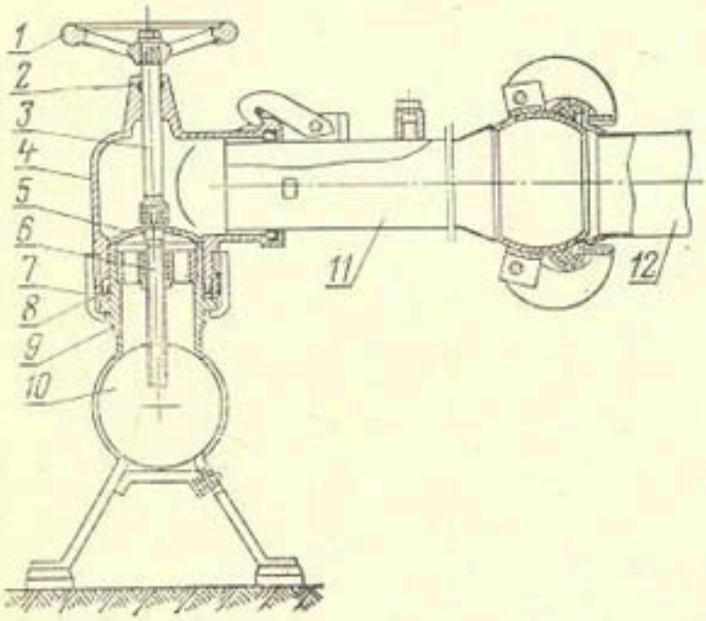


Рис. 49. Соединение распределительного и рабочего трубопроводов КИ-50:

1 — маховик; *2* — манжета; *3* — шток; *4* — корпус с переносной колонки; *5* — клапан; *6* — винт; *7* — замок; *8* — манжета; *9* — корпус гидранта; *10* — распределительный трубопровод; *11* — присоединительный патрубок; *12* — рабочий трубопровод.

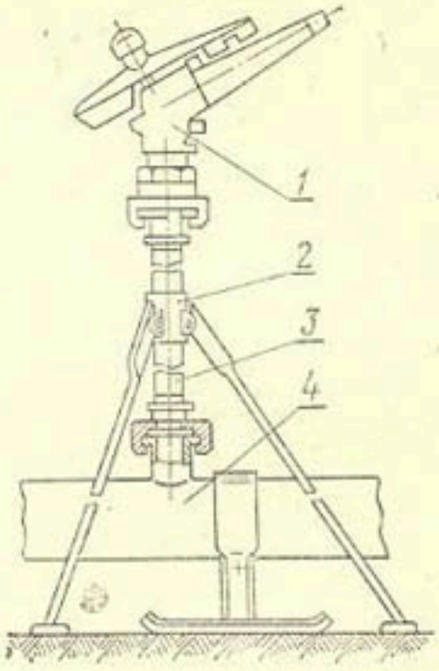


Рис. 50. Крепление среднеструйного дождевального аппарата «Роса-3» на удлиненной стойке рабочего трубопровода КИ-50:

1 — аппарат «Роса-3»; *2* — тренога; *3* — удлиненная стойка; *4* — рабочая труба.

Закончив полив площади, обслуживаемой установкой, распределительные и рабочие трубопроводы ставят в исходное положение и начинают второй цикл полива. При поливе высокостебельных культур стояки удлиняют (рис. 50).

Сельскохозяйственные растения минеральными удобрениями подкармливают вместе с поливной водой с помощью гидроподкормщика. По окончании внесения удобрений гидроподкормщик необходимо промыть чистой водой.

Техническое обслуживание. Для поддержания дождевальной установки в работоспособном состоянии необходимо соблюдать правила технического обслуживания. Наиболее сложным и подлежащим бережному обращению узлом является дождевальный аппарат. В начале каждого поливного сезона дождевальные аппараты должны быть смазаны.

В процессе эксплуатации нужно вести наблюдение за состоянием дождевальной установки и устранять замеченные недостатки (ослабление крепления опор, течь в шаровых соединениях труб и др.).

Трубы при транспортировке следует оберегать от механических повреждений. При обнаружении поврежденных или изношенных уплотнительных манжет их заменяют новыми.

Хранение и консервация. По окончании поливного сезона дождевальную установку разбирают, очищают от загрязнений. Дождевальный аппарат, стойки и уплотнительные манжеты хранят в сухом темном помещении, предохраняя манжеты от соприкосновения

с нефтепродуктами, а также от воздействия прямых солнечных лучей и тепла от отопительных приборов. Трубы и остальные детали хранят в крытом помещении или под навесом.

КОМПЛЕКТ ДОЖДЕВАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ «СИГМА» Z-50Д

Комплект дождевального оборудования «Сигма» Z-50Д (табл. 52, 53) предназначен для орошения овощных, кормовых и технических культур, а также лугов, пастбищ, садов и плодово-ягодных насаждений во всех зонах, где применяется способ полива дождеванием.

Комплект состоит из дизельной или электрифицированной насосной станции ИРИС-2350ДП или ИРИС-2750ЕС и переносной дождевальной установки Z-50Д.

Техническая характеристика Z-50Д

Расход воды, л/с	39,2
Напор на насосной станции, м	73,8
Одновременная площадь полива, га	1
Производительность за час чистой работы при поливной норме 600 м³/га, га	0,24
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,23
Площадь, обслуживаемая за сезон, га	50
Масса, кг	7697
Обслуживающий персонал, чел.	2

Таблица 52. **Узлы и детали переносной дождевальной установки Z-50Д**

Наименование	Диаметр, мм	Число
Трубы алюминиевые (длиной 6 м):		
магистральные	150	75
распределительные	120	140
рабочие	102	180
Переходный патрубок	150/120	1
Колено с задвижкой	150/120	3
	120/120	2
	120/102	16
Соединительный патрубок	120	2
	102	8
Затвор дождевателя	102	32
Заглушка	150	1
	120	4
	102	10
Подставка под трубы	150	75
	120	140
	102	180

Техническая характеристика насосных станций к дождевальной установке «Сигма» Z-50Д

	ИРИС-2350ДП	ИРИС-2750ЕС
Насос	125NQД-250	125NQE
Двигатель	ЗД-110А	МИ-431
Подача, л/с	39	45,3
Напор, м	73	80
Допустимая высота всасывания, м	4,5	4,5
Мощность, кВт	44,1	55
Частота вращения, об/мин	1500	2975
Масса, кг	1180	620

Таблица 53. **Техническая характеристика дождевального аппарата ПУК-2***

Диаметр сопла, мм	Напор перед соплом, м	Радиус действия, м	Расход воды, л/с
12/6	30	25	3,30
	40	28	3,84
	50	30	4,26
	60	32	4,58
14/7	30	27	4,32
	40	30,5	5,00
	50	32	5,74
	60	33	6,33
16/7	30	30	5,42
	40	33	6,25
	50	35	7,00
	60	37	7,82
18/7	30	32	7,10
	40	37	7,75
	50	38	8,50
	60	38	9,20

*Масса аппарата 3,9 кг.

ДОЖДЕВАЛЬНЫЙ ШЛЕЙФ ДШ-25/300

Дождевальное крыло предназначено для позиционного полива. Перемещается оно без разборки трактором. Шлейф используют для полива пастбищ, лугов, садов и сельскохозяйственных культур (рис. 51).

Применяют его в зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить позиционный полив дальнеструйными дождевальными аппаратами.

Шлейф состоит из стального трубопровода сечением 102×2, длиной 150 м, трех карусельных дождевателей «Тимирязевец», размещенных через 50 м друг от друга по длине трубопровода. На

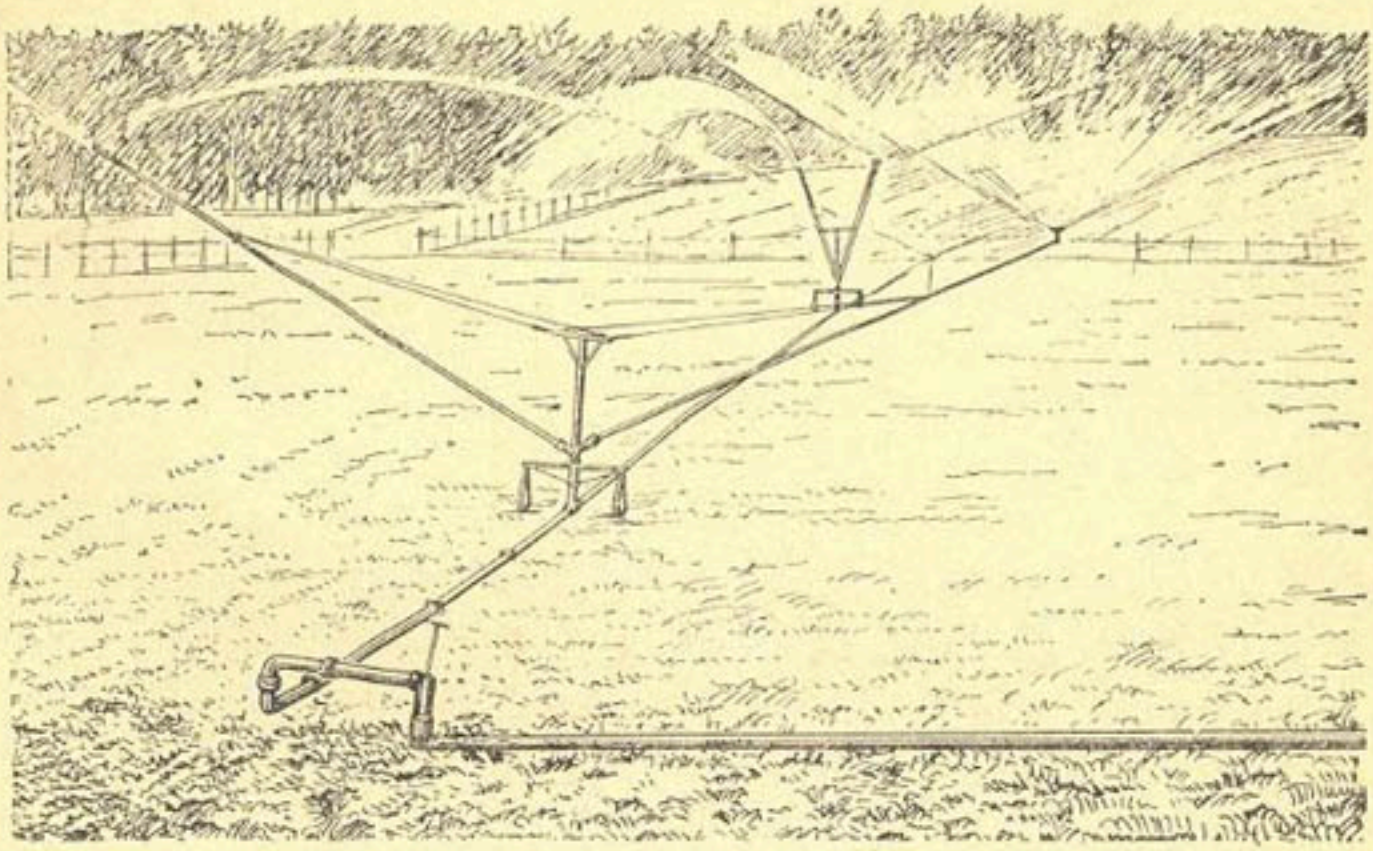


Рис. 51. Технологическая схема полива культурных пастбищ дождевальным шлейфом ДШ-25/300.

каждом конце трубопровода имеется трубчатый шарнирный хобот, при помощи которого один конец присоединяют к гидранту напорной сети, а второй хобот перекрывают заглушкой.

Карусельный дождеватель «Тимирязевец» (рис. 52) состоит из двух алюминиевых трубчатых стволов *2*. Один из стволов оканчивается короткоструйной дождевальной насадкой с конусным дефлектором, а второй — имеет струйное сопло *7*, которое отклоняется от оси ствола до 3° за счет косой шайбы *9*. При выбросе струи создается реактивное усилие, достаточное для вращения карусели с частотой до одного оборота в минуту.

Для поддержания стволов применены две растяжки *3* с натяжными гайками или планками, при помощи которых можно изменять угол наклона стволов дождевателя на ±10° от их среднего положения.

Трубчатый перфорированный патрубок корпуса *4* (рис. 53) входит в основание *2*, уплотнение обеспечивается манжетами *3, 7*. В нижней части патрубка вварена труба *11* с направляющим пальцем *9* и трубчатой опорой *8*. Снизу на палец навернута упорная гайка *10*. Дождеватель крепят к фланцу трубопровода *1*. Опорная часть дождевателя выполнена в виде двух лыж. При подаче воды в дождеватель давление увеличивается, корпус с каруселью поднимается вверх на 55—60 мм, вращаясь в поднятом положении.

После прекращения полива давление падает, карусель с корпусом опускается вниз под действием собственного веса и своими стволами становится вдоль оси трубопровода за счет скосов на трубах *11* и *8*.

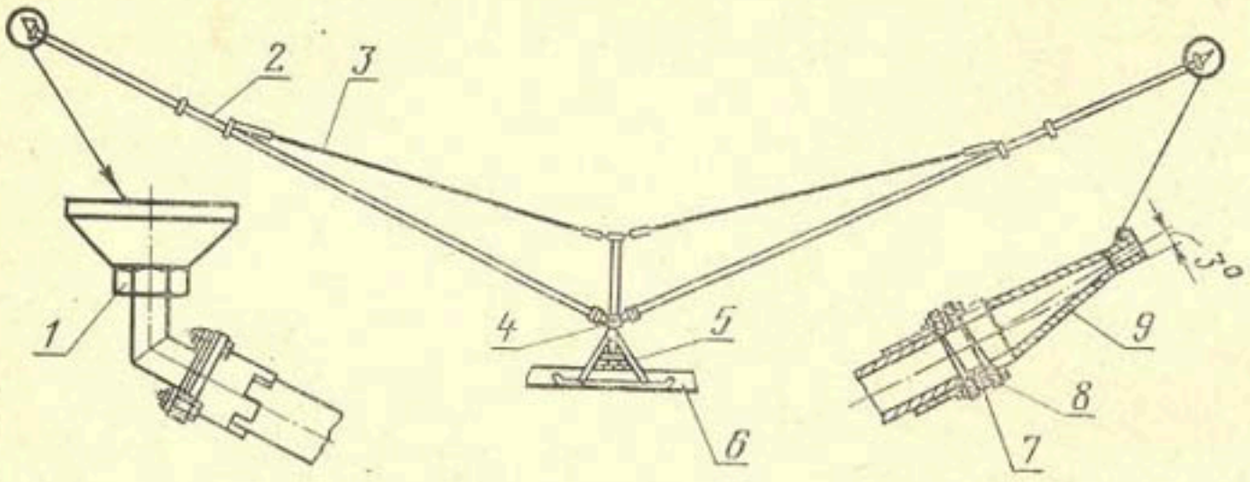


Рис. 52. Карусельный дождеватель «Тимирязевец»:

1 — короткоструйная насадка; *2* — ствол; *3* — растяжка; *4* — корпус дождевателя; *5* — основание; *6* — труба шлейфа; *7* — сопло; *8* — переходник; *9* — косая шайба.

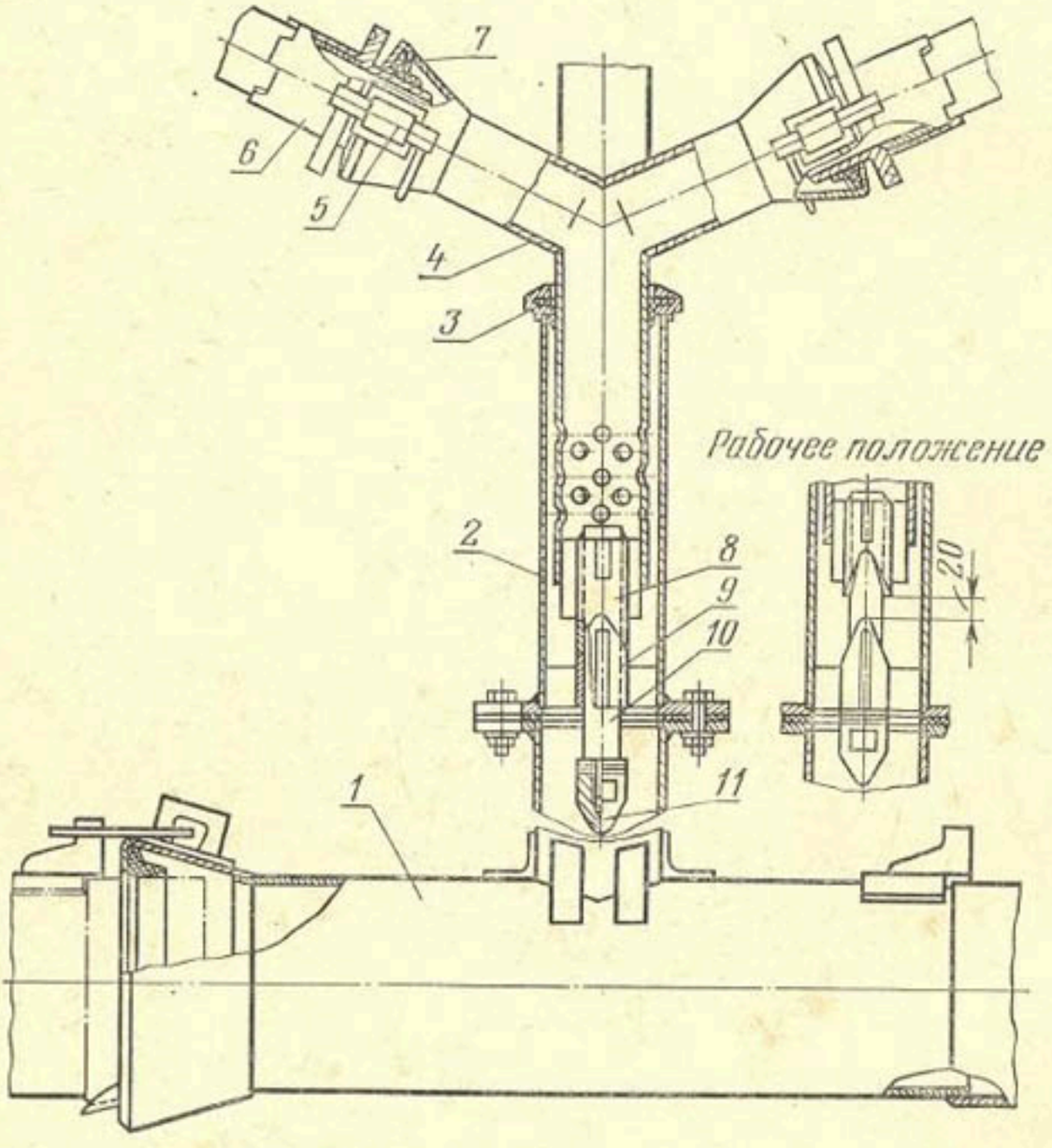


Рис. 53. Разрез карусельного дождевателя:

1 — труба шлейфа; *2* — стояк основания; *3, 7* — манжеты; *4* — корпус; *5* — захват; *6* — ствол; *8* — труба стояка; *9* — направляющий палец; *10* — упорная гайка; *11* — направляющая труба.

Техническая характеристика дождевателя «Тимирязевец»

Напор, м	45—55	45—55	45—55
Диаметр струйного сопла, мм	15	18	22
Расход струйного сопла, л/с	4,7—5,1	6,6—7,1	9,7—10,4
Диаметр отверстия насадки, мм	9	9	9
Расход короткоструйной насадки, л/с . . .	1,4—1,6	1,4—1,6	1,4—1,6
Общий расход дождевателя, л/с	6,1—6,7	8,0—8,7	11,1—12,3

При эксплуатации необходимо обращать внимание на вертикальность расположения стояка *2* основания дождевателя. Транспортирование шлейфа с одной позиции на другую производится трактором класса 0,9 или 1,4 т.

Техническая характеристика ДКШ-25/300

Расход воды, л/с	25
Рабочий напор у входа в шлейф, м	50
Расстояние между линиями постоянного трубопровода, м	300
Расстояние между гидрантами на постоянном трубопроводе, м	60
Длина полосы полива с одной позиции, м . . .	150
Ширина полосы полива с одной позиции, м . . .	60
Площадь полива с одной позиции, га	0,9
Средний слой дождя, мм/мин	0,167
Время на одну смену позиции, м	0,25
Число карусельных дождевателей «Тимирязевец», шт.	3
Сезонная нагрузка, га	25
Масса шлейфа, кг	1200
Обслуживающий персонал на 5—10 шлейфов, чел.	1 тракторист и 1 поливальщик

Опыт эксплуатации шлейфов показывает, что их выгодно применять на длинных прямолинейных участках. Один шлейф может обслуживать за сезон полосу длиной 4 км и шириной 0,06 км.

Наиболее удачна прямолинейная схема перемещений дождевальных шлейфов. При этой схеме сводятся к минимуму потери урожая, так как шлейфы движутся по одному следу в течение всех вегетационных поливов каждой из орошаемых культур.

Еще в начале своего движения шлейф образует на поверхности почвенную борозду глубиной, равной примерно $^3/_4$ диаметра проводящего трубопровода, и шириной около двух диаметров этого трубопровода, обеспечивая постоянство движения шлейфов — по одному следу. Независимо от длины шлейфа глубина борозд примерно постоянна.

В особых случаях допускается искривление линии движения шлейфов на 5—7°.

Полив обычно начинают с одного конца участка и заканчивают на противоположном. После полива на последней позиции

шлейфы транзитом возвращаются на исходные позиции и подготавливаются к очередному поливу.

В практике орошения могут быть случаи, когда одно или два поля в данный момент поливать не требуется. Тогда шлейфы через эти поля перевозят без полива. Возможное несовпадение сроков полива следует учитывать при проектировании расположения культур в пределах орошаемых севооборотов с таким расчетом, чтобы по возможности избежать холостых проездов шлейфов или же свести их к минимуму.

Шлейф ДШ-25/300 проходит государственные испытания.

ДВУХКОНСОЛЬНАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА ДДА-100МА

Машина предназначена для полива дождеванием зерновых, овощных, кормовых и технических культур, а также ягодников, садов, лугов и пастбищ. Применять машину можно во всех зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить полив с повышенной интенсивностью дождя в движении сельскохозяйственных культур, размещаемых на относительно ровных участках, допускающих устройство открытой водопроводящей сети и не имеющих препятствий для прохождения фермы на ширине 110 м.

Устройство. Дождевальная машина состоит из трактора ДТ-75М, пространственной фермы с открылками и дождевальными насадками, рамы для крепления фермы на тракторе, насосной установки, гидроподкормщика, гидросистемы управления и системы освещения (рис. 54). Трактор ДТ-75М является самоходной опорой и источником энергии для насоса, гидравлической и электрической системы.

Для уменьшения скоростей движения агрегата в трансмиссии трактора ДТ-75М вместо увеличителя крутящего момента установлен ходоуменьшитель (рис. 55). Скорости движения машины при включенном ходоуменьшителе приведены в таблице 54.

Ферма представляет собой трехпоясную пространственную конструкцию, состоящую из двух консолей и трубчатого кольца в центре. В поперечном сечении ферма — равносторонний треугольник, размеры которого уменьшаются от центра к концам консолей. Длина фермы 110,3 м, высота в центре 3,075 м, в концах — 1 м. Каж-

Таблица 54. **Скорости перемещения ДДА-100МА**

Передача	Скорости движения (км/ч) при передачах ходоуменьшителя*			
	I	II	III	IV
Первая	0,32	0,68	1,57	3,34
Вторая	0,34	0,76	1,76	3,73
Третья	0,40	0,84	1,95	4,15
Четвертая	0,44	0,94	2,18	4,61
Задний ход	0,272	0,58	1,35	2,90

* В ходоуменьшителе имеются V, VI, VII передачи, включать которые нельзя.

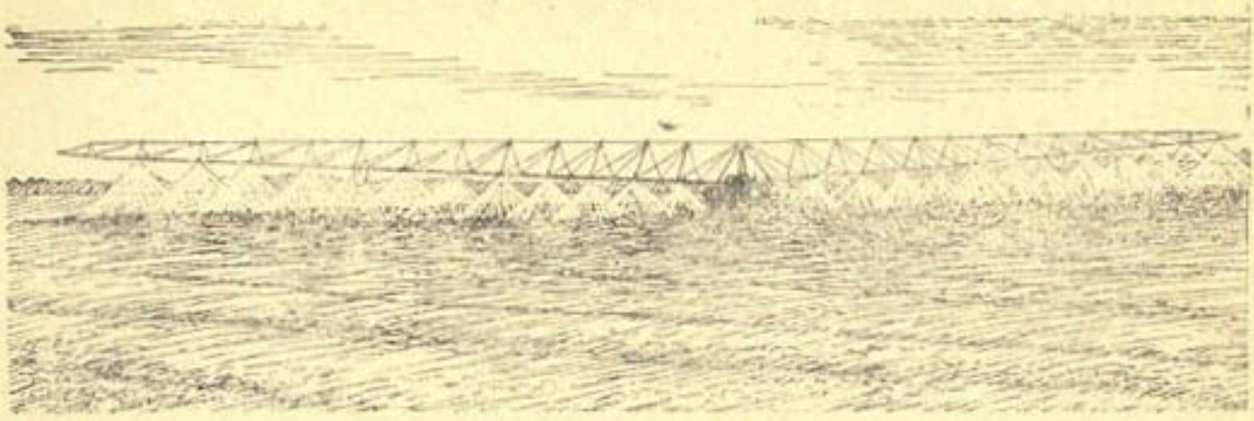


Рис. 54. Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА в работе.

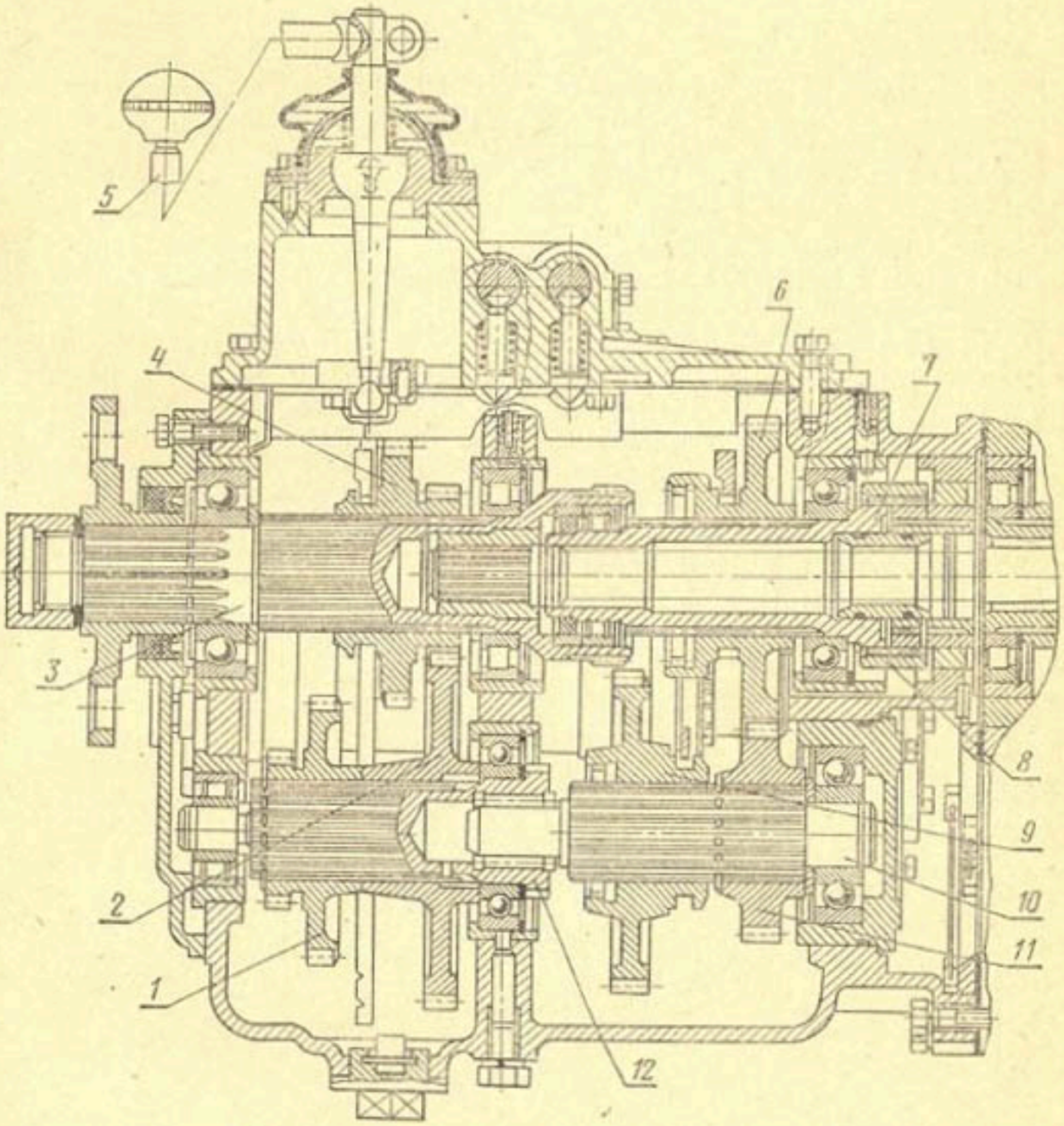


Рис. 55. Ходоуменьшитель агрегата ДДА-100МА (продольный разрез):

1 — блок шестерен промежуточного вала; *2* — шестерня промежуточного вала; *3* — ведущий вал; *4* — блок шестерен ведущего вала; *5* — рычаг переключения; *6* — шестерня ведомого вала; *7* — ведомый вал; *8* — зубчатая муфта; *9* — шестерня вала резервных скоростей; *10* — вал резервных скоростей; *11* — шестерня; *12* — промежуточный вал.

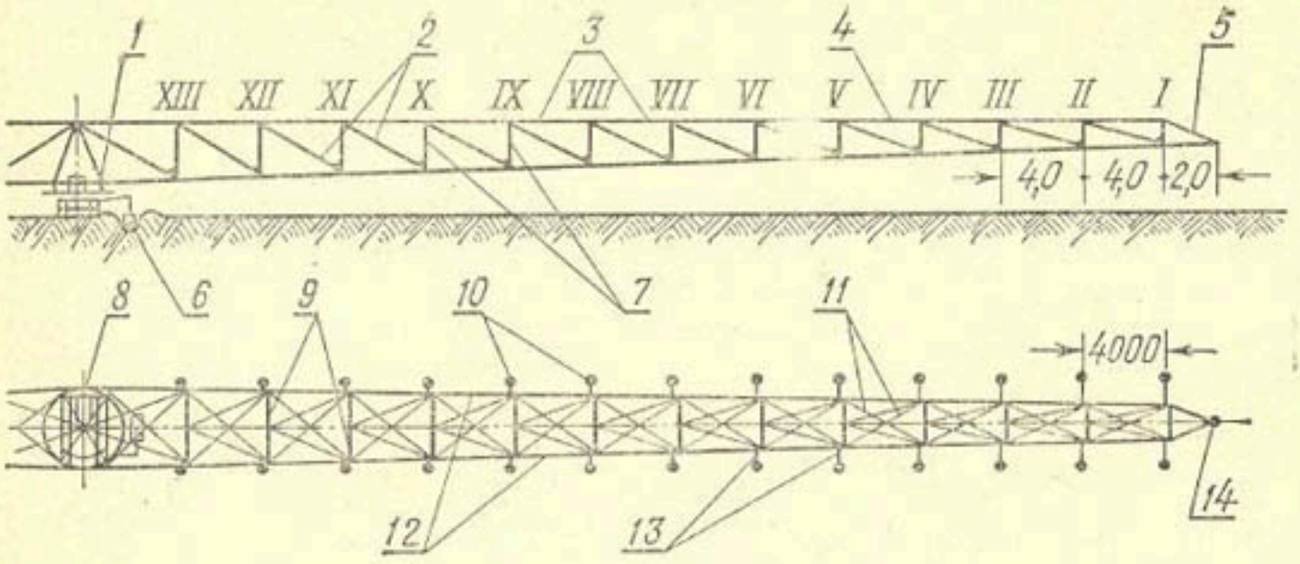


Рис. 56. Схема консоли агрегата ДДА-100МА:

1 — гидродомкраты; *2* — раскосы; *3* — панели; *4* — верхний пояс; *5* — концевая панель; *6* — плавучий клапан; *7* — стойки; *8* — поворотный круг; *9* — распорки; *10* — насадки; *11* — растяжки; *12* — трубы нижнего пояса; *13* — открылки; *14* — концевая насадка; *I—XIII* — номера панелей фермы.

дая консоль (рис. 56) состоит из XIII призматических и одной треугольной концевой панели. В каждую призматическую панель (рис. 57) входят по паре стоек, труб нижнего пояса, раскосов, растяжек, открылков и дождевальных насадок, кроме того, по одной распорке и по прутку верхнего пояса. В концевой панели сходятся два нижних пояса, которые оканчиваются насадкой. Концевая панель поддерживается прутком верхнего пояса. Для предохранения консолей фермы от поломок при ударах о землю на V панелях, считая с концов консолей, расположены опорные дуги.

Поворотное кольцо (рис. 58) опирается на четыре ролика, закрепленных на штоках гидравлических цилиндров, оно служит для принятия расхода воды от насоса и распределения его между че-

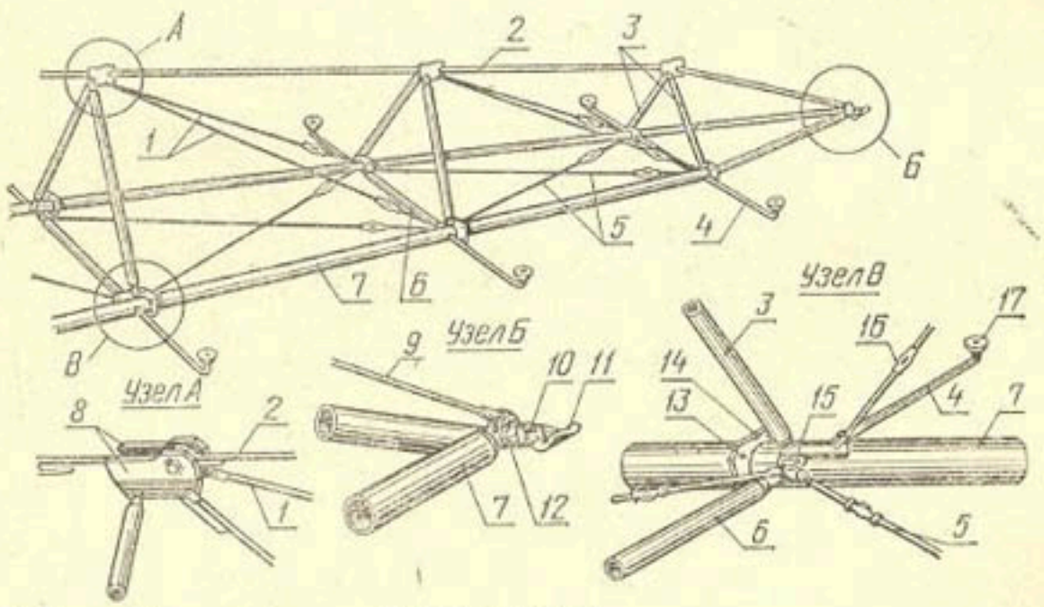


Рис. 57. Устройство фермы ДДА-100МА:

1 — раскосы; *2, 9* — стержень верхнего пояса; *3* — стойки; *4* — открылок; *5* — растяжки; *6* — распорка; *7* — труба нижнего пояса; *8, 15* — фасонки; *10* — концевая струйная насадка; *11* — рассекатель; *12* — ушко; *13* — фланец; *14* — резиновая прокладка; *16* — стяжная гайка; *17* — насадка.

тырьмя поясами консолей фермы, а также для ее поворота относительно вертикальной оси трактора при переездах агрегата на большие расстояния, через лесные полосы и другие препятствия.

На ферме установлены 52 короткоструйные дефлекторные насадки кругового действия с расходом по 2,3 л/с и две концевые секторные — по 5 л/с каждая (табл. 55).

Рама машины состоит из отдельных узлов: передних кронштейнов (правый и левый), задних опоры и балки, которые воспринимают нагрузку от гидроцилиндров и передают на корпус трактора.

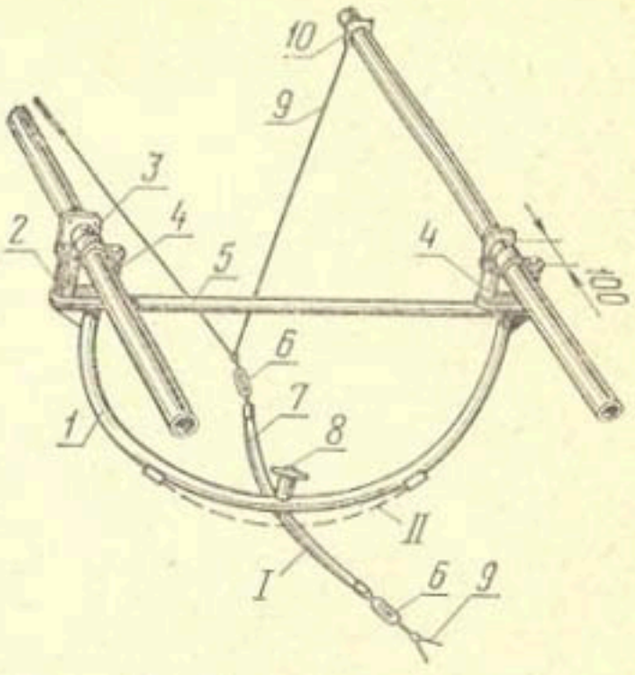


Рис. 58. Опорная дуга ДДА-100МА:

1 — дуга; *2* — пружина; *3* — скоба; *4* — стакан; *5* — стяжка; *6* — стяжная гайка; *7* — полозок; *8* — специальная гайка; *9* — растяжка; *10* — скоба фланца; *I* — положение полозка при транспортировке фермы; *II* — то же, при работе.

Насосная установка состоит из насоса с приводом, всасывающей линии с водозаборным плавучим клапаном, системы заливки насоса и приспособления для учета расхода воды. Центробежный насос специальным кронштейном соединен с понижающим приводом, который крепится к задней стенке моста трактора вместо вала отбора мощности (рис. 59).

Включается насос в работу из кабины трактора рукояткой вала отбора мощности.

Таблица 55. **Распределение дождевальных насадок по панелям фермы**

Панели	Диаметр выходного отверстия сопла насадок, мм	Число насадок
Концевая	22	2
I—II	14	8
III—IV	13	16
VII—XIII	12	28

Всасывающая линия (рис. 60) состоит из всасывающего трубопровода $d=200$ мм, двух шарнирных муфт, плавучего клапана, противовеса, кронштейна с гидроцилиндром.

Тракторист из кабины трактора регулирует положение плавучего клапана в оросителе в горизонтальной и вертикальной плоскостях за счет работы гидроцилиндра и шарнирных муфт. Плавучий клапан состоит из пустотелого корпуса, съемной сетки, горловины, клапана с двумя створками.

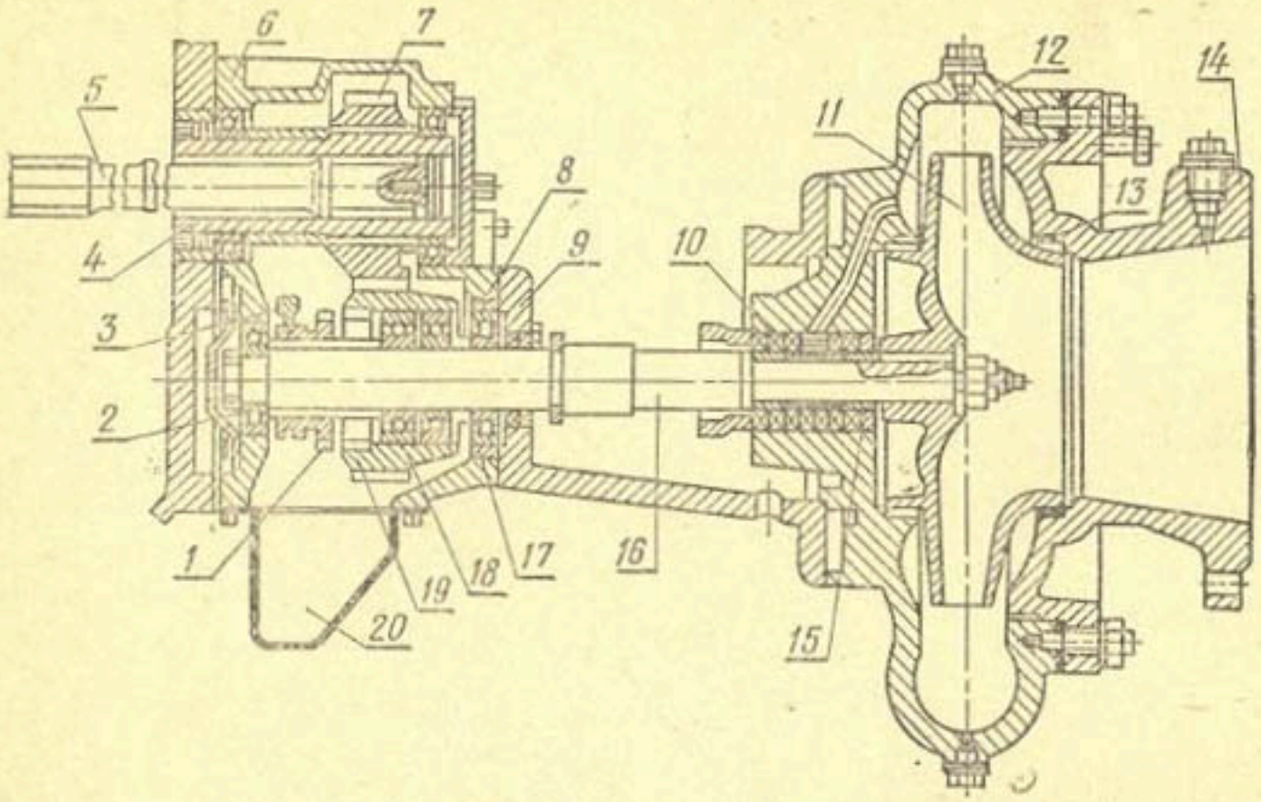


Рис. 59. Центробежный насос с приводом ДДА-100МА:

1 — подвижная муфта; *2* — шарикоподшипник; *3* — вилка; *4* — вал; *5* — ведущий вал; *6* — корпус привода; *7* — ведущая шестерня; *8* — стакан; *9* — кронштейн; *10* — сальниковая набивка; *11* — рабочее колесо; *12* — корпус насоса; *13* — защитное кольцо; *14* — всасывающий патрубок; *15* — защитная втулка; *16* — вал насоса; *17* — роликоподшипник; *18* — шарикоподшипник; *19* — ведомая шестерня; *20* — масляная ванна.

Глубину погружения плавучего клапана регулируют путем наполнения противовеса водой. Глубина погружения верха предохранительной сетки под горизонт воды должна быть не менее 100 мм. Минимальная глубина воды в канале 350 мм.

Всасывающая линия позволяет забирать воду из каналов, горизонт воды в которых может колебаться от уровня дороги движения трактора вверх на 400 мм и вниз на 600 мм.

Кронштейны с гидроцилиндром и блоком для троса служат для подъема и опускания всасывающего клапана при переездах дождевального агрегата с участка на участок.

Система для заливки водой насоса и всасывающей линии перед пуском агрегата состоит из газоструйного вакуум-аппарата, рычага, тяги, рукава.

При работе дизеля трактора выхлопные газы, проходя через газоструйный вакуумный аппарат, создают во всасывающей линии и насосе разреженное пространство, которое под действием атмосферного давления заполняется водой из оросителя. Включение и выключение газоструйного вакуум-аппарата, а также центробежного насоса производятся из кабины трактора.

Приспособление для учета расхода воды установлено на всасывающей линии, в нем пропорционально скорости движения воды в трубопроводе вращается шестилопастная крыльчатка. Частота вращения крыльчатки фиксируется счетным механизмом. Цена одного деления правого крайнего диска соответствует расходу 1,1 м^3.

Гидроподкормщик (рис. 61), прикрепленный к левому кронштейну навески фермы, предназначен для внесения растворимых

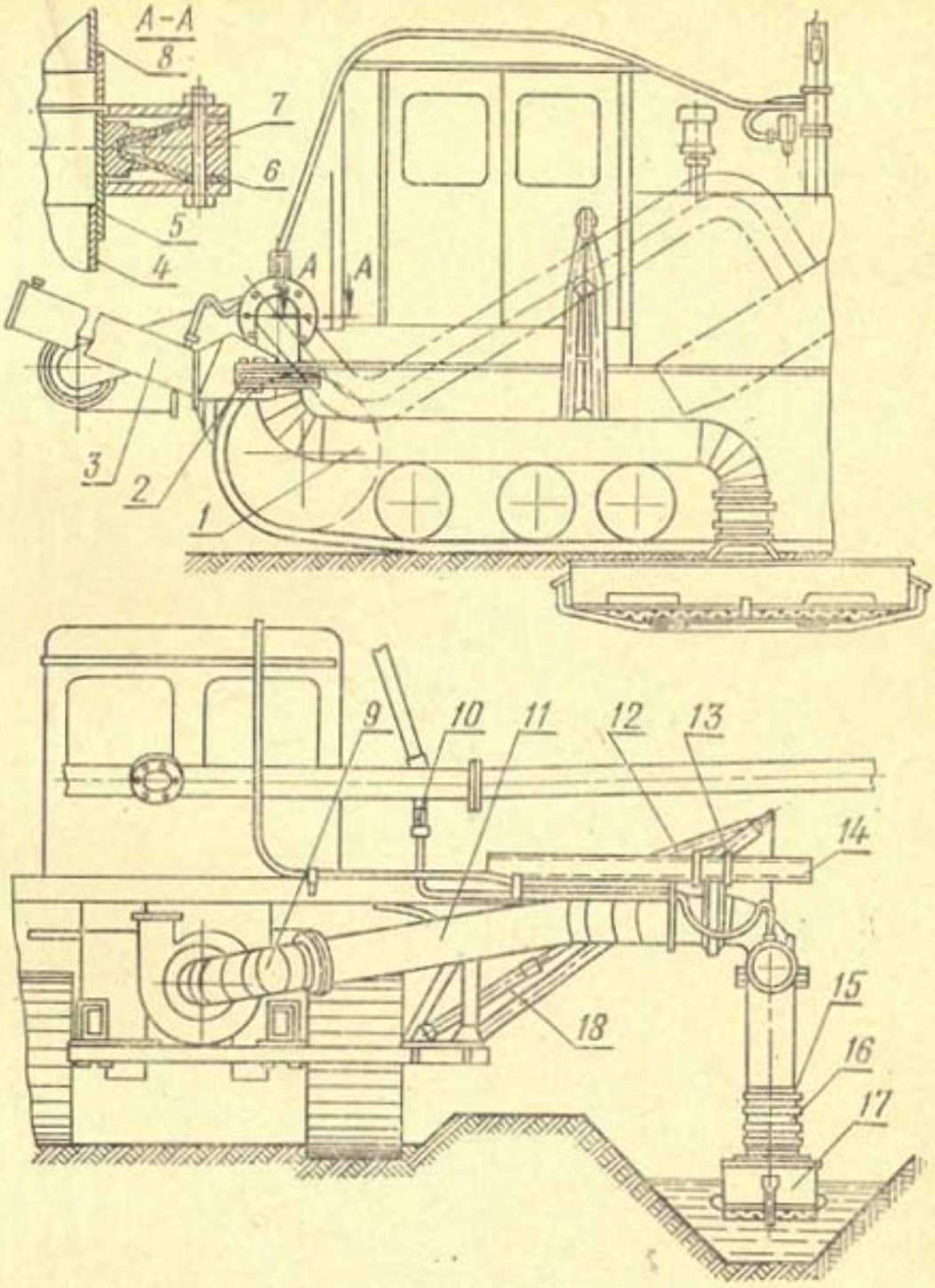


Рис. 60. Всасывающая линия агрегата ДДА-100МА:

1, 9, 11 — трубы; *2, 7* — шарнирные муфты; *3* — противовес; *4, 5, 8* — патрубки; *6* — прокладка резиновая; *10* — вентиль; *12* — стрела; *13* — стремянка; *14* — консольная балка; *15* — хомут; *16* — резиновый рукав; *17* — плавучий клапан; *18* — гидроцилиндр.

минеральных удобрений с поливной водой. Наибольшая масса одной загрузки удобрений 100 кг, минимальное время опорожнения 20—23 мин, максимальная производительность 510 кг/ч, масса гидроподкормщика 90 кг. Вода для растворимых удобрений подается в гидроподкормщик из напорной линии агрегата. Раствор удобрений из нижнего бака поступает во всасывающую линию, в центробежном насосе перемешивается с поливной водой и далее распределяется по площади полива.

Гидравлическая система состоит из четырех поршневых гидроцилиндров регулирования положения консолей фермы, одного

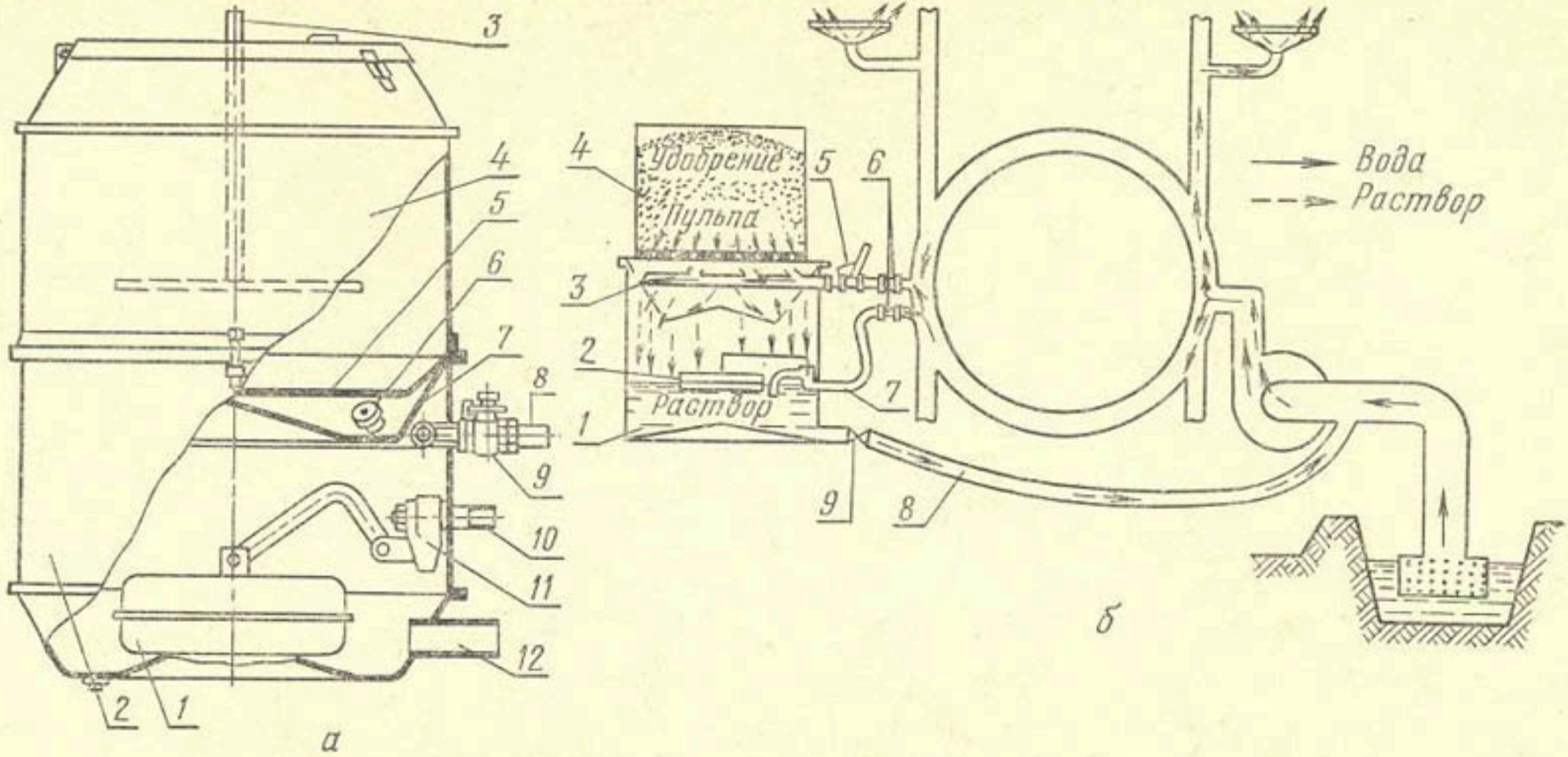


Рис. 61. Гидроподкормщик агрегата ДДА-100МА:

а — подкормщик; *1* — поплавок; *2* — нижний смесительный бак; *3* — указатель уровня удобрений; *4* — верхний бак с крышкой; *5* — сетка; *6* — насадка; *7* — дозатор; *8, 10* — подводящие патрубки; *9* — дозирующий кран; *11* — запорный клапан; *12* — отводной патрубок; *б* — схема работы подкормщика; *1* — нижний смесительный бак; *2* — запорный клапан; *3* — насадка и дозатор; *4* — бункер; *5* — дозирующий кран; *6* — входной вентиль; *7* — труба; *8* — отводящая труба; *9* — кран.

поршневого гидроцилиндра одностороннего действия для подъема всасывающей линии, делителя потока и маслопроводов, соединенных с гидравлической системой трактора.

Маслопроводы гидравлических цилиндров выравнивания консолей фермы подсоединены к среднему золотнику, а гидравлический цилиндр подъема всасывающего клапана — к правому золотнику распределителя.

Осветительная система служит для обеспечения работы агрегата в темное время суток, она состоит из четырех фар трактора, двух фар дополнительных и электропроводки. Дополнительные фары устанавливают по одной на консоли для освещения опорных дуг. Фары соединяются с источником тока на тракторе по однопроводной системе. Ороситель и поплавок освещаются правой задней фарой трактора.

Двухконсольная дождевальная машина ДДА-100МА создана на базе ДДА-100М, последняя еще эксплуатируется в хозяйствах. Ниже приведена техническая характеристика ДДА-100М и ДДА-100МА.

Техническая характеристика двухконсольных дождевальных машин

	ДДА-100М	ДДА-100МА
Расход воды, л/с	100	130
Полный напор, м	26,5	37,0
Частота вращения вала насоса, об/мин	1508	1687
Габаритные размеры, м:		
в рабочем положении		
длина	5,5	6,28
ширина	110,3	110,3
высота	4,6	4,83
в транспортном положении		
длина	110,3	110,3
ширина	4,8	4,85
высота	4,6	4,83
Скорость движения машины, км/ч:		
рабочая — вперед	0,445	До 1,03
рабочая — задний ход	0,565	0,575
транспортная	4,30	4,55
Слой осадков за 1 проход машины, мм:		
вперед	6,7	3,8
назад	5,3	6,8
Масса машины без трактора, кг	4160	4240
Масса машины с заправленным трактором, кг	10 000	10 790
Обслуживающий персонал, чел.	1	1

Технологические схемы работы. Оптимальной технологической схемой является полив с головы оросителя. К приходу машины в голову оросителя первый бьеф должен быть заполнен водой до рабочей отметки. Во время последнего прохода агрегата заполняется водой следующий бьеф. Чтобы обеспечить более высокий коэффициент использования рабочего времени, число проходов при данной технологической схеме должно быть нечетным.

Таблица 56. Технологические схемы расстановки и работы дождевальных машин ДДА-100МА на поливе сельскохозяйственных культур

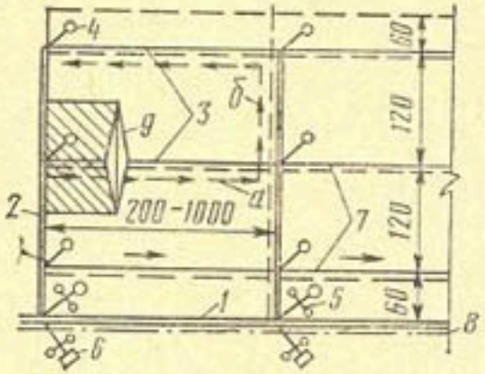
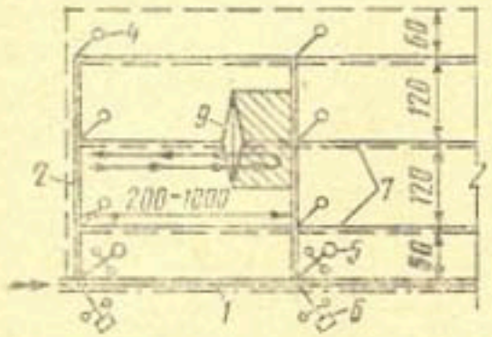
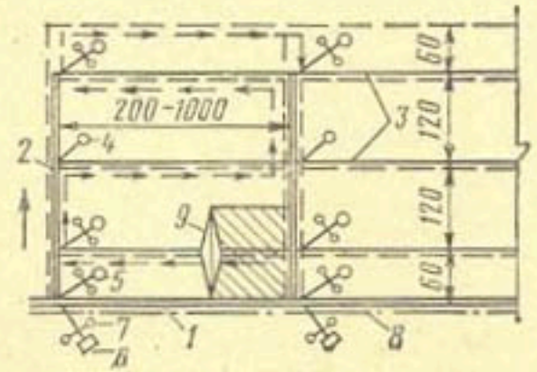
Схема расстановки и перемещения машин	Описание схемы работы	Достоинства схемы	Недостатки схемы	Примечание
Схема 1  	Дождевальная машина подъезжает к голове временного оросителя и начинает полив первого бьефа. Во время последнего прохода по бьефу заполняется водой следующий бьеф После окончания полива карты, ДДА-100МА в транспортном или рабочем положении фермы переезжает к голове следующего оросителя	В связи с тем, что заполнение бьефов водой начинается с головы временного оросителя, потери воды на фильтрацию незначительны, устройства переездов в голове временных оросителей не требуется	Большая длина холостых перегонов при переезде с оросителя на ороситель, что снижает коэффициент использования сменного времени	С целью большей загрузки рабочего, обслуживающего агрегат (перенос и установка перегораживающего щитка), рекомендуется групповое использование машин ДДА-100МА с тем, чтобы рабочий обслуживал 2—3 машины

Схема II  	Временный ороситель заполняется водой, и ДДА-100МА начинает полив с конца временного оросителя. Во время полива последнего бьефа заполняется водой следующий ороситель. После окончания полива карты дождевальная машина переезжает в хвост следующего оросителя в транспортном или рабочем положении, в зависимости от рельефа, насаждений и т. д.	Несколько повышается коэффициент использования сменного времени, можно обойтись без устройства переездов в голове временного оросителя	Значительно увеличиваются потери воды на фильтрацию из канала	—
Схема III  	Полив производят попеременно на одном оросителе с головы, на другом — с хвоста	Повышается коэффициент использования сменного времени	Появляется необходимость устройства в голове временных оросителей трубчатых переездов, что значительно увеличивает стоимость оросительной сети	—

Примечание. *1* — магистральный канал; *2* — участковый ороситель; *3* — временные оросители; *4* — водовыпуски во временные оросители; *5* — водовыпуск в участковый ороситель; *6* — перегораживающее сооружение; *7* — эксплуатационные дороги; *8* — хозяйственная дорога; *9* — ДДА-100МА; *а* — рабочий гон машины; *б* — холостой перегон на следующую позицию (ороситель).

При работе агрегата, начиная с концевого бьефа, повышается коэффициент использования рабочего времени, но увеличиваются потери воды в канале. С оросителя на ороситель машина переезжает в рабочем положении, если на поле нет препятствий для прохождения фермы. Технологические схемы полива ДДА-100МА, их достоинства и недостатки приведены в таблице 56.

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

$$t = \frac{m}{0{,}06Q\beta}, \qquad (59)$$

где t — продолжительность полива площади, подвешенной к оросителю, мин; m — поливная норма, м³/га; Q — расход машины, л/с; β — коэффициент, учитывающий испарение в период полива (затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, %).

Коэффициент использования сменного времени приведен в таблице 57, производительность за час чистой работы — в таблице 58, сменная производительность — в таблице 59, а сезонная производительность — в таблице 60.

Технико-эксплуатационные данные. Ниже приведены технико-эксплуатационные показатели дождевальной машины ДДА-100МА.

Основные технико-эксплуатационные показатели дождевальной машины ДДА-100МА (по данным машиноиспытательных станций и научно-исследовательских институтов)

Коэффициент земельного использования	0,955
Допустимая скорость ветра при работе, м/с	5
Коэффициент эффективного полива:	
в движении	0,702
при позиционной работе	0,230
Удельное давление ходовой части дождевальной машины на грунт, МПа	0,070
Повреждаемость растений, %	—
Коэффициент готовности машины	0,94
Коэффициент готовности дождевателя	0,99
Коэффициент использования сменного времени	0,82
Коэффициент надежности технологического процесса	0,99
Коэффициент технического использования	0,94
Средняя наработка на отказ машины, ч	120,4
Средняя наработка на отказ дождевателя, ч	207,7

Структура эксплуатационного времени

Технологическое время	83,3
в том числе чистая работа	80,6
Технологическое обслуживание	1,5
Устранение нарушений технологического процесса	0,3
Время ежесменного технического обслуживания	4,8
Устранение отказов, поломок и неисправностей	0,7
Периодическое техническое обслуживание	0,6

Монтаж. Дождевальная машина ДДА-100МА поступает в хозяйство в комплекте с трактором. На трактор установлены коробка

Таблица 57. **Коэффициент использования сменного времени машиной ДДА-100МА в зависимости от длины гона**

Поливная норма, м³/га	Технологический коэффициент $K_{см}$	Плановый коэффициент использования сменного времени $K_{см.\ пл}$	Коэффициент использования времени суток $K_{сут}$	Коэффициент потери времени на перебазирование $K_б$
		Длина гона 150—200 м		
200	0,60	0,58	0,52	0,97
300	0,67	0,65	0,58	0,98
400	0,71	0,69	0,61	0,98
500	0,74	0,71	0,64	0,98
600	0,76	0,73	0,66	0,99
700	0,78	0,75	0,67	0,99
800	0,79	0,76	0,68	0,99
900	0,80	0,77	0,69	0,99
1000	0,81	0,78	0,69	0,99
		Длина гона 200—300 м		
200	0,67	0,64	0,57	0,97
300	0,73	0,70	0,62	0,98
400	0,76	0,73	0,65	0,98
500	0,78	0,75	0,67	0,98
600	0,80	0,77	0,68	0,99
700	0,81	0,78	0,69	0,99
800	0,82	0,78	0,70	0,99
900	0,83	0,79	0,71	0,99
1000	0,83	0,80	0,71	0,99
		Длина гона 300—400 м		
200	0,72	0,69	0,61	0,97
300	0,77	0,73	0,66	0,98
400	0,79	0,76	0,68	0,98
500	0,81	0,78	0,69	0,98
600	0,82	0,79	0,70	0,99
700	0,83	0,79	0,71	0,99
800	0,84	0,80	0,72	0,99
900	0,84	0,81	0,72	0,99
1000	0,85	0,81	0,72	0,99

передач с ходоуменьшителем от трактора ДТ-75Б, насос, передние кронштейны рамы в сборе с крестовиной, задние кронштейны рамы в сборе с задней балкой и гидросистема. Поворотное кольцо, ферма, всасывающая линия, всасывающий клапан и другие узлы и детали отгружаются отдельными местами. Сборку машины проводят на специально выровненной площадке размером не менее 116×10 м и располагают так, чтобы в собранном виде машина могла проехать до орошаемого участка. Сборку агрегата выполняет бригада из 3—4 механизаторов. Ниже приведена последовательность монтажа.

Состав работ и трудоемкость (чел.-га) монтажа машины ДДА-100МА (по данным Союзоргтехводстроя)

Распаковка оборудования и проверка технического состояния	5
Сборка узлов конструкции	87
Испытание	9
Всего	101

На подставке высотой 0,5 м устанавливают поворотный круг. Связки панелей напорного трубопровода двухконсольной фермы, а также растяжек и раскосов раскладывают по обеим сторонам от поворотного круга согласно заводской инструкции. Фермы собирают на земле, затем автокраном устанавливают на трактор и окончательно собирают, затягивают и регулируют. В состав работ по сборке машины ДДА-100МА входит навешивание всасывающей линии с установкой всасывающей трубы, консольной балки, противовеса, резинового рукава, гидроцилиндра, фланца с резиновым клапаном, соединительных патрубков, газоструйного вакуум-аппарата, водоводов, поплавка.

Основное требование к монтажу фермы — прямолинейность поясов. Верхний пояс должен быть расположен горизонтально, а нижние — равномерно подниматься к концам ее. Отклонение верхних

Таблица 58. **Производительность ДДА-100МА за час чистой работы, га**

Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Поливная норма, м³/га								
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0	2,34	1,56	1,17	0,94	0,78	0,67	0,59	0,52	0,47
10	2,11	1,40	1,05	0,84	0,70	0,60	0,53	0,47	0,42
20	1,87	1,25	0,94	0,75	0,62	0,54	0,47	0,42	0,37

Таблица 59. **Сменная производительность ДДА-100МА при 7-часовой рабочей смене, га**

Длина гона, м	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Поливная норма, м³/га								
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000
150—200	0	9,45	7,05	5,63	4,68	4,00	3,50	3,11	2,80	2,54
	10	8,51	6,35	5,06	4,21	3,60	3,15	2,80	2,52	2,29
	20	7,56	5,64	4,50	3,74	3,20	2,80	2,49	2,24	2,03
200—300	0	10,45	7,60	5,96	4,91	4,18	3,63	3,21	2,88	2,61
	10	9,41	6,84	5,37	4,42	3,76	3,26	2,89	2,59	2,35
	20	8,36	6,08	4,77	3,93	3,34	2,90	2,57	2,30	2,09
300—400	0	11,25	8,00	6,22	5,08	4,30	3,72	3,28	2,94	2,65
	10	10,13	7,20	5,60	4,57	3,87	3,34	2,95	2,64	2,39
	20	9,00	6,40	4,97	4,06	3,44	2,97	2,62	2,35	2,12

Таблица 60. **Сезонная производительность ДДА-100М и ДДА-100МА при круглосуточном их использовании с различной длиной рабочего бьефа, га**

Природная зона	Ордината гидромодуля, л/с·га	ДДА-100МА			ДДА-100М		
		Рабочая длина гона					
		150	200 300 400	600 1000	150 200	300 400	600 1000
Лесная	0,20	255	300	—	195	230	—
	0,30	185	210	—	145	160	—
Лесная, лесостепная	0,40	145	160	—	110	125	—
Лесостепная, степная	0,50	115	125	135	90	100	105
Степная	0,60	100	105	110	75	80	85
Степная, полупустынная	0,70	85	90	92	65	70	70
Полупустынная	0,80	75	80	80	55	60	60
	0,90	65	70	70	50	50	55
Пустынная	1,00	55	60	60	45	45	45

и нижних поясов двух смежных панелей от прямой линии не должно превышать 20 мм, разница в положении концов консолей в вертикальной плоскости — 100 мм.

В вертикальной плоскости фермы регулируют раскосами, в горизонтальной — растяжками при незатянутых гайках болтов фланцевых соединений труб нижнего пояса. По окончании регулировки гайки затягивают. Величины усилий, приложенных к середине раскосов или растяжек, и стрелы прогиба должны соответствовать данным, приведенным в таблице 61.

Таблица 61. **Величины усилий и стрелы прогиба растяжек в зависимости от номера панели**

Номер панели	Усилие, Н	Стрела прогиба, мм	
		раскосы	растяжки
I—III	0,10	40—60	20—30
IV—IX	0,16	30—40	20—30
X—XIII	0,20	20—30	20—30

Концевые насадки устанавливают после опробования агрегата с водой и промывки поворотного кольца и труб нижних поясов. Для равномерного распределения воды по ширине насадки располагают так, чтобы отверстия увеличивались от середины фермы к ее концам.

По требованию заказчика в комплект машины входит приспособление для внесения минеральных удобрений.

На всасывающем трубопроводе агрегата находится приспособление для учета вылитой воды.

Техническое обслуживание дождевальной машины ДДА-100МА. Оно состоит из комплекса планово-профилактических мероприятий.

В зависимости от сезонной загрузки предусматривается проведение первого планового технического обслуживания (СТО-1) перед началом поливного сезона, ежесменного технического обслуживания (ЕТО), периодического технического обслуживания (ПТО) после 240 ч работы машины и второго планового технического обслуживания (СТО-2) после окончания поливного сезона. Ниже приведены основные операции и последовательность их выполнения по видам технического обслуживания.

Первое плановое техническое обслуживание (СТО-1)

Узлы машины	Выполнить операции ЕТО и ПТО, установив на агрегат снятые на хранение узлы
Насадки	Расконсервировать и установить на агрегат
Открылки	То же
Газоструйный вакуум-аппарат	» »
Ферма	Освободить ферму от растяжек, выбить заглушки, навесить ферму на трактор и дооборудовать узлами, снятыми на хранение

Примерная трудоемкость выполнения операций — 5,62 чел.-ч

Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)

Задний подшипник вала насоса	Нагнетать масло через отверстие в кронштейне
Кронштейн насоса	Проверить крепление и при необходимости подтянуть
Раскосы и растяжки фермы	Проверить надежность креплений
Всасывающая линия	Проверить герметичность (уровень воды в заполненном, но неработающем насосе должен оставаться постоянным в течение 5—6 мин)
Вакуумная система	С помощью вакуум-аппарата всасывающая линия должна заполняться водой не более чем за 3 мин при разряжении в линии 0,04 МПа
Насадки	Проверить положение и состояние насадок, засорившиеся насадки прочистить
Всасывающий клапан	Очистить створки и сетку от грязи и мусора

Периодическое техническое обслуживание (ПТО)

Узлы машины	Выполнить операцию ЕТО
Раскосы, растяжки фермы	Смазать резьбовые соединения
Всасывающий клапан	Выполнить операции ЕТО
Переоборудованная коробка перемены передач и конечная передача	Проверить уровень масла щупом в заднем мосту трактора и при необходимости долить до контрольного отверстия

Привод насоса	Проверить уровень масла щупом и при необходимости долить
Ролики, поддерживающие поворотное кольцо фермы	Смазать через пресс-масленку
Амортизаторы опорных дуг	Смазать пружины
Ролики и ось гидроцилиндра подъема всасывающего клапана	Смазать через пресс-масленку
Откидные упоры поворотного кольца фермы	Смазать пружины
Шарнирные муфты всасывающей линии	Очистить полости муфт от песка, грязи и смазать через пресс-масленку до появления солидола в контрольных пробках
Приспособление для учета расхода воды	Смазать подшипники через пресс-масленку
Открылки	Смазать резьбовые соединения
Насос	Очистить насос; проверить зазор между рабочим колесом и уплотнительными кольцами (при зазоре больше 0,5 мм заменить изношенные детали). Отрегулировать затяжку сальника (допускается слабое подтекание воды)
Гидросистема подъема консолей фермы	Проверить скорость и равномерность подъема консолей

Примерная трудоемкость выполнения операций — 3,54 чел.-ч.

Второе плановое техническое обслуживание (СТО-2)

Точки смазки машины	Выполнить операции ЕТО и ПТО
Насадки	Снять, очистить, законсервировать и сдать на склад
Открылки	Снять, очистить, законсервировать и сдать на хранение. Отверстия закрыть деревянными пробками или промасленной паклей
Насос	Слить воду, смазать рабочее колесо (сливные отверстия оставить открытыми)
Газоструйный вакуум-аппарат	Снять, очистить от нагара, законсервировать и сдать на хранение
Ферма	Снять с трактора, установить поворотным кольцом на деревянные подкладки высотой до 250 мм и расчалить проволочными растяжками и кольями

Примерная трудоемкость выполнения операций — 6,53 чел.-ч.

В процессе эксплуатации дождевальной машины ДДА-100МА возможны отказы, неисправности и разрегулировки.

Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправности и их причины	Способы устранения
Всасывающая линия и насос не заполняются водой:	
неисправен вакуум-аппарат	Проверить работу механизма поворота заслонки и перекрытие ею выходного отверстия вакуум-аппарата
проходит воздух во всасывающую линию или обратный клапан	Подтянуть все болтовые соединения, заменить прокладки, проверить клапан
неплотно прилегают створки всасывающего клапана	Очистить плоскости прилегания створок клапана от грязи, при необходимости сменить резину
Насос заметно снижает или вообще прекращает подачу воды в консоли:	
недостаточна глубина погружения всасывающего клапана	Погрузить клапан глубже, повторно заполнить водой насос и всасывающую линию
засорена сетка клапана	Очистить сетку или заменить ее
занижена частота вращения насоса	Увеличить частоту вращения двигателя
засорено рабочее колесо насоса	Разобрать насос и очистить колесо
увеличен зазор в уплотнительных кольцах насоса	Разобрать насос и заменить кольца
Сильно греется вал насоса из-за чрезмерной затяжки сальника или перекоса вала	Ослабить затяжку, предварительно набив сальник, установить правильно кронштейн насоса
Насадки работают плохо из-за их засорения	Отвернуть и прочистить насадки, при необходимости промыть консоли фермы
Шарнирные муфты всасывающей линии вращаются с большим трудом:	
попадает песок в полость муфты	Очистить муфту, внутреннюю полость заполнить свежим солидолом
чрезмерно затянуты болты муфты	Ослабить затяжку болтов, при необходимости заменить резиновые прокладки
Стойки и распорки фермы изогнуты из-за сильного натяжения раскосов и растяжек	Ослабить натяжение стержней, не допуская нарушения прямолинейности поясов фермы
Одна из консолей постоянно перетягивает другую из-за накопления ила в ней	Отвернуть концевую насадку и промыть консоль водой при форсированной частоте вращения

Продолжение

Неисправности и их причины	Способы устранения
Вода не поступает в приспособление для внесения минеральных удобрений из-за засорения подводящих трубопроводов	Отсоединить и прочистить трубопроводы

Хранение. Подготовка двухконсольных дождевальных машин к хранению заключается в следующем.

Промыть от грязи всасывающую и нагнетательную линии, проработав на чистой воде не менее 15—20 мин.

Освободить от воды насос через спускную пробку, находящуюся в нижней части корпуса, разобрать, очистить от грязи и мусора, смазать автолом.

Все сливные и клапанные отверстия (у поворотного кольца, насоса, всасывающего клапана) оставить открытыми.

Снять ферму с помощью автокрана грузоподъемностью 3 т и установить ее поворотным кольцом на деревянные подкладки. Ферму расчалить проволокой (диаметром 5—6 мм) в местах крепления опорных дуг и забитыми в землю деревянными кольями.

Повернуть открылки насадками вниз, а насадки снять и сдать на склад.

Все отверстия закрыть деревянными пробками или промасленной паклей.

Снять шланги гидросистемы, предварительно слив из нее масло, промыть, просушить, закрыть пробками и сдать на хранение на склад.

Снять все резинотканевые рукава, очистить, просушить и сдать на хранение на склад.

Заполнить солидолом с помощью шприца внутренние полости шарнирных муфт всасывающей линии до полного удаления влаги.

Смазать солидолом резьбовые части деталей.

Окрашенные части машины протереть промасленной ветошью, а места с поврежденной окраской зачистить и окрасить.

Состав работ и примерная трудоемкость при хранении, чел.-ч.

Подготовка к хранению:	
операции периодического технического обслуживания . .	12,3
консервация	16,4
всего	28,7
Снятие с хранения:	
операции периодического технического обслуживания . .	12,3
расконсервация	6,3
Всего	18,6

Техника безопасности. Опорные дуги фермы во время полива не должны скользить по земле.

Ремонт, осмотр, смазку, очистку необходимо проводить только после остановки дизеля трактора.

Не допускается транспортировка машины на буксире с включенной коробкой передач трактора.

Запрещается перевозка агрегата на буксире с включенной коробкой передач трактора.

Не допускаются к работе на машине посторонние лица, а также лица, не прошедшие технический минимум или инструктаж.

Кабина трактора должна быть изолирована от попадания в нее воды во время работы машины.

Во время работы или переездов машины хождение под фермой и по ферме запрещается.

Обслуживание трактора должно проводиться с учетом правил техники безопасности, изложенных в руководстве по эксплуатации трактора.

Запрещается работа машины в зоне, где возможно попадание струй воды на провода линий электропередач.

Запрещается осуществлять полив на транспортной скорости.

Запрещается использовать приспособление для внесения минеральных удобрений нерастворимых и имеющих посторонние примеси, а также ядовитые и взрывоопасные вещества и вещества, имеющие температуру, превышающую их точки кипения при давлении 0,07 МПа.

ДАЛЬНЕСТРУЙНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70

Машина (рис. 62) предназначена для полива с забором воды из открытой или закрытой оросительной сети дождеванием позиционно по кругу или сектору овощных, зерновых и технических культур, лугов и пастбищ, садов и лесопитомников.

Применяется во всех зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить полив дождеванием сельскохозяйственных культур при повышенной интенсивности дождя и при несильном ветре (до 2—3 м/с).

Машина (рис. 63) навешивается на трактор ДТ-75 и Т-74.

Рама сварной конструкции, изготовленная из труб прямоугольного сечения, на которой крепятся основные узлы дождевателя. На раме имеется устройство для присоединения к навесной системе трактора.

Для обеспечения устойчивости машины при хранении рама оборудована двумя лапами.

Насос-редуктор (рис. 64) состоит из насоса и редуктора, соединенных между собой общим валом. Редуктор одноступенчатый повышает частоту вращения рабочего колеса центробежного насоса до 2100 об/мин. Крутящий момент ведущему валу редуктора передается от ВОМ трактора через карданный вал.

Карданный вал (рис. 65) выполнен из двух шарниров, соединенных между собой шлицевым телескопическим устройством, что позволяет поднимть дождеватель в транспортное положение и навешивать его на тракторы ДТ-75 и Т-74.

Всасывающий трубопровод (рис. 66) служит для забора воды из оросительных каналов. Он представляет собой сварную металлическую трубу с двумя коленами и шарнирами. Один конец колена шарниром присоединяется к всасывающему патрубку центробежного насоса, к одному торцу второго колена трубопровода кре-

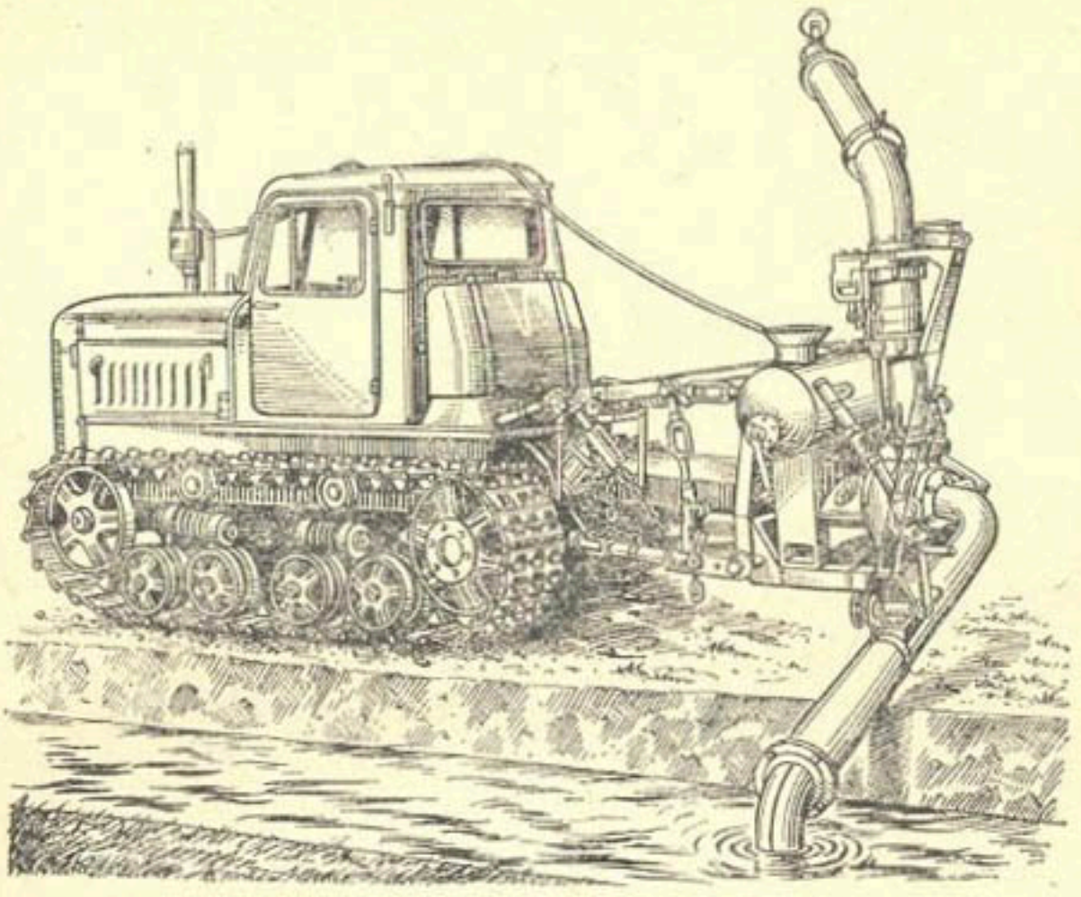


Рис. 62. Общий вид ДДН-70.

пится водозаборник с предохранительной сеткой, а ко второму торцу шарнирно крепится труба. Наличие двух шарниров на всасывающем трубопроводе позволяет забирать воду при левом или правом расположении дождевателя относительно оросителя.

Для подъема и опускания всасывающего трубопровода из рабочего положения в транспортное и обратно служит ручная лебедка, установленная на кронштейне трубопровода.

Газоструйный вакуум-аппарат (рис. 67) предназначен для заполнения всасывающего трубопровода и насоса водой перед пуском. Он устанавливается на выхлопной трубе трактора, который состоит из вакуум-аппарата, шланга, вентиля и специального клапана.

Червячный редуктор (рис. 68) передает вращение от ведущего вала насос-редуктора к входному валу механизма поворота ствола дождевателя. Он состоит из корпуса, червячного вала и колеса, крышки, втулок, вала, шарикоподшипников и манжеты. Манжета надежно защищает от попадания в редуктор воды и грязи.

Механизм поворота (рис. 69) дождевального аппарата состоит из эксцентрика, планки с собачкой, шестерни, напрессованной на стакан аппарата, к которому жестко крепится ствол дождевателя. На свободном плече рычага *7* закреплена ось *12*, несущая храповую собачку *11* с переключателем *13*. При качании рычага собачка входит в зацепление с храповиком, заставляя его, стакан *34* и ствол прерывисто вращаться по кругу. Кроме кругового вращения, ствол может передвигаться по сектору. При секторном поливе собачка переключается автоматически двумя упорами *26* в радиальных отверстиях на фланце колена *14*. Величину угла орошаемого сектора изменяют перестановкой упоров. Для фиксации ствола при холо-

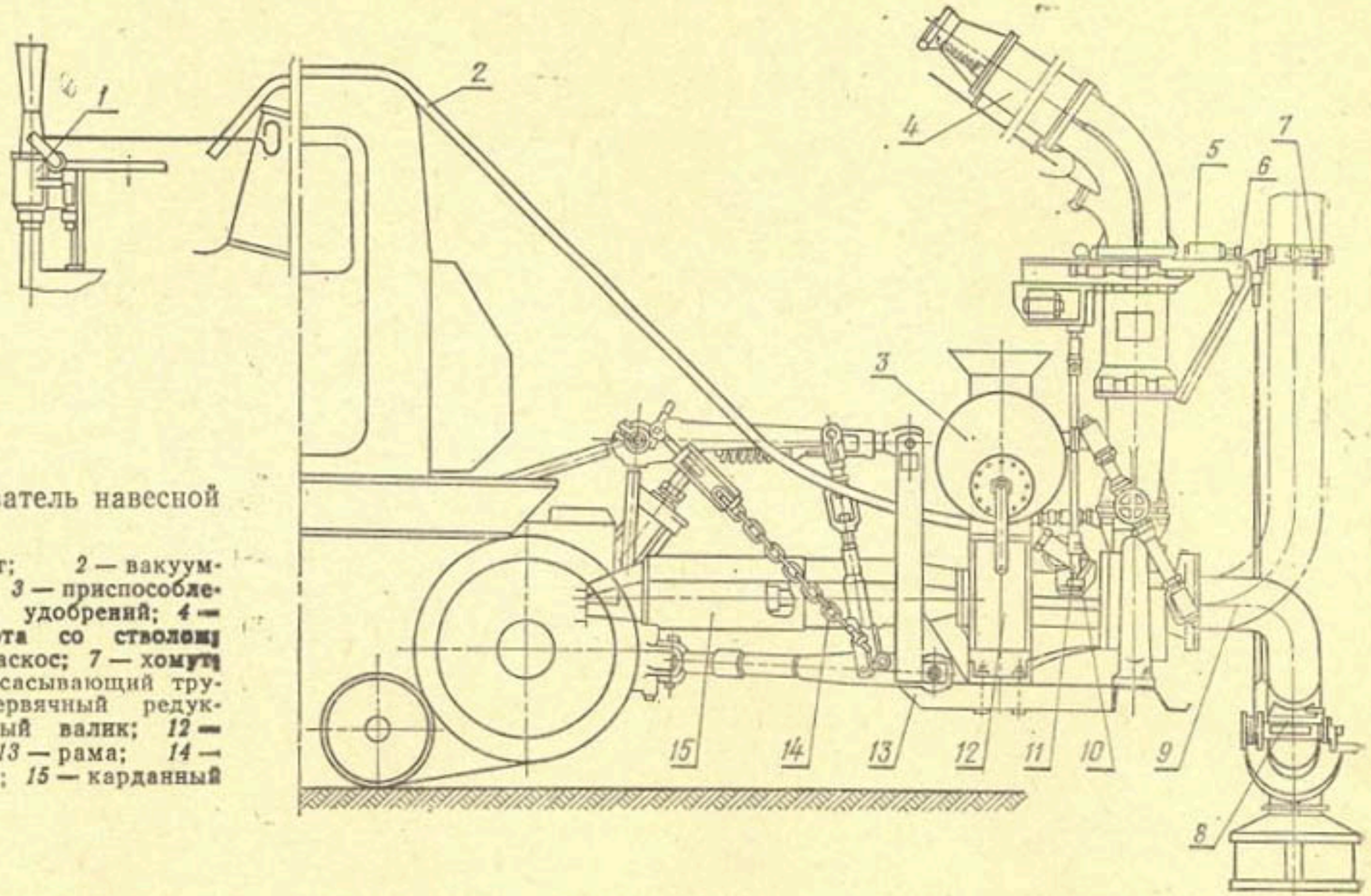


Рис. 63. Дождеватель навесной ДДН-70:

1 — вакуум-аппарат; *2* — вакуумный трубопровод; *3* — приспособление для внесения удобрений; *4* — механизм поворота со стволом; *5* — тормоз; *6* — раскос; *7* — хомут; *8* — лебедка; *9* — всасывающий трубопровод; *10* — червячный редуктор; *11* — шарнирный валик; *12* — насос-редуктор; *13* — рама; *14* — разгрузочные цепи; *15* — карданный вал с кожухом.

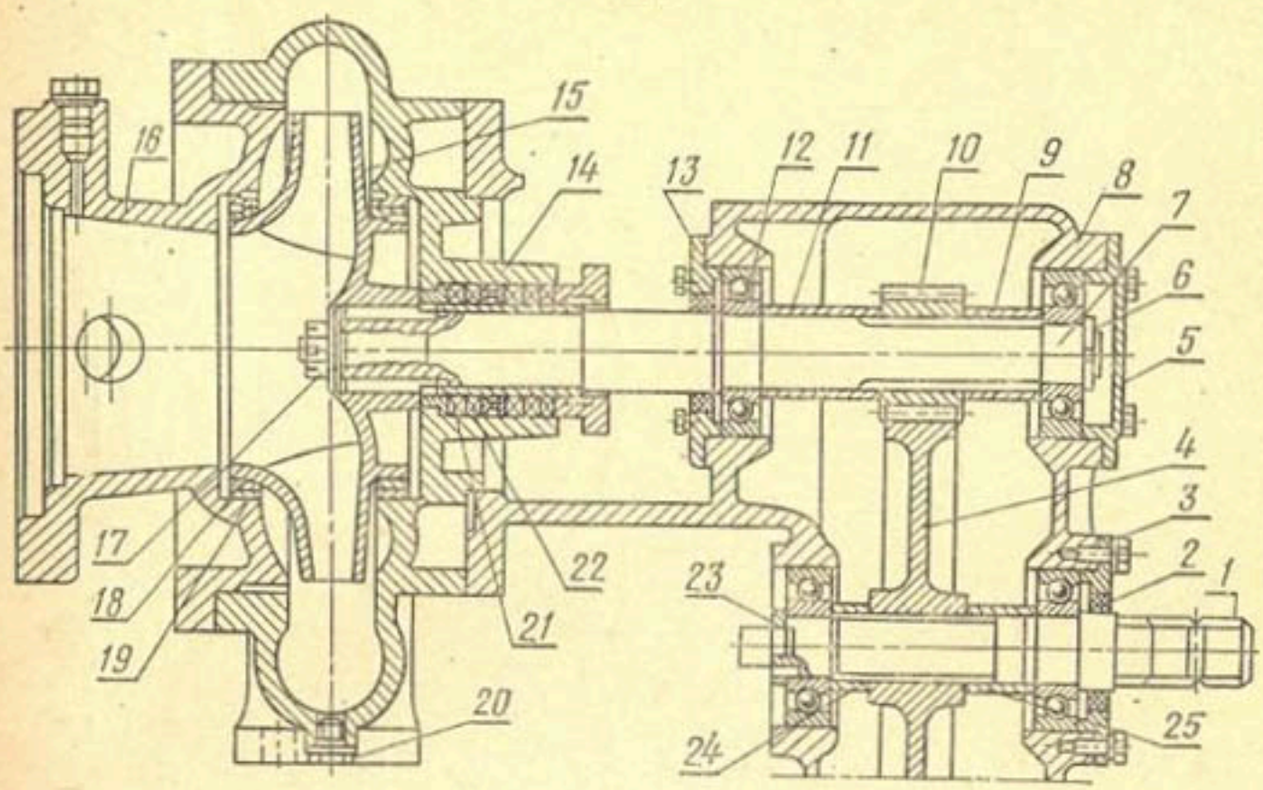


Рис. 64. — Насос-редуктор дождевателя ДДН-70:

1 — ведущий вал; *2* — манжета; *3, 5, 13* — крышки; *4, 10* — шестерни; *6, 23* — гайки; *7* — выходной вал; *8* — корпус; *9, 11, 24, 25* — распорные втулки; *12* — подшипник; *14* — корпус насоса; *15* — рабочее колесо; *16* — всасывающий патрубок; *17* — корончатая гайка; *18, 19* — уплотнительные кольца; *20* — пробка; *21* — защитная втулка; *22* — сальниковое уплотнение.

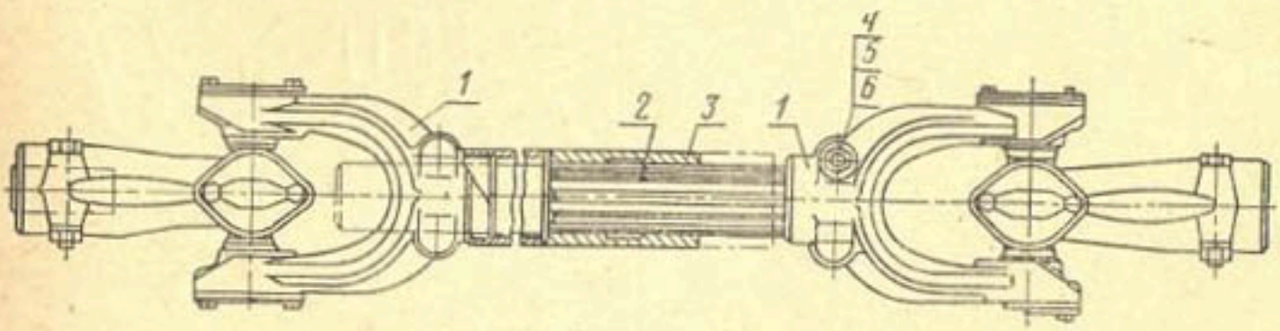


Рис. 65. Карданный вал дождевателя ДДН-70:

1 — шарниры; *2* — шлицевой вал; *3* — втулка; *4* — болт; *5* — гайка; *6* — шплинт.

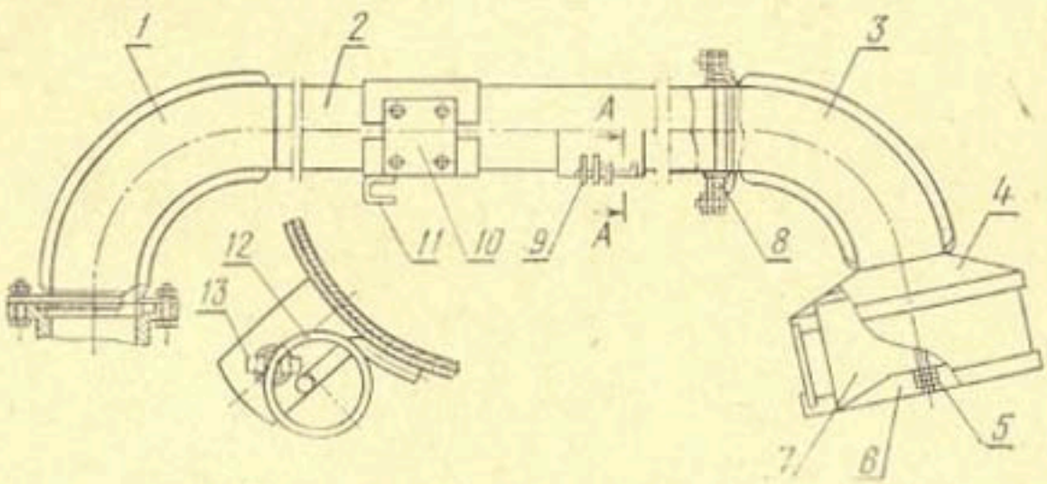


Рис. 66. Всасывающий трубопровод дождевателя ДДН-70:

1, 3 — колена; *2* — основная труба; *4* — водозаборник; *5* — гайка; *6* — основание; *7* — сетка; *8* — манжета; *9* — ушко; *10* — кронштейн; *11* — крючок; *12* — кольцо; *13* — палец.

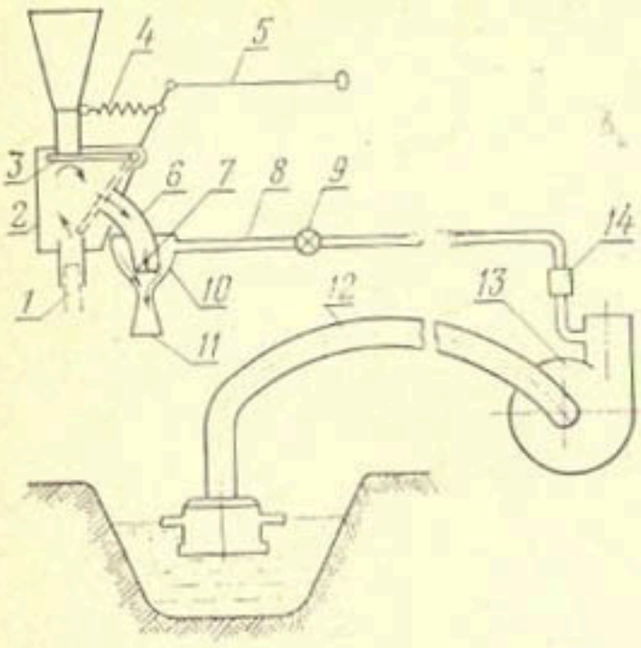


Рис. 67. Схема работы газоструйного вакуум-аппарата:

1 — выхлопная труба двигателя; *2* — корпус аппарата; *3* — заслонка; *4* — пружина; *5* — тяга; *6* — колено; *7* — сопло; *8* — шланг; *9* — кран; *10* — камера разрежения; *11* — диффузор; *12* — всасывающая линия; *13* — насос; *14* — специальный клапан.

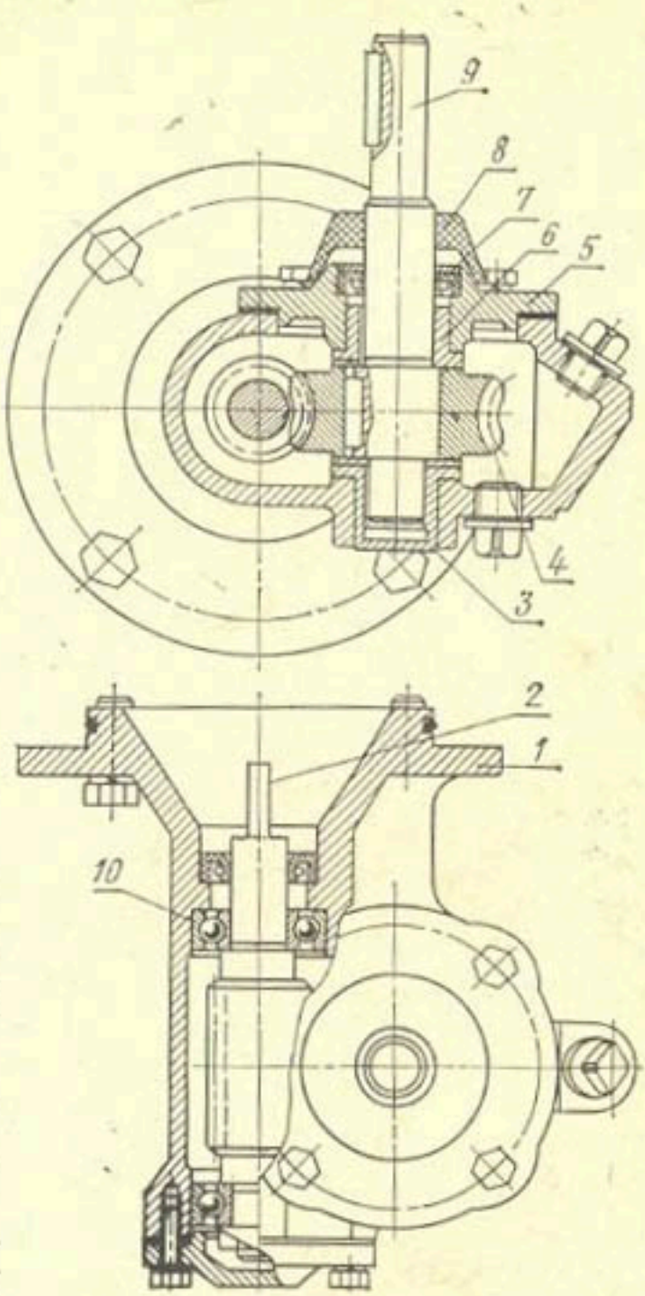


Рис. 68. Червячный редуктор дождевателя ДДН-70:

1 — корпус; *2* — червячный вал; *3, 6* — втулки; *4* — червячное колесо; *5* — крышка; *7* — манжета; *8* — колпак; *9* — вал; *10* — шарикоподшипник.

стом ходе собачки на захват следующего зуба храпового колеса сделан тормозной упор *29* с фрикционной накладкой *27*, с пружиной *30*.

Машина имеет два сопла — малое и большое. Оба сопла закрываются клапанами, перекрывающими доступ воздуха в машину при заполнении насоса водой перед запуском.

Водомерное устройство *4* работает по принципу измерения частоты вращения вала насоса. Цена одного деления счетчика при диаметре сопл: 55 мм — 0,25 м³, 45 мм — 0,19 м³, 35 мм — 14 м³. Счетчик позволяет проводить отсчет до 9999,9 оборота. Затем это показание счетчика сбрасывается до нуля, отсчет начинается снова.

Гидроподкормщик (рис. 70) предназначен для внесения растворимых минеральных удобрений с поливной водой. Он состоит из бака, шнека напорной и всасывающей линий. Минеральные удобрения засыпают через горловину в бак, затем закрывают ее крышкой, открывают кран на напорной линии, бак наполняют водой и вручную поворачивают шнек. После растворения удобрений открывают вентиль на всасывающей линии, раствор удобрений проходит

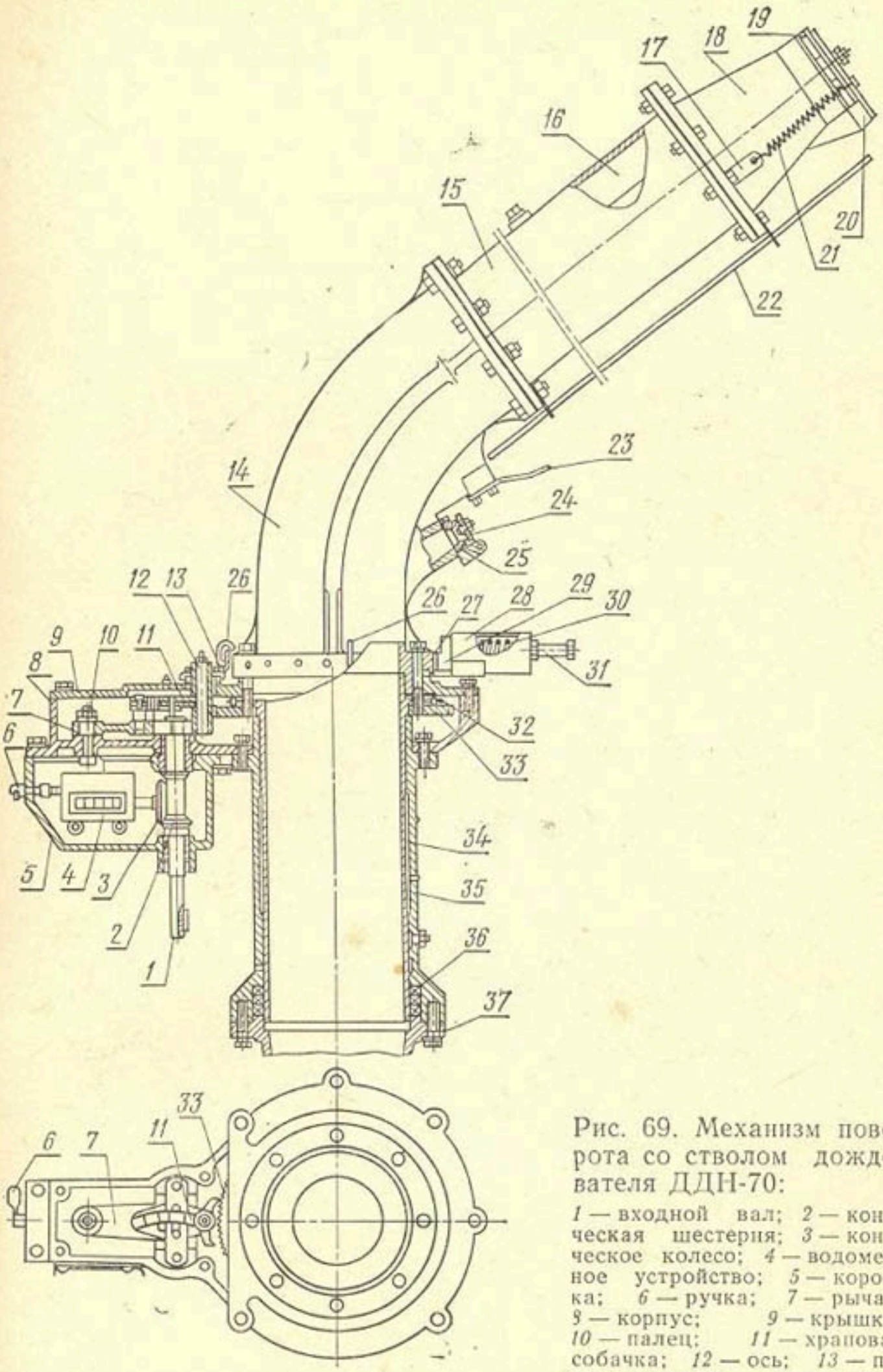


Рис. 69. Механизм поворота со стволом дождевателя ДДН-70:

1 — входной вал; *2* — коническая шестерня; *3* — коническое колесо; *4* — водомерное устройство; *5* — коробка; *6* — ручка; *7* — рычаг; *8* — корпус; *9* — крышка; *10* — палец; *11* — храповая собачка; *12* — ось; *13* — переключатель; *14* — колено; *15* — труба; *16* — выпрямитель; *17* — кронштейн; *18* — конфузор; *19* — большое сопло; *20* — большой клапан; *21* — пружина; *22* — рычаг; *23* — лопатка; *24* — малый клапан; *25* — малое сопло; *26* — упор; *27* — накладка; *28* — корпус тормоза; *29* — упор; *30* — пружина; *31* — регулировочный болт; *32* — упорный подшипник; *33* — храповое колесо; *34* — стакан; *35* — корпус стакана; *36* — манжета; *37* — переходной патрубок.

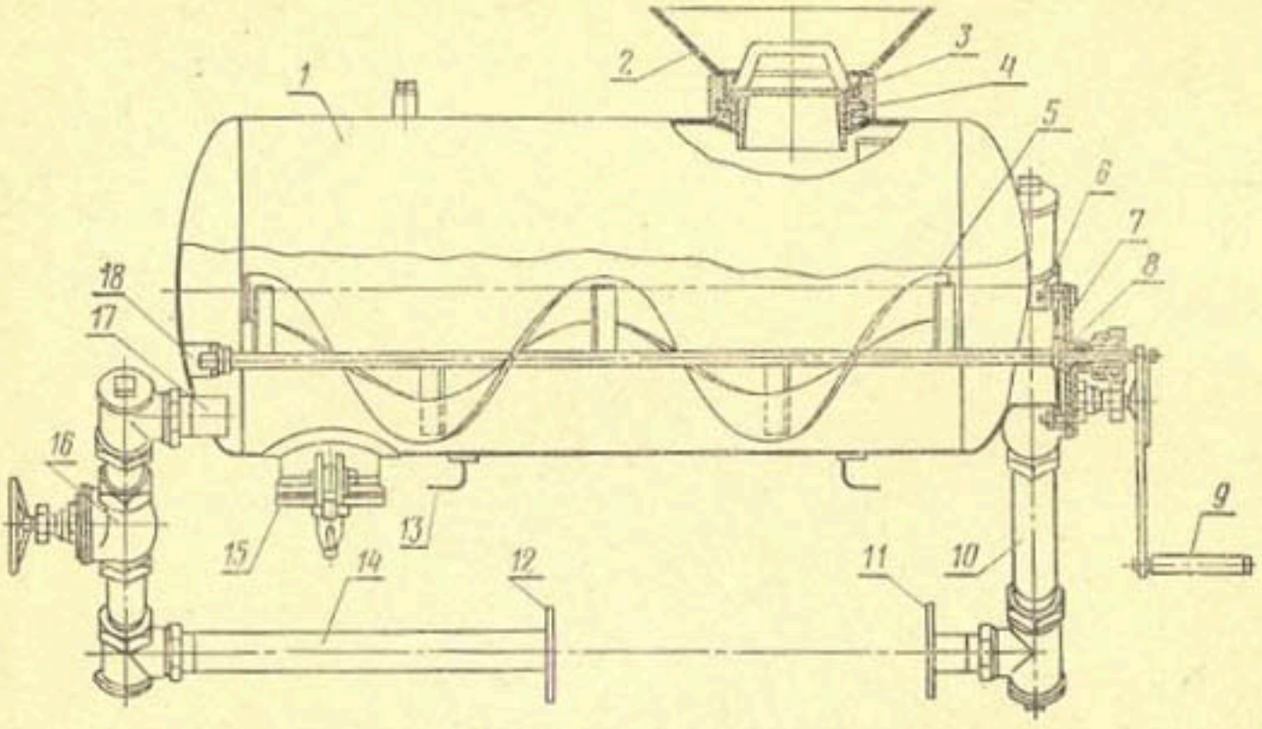


Рис. 70. Гидроподкормщик навесных машин ДДН-70 и ДДН-100:
1 — бак; *2* — горловина; *3* — заглушка; *4* — манжета; *5* — шнек; *6* — патрубок; *7* — крышка; *8, 18* — подшипники; *9* — рукоятка; *10, 14* — трубы; *11, 12* — фланцы; *13* — кронштейн; *15* — люк; *16* — вентиль; *17* — штуцер.

через центробежный насос, перемешивается с поливной водой и распределяется по площади захвата поливом.

Техническая характеристика ДДН-70

Расход воды, л/с	65
Напор, м	52
Радиус полива по крайним каплям (при ветре до 1 м/с), м	69,5
Расстояние между оросителями, м	100
Расстояние между позициями, м:	
при поливе по кругу	110
при поливе по сектору	60
Средний слой дождя (с перекрытием), мм/мин:	
при поливе по кругу	0,36
при поливе по сектору (240°)	0,53
Средний диаметр капель, мм	1,5
Диаметр сопл, мм:	
основного	54
сменных	35, 45
малого	16
Агрегатируют с тракторами	Т-74; ДТ-75, ДТ-75М
Частота вращения ВОМ, об/мин	540
Транспортная скорость, км/ч	До 10
Габариты (без трактора), мм:	
в рабочем положении	2735×3635×3050
в транспортном положении	2710×1440×3600
Масса (без трактора), кг	700

Для подачи воды от гидрантов закрытой оросительной сети находит применение оборудование бесканального питания дальнеструйной машины ДДН-70. В комплект оборудования входит:

водозаборное гидрофицированное устройство с клиновым водозаборником, водовод-питатель длиной 285 м с четырьмя клапанами-гидрантами, намоточное устройство с гидроприводом и ограничитель напора.

Оборудование вместе с машиной ДДН-70 навешивается на трактор ДТ-75.

Применение оборудования бесканального питания позволяет разредить сеть оросительных трубопроводов до 640 м с расположением на ней гидрантов на расстоянии 100 м друг от друга. На водоводе-питателе через 80 м расположены четыре клапана-гидранта.

Масса оборудования бесканального питания 468 кг.

Основной недостаток водовода-питателя: шов мелиоративной ткани выдерживает напор воды не более 3 м.

Дальнейструйная дождевальная машина ДДН-100

Машина предназначена для позиционного полива с забором воды из открытой оросительной сети дождеванием по кругу или сектору овощных, зерновых и технических культур, лугов и пастбищ, садов и лесопитомников.

Применяется во всех зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить полив дождеванием сельскохозяйственных культур при повышенной интенсивности дождя и при несильном ветре (до 2—3 м/с).

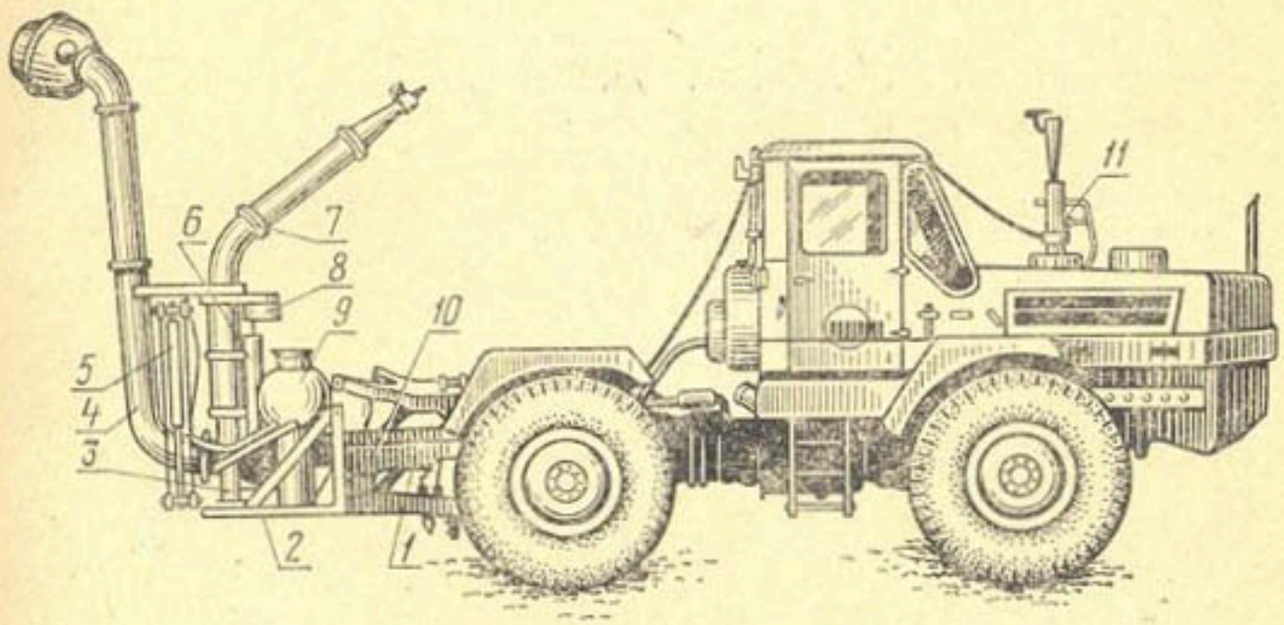


Рис. 71. Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-100 навесная на трактор Т-150К:

1 — разгрузочные цепи; *2* — рама; *3* — насос-редуктор; *4* — всасывающий трубопровод; *5* — гидроцилиндр; *6* — шарнирный валик; *7* — ствол; *8* — механизм поворота ствола; *9* — приспособление для внесения удобрений; *10* — карданный вал с кожухом; *11* — газоструйный вакуум-аппарат.

Устройство. Машина (рис. 71) навешивается на тракторы Т-150, Т-150К, Т-4А и ДТ-75М.

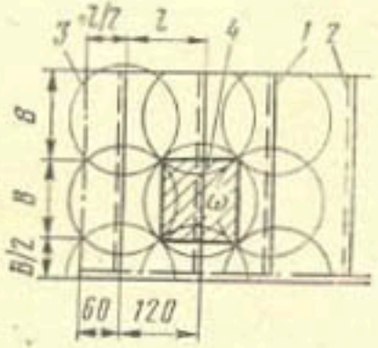
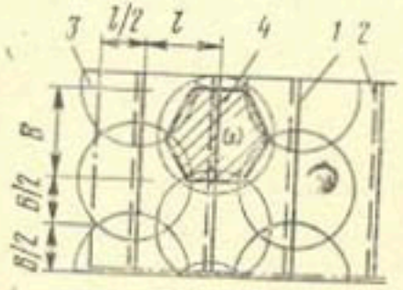
Техническая характеристика машины ДДН-100

	При работе с трактором			
	Т-150	Т-150К	Т-4А	ДТ-75М
Расход воды, л/с:				
в режиме машины	115		100	85
в режиме насосной станции	70—140		70—130	60—100
Диаметр рабочего колеса насоса 7К-100, мм	334		320	305
Напор, м:				
в режиме дождевания	65		65	65
в режиме насосной станции	75—40		70—30	60—30
Радиус полива по крайним каплям (при ветре до 1 м/с), м	85		85	75
Расстояние между позициями, м:				
при поливе по кругу	145		145	110
при поливе по сектору (240°)	70		70	55
Расстояние между оросителями, м	120		120	110
Средний слой дождя, мм/мин:				
при поливе по кругу	0,31—0,33		0,27—0,30	0,30—0,34
при поливе по сектору (240°)	0,57—0,65		0,38—0,55	0,38
Средний диаметр капель, мм	1,5		1,5	1,5
Диаметр сопл, мм:				
основного	65		56	54
сменных	56, 58, 60		54, 58	—
малого	20		20	20
Частота вращения ВОМ, об/мин	1000		1000	1000
Масса машин (без трактора), кг	800		800	800

Технологические схемы. Полив дальнеструйными машинами может проводиться по кругу (при прямоугольной или треугольной схеме расположения гидрантов) или по сектору. При скорости ветра 5 м/с на высоте флюгера качество дождя и полива резко снижается. При незначительных скоростях ветра рекомендуется схема работы по кругу, а при повышенной скорости ветра (2—3 м/с на высоте 2 м) — по сектору или по прямоугольной схеме.

Схема расстановки дождевальных машин ДДН-70, ДДН-100, а также достоинства и недостатки каждой из них приведены в таблицах 62, 63. Наиболее распространена схема полива машиной ДДН-70 по кругу с расстоянием между позициями 100×110 м, а при работе по сектору — 100×55 м. Для машины ДДН-100 можно рекомендовать схемы II и V.

Таблица 62. **Технологические схемы расстановки и работы дождевальной машины ДДН-100 на поливе сельскохозяйственных культур**

Схема расстановки и перемещения машин	Описание схемы работы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема I  	Полив по кругу при размещении позиций в вершинах квадрата $l=B=1{,}42R=120$ м. Эффективно политая с позиции площадь $\omega=1{,}44$ га	Обеспечивает необходимое качество полива при скоростях ветра 2—3 м/с	Большая интенсивность дождя, малая площадь эффективного полива
Схема II  	Полив по кругу при размещении позиций по треугольной схеме. Расстояние между оросителями равно $1{,}5R=120$ м, между позициями $B=1{,}73$, $R=145$ м. Применяется при ветре до 2 м/с. Эффективно политая площадь $\omega=1{,}75$ га	Обеспечивает хорошее перекрытие позиций и максимальную величину эффективно политой площади — 1,75 га, минимальная интенсивность дождя	Рекомендуется только при скоростях ветра до 2 м/с

Примечание. *1* — оросительные каналы или трубопроводы; *2* — полевые дороги; *3* — граница поля; *4* — эффективно политая площадь.

Таблица 63. **Технологические схемы расстановки и работы машины ДДН-70 на поливе сельскохозяйственных культур**

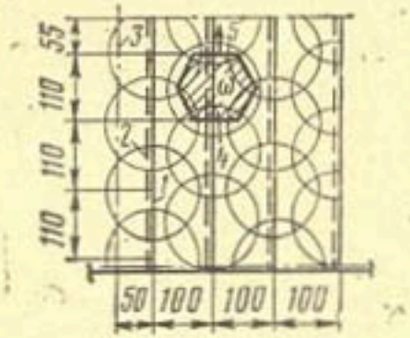
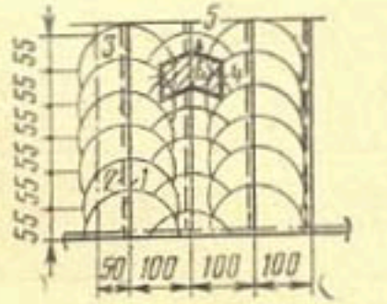
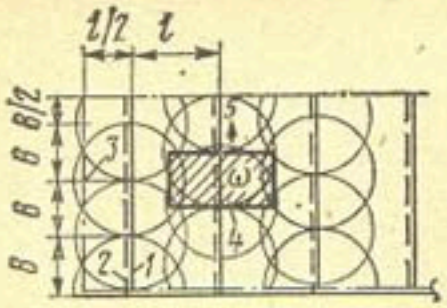
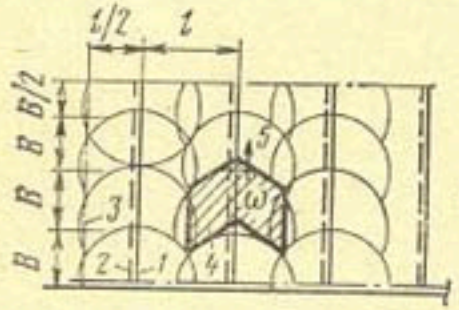
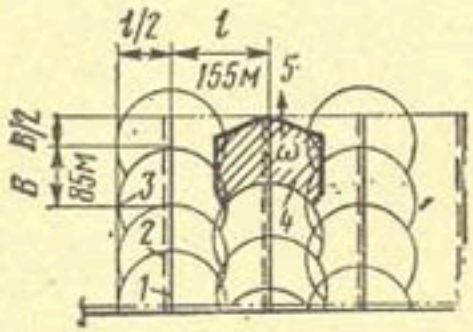
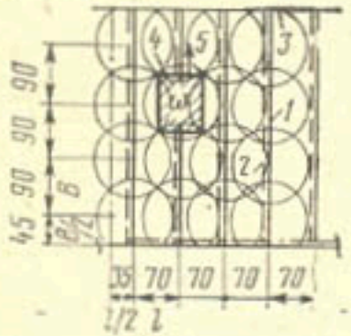
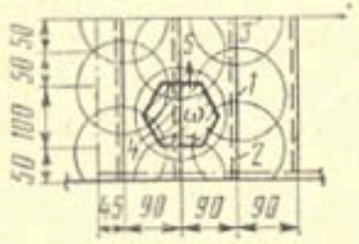
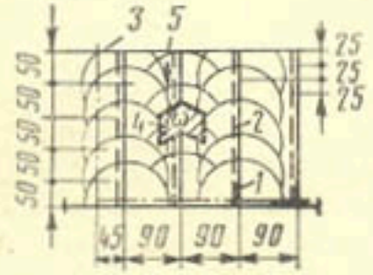
Схема расстановки и перемещения машины	Описание схемы работ	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема I 	Машина перемещается вдоль первого оросителя или трубопровода до конца поля, а возвращается вдоль следующего оросителя. Стояки, или гидранты, располагают в шахматном порядке по схеме 100×110 м	Сравнительно невысокая интенсивность дождя, минимальная протяженность оросительной сети. Площадь полива с позиции с учетом перекрытия — 0,94 га	Хорошее качество полива только при скорости ветра до 2 м/с
Схема II 	Машина работает по сектору с расположением позиций через 55 м в шахматном порядке, по схеме 100×55 м	Хорошее качество полива при скорости ветра 2—3 м/с (на высоте 2 м от поверхности земли)	Повышенная интенсивность дождя, большие затраты времени на вспомогательные операции (перемещение с позиции на позицию), малая площадь полива с позиции — 0,55 га

Схема III  	Полив проводится по кругу с двойным перекрытием участков. Позиции расположены в шахматном порядке. Рекомендуется при больших скоростях ветра	Надежное перекрытие участков дождем при скоростях ветра до 2—3 м/с	Большая интенсивность дождя, малая площадь, поливаемая с позиции, частые перестановки машины с позиции на позицию
Схема IV  	Полив проводится по сектору при прямоугольной схеме расположения позиций 145×85 м. Рекомендуется при больших скоростях ветра	Обеспечивается необходимое качество полива при скоростях ветра до 2—3 м/с	Малая площадь полива с позиции, низкий коэффициент $K_{см.пл}$, высокая интенсивность дождя
Схема V  	Полив проводится по сектору при расположении позиций в шахматном порядке	Достаточно надежное перекрытие позиций при увеличении площади, поливаемой с позиции, против схемы IV	Малая площадь полива с позиции, низкий коэффициент $K_{см.пл}$, высокая интенсивность дождя

Продолжение

Схема расстановки и перемещения машины	Описание схемы работ	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема **VI** 	Машина работает по кругу при прямоугольном расположении позиций (90×70 м), рекомендуется при преобладающей скорости ветра более 2 м/с	Обеспечивает необходимое качество полива при скоростях ветра 2—3 м/с	Большая интенсивность дождя, загущенная сеть водоводов, низкий коэффициент использования сменного времени, малая площадь полива с позиции — 0,63 га
Схема VII 	Машина работает по кругу по схеме 90×100 м с треугольным расположением позиций	Необходимое качество полива при скорости ветра до 2 м/с	Меньшее расстояние между водоводами, чем в схеме *I*, большая интенсивность дождя
Схема VIII 	Машина работает по сектору по схеме 90×50 м с треугольным расположением позиций	Необходимое качество полива при скорости ветра до 2—3 м/с	Большая интенсивность дождя, малая площадь полива с позиции, значительные затраты времени на переезды с позиции на позицию

Примечание. *1* — оросительные каналы или трубопроводы; *2* — полевые дороги; *3* — граница поля; *4* — эффективно политая площадь; *5* — направление перемещения машины.

Таблица 64. **Показатели работы машины ДДН-70 при различных схемах полива**

Показатели	Полив по кругу			Полив по сектору	
	треугольная схема		прямоугольная схема	треугольная схема	
	100×110	90×100	70×90	100×55	90×50
Расстояния 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 расчетная интенсивность дождя (без учета перекрытия), мм/мин	0,25	0,25	0,35	0,50	0,50

Таблица 65. **Показатели работы машины ДДН-100 при различных схемах полива**

Показатели	Полив по кругу			Полив по сектору	
	прямоугольная схема	треугольная схема	прямоугольная схема	прямоугольная схема	треугольная схема
	120×120 м	120×145 м	145×85 м	145×85 м	155×85 м
Расстояния между оросителями, м	120	120	145	145	155
Площадь, поливаемая с одной позиции с учетом перекрытия, га	1,44	1,75	1,23	1,23	1,32
Средняя расчетная интенсивность дождя (без учета перекрытия), мм/мин	0,264	0,264	0,529	0,352	0,529

Продолжительность работы ДДН-70 и ДДН-100 на позиции (мин) зависит от рабочего расхода машины, поливной нормы и потерь воды на испарение в момент дождевания:

$$t = \frac{0,1m}{\rho\beta}, \qquad (60)$$

где t — время работы на позиции, мин; m — поливная норма, м³/га; ρ — интенсивность дождя, мм/мин; β — коэффициент, учитывающий

потери воды на испарение (затраты воды на создание микроклимата в процессе полива).

$$\rho = \frac{60Q}{\omega}, \tag{61}$$

где Q — расход машины, л/с; ω — площадь, поливаемая на позиции, м².

Основные показатели работы дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100 при различных схемах полива приведены в таблицах 64 и 65.

Нормативы сменной и сезонной производительности. Сменную производительность дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100 определяют из зависимости:

$$\omega_{см} = \frac{3,6Qt_{см}}{m} K_{см.пл}\beta, \tag{62}$$

где $\omega_{см}$ — норматив сменной производительности, га; Q — расход машины, л/с; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; m — поливная норма, м³/га; $K_{см.пл}$ — плановый коэффициент использования сменного времени, учитывающий затраты времени на смену позиций, плановые и ежесменные технические обслуживания, устранение поломок (ремонт); β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании (затраты воды на создание микроклимата в процессе полива).

Продолжительность работы дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100 приведена в таблицах 66 и 67.

Сезонную производительность, или сезонную нагрузку на машину, вычисляют по одной из зависимостей, га:

$$F_{сез} = \frac{QK_{сут}}{q} \tau\beta K_б; \tag{63}$$

$$F_{сез} = \frac{86,4K_{сут}QT}{\Delta l_V} \tau\beta K_б, \tag{64}$$

$$F_{сез} = \frac{86,4QK_{сут}}{\Delta l_V} \tau\beta K_б, \tag{65}$$

где q — расчетная ордината гидромодуля в критический период водопотребления (в период пикового спроса на воду), л/с·га; T — минимальный межполивной интервал в период пикового спроса на воду, сут; Δl_V — суточная потребность в поливной воде в критический период, м³/га; τ — коэффициент, учитывающий возможные потери времени по метеорологическим условиям, из-за отказов насосов, силового оборудования, оросительной сети и сооружений; $K_б$ — коэффициент, учитывающий потери времени на перебазировки; $K_{сут}$ — коэффициент использования времени суток.

Производительность машин ДДН-70 и ДДН-100 показана в таблицах 68 и 69, а в таблицах 70 и 71 — норматив сменной производительности за 7-часовую рабочую смену при различных полив-

Таблица 66. **Продолжительность полива по кругу на позиции ДДН-70, мин**

Поливная норма, м/га	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Полив по кругу			Полив по сектору	
		треугольная схема		прямоугольная схема	треугольная схема	
		100×110	90×100	70×90	100×55	90×50
200	0	48	43	32	28	23
	5	51	46	34	29	24
	10	54	48	36	31	26
	15	57	51	38	33	27
	20	60	54	40	35	29
300	0	72	65	48	42	34
	5	76	68	50	44	36
	10	81	72	53	47	38
	15	85	76	56	49	40
	20	91	81	60	52	42
400	0	97	87	64	56	46
	5	92	91	67	59	48
	10	87	97	71	62	51
	15	82	102	75	66	54
	20	78	109	80	70	58
500	0	121	108	81	70	57
	5	127	114	85	74	54
	10	134	120	90	78	51
	15	142	127	95	82	48
	20	151	135	101	88	45
600	0	145	130	97	84	69
	5	152	124	92	80	65
	10	161	117	87	76	62
	15	170	111	82	71	58
	20	181	104	78	67	55
800	0	193	173	129	113	92
	5	203	164	122	107	88
	10	214	156	116	102	83
	15	227	147	110	94	78
	20	241	138	103	88	74
1000	0	242	216	162	141	115
	5	254	205	154	134	109
	10	269	195	146	127	103
	15	285	184	138	120	98
	20	302	173	130	113	92

Таблица 67. **Продолжительность полива на позиции ДДН-100, мин**

Поливная норма, м³/га	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Полив по кругу			Полив по сектору	
		прямоугольная схема	треугольная схема	прямоугольная схема	прямоугольная схема	треугольная схема
		120×120	145×145	85×145	85×145	85×155
200	0	48	58	41	41	44
	5	50	61	43	43	46
	10	53	65	46	46	49
	15	56	69	48	48	52
	20	60	73	51	51	55
300	0	72	87	61	61	66
	5	76	92	65	65	70
	10	80	97	68	68	73
	15	85	103	72	72	78
	20	90	109	77	77	83
400	0	96	117	82	82	88
	5	101	123	86	86	93
	10	107	130	91	91	98
	15	113	137	96	96	104
	20	120	146	102	102	110
500	0	120	146	102	102	110
	5	126	153	108	108	116
	10	133	162	114	114	122
	15	141	171	121	121	130
	20	150	182	128	128	138
600	0	144	175	123	123	132
	5	151	184	129	129	139
	10	160	194	137	137	147
	15	169	206	145	145	155
	20	180	219	154	154	165
800	0	192	233	164	164	176
	5	202	246	173	167	185
	10	213	259	182	182	196
	15	226	274	193	193	207
	20	240	292	205	205	220
1000	0	240	292	205	205	220
	5	252	307	216	216	232
	10	266	324	228	228	245
	15	282	343	241	241	259
	20	300	364	256	256	275

Таблица 68. **Производительность ДДН-70 за час чистой работы, га**

Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Поливная норма, м³/га						
	200	300	400	500	600	800	1000
0	1,17	0,78	0,58	0,47	0,39	0,29	0,23
10	1,05	0,70	0,52	0,42	0,35	0,26	0,21
20	0,94	0,62	0,46	0,38	0,31	0,23	0,18

Таблица 69. **Производительность ДДН-100 за час чистой работы, га**

Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Поливная норма, м³/га						
	200	300	400	500	600	800	1000
0	1,80	1,20	0,90	0,72	0,60	0,45	0,36
10	1,62	1,08	0,81	0,65	0,54	0,41	0,32
20	1,44	0,96	0,72	0,58	0,48	0,36	0,29

Таблица 70. **Сменная производительность ДДН-70 при 7-часовой рабочей смене, га**

№ схемы	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Поливная норма, м³/га						
		200	300	400	500	600	800	1000
I	0	5,73	4,15	3,24	2,65	2,27	1,73	1,41
	10	5,16	3,74	2,92	2,38	2,04	1,56	1,27
	20	4,58	3,32	2,59	2,12	1,82	1,38	1,13
II	0	5,03	3,75	2,99	2,49	2,13	1,65	1,35
	10	4,53	3,37	2,69	2,24	1,91	1,48	1,21
	20	4,02	3,00	2,39	1,99	1,70	1,32	1,08
III	0	5,36	3,95	3,12	2,58	2,20	1,70	1,38
	10	4,83	3,65	2,81	2,32	1,98	1,53	1,25
	20	4,29	3,16	2,50	2,07	1,76	1,36	1,11
IV	0	5,64	4,22	3,29	2,69	2,28	1,75	1,42
	10	5,08	3,80	2,96	2,42	2,05	1,57	1,28
	20	4,51	3,38	2,63	2,15	1,83	1,40	1,13
V	0	4,69	3,56	2,87	2,40	2,07	1,61	1,32
	10	4,22	3,20	2,58	2,16	1,86	1,45	1,19
	20	3,75	2,85	2,29	1,92	1,65	1,29	1,06

Таблица 71. **Сменная производительность ДДН-100 при 7-часовой рабочей смене, га**

№ схемы	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, % (β)	Поливная норма, м³/га						
		200	300	400	500	600	800	1000
I	0	9,37	6,58	5,07	4,12	3,47	2,64	2,13
	10	8,44	5,92	4,56	3,71	3,12	2,37	1,92
	20	7,50	5,26	4,06	3,29	2,78	2,11	1,70
II	0	9,36	6,66	5,12	4,15	3,49	2,65	2,14
	10	8,58	6,00	4,60	3,73	3,14	2,39	1,92
	20	7,63	5,33	4,09	3,32	2,79	2,12	1,71
III	0	9,25	6,51	5,03	4,10	3,45	2,63	2,12
	10	8,32	5,86	4,53	3,69	3,10	2,37	1,91
	20	7,40	5,21	4,02	3,28	2,76	2,10	1,70
IV	0	9,30	6,52	5,02	4,09	3,44	2,62	2,11
	10	8,37	5,87	4,52	3,68	3,10	2,36	1,90
	20	7,44	5,22	4,02	3,27	2,75	2,09	1,69
V	0	9,39	6,57	5,05	4,11	3,45	2,62	2,12
	10	8,45	5,91	4,55	3,70	3,11	2,36	1,91
	20	7,51	5,26	4,04	3,29	2,76	2,10	1,69

ных нормах и разных потерях воды на испарение в момент дождевания.

$$K_{сут} = \frac{nt_{см}}{24} K_{см.пл}, \qquad (66)$$

где n — число рабочих смен в сутки; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч.

При круглосуточной работе, то есть при $nt_{см}=24$ ч, $K_{сут}=K_{см.пл}$, $K_{сут.пл}=K_{сут}\tau$.

Расчетная величина возможных потерь времени из-за скоростей ветра, превышающих допустимую (5 м/с на высоте флюгера), в разных природных зонах приведена в таблице 72.

Таблица 72. **Вероятность повторения критических скоростей ветра в различных природных зонах, %**

Природная зона	Месяцы теплого периода					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Лесная и лесостепная	30—32	27—29	20—22	20—22	20—21	21—23
Степная	30—32	28—30	21—23	21—23	18—20	20—21
Полупустынная	34—36	32—24	28—30	24—26	22—24	22—24

Коэффициент использования времени машинами ДДН-70 и ДДН-100 приведен в таблицах 73 и 74.

Коэффициент $K_{см.пл}$ дополнительно к $K_{см}$ учитывает потери времени на устранение поломок. В $K_{сут.пл}$ заложены потери време-

Таблица 73. Коэффициент использования времени машиной ДДН-70

Поливная норма, м³/га	$K_{см}$	$K_{см.пл}$	$K_{сут.пл}$	$K_б$
Полив по кругу				
Схема I (100×110 м)				
200	0,71	0,70	0,63	0,98
300	0,77	0,76	0,68	0,98
400	0,80	0,79	0,71	0,99
500	0,82	0,81	0,73	0,99
600	0,84	0,83	0,74	0,99
800	0,86	0,84	0,76	0,99
1000	0,87	0,86	0,77	0,99
Схема IV (90×100 м)				
200	0,70	0,69	0,62	0,98
300	0,78	0,77	0,70	0,99
400	0,81	0,80	0,72	0,99
500	0,83	0,82	0,74	0,99
600	0,85	0,84	0,75	0,99
800	0,87	0,85	0,77	0,99
1000	0,88	0,86	0,78	0,99
Схема III (70×90 м)				
200	0,66	0,66	0,59	0,98
300	0,73	0,72	0,65	0,99
400	0,77	0,76	0,69	0,99
500	0,80	0,79	0,71	0,99
600	0,82	0,81	0,73	0,99
800	0,84	0,83	0,75	0,99
1000	0,86	0,84	0,76	0,99
Полив по сектору				
Схема II (100×55 м)				
200	0,63	0,61	0,55	0,98
300	0,70	0,69	0,61	0,99
400	0,74	0,73	0,65	0,99
500	0,77	0,76	0,67	0,99
600	0,80	0,78	0,69	0,99
800	0,82	0,81	0,72	0,99
1000	0,84	0,82	0,73	0,99
Схема V (90×50 м)				
200	0,58	0,57	0,51	0,98
300	0,67	0,65	0,58	0,99
400	0,71	0,70	0,62	0,99
500	0,75	0,73	0,65	0,99
600	0,77	0,76	0,67	0,99
800	0,80	0,79	0,70	0,99
1000	0,82	0,81	0,72	0,99

Таблица 74. **Коэффициент использования времени машиной ДДН-100**

Поливная норма, м³/га	$K_{см}$	$K_{см.пл}$	$K_{сут.пл}$	$K_б$
		Полив по кругу		
		Схема I (120×120 м)		
200	0,76	0,74	0,66	0,97
300	0,80	0,78	0,70	0,98
400	0,82	0,80	0,72	0,98
500	0,83	0,82	0,73	0,99
600	0,84	0,83	0,74	0,99
800	0,85	0,84	0,75	0,99
1000	0,86	0,84	0,75	0,99
		Схема II (145×120 м)		
200	0,77	0,76	0,68	0,97
300	0,81	0,79	0,71	0,90
400	0,83	0,81	0,72	0,98
500	0,84	0,82	0,73	0,99
600	0,85	0,83	0,74	0,99
800	0,86	0,84	0,75	0,99
1000	0,87	0,85	0,76	0,99
		Схема III (85×145 м)		
200	0,75	0,73	0,65	0,97
300	0,79	0,77	0,69	0,98
400	0,81	0,80	0,71	0,98
500	0,83	0,81	0,73	0,99
600	0,84	0,82	0,73	0,99
800	0,85	0,83	0,75	0,99
1000	0,86	0,84	0,75	0,99
		Полив по сектору		
		Схема IV (85×145 м)		
200	0,75	0,74	0,65	0,97
300	0,79	0,78	0,68	0,98
400	0,81	0,80	0,70	0,98
500	0,83	0,81	0,71	0,99
600	0,84	0,82	0,72	0,99
800	0,85	0,83	0,73	0,99
1000	0,86	0,84	0,83	0,99
		Схема V (185×155 м)		
200	0,76	0,74	0,65	0,79
300	0,80	0,78	0,68	0,98
400	0,82	0,80	0,70	0,98
500	0,83	0,81	0,71	0,99
600	0,84	0,82	0,72	0,99
800	0,85	0,83	0,73	0,99
1000	0,86	0,84	0,73	0,99

ни, которые возникают из-за отказов на насосной станции ($f_{н.с}$), оросительной сети и арматуры ($f_{о.с}$), а также по организационным причинам и т. д.

Коэффициенты применяются: $K_{см}$ — 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 дополнительным учетом $K_б$).

Коэффициент $K_б$ находят по зависимости:

$$K_б = \frac{1}{1 + f_б}, \qquad (67)$$

где $f_б$ — отношение времени, затраченного на перебазировку машины с участка на участок, к продолжительности полива участка.

Технико-эксплуатационные данные. Наиболее характерные показатели, предопределяющие работоспособность и производительность дождевальной машины ДДН-70, приведены ниже.

Основные технико-эксплуатационные показатели дождевальной машины ДДН-70 (по данным МИС и научно-исследовательских институтов)

Коэффициент земельного использования	0,95
Допустимая скорость ветра при работе, м/с	3,0
Коэффициент эффективного полива	0,5
Удельное давление ходовой части дождевальной машины на грунт, МПа	0,047
Повреждаемость растений, %	—
Коэффициент готовности	0,99
Коэффициент использования времени смены	0,84
Коэффициент надежности технологического процесса	1,0
Коэффициент технического использования	0,96
Средняя наработка на отказ, ч	150

Структура эксплуатационного времени, %	
Технологическое время	87,9
в том числе чистая работа	83,3
Технологическое обслуживание	1,5
Ежесменное техническое обслуживание	2,1
Устранение отказов, поломок и неисправностей	0,1
Периодическое техническое обслуживание	0,9

Монтаж. Он состоит из подготовительного этапа (проверка комплектности и технического состояния), сборки, испытания.

Последовательность и трудоемкость сборки машин приведены ниже:

Вид работ	Примерная трудоемкость, чел.-ч
Распаковка и проверка технического состояния	1,65
Сборка узлов	1,29
Испытание	1,65
Всего	4,59

Техническое обслуживание дальнеструйных дождевальных машин показано ниже.

Первое плановое техническое обслуживание (СТО-1)

Узлы дождевателя	Выполнять операции ЕТО и ПТО
Редукторы	Сменить масло, прокрутить вручную
Манжеты	Расконсервировать, проверить техническое состояние и установить на дождеватель
Разгрузочные цепи	То же
Большое и малое сопло	» »
Эжектор	» »
Дождеватель	Снять с подкладок, навесить на трактор

Примерная трудоемкость выполнения операций — 10,52 чел.-ч.

Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)

Тормоз ствола аппарата	Смазать поверхность накладки
Редуктор насоса	Убедиться в отсутствии течи масла, посторонних стуков и шумов
Червячный редуктор	Убедиться в отсутствии течи масла, шумов и стуков, проверить состояние резинового колпака
Насос	При необходимости поджать сальник (допускается капание воды, нагрев корпуса сальника и вала насоса не допускается)
Лебедка	Проверить четкость срабатывания собачек, при необходимости заменить неисправный трос
Механизм поворота ствола	Проверить работу механизма, убедиться в отсутствии шумов и стуков
Водозаборник	Очистить сетку от грязи и мусора
Гидроподкормщик	Промыть бак

Периодическое техническое обслуживание (ПТО)

Редуктор насоса, червячный редуктор	Проверить уровень масла, сменить масло
Насос	Проверить и отрегулировать соосность ВОМ трактора и выходного вала насос-редуктора (смещение не более 0,5 мм). Проверить затяжку сальника вала насоса (кольцо гидрозатвора должно находиться против отверстия перепускного канала).
	Заменить уплотнительные кольца и рабочее колесо при зазоре между ними более 0,5 мм
Лебедка	Смазать втулки, блок лебедки и оси вращения собачек (через 480 ч работы)

Механизм поворота ствола	Проверить и отрегулировать зацепление собачки и положение тормоза. Смазать ось качания собачки, паз рычага собачки и эксцентрик вала
Водозаборник	Проверить герметичность всасывающего трубопровода и состояние сетки водозаборника
Корпус стакана	Смазать стакан
Шарнирный валик	Разобрать и смазать тонким слоем
Счетчик оборотов	Смазать конические шестерни
Подшипник приводного валика счетчика оборотов	Залить через масленку 2—3 капли масла
Подшипник крестовины карданной передачи	Нагнетать через пресс-масленки до появления смазки. Проверить состояние шарниров
Шлицевое соединение карданного вала	Смазать. Проверить состояние шлицев
Вакуумная система	Проверить плотность перекрытия отверстия эжектора заслонкой и сопл аппарата заглушками, четкость срабатывания специального клапана

Примерная трудоемкость выполнения операций — 5,92 чел.-ч.

Второе плановое техническое обслуживание (СТО-2)

Тормоз, механизм поворота ствола, шлицевое соединение карданного вала	Смазать поверхности солидолом. Карданный вал снять и сдать на склад
Редукторы	Промыть дизельным топливом, сменить масло. При хранении не реже одного раза в месяц прокручивать редукторы
Насос	Промыть водой корпус насоса. Смазать рабочее колесо нигролом, остатки слить
Лебедка	Смазать храповой механизм
Гидроподкормщик	Промыть бак и слить воду
Счетчик оборотов	Снять, законсервировать и сдать на склад
Опора шнека бака подкормщика	Открыть нижний люк бака и смазать опору
Открытые резьбовые соединения	Смазать ровным слоем
Манжеты	Снять, законсервировать, сдать на склад
Разгрузочные цепи	Снять, законсервировать, сдать на склад
Большое и малое сопла	То же
Эжектор	Снять, очистить от нагара, законсервировать и сдать на хранение
Дождеватели	Надежно установить на деревянные подкладки

Примерная трудоемкость выполнения операций — 8,57 чел.-ч.

Хранение. При подготовке к хранению необходимо провести следующие операции. Освободить машину от воды, очистить от грязи и обтереть насухо. Промыть чистой водой, слить воду, отвернув нижнюю пробку, и после просушки смазать посадочные пояски и рабочее колесо нигролом. Очистить и промыть бак-подкормщик, удалив остатки минеральных удобрений. Смазать все подшипники и места смазок. Провести подкраску поврежденных мест, неокрашенные поверхности покрыть солидолом.

Резиновые уплотнительные кольца и манжеты снять и хранить на складе, места их установки смазать солидолом.

Состав работы и примерная трудоемкость хранения машины, чел.-ч

Подготовка к хранению	13,07
Снятие с хранения	13,72
Всего	26,79

Машины рекомендуется хранить в закрытых помещениях или под навесом. При хранении машин на открытых площадках все сливные отверстия оставляют открытыми, а сопла дождевальных аппаратов закрывают чехлами или деревянными пробками, навесные машины устанавливают на деревянные подкладки или козлы.

Техника безопасности. При работе с дальнеструйной машиной ДДН-70 следует соблюдать общеизвестные правила техники безопасности при обслуживании сельскохозяйственных машин.

Кроме того, необходимо соблюдать следующие правила: ремонтировать, осматривать, смазывать и очищать машину только при остановленном двигателе трактора; не допускается работа машины без установки на карданный вал защитного кожуха; переезды машины с незакрепленной всасывающей линией не допускаются; запрещается полив вблизи линии электропередач и находиться обслуживающему персоналу под поднятой дождевальной машиной; не следует попадать под водяную струю вблизи сопла.

ШИРОКОЗАХВАТНЫЕ МНОГООПОРНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ С ФРОНТАЛЬНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ

Дождевальная машина ДКШ-64 «Волжанка»

Машина (рис. 72) предназначена для полива дождеванием низкостебельных зерновых, некоторых видов овоще-бахчевых и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ.

Применяют во всех зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить дождевание сельскохозяйственных культур, размещенных на участках с достаточно спокойным рельефом с общим уклоном до 0,02 и со средним ветровым режимом не более 5 м/с.

Устройство. Машина состоит из двух поливных крыльев (рис. 73), располагаемых по обе стороны оросительной сети. Поливные крылья с позиции на позицию перекатывают с помощью привода от бензиновых двигателей «Дружба-4».

Поливной трубопровод сечением 130×2,5 мм состоит из 32 алюминиевых труб с фланцами, из которых 30 труб имеют в одном

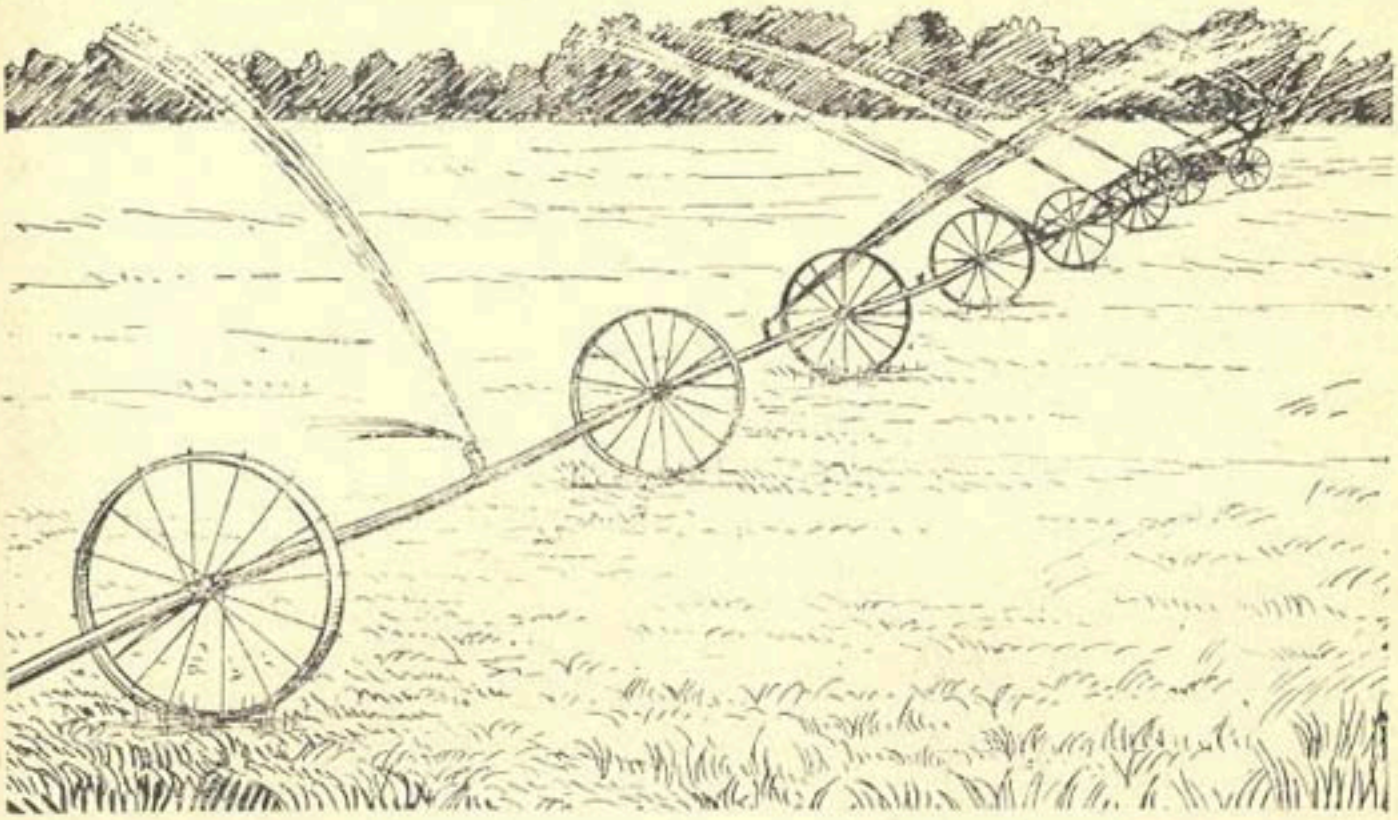


Рис. 72. Дождевальная многоопорная машина ДКШ-64 «Волжанка».

фланце дополнительные отверстия для присоединения механизма самоустановки дождевального аппарата и для установки сливного клапана. На концах поливного трубопровода устанавливают патрубки с фланцами, имеющими отверстия под дождевальные аппараты. Со стороны гидранта в патрубок вставляется труба телескопа узла присоединения, а патрубок в противоположном конце трубопровода закрывается заглушкой. Поливной трубопровод является осью опорных колес.

Опорные колеса диаметром 1910 мм выполнены разъемными из двух половин, которые соединяются между собой болтами. Каждое колесо имеет 16 спиц и 8 почвозацепов, кроме колес ведущей тележки, в которых 32 спицы и 16 почвозацепов. Колеса устанав-

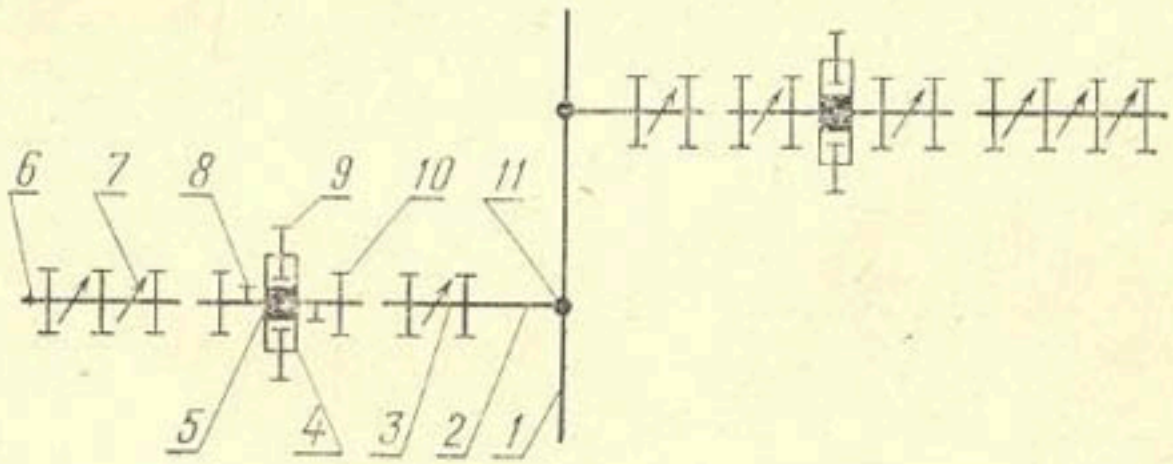


Рис. 73. Схема устройства колесного дождевального трубопровода «Волжанка»:

1 — ороентельный трубопровод; *2* — узел присоединения; *3* — секция трубопровода; *4* — приводная тележка; *5* — двигатель привода с реверс-редуктором; *6* — концевая заглушка; *7* — дождевальный аппарат с механизмом самоустановки; *8* — тормозной упор; *9* — ведущее колесо; *10* — опорное колесо; *11* — гидрант с колонкой.

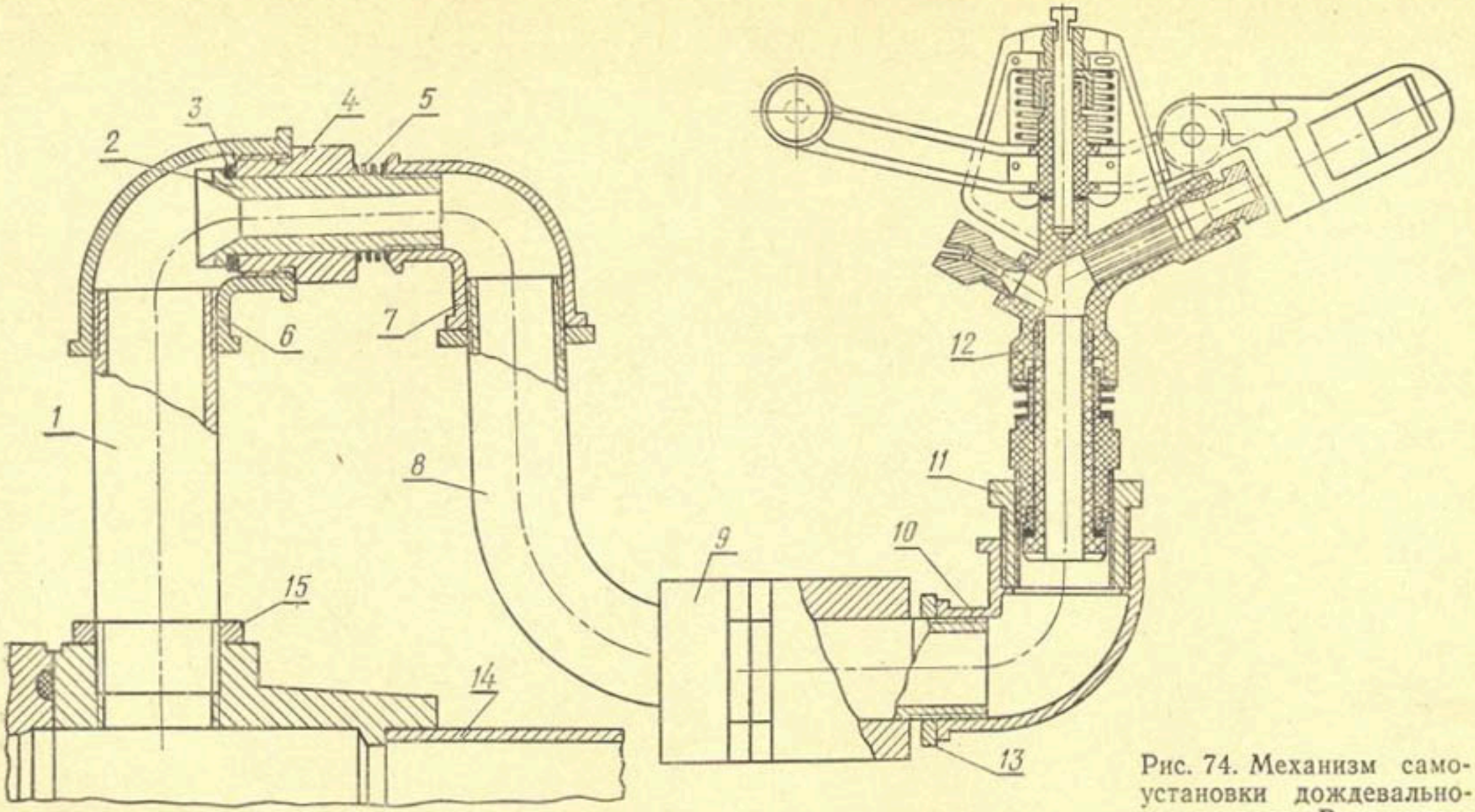


Рис. 74. Механизм самоустановки дождевального аппарата «Волжанка»:

1 — стояк; *2* — втулка; *3* — уплотнительное кольцо; *4* — гайка; *5* — пружина; *6, 7* и *10* — угольники; *8* — колено; *9* — противовес; *11* — футорка; *12* — дождевальный аппарат; *13, 15* — контргайки; *14* — секция трубопровода.

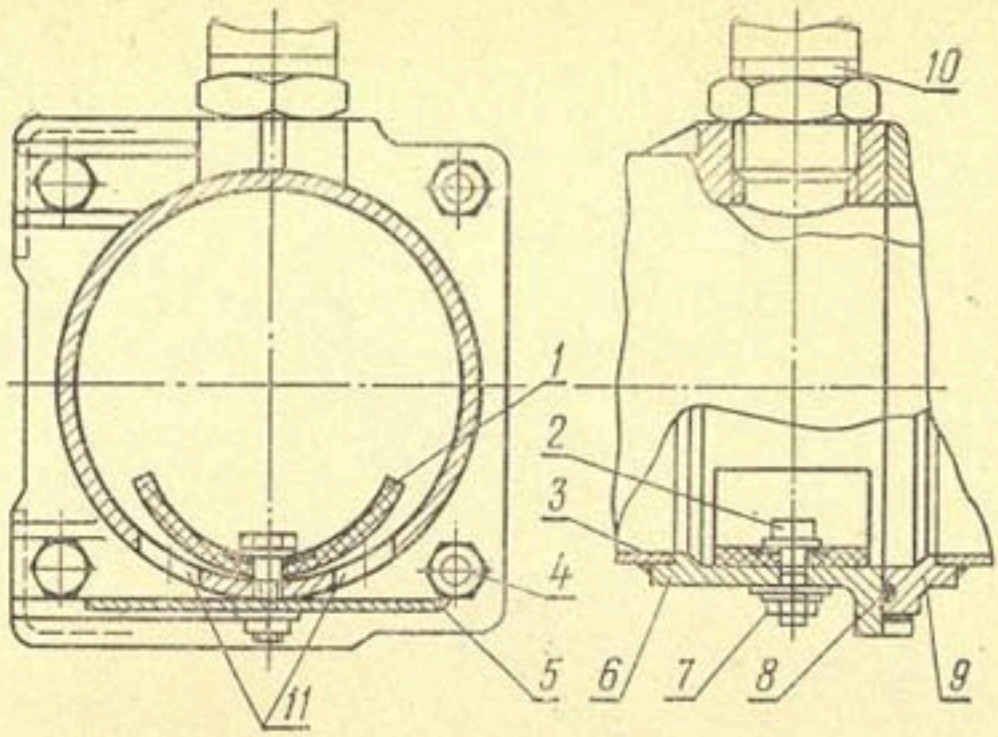


Рис. 75. Узел соединения секции трубопровода и сливной клапан колесного трубопровода «Волжанка»:

1 — сливной клапан; *2* — болт; *3* — труба секции; *4* — болт с гайкой; *5* — планка; *6* — высокий фланец; *7* — гайки; *8* — уплотнительное кольцо; *9* — низкий фланец; *10* — стояк механизма самоустановки дождевального аппарата; *11* — сливные отверстия.

ливают по середине каждой трубы (секции) на расстоянии друг от друга 12,6 м. На крайних трубах расположено по два колеса на расстоянии 2,8 м от каждого конца трубопровода и два колеса на приводной тележке. Всего на поливном трубопроводе (крыле) 34 колеса.

Механизм самоустановки (рис. 74) дождевального аппарата является связующим звеном между секцией трубопровода и дождевальным аппаратом, который обеспечивает вертикальное положение дождевального аппарата.

Дождевальный аппарат коромысловый, с расходом воды 1 л/с, диаметром сопла 7 мм. На поливном крыле установлено 32 дождевальных аппарата.

Сливной клапан (рис. 75) представляет собой изогнутую резиновую пластину, при повышении давления воды в трубопроводе перекрывает спускное отверстие, а при малых давлениях отверстие открывается, происходит сброс воды перед переездом поливного крыла на новую позицию.

Приводная тележка (рис. 76) состоит из рамы, двух ведущих колес, цепной передачи, реверс-редуктора и бензинового двигателя.

Двигатель «Дружба-4» (рис. 77) мощностью 2,94 кВт с воздушным принудительным охлаждением с карбюратором беспоплавкового типа, зажигание через магнето, нормальный зазор между контактами прерывателя 0,2—0,4 мм, а зазор между электродами свечи 0,6—0,7 мм. Запускают двигатель с помощью съемного стартера. Двигатель при помощи центробежной муфты соединен с реверс-редуктором.

Реверс-редуктор (рис. 78) имеет одну коническую и две цилиндрические передачи. При помощи рукоятки изменяется направ-

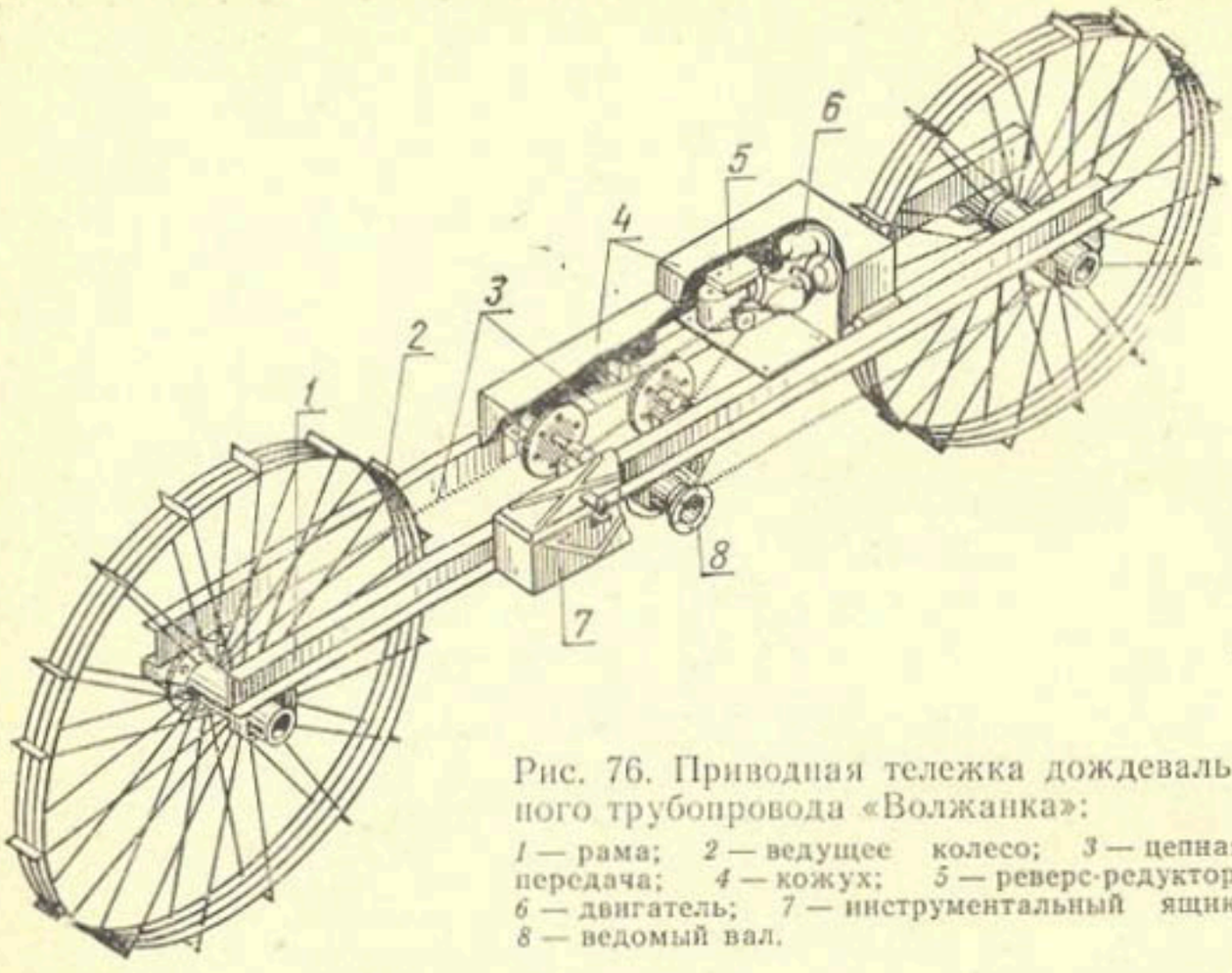


Рис. 76. Приводная тележка дождевального трубопровода «Волжанка»:

1 — рама; *2* — ведущее колесо; *3* — цепная передача; *4* — кожух; *5* — реверс-редуктор; *6* — двигатель; *7* — инструментальный ящик; *8* — ведомый вал.

ление вращения выходного вала редуктора, среднее положение — нейтральное, а крайние — движение тележки вперед и назад.

Центробежная муфта при частоте вращения вала двигателя свыше 2000 об/мин, автоматически соединяется с реверс-редуктором. Рукоятку реверс-редуктора можно переключать до пуска двигателя или при малой частоте вращения вала двигателя. На выходном валу реверс-редуктора закреплена звездочка, через цепную передачу передается вращение поливному трубопроводу и ведущим колесам приводной тележки. По обе стороны приводной тележки к трубопроводу шарнирно прикреплены тормозные упоры, которые во время работы или в нерабочее время опираются на грунт и препятствуют перемещению крыла от действия ветра. При перекатывании дождевального крыла каждый тормозной упор подтягивается к трубопроводу и крепится резиновым ремнем.

В комплект дождевателя входят гидранты-задвижки (45 шт.) и две присоединительные колонки. Гидранты-задвижки устанавливают через 18 м на стационарном или разборном распределительном трубопроводе.

Присоединительная колонка — переносная; при помощи ее соединяют гидрант-задвижку со шлангом узла присоединения трубопровода и регулируют подачу расхода воды в машину.

Узел присоединения (рис. 79) трубопровода к колонке гидранта состоит из патрубка с крючком, шланга, телескопа с подвижным хомутом и крючком, опоры с ремнем.

Краткие технические характеристики модификации дождевальной машины «Волжанка» приведены в таблице 75.

Технологические схемы. Высокая производительность дождевальной машины «Волжанка» и хорошее качество полива обеспечи-

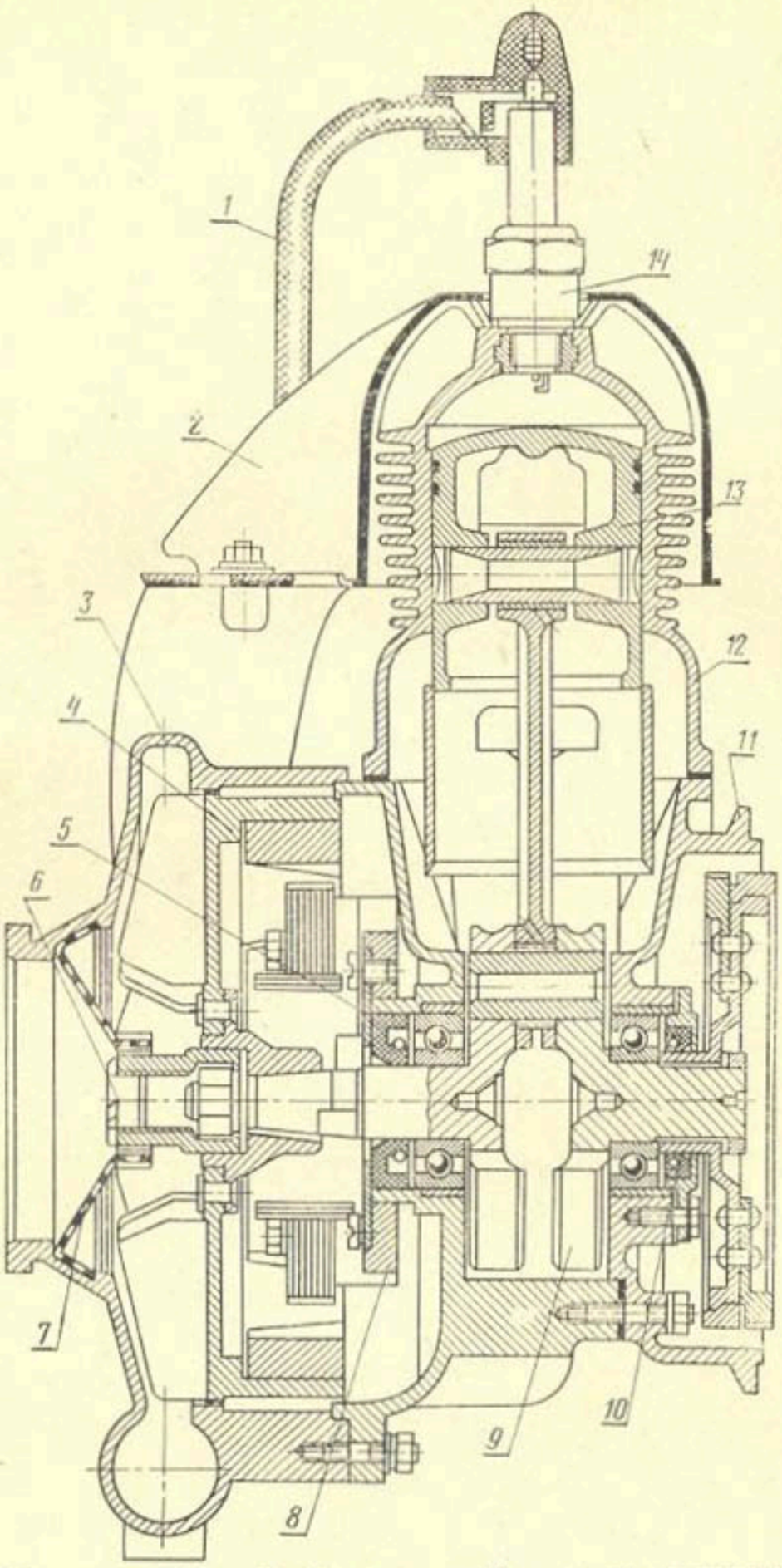


Рис. 77. Двигатель «Дружба-4» приводной тележки колесного трубопровода «Волжанка»:

1 — провод высокого напряжения; *2* — дефлектор; *3* — корпус; *4* — маховик; *5, 10* — уплотнительные манжеты; *6* — храповик; *7* — защитная сетка; *8* — основание магнето; *9* — коленчатый вал; *11* — картер; *12* — цилиндр; *13* — поршень; *14* — свеча зажигания.

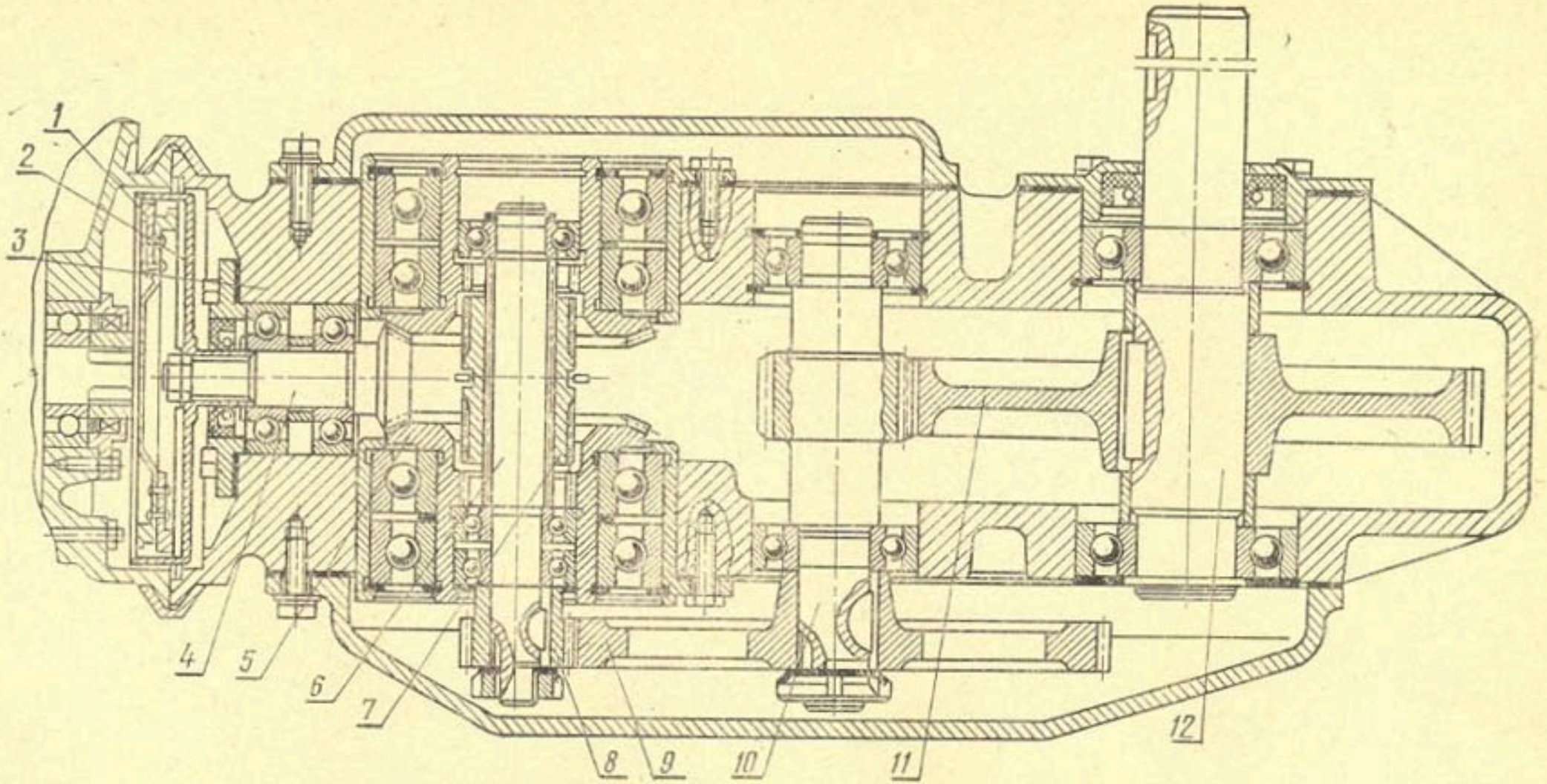


Рис. 78. Реверс-редуктор приводной тележки трубопровода «Волжанка»:

1 — ведущий диск центробежной муфты сцепления; *2* — ведомый диск центробежной муфты сцепления; *3* — корпус; *4* — первичный вал; *5* — большая коническая шестерня; *6* — вал со шлицами; *7* — муфта реверса; *8, 9, 11* — шестерни; *10* — вал шестерни; *12* — вал выходной.

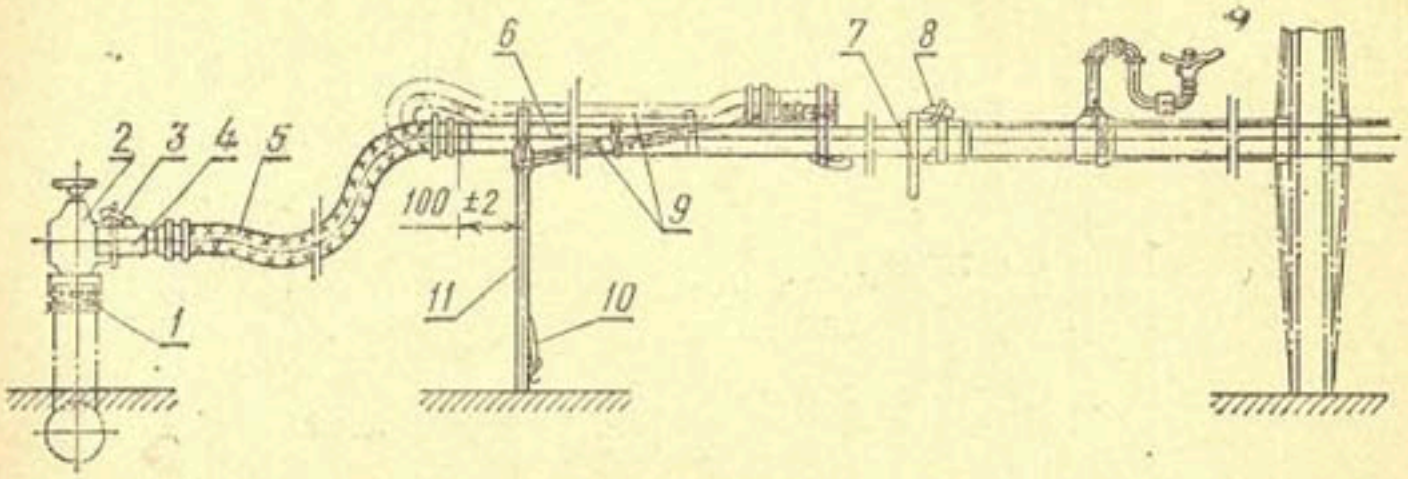


Рис. 79. Узел присоединения трубопровода «Волжанка»:
1 — гидрант; *2* — колонка; *3* — крючок; *4* — патрубок; *5* — шланг; *6* — труба телескопа; *7* — хомут подвижный; *8* — крючок; *9* — транспортное положение; *10* — ремень резиновый; *11* — опора.

ваются только в том случае, если технологические схемы (табл. 76) ее работы составлены с учетом технико-эксплуатационных возможностей машины, а также требований почвы и растений к водному режиму.

Таблица 75. **Краткие технические характеристики модификаций дождевальной машины «Волжанка»**

Показатели	ДКШ-64-800 (базисная)	ДКШ-56-700	ДКШ-48-600	ДКШ-40-500	ДКШ-32-400	ДКШ-24-300
Расход воды, л/с	64	56	48	40	32	24
Напор на гидранте, м:						
при нулевом уклоне	42	40	39	48	37	36
при уклоне 0,02	50	47	45	43	41	39
Средний слой дождя с перекрытием, мм/мин	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ширина захвата двух крыльев, м	800	700	600	500	400	300
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	3680	3100	2520

Таблица 76. **Технологические схемы расстановки и работы дождевальных машин «Волжанка» на поливе сельскохозяйственных культур**

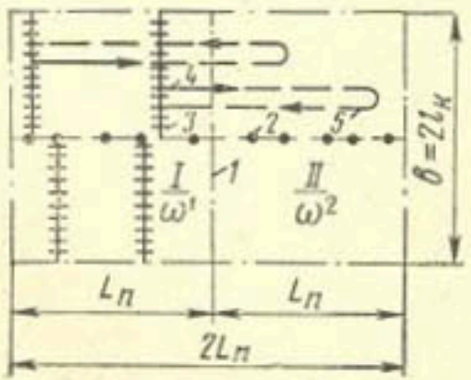
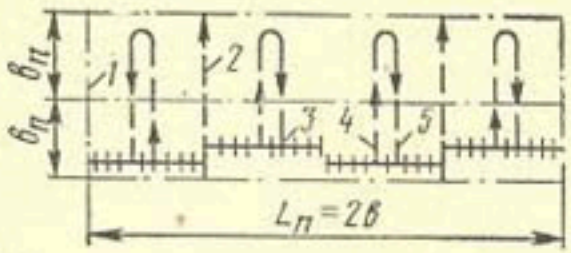
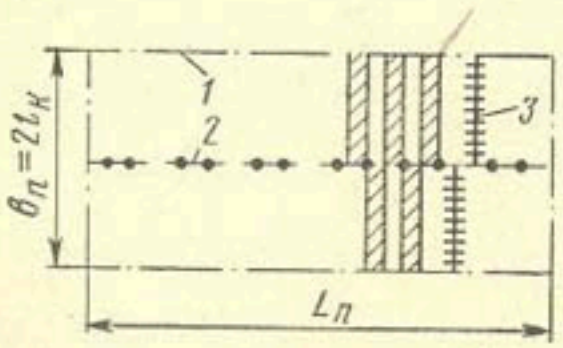
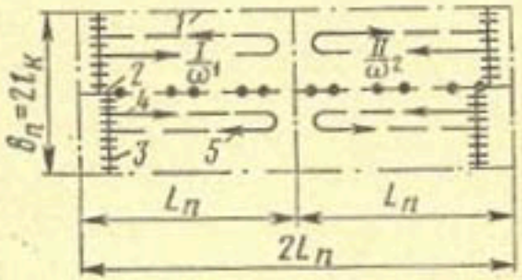
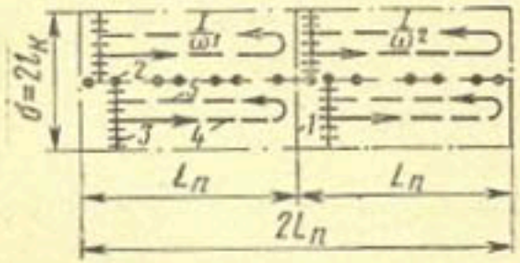
Схемы расстановки и перемещения машин	Описание схемы работы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема I 	«Волжанка» работает на одном поле по обычной схеме: в одном направлении перемещается в рабочем положении, в другом — холостым перегоном на исходную позицию	Закладка лесополос по периметру всего поля. Трубопровод полевой рассчитывается на один рабочий расход машины	Максимальная продолжительность полива поля и большие переходы оператора при обслуживании нескольких машин
Схема II 	Две «Волжанки» работают спаренно одна за другой в одном направлении на расстоянии, равном половине длины поля. Обе машины обслуживаются одним оператором	Минимальная продолжительность полива поля. Оператор перемещается только по дороге (вдоль трубопровода) и может использовать транспорт. Хорошие условия для визуального контроля за работой машины	Трубопровод увеличенного диаметра на два рабочих расхода машины. Перегон (холостой) по мокрому полю. Возможны взаимные помехи при работе и холостом перегоне крыльев. Большие расстояния между лесополосами

Схема III  	Две «Волжанки» работают на двух смежных полях в линию параллельно длинной стороне поля. Обслуживаются одним оператором	Продолжительность полива поля минимальная. Трубопроводы рассчитаны на один рабочий расход машины. Вхолостую крылья перегоняются только по сухому полю	По одной стороне смежных полей нельзя устраивать лесополосы. Удлиняется путь оператора при переходах от машины к машине (при движении по дороге)
Схема IV  	«Волжанка» работает через гидрант без длинных холостых перегонов крыльев. Исходная позиция — середина поля (участка). Первоначальное размещение может быть аналогичным схеме III	Исключаются длинные холостые перегоны. Передвижение осуществляется только по сухому полю. Между полями по периметру возможна закладка лесополос, обеспечивается равномерная загрузка поливальщика	Незначительно снижается коэффициент использования сменного времени

Продолжение

Схемы расстановки и перемещения машин	Описание схемы работы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема V  	Машины работают на смежных полях навстречу одна другой в рабочем положении и в противоположном направлении при холостом перегоне	Оператор перемещается только по дороге вдоль поливного трубопровода	Большая неравномерность загрузки оператора, плохой визуальный контроль при наличии лесополосы между смежными полями *I* и *II*
Схема VI  	Машины работают на смежных полях в одном направлении на равном расстоянии	Оператор перемещается только по дороге вдоль трубопровода, имеет равномерную загрузку и хорошие условия для наблюдения за работой машин	Недостаточен визуальный контроль за работой установки при наличии лесополос между смежными полями *I* и *II*

Примечание. *1* — границы поля; *2* — трубопровод с гидрантами; *3* — крыло «Волжанки»; *4* — рабочий ход крыла; *5* — холостой перегон; *I, II* — номера полей.

При организации территории (размещении севооборотных полей и оросительной сети) и выборе технологических схем работы «Волжанки» следует стремиться к тому, чтобы продолжительность полива поля (участка) была минимальной и в то же время расход поливных трубопроводов не завышался.

Продолжительность работы «Волжанки» на позиции зависит от рабочего расхода машины, поливной нормы и затрат воды на испарение в момент дождевания, мин:

$$t = \frac{m}{\rho\beta}, \tag{68}$$

где m — поливная норма, мм; ρ — интенсивность дождя, мм/мин; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение.

$$\rho = \frac{60Q}{\omega}, \tag{69}$$

где Q — расход машины, л/с; ω — поливаемая с позиции площадь, м^2.

Продолжительность работы «Волжанки» на позиции при разных поливных нормах и потерях воды на испарение приведена в таблице 77.

Таблица 77. **Продолжительность стояния «Волжанки» на позиции в зависимости от потерь на испарение, мин**

Поливная норма, м^3/га	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, %				
	0	5	10	15	20
100	38	40	42	45	48
200	75	79	83	88	94
300	112	118	124	132	140
400	150	158	166	176	187
500	187	197	208	220	234
600	224	236	249	263	280
800	298	313	330	350	372
1000	374	394	415	440	466

Нормативы сменной и сезонной производительности. Сменную производительность дождевальной машины «Волжанка» определяют по уравнению:

$$\omega_{см} = \frac{3{,}6Qt_{см}}{m} K_{см.пл}\beta, \tag{70}$$

где $\omega_{см}$ — норматив сменной производительности, га; Q — расход машины, л/с; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; m — поливная норма, м^3/га; $K_{см.пл}$ — плановый коэффициент использования сменного времени, учитывающий затраты времени на смену позиции, техническое обслуживание, ежесменное обслуживание, а также на выравнивание дождевального трубопровода и устранение поломок

(ремонт); β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании.

Коэффициент использования времени дождевальной машины «Волжанка» в зависимости от поливной нормы и природно-хозяйственных условий приведен в таблице 78.

Таблица 78. **Коэффициент использования времени ДКШ-64 «Волжанка»**

Поливная норма, м³/га	Технологический коэффициент $K_{см}$	Плановый коэффициент использования сменного времени $K_{см.пл}$	Плановый коэффициент при круглосуточной работе $K_{сут.пл}$	Коэффициент холостых перебазировок $K_б$
200	0,73	0,67	0,63	0,87
300	0,80	0,75	0,70	0,91
400	0,83	0,79	0,74	0,93
500	0,85	0,81	0,76	0,95
600	0,86	0,83	0,78	0,96
800	0,88	0,85	0,79	0,97
1000	0,89	0,86	0,80	0,97

Технологический коэффициент $K_{см}$ учитывает потери времени на смену позиции, плановое и сменное техническое обслуживание. Коэффициент $K_{см.пл}$ дополнительно к $K_{см}$ учитывает потери времени на выравнивание колесного трубопровода и устранение мелких поломок. В $K_{сут.пл}$ заложены потери времени, которые возникают из-за отказов на насосной станции $f_{н.с}$, оросительной сети и арматуре $f_{о.с}$, а также по организационным причинам и т. д.

Приведенные в таблице коэффициенты установлены для «Волжанки» с длиной крыльев по 400 м, для машины с укороченной длиной крыльев коэффициент использования времени смены повышается до 4—20% в зависимости от поливной нормы (табл. 79).

Таблица 79. **Коэффициент повышения использования сменного времени машины «Волжанка» с укороченными крыльями**

Поливная норма, м³/га	Длина крыльев L, м			
	700	600	500	400
200	1,05	1,10	1,15	1,20
300	1,03	1,06	1,10	1,15
400	1,02	1,05	1,08	1,11
500	1,02	1,04	1,06	1,08
600	1,01	1,02	1,04	1,06
800	1,01	1,02	1,03	1,05
1000	1,01	1,02	1,03	1,04

Приведенные в таблице 78 коэффициенты применяют: $K_{см}$ — 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 $K_б$).

Сезонную производительность или сезонную нагрузку на машину определяют по одной из следующих зависимостей, га:

$$F_{сез} = \frac{QK_{сут}}{q} \tau\beta K_б, \tag{71}$$

$$F_{сез} = \frac{86,4QK_{сут}T}{m} \tau\beta K_б, \tag{72}$$

$$F_{сез} = \frac{86,4QK_{сут}}{\Delta l_v} \tau\beta K_б, \tag{73}$$

где q — расчетная ордината гидромодуля в критический период водопотребления (в период пикового спроса на воду), л/с·га; T — минимальный межполивной интервал в период пикового спроса на воду, сут; Δl_v — суточная потребность в поливной воде в критический период, м³/га; τ — коэффициент, учитывающий возможные потери времени по метеорологическим условиям, из-за отказов в работе насосно-силового оборудования, оросительной сети, сооружений; $K_б$ — коэффициент, учитывающий потери времени на перебазировки.

Потери времени на холостые перегоны из одного конца поля (поливного участка) на другой учитываются коэффициентом $K_б$, представляющим собой отношение затрат времени на перегон к продолжительности полива поля расчетной нормой:

$$K_{сут} = \frac{nt_{см}}{24} K_{см.пл}, \tag{74}$$

где n — число рабочих смен, сут; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч.

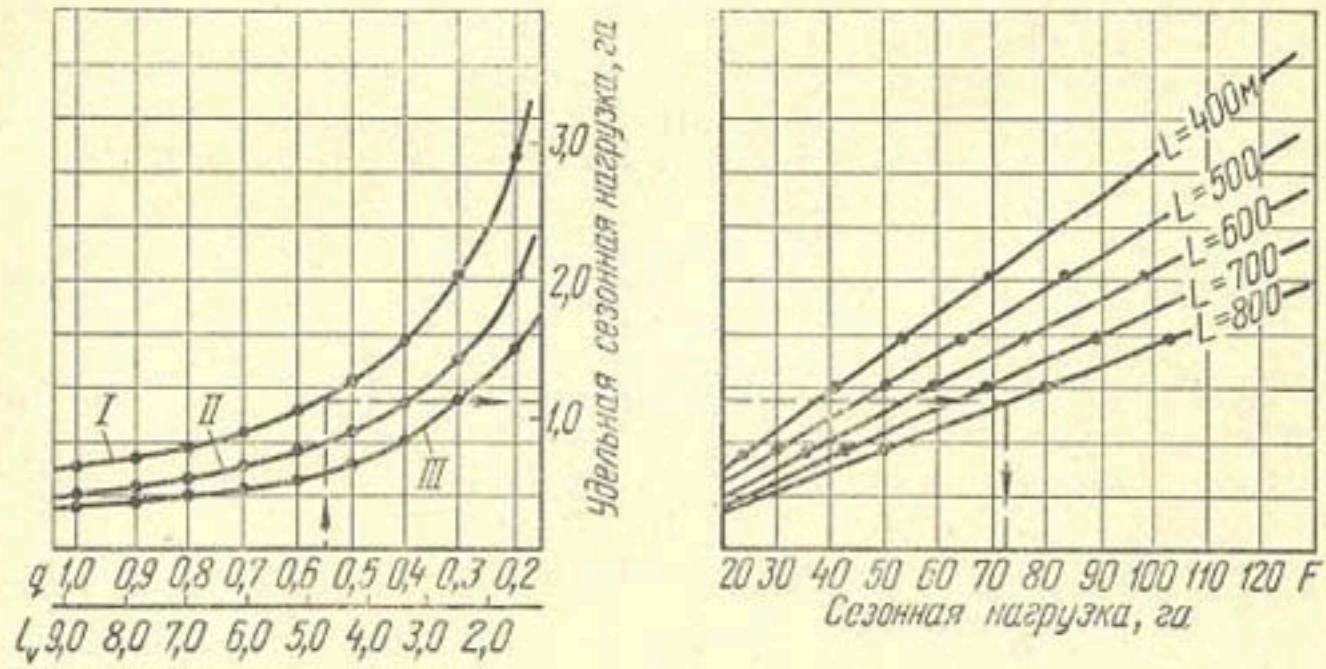


Рис. 80. Номограмма для расчета сезонной нагрузки (га) дождевальной машины «Волжанка»:

q — ордината гидромодуля, л/с·га; l_v — суточная потребность в поливной воде, мм; α — длина крыльев; *I* — продолжительность работы в сут. 24 ч; *II* — 16 ч; *III* — 12 ч.

При круглосуточной работе, то есть при $nt_{см}=24$ ч, $K_{сут}=K_{см.пл}$.

Нормативы сменной производительности за 7-часовую рабочую смену при различных поливных нормах и разных потерях воды на испарение в момент дождевания приведены в таблице 80, а нормативы сезонной производительности «Волжанки» в различных природно-хозяйственных зонах страны (при круглосуточной работе) — в таблице 81.

Сезонную нагрузку ДКШ-64 можно определить по номограмме (рис. 80).

Технико-эксплуатационные данные. Наиболее характерные показатели, предопределяющие работоспособность и производительность дождевальной машины «Волжанка», приведены ниже.

Основные технико-эксплуатационные показатели дождевальной машины «Волжанка» (по данным МИС и научно-исследовательских институтов)

Коэффициент земельного использования	0,97
Допустимая скорость ветра при работе, м/с	5,0
Коэффициент эффективного полива	0,75
Ширина колеи, см	15—20
Глубина колеи, см	2—10
Удельное давление колес на почву, МПа	0,015—0,055
Повреждаемость растений, %	0,3—2,0
Коэффициент готовности	0,96
Коэффициент использования сменного времени	0,75—0,86
Коэффициент надежности технологического процесса	0,98
Коэффициент технического использования	0,83
Средняя наработка на отказ, ч	21

Структура эксплуатационного времени

Технологическое время	84,5
в том числе чистая работа	76,5
Технологическое обслуживание	6,0
Устранение нарушений технологического процесса	1,7
Ежесменное техническое обслуживание, включая двигатель «Дружба-4»	9,9
Устранение отказов, поломок и неисправностей	3,6
Периодическое техническое обслуживание	3,3

При поливе дождевальной машиной «Волжанка» на различных агрофонах орошаемого участка можно пользоваться данными таблицы 82. Допустимое искривление трубопровода при поливе не должно превышать ±1,5 м, а боковое отклонение ±3 м.

Показатели проходимости дождевальной машины «Волжанка» приведены в таблице 83.

Место для монтажа машины в конце орошаемого участка выбирают у дороги, канала или лесозащитной полосы с общим уклоном не более 0,02. Перпендикулярно линии гидрантов разбивают колышками монтажную линию.

Монтаж. Он состоит из подготовительного этапа (проверка комплектности машины, транспортировка и раскладка узлов и деталей на месте сборки); сборка машины (монтаж водопроводящего

Таблица 80. **Нормативы сменной производительности ДКШ-64 «Волжанки» при 7-часовой рабочей смене, га**

Поливная норма, м³/га	Потери воды на испарение, %	Длина установки, м				
		2×400	2×350	2×300	2×250	2×200
200	0	5,40	4,96	4,46	3,88	3,24
	10	4,86	4,46	4,01	3,49	2,92
	20	4,32	3,97	3,56	3,11	2,59
300	0	4,03	3,63	3,20	2,77	2,32
	10	3,62	3,26	2,88	2,49	2,08
	20	3,22	2,90	2,56	2,21	1,85
400	0	3,18	2,84	2,50	2,15	1,76
	10	2,86	2,55	2,25	1,93	1,59
	20	2,54	2,27	2,00	1,71	1,41
500	0	2,62	2,34	1,82	1,74	1,41
	10	2,36	2,11	1,84	1,56	1,27
	20	2,10	1,87	1,64	1,39	1,13
600	0	2,23	1,97	1,71	1,45	1,18
	10	2,01	1,78	1,54	1,31	1,06
	20	1,78	1,57	1,36	1,16	0,94
800	0	1,72	1,52	1,32	1,11	0,90
	10	1,54	1,36	1,18	0,99	0,80
	20	1,38	1,22	1,06	0,89	0,72
1000	0	1,38	1,22	1,06	0,89	0,72
	10	1,24	1,10	0,95	0,80	0,64
	20	1,10	0,97	0,84	0,71	0,57

Таблица 81. **Нормативы сезонной производительности ДКШ-64 «Волжанки» в различных природно-хозяйственных зонах** (при круглосуточной работе), га

Природная зона	Расчетная ордината гидромодуля, л/с·га	Длина установки, м				
		2×400	2×350	2×300	2×250	2×200
Лесная	0,2	195—200	175—180	150—155	125—130	105—110
Лесная, лесостепная	0,3	130—135	115—120	100—105	80—85	70—75
Лесная, лесостепная	0,4	100—105	85—90	75—80	60—65	50—55
Лесостепная, степная	0,5	80—85	70—75	55—60	45—50	40—45
Степная	0,6	65—70	55—60	45—50	40—45	35—40
Степная, полупустынная	0,7	55—60	45—50	40—45	30—35	25—30
Полупустынная	0,8	50—55	40—45	35—40	30—35	25—30
Полупустынная, пустынная	0,9	45—50	35—40	30—35	25—30	20—25
Пустынная	1,0	40—45	35—40	30—35	25—30	20—25

Таблица 82. **Искривление трубопровода дождевальной машины «Волжанка» в горизонтальной плоскости при переездах на различных агрофонах**

Агрофон	Пройденный путь, м	Максимальное искривление трубопровода, м	Максимальное боковое отклонение, м	Периодичность выравнивания последующей позиции	Трудоемкость выравнивания, чел.-ч
Люцерна	368	2,15	1,0	20	0,6
Ячмень (пшеница)	180	2,0	0,5	10	0,5
Кукуруза	180	1,6	0,75	10	0,5
Соя	180	1,7	0,7	10	0,5
Вспаханное поле	180	1,7	0,7	10	0,5
Стерня суданки	360	1,9	0,85	20	0,5
Стерня пшеницы	360	1,8	0,8	20	0,5

Таблица 83. **Параметры, характеризующие проходимость дождевальной машины «Волжанка» на различных агрофонах** (по экспериментальным данным ВНИИМиТП)

Агрофон	Средняя колея опорных колес, см		Средняя колея колес ведущей тележки, см		Средняя занимаемая площадь на 1 позиции	
	глубина	ширина	глубина	ширина	га	%
Люцерна	4,1	15,9	4,7	16,7	0,019	1,3
Бахча (плети арбуза)	2,4	15,5	6,3	18,1	0,018	1,2
Кукуруза	2,8	15,9	5,7	18,7	0,018	1,2
Вспаханное поле	5,3	17,2	5,6	20,1	0,02	1,4
Ячмень (пшеница)	0,5	21,1	4,0	31,5	0,025	1,7
Горох	4,5	15,4	3,6	22,6	0,018	1,2
Соя	2,0	16,1	2,3	22,6	0,02	1,4
Стерня суданки	3,2	16,8	11,0	20,0	0,02	1,4
Стерня пшеницы	2,1	13,8	3,2	20,2	0,017	1,2
Диапазоны колебаний параметров	0,5—5,3	13,8—21,1	2,3—11,0	16,7—31,5	0,017—0,025	1,2—1,7

трубопровода на колесах, ведущей тележки, узла присоединения и арматуры на машине); испытание (обкатка, окончательная регулировка)*.

Примерные суммарные затраты времени на монтаж, чел.-ч: при сборке одного крыла — 67,47 (без проведения испытаний); с применением средств механизации — 76,87 (с проведением испытаний); при сборке одного крыла без применения средств механизации —

* Сборник Т-96. Монтаж дождевальных установок. М.: 1977, вып. 1.

79,17 (без проведения испытаний) и 85,57 (с проведением испытаний).

Техническое обслуживание. Оно включает комплекс профилактических мероприятий. В зависимости от сезонной загрузки предусматривает проведение первого планового технического обслуживания перед началом поливного сезона (СТО-1), ежесменного технического обслуживания (ЕТО), периодического технического обслуживания (ПТО) после 240 ч работы машины или после полива 50—70 позиций и второе плановое техническое обслуживание после окончания поливного сезона (СТО-2).

Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)

Трос стартера двигателя	Смазать тонким слоем
Цепи привода тележки	Смазать ровным слоем
Узел присоединения к гидранту	Проверить надежность крепления хомутов и крючков
Двигатель	Проверить надежность крепления на фланце редуктора
Короткие трубы	Проверить надежность крепления фланцев труб
Реверс-редуктор	Проверить надежность крепления
Бензобак	Проверить уровень и долить горючее
Дождевальные аппараты	Проверить состояние аппаратов, при необходимости прочистить сопла
Трубопровод машины	Проверить и выровнять трубопровод (допустимые отклонения в пределах трех опорных колес не более ±10 см). Очистить дождеватель от грязи

Примерная общая трудоемкость выполнения операций составляет 0,87 чел.-ч.

Периодическое техническое обслуживание (ПТО)

Приводные цепи	Проверить и отрегулировать натяжение (провисание не более 20 мм на 1 м)
Двигатель	Очистить межреберное пространство, удалить нагар с поршня, цилиндра свечи. Проверить и отрегулировать зазор между электродами свечи зажигания (0,6—0,7 мм) и между контактами прерывателя (0,3—0,4 мм). Проверить и подтянуть гайку крепления маховика и дисков муфты сцепления. Смазать тонким слоем солидола рабочие поверхности колец и ведомой ступицы муфты
Дождевальные аппараты	Проверить и отрегулировать частоту вращения (1 об/мин); заменить изношенные детали
Трубопровод машины	Проверить, установить перпендикулярно линии гидрантов

Войлочный маслоудерживатель основания магнето	Смазать 2—3 каплями масла
Подшипники цепной передачи	Смазать
Ступицы колес тележки	»
Ступицы опорных колес	Проверить и подтянуть болты ступиц (проворачивание колес на трубопроводе не допускается)
Спицы колес	Проверить и подтянуть спицы (допускается торцовое биение обода не более 20 мм, выступы над ободом части спиц не более 10 мм)
Механизмы самоустановки	Проверить легкость вращения
Сливные клапаны	Проверить и при необходимости прочистить

Примерная общая трудоемкость выполнения операций составляет 6,3 чел.-ч.

Первое плановое техническое обслуживание (СТО-1)

Узлы машины	Выполнить операции ЕТО и ПТО
Цепи привода тележки	Установить, отрегулировать натяжение
Узел присоединения к гидранту	Собрать, установить на крыло машины
Двигатель	Расконсервировать, установить на тележку
Реверс-редуктор	Сменить масло, установить на тележку
Трубопроводы машины	Освободить от растяжек или распорок, убрать подкладки и пробки, сдать на хранение
Манжеты	Установить на место

Примерная общая трудоемкость выполнения операций составляет 16,5 чел.-ч.

Второе плановое техническое обслуживание (СТО-2)

Цепи привода тележки	Законсервировать, сдать на хранение
Узел присоединения к гидранту	Снять, законсервировать гибкий шланг, сдать на хранение
Двигатель	Законсервировать и сдать на хранение
Реверс-редуктор	Заменить масло, сдать на хранение
Дождевальные аппараты	Проверить, снять и сдать на хранение
Трубопровод машины	Осмотреть, промыть при рабочем напоре воды. Установить деревянные подкладки под колеса, закрепить трубопровод растяжками (допускается ослабить ступицы опорных колес). Заглушить отверстия деревянными пробками

Узлы машины	Выполнить операции ПТО
Механизмы самоустановки	Снять и сдать на хранение
Валы цепной передачи	Покрыть густым слоем смазки
Звездочка	То же
Открытые резьбовые соединения	» »
Рама тележки	Осмотреть, покрасить нарушенный слой краски
Манжеты	Снять, сдать на хранение

Примерная общая трудоемкость выполнения операций составляет 13,1 чел.-ч.

Трудоемкость и периодичность проведения основных операций приведена в таблице 84.

Таблица 84. **Проверка, регулировка и смазка основных узлов дождевальной машины «Волжанка»**

Операция	Число точек	Используемый материал	Применяемый инструмент	Периодичность	Примерная трудоемкость, чел.-ч
Смазка подшипников скольжения ведущей тележки:					
валов ведущих колес	8	Солидол	Шприц	После полива 4—5 позиций	0,2
валов цепной трансмиссии	8	»	»	То же	0,2
вала выходного	4	»	»	» »	0,1
Смазка роликовых цепей	10	»	Ручная смазка	» »	0,3
Заправка двигателя горючим	2	Горючая смесь	Канистра, воронка	» »	0,07
Подтяжка болтового соединения фланцев секции трубопровода	68	—	Ключ 17×19, 2 шт.	После полива 50—70 позиций	2,0
Подтяжка болтового соединения ступиц ведущих колес с трубопроводом	68	—	Ключ 14×17, 2 шт., молоток, бородок	То же 14×17, 2 шт., молоток, бородок	2,4
Регулировка натяжения цепей трансмиссии ведущей тележки	10	—	Гаечные ключи	То же	1,0

В процессе эксплуатации дождевальной машины «Волжанка» возможны отказы, неисправности. Основные из них и методы их устранения приведены ниже.

Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправности и их причины	Способы устранения
Дождевальный аппарат не работает или работает плохо:	
недостаточен напор на гидранте	Увеличить напор воды до рабочего
засорено сопло насадки	Прочистить сопло
засорен трубопровод	Снять концевую заглушку и промыть трубопровод водой
Сливной клапан пропускает воду при рабочем напоре из-за его засорения	Очистить клапан через сливные отверстия
Сливной клапан не открывается при закрытой задвижке из-за потери упругости резины	Заменить клапан
Течь во фланцах из-за ослабления затяжки болтов или повреждения уплотнительного кольца	Подтянуть болты или заменить резиновое уплотнительное кольцо
Быстрое искривление трубопровода из-за ослабления крепления колес	Подтянуть болты на ступицах опорных колес
Двигатель не запускается:	
нет топлива или прекращена его подача	Наполнить бак топливом, очистить фильтры крана и карбюратора
излишек масла в топливе	Заменить смесь, выдерживая соотношение масла и бензина 1 : 15 по объему
неисправны свечи зажигания или провода высокого напряжения	Очистить свечу, проверить зазор, изолировать или заменить провод
нарушен контакт выводов конденсатора токосъемника или прерывателя	Очистить от грязи и масла гнездо конденсатора, подтянуть крышку, зачистить контакты токосъемника или прерывателя
Двигатель запускается, но работает с перебоями:	
попала вода в топливо	Слить и полностью заменить топливо
неплотное соединение в разъемах картера и карбюратора с цилиндром	Подтянуть детали крепления узлов или заменить прокладки
Двигатель быстро нагревается и теряет мощность:	
загрязнено межреберное пространство цилиндра или сетки вентилятора	Очистить ребра цилиндра и сетку вентилятора

Продолжение

Неисправности и их причины	Способы устранения
Двигатель не дает необходимой мощности:	
подгорают поршневые кольца или они сломаны	Снять нагар с колец и из поршневых канавок, смазать поршень. Сломанное кольцо заменить
плохое соединение или уплотнение коленчатого вала	Подтянуть соединения, заменить резиновые уплотнения (манжеты)
засорен выхлопной патрубок цилиндра и глушителя	Очистить от нагара
засорен жиклер или топливный фильтр	Очистить жиклер или топливный фильтр
Двигатель останавливается:	
недостаточен прогрев	Прогреть двигатель на холостых оборотах в 1—2 мин
мало горючего в баке	Наполнить бензобак
разрыв цепи высокого напряжения от сотрясения во время работы	Проверить и укрепить соединения контактов с проводом высокого напряжения (у свечи и магнето), проверить крепление двигателя и реверс-редуктора

Хранение. В зависимости от природно-климатических условий машину можно хранить следующим образом.

Для исключения температурных нагрузок на трубопровод и колеса дождевальной машины «Волжанка» ослабляют болты со-

Варианты длительного хранения дождевальных машин «Волжанка»

Характер природно-климатических условий орошаемых участков	Способ длительного хранения и основные подготовительные операции
Пойменные участки, затапливаемые паводковыми водами	Комбинированный. Машина полностью разбирается на узлы и детали и вывозится на место хранения
Орошаемые участки, не затапливаемые паводковыми водами, температура окружающей среды в период зимнего хранения не опускается ниже —10 °С	Комбинированный. Водопроводящий трубопровод и колеса не разбираются
Орошаемые участки, не затапливаемые паводковыми водами; температура окружающей среды в период зимнего хранения опускается ниже —10 °С	Комбинированный. Водопроводящий трубопровод и колеса не разбираются. Ослабляются болты соединения ступиц опорных колес к трубопроводу

единения ступиц опорных колес к трубопроводу до появления зазора между ними. Трудоемкость этой операции составляет 2,4 чел.-ч.

Для того чтобы под действием ветра машину не унесло с места хранения, необходимо на ней установить дополнительные тормоза или закрепить ее проволокой (диаметром 5—6 мм) к забитым в землю кольям. Дополнительные тормоза устанавливают у ведущей тележки, на концах крыльев и посередине каждой половины крыла трубопровода.

В зонах с частыми и сильными ветрами для закрепления машины необходимо установить большее число тормозов (через 2—3 секции трубопровода машин). С этой целью в хозяйствах можно изготовить несложное приспособление по типу тормозов, входящих в комплект машины. Приспособление состоит из двух распорок, шарнирно закрепленных на хомуте, установленном на трубопроводе машины.

Техника безопасности. Перед перегоном крыла на следующую позицию трубопровод должен быть полностью освобожден от воды.

Во время движения машины цепная трансмиссия и вращающиеся детали должны быть закрыты кожухом.

Во время движения машины оператор должен находиться сзади и сбоку от ведущей тележки.

После передвижения дождевальной машины на следующую позицию двигатель необходимо выключить и закрыть кожухом.

Задвижки на гидрантах, подающих воду в дождевальные машины, должны открываться и закрываться медленно.

На стоянках дождевальная машина должна быть заторможена при помощи тормозов.

При скорости ветра более 10 м/с дождевальную машину необходимо дополнительно закрепить на месте.

Во избежание взрыва не следует близко подносить открытый огонь к горловинам бензобаков, канистр.

Воспламенившийся бензин или другое топливо надо тушить, засыпая пламя песком, землей или прикрывая мокрым брезентом. Нельзя пламя заливать водой.

Переключают реверс-редуктор при холостых оборотах двигателя.

В случае отсоединения ведущей тележки, ее необходимо установить на прочные козлы. Работа около тележки, поставленной на домкраты, бревна, кирпичи, доски и т. д., категорически запрещается.

Многоопорная дождевальная машина ДФ-120 «Днепр»

Машина ДФ-120 «Днепр» самоходная с электроприводом от навесной электростанции. Работает позиционно от гидрантов закрытой оросительной сети. Предназначена для орошения дождеванием зерновых и технических культур, лугов и пастбищ, самоходная с электроприводом от навесной электростанции. Работает позиционно от гидрантов закрытой оросительной сети. Применяется во всех зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить дождевание сельскохозяйственных культур, размещаемых на участках со спокойным рельефом, с общим уклоном не более 0,02.

Устройство. Дождевальная машина (рис. 81) состоит из 17 двухколесных велосипедного типа опорных тележек, водопро-

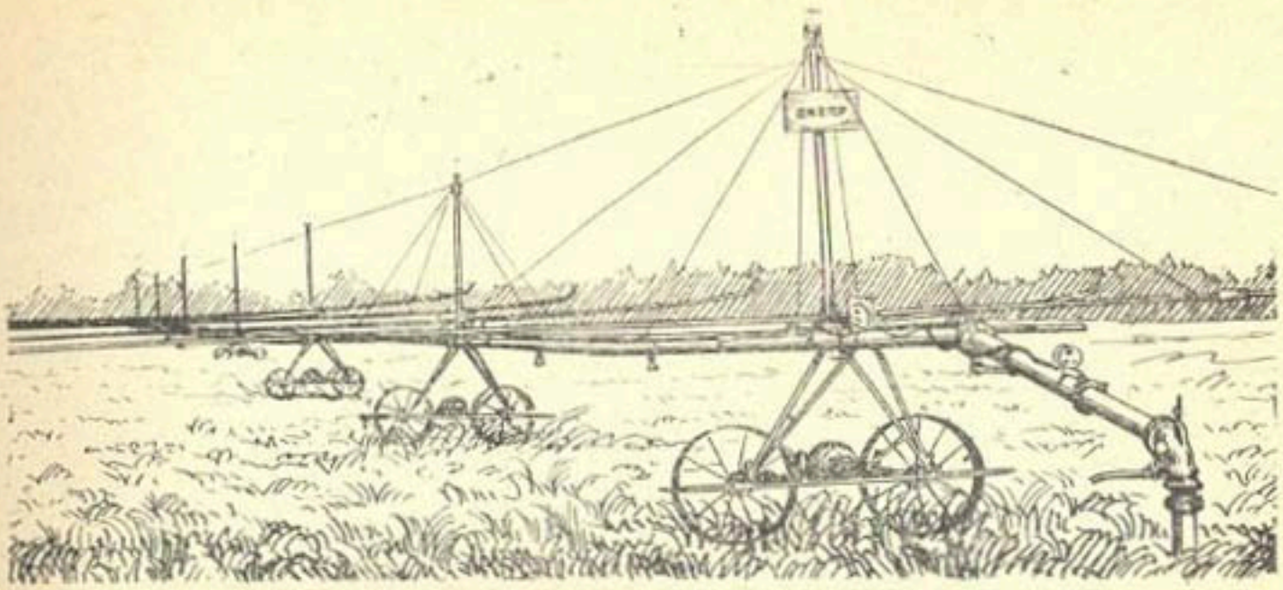


Рис. 81. Общий вид ДФ-120 «Днепр».

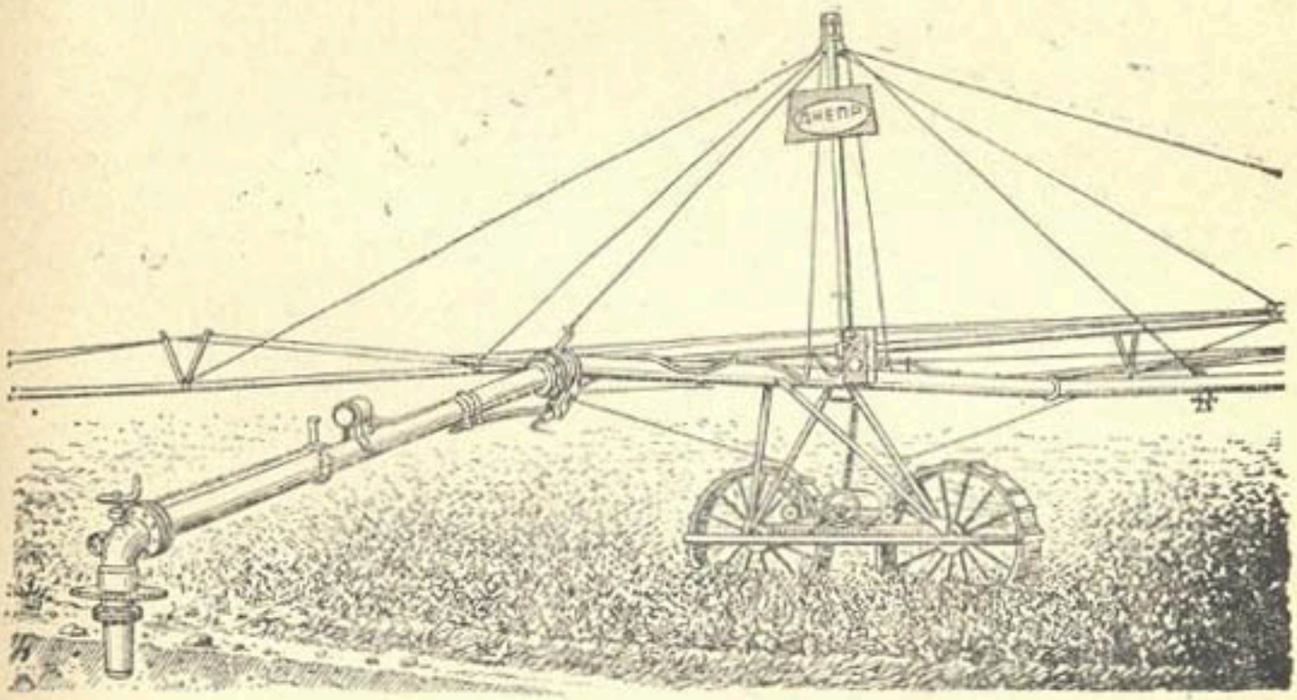


Рис. 82. Опорная тележка ДФ-120 «Днепр».

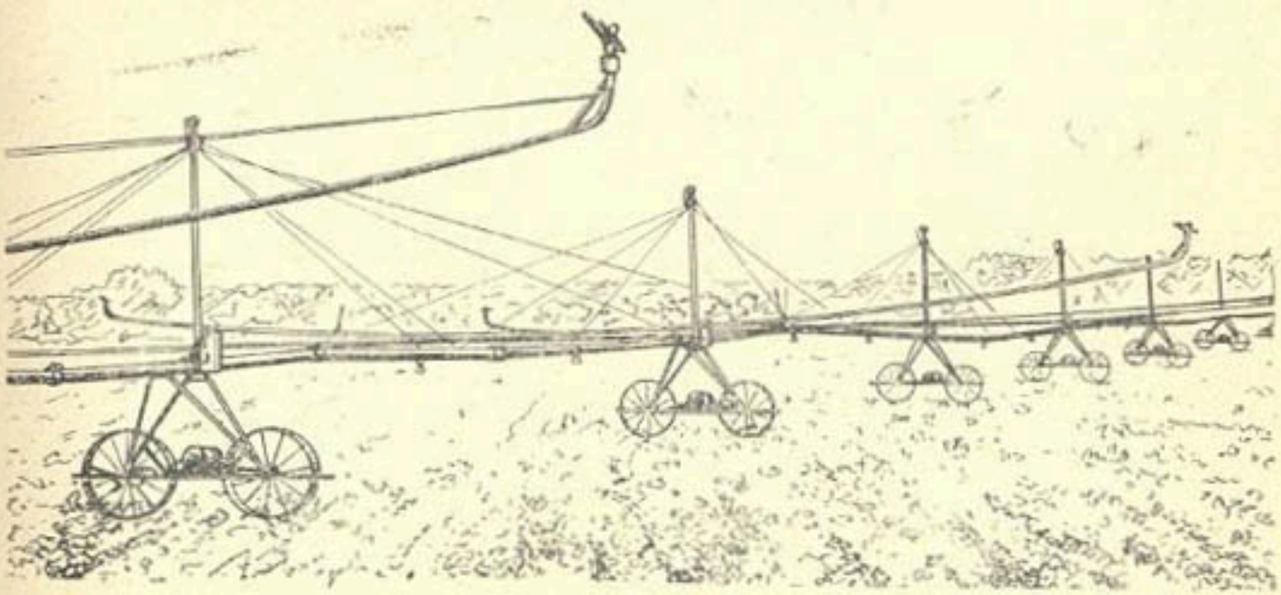


Рис. 83. Водопроводящий пояс ДФ-120 «Днепр».

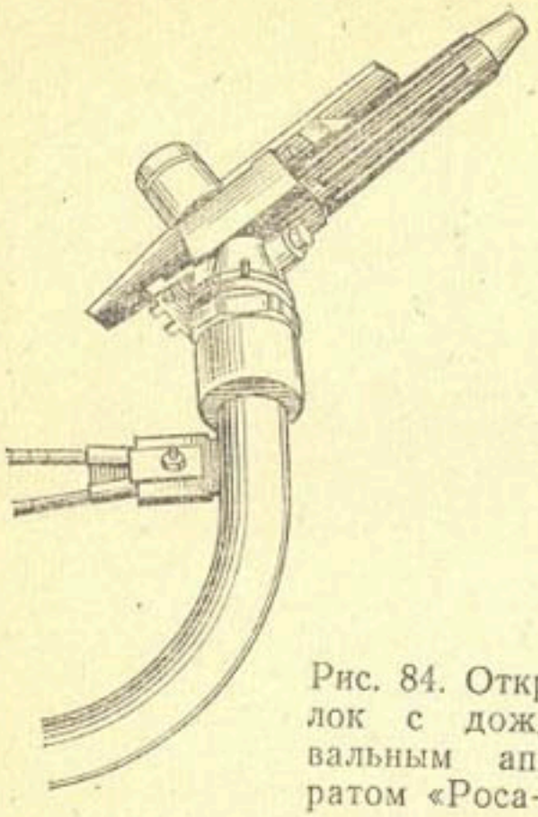


Рис. 84. Открылок с дождевальным аппаратом «Роса-3».

водящего алюминиевого трубчатого пояса, 34 открылков с дождевальными аппаратами, механизма управления с системой синхронизации передвижения машины, водозаборного устройства и электрической передвижной станции.

Опорная тележка (рис. 82) представляет собой сварную пространственную трубчатую раму, опирающуюся на два колеса, которые приводятся в движение цепной передачей от электромотора-редуктора, установленного на тележке, кроме того, на тележках со 2-й по 16-ю установлены по два конечных выключателя, по одному магнитному пускателю, блоки ртутных переключателей. Пульт управления крайними тележками расположен в кабине трактора.

Водопроводящий пояс (рис. 83) состоит из отдельных 9-метровых звеньев фланцевых труб сечением 180×3,5 мм. На опорных тележках к водопроводящему поясу присоединяются два открылка и вертикальная стойка, к которой крепятся растяжки, поддерживающие примыкающие пролеты водопроводящего пояса, и открылки.

Открылок (рис. 84) трубчатый, двух диаметров — 65 и 50 мм, длиной 13,7 м, на конце открылка установлен дождевальный

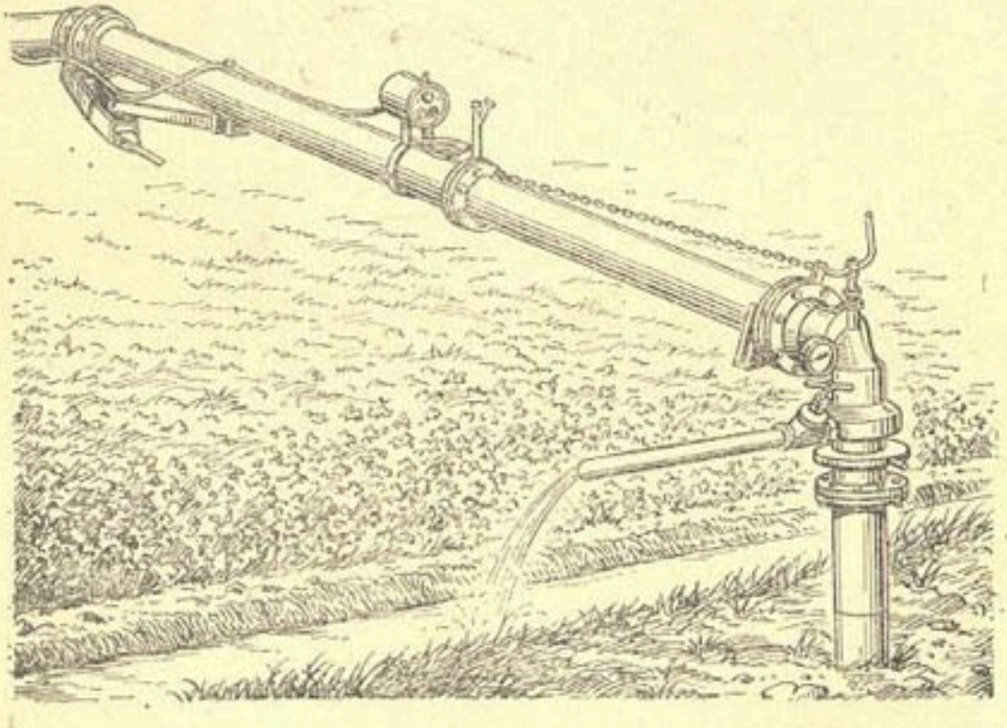


Рис. 85. Водозаборное устройство ДФ-120 «Днепр» во время слива воды из трубопровода.

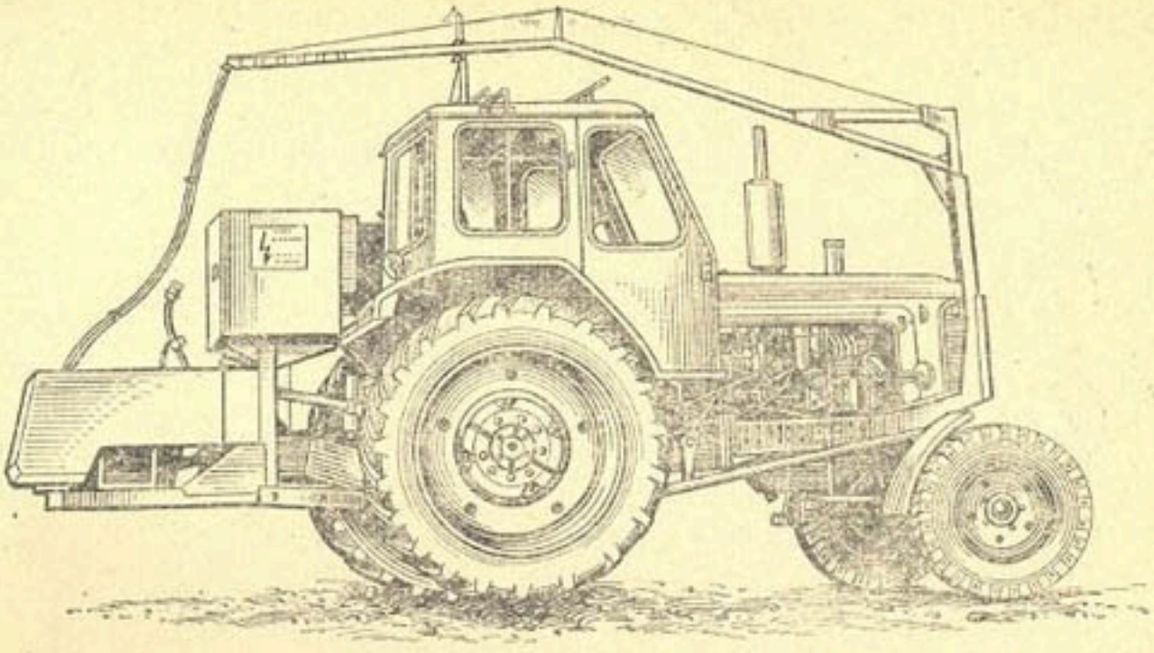


Рис. 86. Электрическая передвижная станция.

аппарат «Роса-3». Открылок выполнен в виде пространственной фермы, которая поддерживается 8-ю растяжками в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Механизм управления с системой синхронизации передвижения машины служит для поддерживания прямолинейного положения водопроводящего пояса при переездах машины с позиции на позицию, а также для подачи с помощью блока ртутных переключателей звукового сигнала при неисправностях одной из тележек.

Механизм управления крепится к водопроводящему поясу. Он состоит из штанги, связанной с кулачковым валиком и двумя тягами.

Водозаборное устройство (рис. 85) представляет собой телескопическое соединение двух алюминиевых труб со сферическими шарнирами. Предназначено для присоединения машины к гидранту закрытой оросительной сети. Поддерживается заборное устройство в висячем положении, как правило, с помощью рессорного приспособления.

На водозаборном устройстве размещена коробка подключения электропитания машины к источнику энергоснабжения. В передней части водозаборного устройства находится колонка со штурвалом, при помощи которой присоединяют к гидранту, открывают и закрывают поступление воды в машину.

Электрическая передвижная станция (рис. 86) служит для питания электрической энергией приводов опорных тележек и механизма управления в период переезда машины с одной позиции на другую. Она состоит из генератора, щита управления, магнитного реверсивного пускателя, пакетного переключателя (127 В) и блока дистанционного управления (12 В постоянного тока).

Генератор навешивается на трактор ЮМЗ-6М, оборудованный ходоуменьшителем СН-5А.

В кабине трактора расположен пульт, через который осуществляются включение и выключение электрического тока, управление щитом электропривода крайних тележек, световая и звуковая сиг-

нализации при отклонении от прямолинейного положения водопроводящего пояса.

Техническая характеристика дождевальной машины ДФ-120 «Днепр»

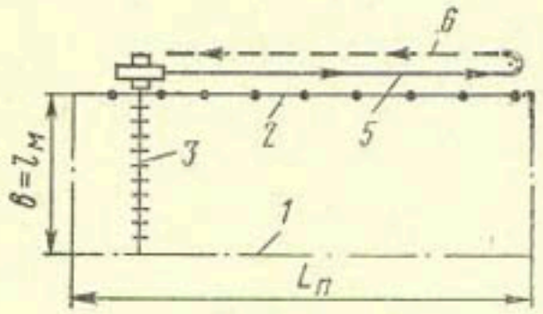
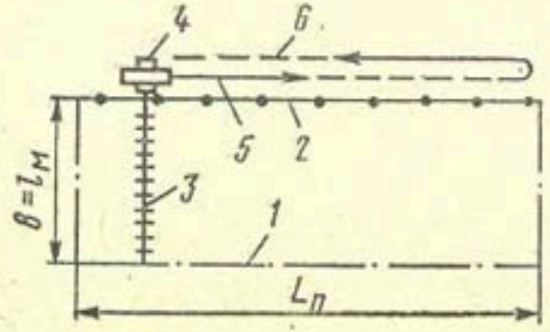
Расход, л/с	120
Напор на гидранте, м	45
Число опорных тележек	17
Расстояние между опорными тележками, м	27
Высота расположения водопроводящего трубопровода, м	2,1
Число дождевальных аппаратов «Роса-3»	34
Расстояние между гидрантами, м	54
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,3
Расстояние между трубопроводами оросительной сети, м	920
Скорость движения машины при смене позиций, км/ч	0,47
Габаритные размеры в транспортном положении, м:	
длина	448
ширина	27
высота	5,3
Общая установленная мощность электродвигателей, кВт	18,7
Электростанция (навесная на трактор ЮМЗ-6М):	
напряжение, В	230
мощность, кВт	37,5
Масса машины, кг	13 347
Масса трактора, кг	3 404
Масса электростанции, кг	700
Обслуживающий персонал (оператор)	1

Технологические схемы. Наибольшая производительность дождевальной машины «Днепр» и качество полива могут быть обеспечены в том случае, если технологические схемы (рис. 87) работы машины будут учитывать технико-эксплуатационные возможности машины и требования почвы и растений к водному режиму.

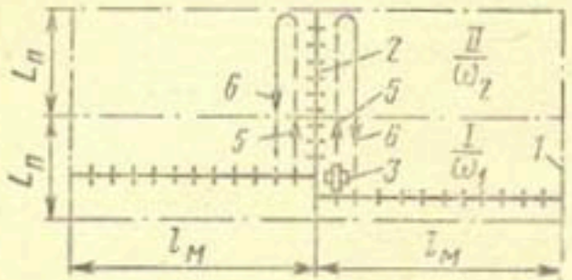
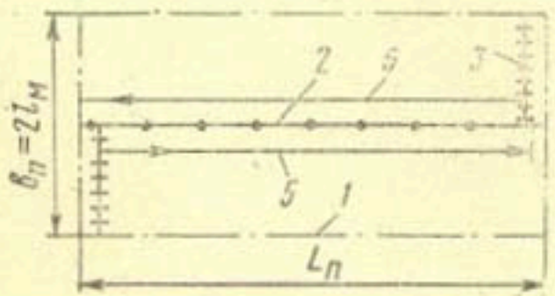
Для составления технологических схем работы необходимо иметь: технико-эксплуатационные показатели машины (длина, рабочий расход, интенсивность, структура дождя и т. д.); сведения об агрофоне; данные о климатических и рельефно-почвенных условиях орошаемого поля (тип, рельеф, уклоны, механический состав и водно-физические свойства почвы); показатели поливного режима орошаемой культуры (сроки поливов, поливные и оросительные нормы) с учетом интенсивности дождя, уклонов поверхности, скорости впитывания воды в почву; данные о потерях воды на испарение в момент дождевания; коэффициенты использования рабочего времени машины: смены — $K_{см}$; суток — $K_{сут}$; сезона — $K_{сез}$.

Используя эти данные, можно разработать такую схему полива машиной «Днепр», при которой максимально будут реализованы технико-эксплуатационные показатели машины и обеспечен своевременный и качественный полив растений. Некоторые схемы расстановки и работы дождевальных машин «Днепр» на орошаемых полях приведены в таблице 85. Основной схемой работы машины «Днепр» является схема I.

Таблица 85. **Технологическая схема расстановки и работы дождевальных машин «Днепр» на поливе сельскохозяйственных культур**

Схема расстановки и перемещения машины	Описание схемы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема I 	«Днепр» работает по обычной схеме в одном направлении, возвращается назад холостым перегоном	Поливной трубопровод системы рассчитывается на один рабочий расход машины. Лесополосы можно закладывать по всему периметру поля	Большая продолжительность полива поля, большие маршруты обслуживающего трактора. Перегон машины на исходную позицию по мокрому полю
Схема II 	Машина до середины поля движется в рабочем состоянии, по второй половине поля — холостым перегоном. В обратном направлении — в рабочем состоянии	Машина при перегоне перемещается по сухому полю. Лесополосы можно закладывать по всему периметру поля	Холостые переезды

Продолжение

Схема расстановки и перемещения машины	Описание схемы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема III 	Два «Днепра» обслуживают два смежных поля. Работают в линию параллельно, обслуживаются одним трактором	Продолжительность полива поля минимальная. Холостые перегоны только по сухому полю. Минимальная длина маршрутов обслуживающего трактора	Между смежными полями нельзя закладывать лесополосы
Схема IV 	Машина «Днепр» движется в рабочем положении в одну и другую сторону вдоль гидрантов трубопровода, расположенного посередине поля. На другую сторону поля перемещается трактором в транспортном положении	Поливной трубопровод рассчитывается на один рабочий расход системы. Лесополосы можно закладывать по всему периметру поля. Нет длинных холостых перегонов машины	Необходимость на границах поля переводить машину в транспортное положение и перебазировать ее на другую сторону поливного трубопровода трактором

Примечание. *1* — граница поля; *2* — поливной трубопровод с гидрантами; *3* — машина; *4* — трактор с электростанцией; *5* — рабочий ход машины; *6* — холостой перегон; *I, II* — номера поля.

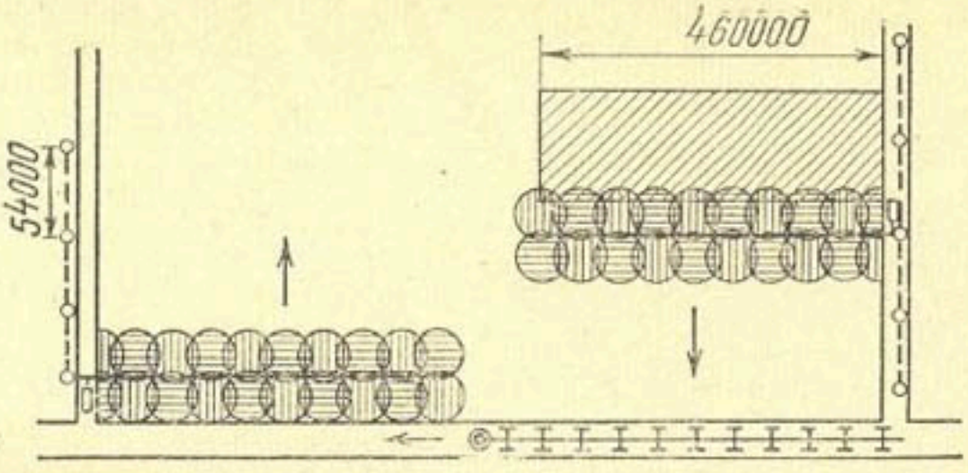


Рис. 87. Технологическая схема работы ДФ-120.

Продолжительность работы машины «Днепр» на позиции зависит от рабочего расхода машины, поливной нормы и размера потерь воды на испарение в момент дождевания, мин:

$$t = \frac{m}{\rho\beta}, \tag{75}$$

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

$$\rho = \frac{Q60}{\omega}, \tag{76}$$

где Q — расход машины, л/с; ω — площадь, поливаемая с позиции, м^2.

Продолжительность работы машины на позиции при равных поливных нормах и потерях воды на испарение приведена в таблице 86.

Таблица 86. **Продолжительность полива на позиции машины «Днепр», мин**

Поливная норма, м^3/га	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, %				
	0	5	10	15	20
200	67	70	74	77	80
300	100	105	110	115	120
400	133	140	146	153	159
500	167	175	183	192	200
600	200	210	220	230	240
800	267	280	294	307	321
1000	333	350	367	384	401

Нормативы сменной и сезонной производительности. Сменную производительность дождевальной машины «Днепр» определяют по уравнению:

$$\omega_{см} = \frac{3,6Qt_{см}}{m} K_{см.пл}\beta, \qquad (77)$$

где $\omega_{см}$ — норматив сменной производительности, га; Q — расход машины, л/с; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; m — поливная норма, м³/га; $K_{см.пл}$ — плановый коэффициент использования сменного времени, учитывает затраты времени на смену позиции, плановое и ежесменное техническое обслуживание; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании (затраты воды на создание микроклимата в процессе полива).

Коэффициенты использования времени машины «Днепр» в зависимости от поливной нормы и природно-хозяйственных условий приведены в таблице 87.

Таблица 87. **Коэффициенты использования времени дождевальной машины «Днепр»**

Поливная норма, м³/га	Технологический коэффициент $K_{см}$	Плановый коэффициент использования сменного времени $K_{см.пл}$	Плановый при круглосуточной работе $K_{сут.пл}$	Коэффициент холостых перебазировок $K_б$
200	0,67	0,63	0,60	0,93
300	0,74	0,70	0,66	0,95
400	0,78	0,74	0,70	0,96
500	0,81	0,76	0,73	0,97
600	0,82	0,78	0,74	0,97
800	0,84	0,80	0,76	0,98
1000	0,86	0,82	0,78	0,98

Потери времени на смену позиции учитываются коэффициентом планового и ежесменного технического обслуживания $K_{см}$. Потери времени на устранение поломок дополнительно к $K_{см}$ учитывает коэффициент $K_{см.пл}$. Потери времени, которые возникают из-за отказов на насосной станции ($f_{н.с}$), оросительной сети и арматуре ($f_{о.с}$), а также по организационным и другим причинам, учитывают коэффициентом $K_{сут.пл}$.

При расчете норм выработки для оплаты труда операторов-поливальщиков пользуются коэффициентом $K_{см}$; при расчете нормативов для планирования сменных норм выработки машины в хозяйствах — $K_{см.пл}$; для проектирования эксплуатационных графиков полива и определения нормативов сезонной нагрузки на машину (с дополнительным учетом $K_б$ и τ) — $K_{сут.пл}$ (табл. 88).

Производительность машины «Днепр» за один час чистой работы приведена в таблице 89, а нормативы сменной производительности за 7-часовую рабочую смену при различных поливных нормах и разных потерях воды на испарение в момент дождевания — в таблице 90.

Таблица 88. **Нормативы сезонной производительности дождевальной машины «Днепр» в различных природно-хозяйственных зонах** (при круглосуточном использовании машины на поливе), **га**

Природная зона	Расчетная ордината гидромодуля q, л/с·га	Сезонная нагрузка на машину, га
Лесная	0,2	295—300
Лесная, лесостепная	0,3	215—220
Лесная, лесостепная	0,4	165—170
Лесостепная, степная	0,5	135—140
Степная	0,6	110—115
Степная, полупустынная	0,7	95—100
Полупустынная	0,8	85—90
Полупустынная, пустынная	0,9	75—80
Пустынная	1,0	65—70

Таблица 89. **Производительность «Днепра» за час чистой работы, га**

Поливная норма, м³/га	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, %			
	0	10	20	30
200	2,16	1,95	1,73	1,51
300	1,44	1,30	1,16	1,01
400	1,08	0,97	0,86	0,76
500	0,86	0,78	0,69	0,61
600	0,72	0,65	0,58	0,51
800	0,54	0,49	0,43	0,38
1000	0,43	0,39	0,35	0,30

Таблица 90. **Нормативы сменной производительности машины «Днепр» при 7-часовой рабочей смене, га**

Поливная норма, м³/га	Затраты воды на создание микроклимата в процессе полива, %			
	0	10	20	30
200	9,65	8,70	7,75	6,80
300	7,10	6,40	5,67	4,96
400	5,60	5,05	4,47	3,92
500	4,62	4,15	3,70	3,24
600	3,94	3,54	3,15	2,76
800	3,04	2,74	2,42	2,13
1000	2,48	2,23	1,98	1,74

Сезонную производительность или сезонную нагрузку на машину вычисляют по зависимостям:

$$F_{сез} = \frac{QK_{сут}}{q} \tau\beta K_б, \quad (78)$$

$$F_{сез} = \frac{86,4QK_{сут}T}{m} \tau\beta K_б, \quad (79)$$

$$F_{сез} = \frac{86,4QK_{сут}}{\Delta l_V} \tau\beta K_б, \quad (80)$$

где q — расчетная ордината гидромодуля в критический период водопотребления (в период пикового спроса на воду), л/с·га; T — минимальный межполивной интервал в период пикового спроса на воду, сут; Δl_v — суточная потребность в поливной воде в критический период, м³/га; τ — коэффициент, учитывающий возможные потери времени по метеорологическим условиям, из-за отказов в работе насосно-силового оборудования, оросительной сети, сооружений; $K_б$ — коэффициент, учитывающий потери времени на перебазировки (холостые перегоны машины на исходную позицию).

Потери времени на холостые перегоны из одного конца поля (поливного участка) на другой или же с одного поля на другое учитывают коэффициентом $K_б$, представляющим собой отношение затрат времени на перебазировки к продолжительности полива поля расчетной нормой.

Коэффициент использования времени суток определяется соотношением:

$$K_{сут} = \frac{nt_{см}}{24} K_{см.пл}, \quad (81)$$

где n — число рабочих смен, сут; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч.

При круглосуточной работе, то есть при $nt_{см}=24$ ч, $K_{сут}=K_{см.\,пл.}$ $K_{сут.\,пл.}=K_{сут.}\,\tau$.

Для определения сезонной нагрузки дождевальной машины «Днепр» пользуются графиком, показанным на рисунке 88.

Технико-эксплуатационные данные. Наиболее характерные показатели, предопределяющие работоспособность и производительность дождевальной машины «Днепр», приведены ниже.

Основные технико-эксплуатационные показатели дождевальной машины «Днепр» (по данным МИС)

Коэффициент земельного использования	0,97
Допустимая скорость ветра, м/с	5,0
Коэффициент эффективного полива	0,44—0,53
Ширина колеи (после одного прохода), см	25—30
Глубина колеи (после одного прохода), см	10—15
Удельное давление колес на почву, МПа	0,03—0,07
Повреждаемость растений, %	1,9
Коэффициент готовности	0,95
Коэффициент использования сменного времени	0,81
Коэффициент надежности технологического процесса	0,99
Коэффициент технического использования	0,94
Средняя наработка на отказ	16,55

Монтаж. Технологический процесс монтажа дождевальной машины «Днепр» состоит из подготовительных работ; сборки машины (с некоторыми регулировками); подготовки к эксплуатации (пусконаладочные работы).

К подготовительным работам относят: проверку комплектности, разбивку участка, погрузочно-разгрузочные и транспортные работы, связанные с доставкой частей машины на место сборки.

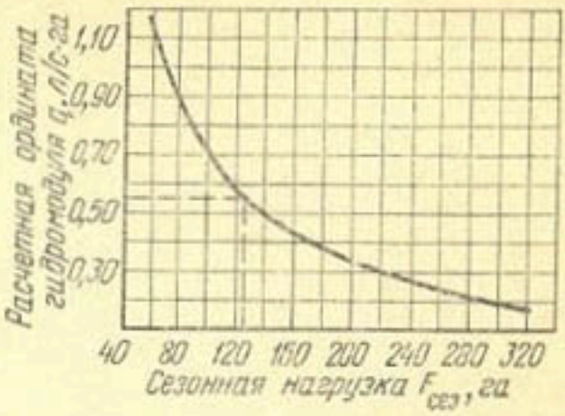


Рис. 88. График для определения сезонной нагрузки дождевальной машины ДФ-120.

Монтаж машины включает последовательные операции сборки деталей, узлов и систем, их частичную регулировку и проверку работоспособности в процессе сборки. Монтаж проводится в конце орошаемого участка на специальной полосе шириной не менее 5 м и с общим уклоном не более 0,05. Монтажная полоса может служить и трассой при транспортировке машины на другую позицию.

После монтажа упаковочной тары проверяют комплектность машины согласно ведомости, поставляемой с машиной, далее с помощью колышков и рулетки размечают линию и места укладки труб и тележек.

При монтаже машины применяют подъемно-транспортное оборудование.

При подготовке машины к эксплуатации проверяют качество сборки, проводят смазку, окончательную регулировку и настройку, опробуют машину в работе.

Техническое обслуживание. Оно состоит из профилактических мероприятий. В зависимости от сезонной загрузки предусматривают проведение первого планового технического обслуживания перед началом поливного сезона (СТО-1), ежесменного технического обслуживания (ЕТО), периодического технического обслуживания (ПТО) после 240 ч работы или полива 20—30 позиций и второе плановое техническое обслуживание после окончания поливного сезона (СТО-2).

Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)

Дождевальные аппараты, сливные клапаны, трубопровод	Проверить работу дождевальных аппаратов и сливных клапанов, показание манометра, герметичность фланцевых соединений трубопровода, при необходимости подтянуть
Поворотная стрела трактора	Проверить крепление стоек и фиксаторов поворотной стрелы трактора, при необходимости подтянуть
Цилиндрическая передача	Проверить и подтянуть крепление цилиндрической передачи генератора

Электропроводка	Проверить крепление концов заземляющих проводов, подсоединительных кабелей и проводов, при необходимости подтянуть
Втулочно-пальцевая муфта генератора	Проверить и подтянуть пальцы втулочно-пальцевой муфты генератора
Рама генератора	Проверить и подтянуть болты крепления рамы установки генератора к навесной системе трактора

Периодическое техническое обслуживание (ПТО)

Машина	Провести операции ежесменного технического обслуживания
Водопроводящий пояс	Проверить натяжение горизонтальных и вертикально-поддерживающих тросов, затяжку фланцевых соединений трубопровода, при необходимости подтянуть
Приводные цепи	Проверить натяжение приводных роликовых цепей, при необходимости отрегулировать
Электрооборудование	Проверить герметичность сальниковых вводов для кабелей и проводов, плотность прилегания крышек коробок штепсельных разъемов и выключателей, при необходимости подтянуть
Механизмы управления	Проверить легкость вращения кулачковых валиков и натяжение тросов привода барабана, механизмов управления и четкость переключения концевых выключателей, при необходимости отрегулировать механизмы управления
Генератор	Проверить соосность оси вала генератора с осью ведомого вала цилиндрической передачи, для чего необходимо снять кожух генератора, отвернуть гайки и вынуть пальцы соединительной муфты, приложить линейку вдоль поверхности наружного диаметра полумуфты. По зазору между линейкой и наружным диаметром вращающейся полумуфты щупом определить отклонение от соосности, при необходимости отцентрировать с помощью прокладок, собрать муфту и поставить кожух

Карданная передача	Смазать игольчатые подшипники шарниров карданного вала, привода генератора, а также его шлицевое телескопическое соединение
Подсоединительный трубопровод	Смазать сферические шарниры подсоединительного трубопровода
Электропроводка	Протереть резьбу на вставках кабелей электростанции и на колодках присоединительных коробок и нанести на нее тонкий слой смазки, не допуская попадания смазки на контакты

Хранение. Ниже приведен порядок подготовки к хранению и хранение дождевальной машины «Днепр».

Подготовка дождевальной машины к длительному хранению

Трубопровод	Снять заглушку, промыть трубопровод под давлением, отсоединить машину от гидранта и слить воду
Дождевальные аппараты	Снять с машины дождевальные аппараты, сливные клапаны и транспортировать на склад
Приводные цепи	Снять приводные роликовые цепи и транспортировать на склад
Присоединительные коробки	Снять присоединительные коробки и транспортировать на склад
Механизмы управления	Отсоединить штепсельные разъемы и установить в отверстие коробок штепсельных разъемов заглушки, отсоединить провода подсоединения мотор-редукторов, световой сигнализации и снять светильники, снять коробки и тяги механизмов управления, снять механизмы управления и транспортировать на склад
Электрокабели	Снять электрокабели и провода, свернуть в бухты и транспортировать на склад
Мотор-редукторы	Снять мотор-редукторы и транспортировать на склад
Машина	Очистить машину от грязи (в том числе снятые узлы и приборы), зачистить и подкрасить места с нарушенным слоем краски
Тележка	Смазать предохранительным составом звездочки и шестерни привода колес
Трубопровод	Смазать резьбовые отверстия под дождевальные аппараты и манометры и вставить в них заглушки

Тележка	Смазать ступицы колес, подшипники валов ведомых звездочек, подшипники звездочек натяжения цепей и оси поворота колес в транспортное положение. Развернуть колеса в транспортное положение у каждой второй опорной тележки и подложить под колеса колодки
Подсоединительное колено	Закрыть заглушкой подсоединительное колено и открыть сливной вентиль
Дождевальные аппараты	В соответствии с инструкцией по эксплуатации дождевальных аппаратов «Роса-3» подготовить их к зимнему хранению
Приводные цепи	Промыть в керосине приводные цепи, просушить и проверить их в ванне с автотракторным маслом
Поворотная стрела	Промыть и заполнить новой смазкой полость трубы поворотной стрелы
Цилиндрическая передача	Заменить смазку в цилиндрической передаче генератора
Механизмы управления	Снять концевые переключатели ВК-300 с механизмов управления, разобрать их, очистить и смазать тонким слоем все оси вращения кулачков и рычагов и их посадочные поверхности. Попадание смазки в контактный отсек не допускается. Собрать переключатели и установить их в механизмах управления

Снятие машины с зимнего хранения

Снятые с машины узлы	Погрузить на транспортное средство мотор-редукторы, электрокабели, дождевальные аппараты, сливные клапаны, механизмы управления и другие узлы и детали, взять со склада и подвезти к машине для монтажа
Тележки	Развернуть колеса на каждой второй опорной тележке из транспортного положения в рабочее и убрать колодки из-под колес
Мотор-редукторы	Установить мотор-редукторы на тележки
Электропроводка	Проложить электрокабель и проводы по трубопроводу машины
Дождевальные аппараты	Установить дождевальные аппараты
Присоединительные коробки	Установить присоединительные коробки и заземлить их
Механизмы управления	Установить коробки, механизмы управления и тяги механизмов управления

Электрооборудование	Подключить электрооборудование (мотор-редуктор, электроарматуру, электроразъемы, светильники), измерить сопротивление изоляции
Тележка	Смазать ступицы и оси поворота ходовых колес, подшипники валов ведомых звездочек, подшипники звездочек натяжения цепей
Поворотная стрела	Смазать полость поворотной стрелы
Цилиндрическая передача	Проверить наличие смазки в цилиндрической передаче, при необходимости долить
Генератор	Смазать подшипники генератора
Мотор-редукторы	Проверить наличие смазки в мотор-редукторах, при необходимости долить
Карданная передача	Смазать игольчатые подшипники шарниров карданного вала, а также его шлицевое телескопическое соединение
Подсоединительный трубопровод	Смазать сферические шарниры подсоединительного трубопровода
Механизмы управления	Отрегулировать механизмы управления, проверить четкость переключения выключателей, а также возможность свободного вращения кулачкового валика в обе стороны на угол не менее 270°
Электрическая станция	Подсоединить электрическую станцию к подсоединительной коробке, запустить трактор и генератор
Мотор-редукторы	Проверить направление вращения валов мотор-редукторов, остановку мотор-редукторов первой и последней тележек
Система сигнализации	Проверить остановку электродвигателей и работу сигнализации промежуточных тележек, проворачивая вручную кулачковые валики на механизмах управления при положении рукоятки реверса «вперед» и «назад»
Механизмы управления	Зафиксировать поводки на барабанах механизмов управления, закрыть крышки их коробок
Приводные цепи	Установить приводные цепи на звездочки, соединить их концы и отрегулировать натяжение
Машина	Провести пробные передвижения машины «вперед» и «назад» и остановку первой и последней тележек, подключить машину к гидранту, провести полив, проверив работу дождевальных аппаратов, сливных клапанов, герметичность фланцевых соединений

Основные неисправности дождевальной машины «Днепр» ДФ-120 и способы их устранения

Внешнее проявление неисправности и вероятная причина	Способы устранения
Течь во фланцевых соединениях водопроводящего пояса:	
ослаблена затяжка болтов во фланцевых соединениях	Подтянуть болты фланцевых соединений
снижено качество уплотнительной прокладки	Заменить прокладку
Течь во фланцевом соединении стояка фермы с опорной трубой:	
неправильно установлен стояк или уплотнительная прокладка	Установить стояк или прокладку правильно, равномерно затянув болты фланцевого соединения
снижено качество уплотнительной прокладки	Заменить прокладку
Течь воды через сливной клапан из-за попадания механических примесей между клапаном и прокладкой или заклинивания штока клапана в отверстии его корпуса	Очистить клапан, шток клапана и его корпус от загрязнений
Сливной клапан не открывается:	
заклинило шток клапана в отверстии его корпуса	Очистить шток клапана и отверстие корпуса от загрязнений
сломана пружина	Заменить пружину
Во время движения дождевателя опорную тележку уводит влево или вправо из-за неплоскостности колес тележки, при этом колея от колес расширяется	Установить колеса опорной тележки в одной плоскости
Установка колена подсоединительного трубопровода на гидрант затруднена из-за большого трения в сферических шарнирах, вызванного отсутствием смазки и сильной затяжкой болтов сферического шарнира	Смазать сферические шарниры и отрегулировать затяжку болтов
При подсоединенной к дождевателю электростанции и включенной сигнализации подается звуковой сигнал на тракторе и не горит сигнальная лампа на пульте управления:	
разрыв в цепи сигнализации или потеря контакта в соединениях	Зачистить и спаять контакты (неисправность устраняется электриком, обслуживающим

Внешнее проявление неисправности и вероятная причина	Способы устранения
	группу дождевателей с применением специальных принадлежностей и инструмента)
повреждения ртутного прерывателя в управлении	Заменить ртутный прерыватель
При передвижении дождевателя водоподводящий пояс сильно изгибается, подается звуковой сигнал на тракторе и гаснет сигнальная лампа на пульте управления. На опорной тележке в месте наибольшего изгиба водоподводящего пояса не работает электродвигатель мотор-редуктора:	
срабатывает тепловое реле магнитного пускателя в механизме управления	Нажать кнопку магнитного пускателя, проследить за работой электродвигателя, выяснить и устранить причину срабатывания теплового реле
плохо включен концевой выключатель в механизме управления кулачковым валиком	Отрегулировать механизм управления перемещением кулачков в пазах или поворотом панелей, на которых расположены выключатели
нарушена симметричность положения кулачкового валика относительно роликов концевого выключателя	Установить кулачки валика симметрично роликам концевых выключателей изменением длины тросов
нет контакта в соединениях силовой цепи	При пробных пусках проследить за вращением электродвигателя, выяснить причину и устранить неисправность
вышел из строя электродвигатель	Заменить мотор-редуктор
Перегорела катушка напряжения магнитного пускателя	Заменить катушку напряжения в магнитном пускателе
При передвижении дождевателя нарушается прямолинейность движения:	
группа тележек неуправляема из-за обрыва в цепи управления тележек	Проверить наличие электрического тока цепи в штепсельных разъемах и кабелях (неисправность устраняется электриком, обслуживающим группу дождевателей, с применением специального инструмента)

Продолжение

Внешнее проявление неисправности и вероятная причина	Способы устранения
неисправно электромагнитное реле	Заменить электромагнитное реле
При нормально работающей электростанции не включается реверсивный магнитный пускатель в щите управления и не подается напряжение на машину из-за отсутствия напряжения (12 В) постоянного тока от электрооборудования трактора	Проверить наличие напряжения (12 В) постоянного тока от электрооборудования трактора, при отсутствии тока обеспечить его подачу

Смазка дождевальной машины «Днепр»

Места смазки и указания по смазке	Число точек смазки	Инструмент и материалы
Ступица ходового колеса (смазать через пресс-масленку). Там же смазать ось поворота ходового колеса равномерным нанесением слоя смазки	34 34	Солидол УС-3, лопатка, шприц, обтирочный материал
Полость трубы поворотной стрелы (смазать поверхность трения тонким слоем)	1	Солидол УС-3, лопатка, обтирочный материал
Цилиндрическая передача генератора (залить масло до уровня контрольной отметки)	1	Масло трансмиссионное автотракторное «летнее»
Генератор (полностью заполнить полости подшипника смазкой)	2	Смазка ЦИАТИМ-202
Вал ведомой звездочки (смазать через пресс-масленку, смазку нагнетать до появления ее в зазорах соединения)	34	Солидол УС-3, шприц
Мотор-редуктор (заливку проводить до уровня контрольной отметки)	17	Масло автотракторное АКп-10
Шарнир карданной передачи (смазку нагнетать через пресс-масленку до появления ее в зазорах соединения)	2	Масло трансмиссионное автотракторное «летнее»
Поверхность шлицевого соединения карданной передачи (смазку нанести равномерно по всей поверхности)	1	Солидол УС-3
Сферические шарниры подсоединительного трубопровода (смазку нанести равномерно по всей поверхности)	4	Солидол УС-3

Продолжение

Места смазки и указания по смазке	Число точек смазки	Инструмент и материалы
Оси вращения кулачков и рычагов концевых переключателей (смазку нанести тонким слоем на сухую поверхность) Попадание смазки в контактный отсек не допускается	34	Смазка ЦИАТИМ
Звездочки и шестерни на опорных тележках (смазка наносится равномерно по всей поверхности)	102 звездочки, 68 мест	Масло консервационное ИГ-203-А
Штоки сливных клапанов (смазка наносится равномерно по всей поверхности)	32	Масло консервационное ИГ-203-А
Места, имеющие наружную или внутреннюю резьбу (для установки дождевальных аппаратов и манометров, смазку нанести равномерно по всей резьбе и закрыть пробками места с внутренней резьбой)	36	Масло консервационное ИГ-203-А

Дождевальная машина «Фрегат»

Многоопорная автоматизированная дождевальная машина «Фрегат» предназначена для полива зерновых, овощных и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ (рис. 89).

Привод для передвижения дождевальной машины — гидравлический. Полив осуществляется при движении машины по кругу. Воду для полива берут от гидрантов закрытой оросительной сети или из скважин. Для подачи воды к гидранту используют стационарные или передвижные насосные станции. Машина к гидранту оросительной сети или к скважине присоединяется при помощи стояка неподвижной опоры. Поливная норма составляет 240—1200 м³/га.

На каждой самоходной тележке имеется гидравлический привод, обеспечивающий движение по кругу, и система автоматической синхронизации скорости движения тележек. Машина имеет две системы аварийной защиты, которые обеспечивают ее работу в автоматическом режиме.

Машину «Фрегат» можно использовать на орошаемом севообороте на одной или нескольких позициях. При работе на нескольких позициях перемещение дождевальной машины с позиции на позицию обеспечивает трактор класса 3—5 т.

Для различных природно-климатических и хозяйственных зон выпускается десять различных модификаций этой машины. Базовой

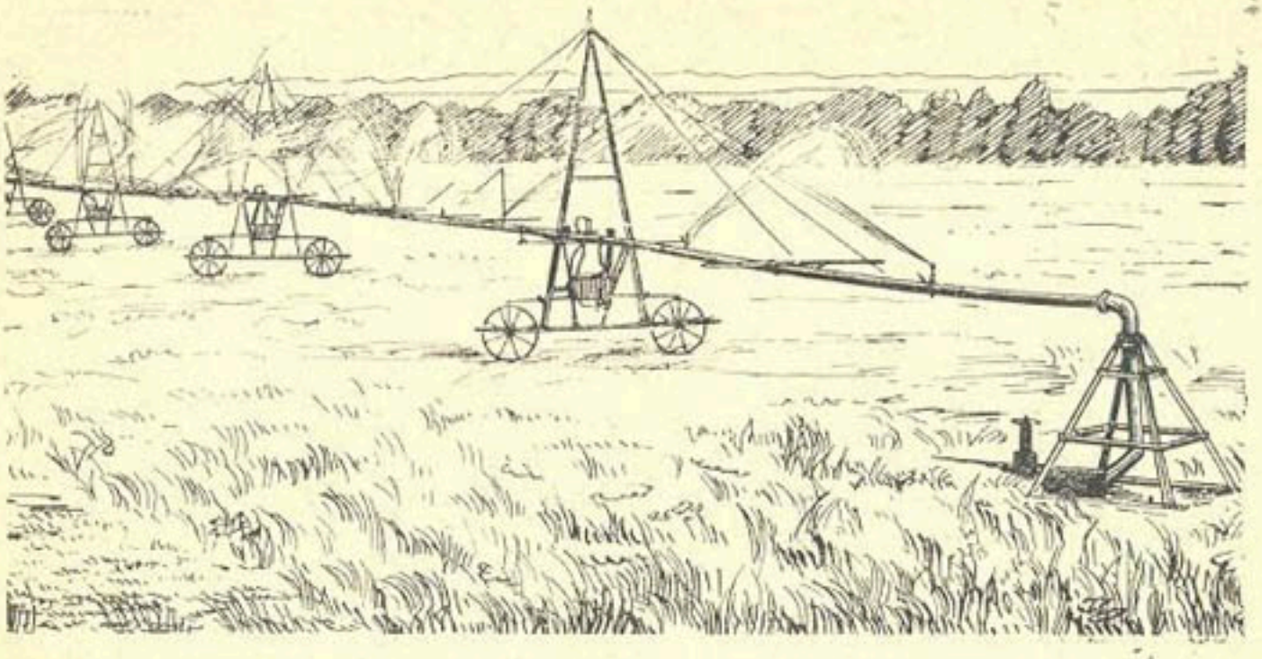


Рис. 89. Дождевальная самоходная машина «Фрегат».

моделью машин «Фрегат» является машина ДМ-454-100 длиной 454 м с расходом воды 100 л/с (табл. 91).

Устройство. Дождевальная машиа «Фрегат» представляет собой движущийся по кругу водопроводящий трубопровод, на котором расположены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия.

На конце трубопровода машины имеется дальнеструйный дождевальный аппарат секторного действия, который на определенных участках поля отключается системой отключения концевого дождевального аппарата. Водопроводящий трубопровод установлен на самодвижущихся опорах-тележках.

Для поддержания водопроводящего трубопровода в вертикальном положении и для увеличения жесткости трубопровода в горизонтальной плоскости предусмотрена система тросовых растяжек.

Водопроводящий трубопровод соединяется с поворотным коленом неподвижной опоры, являющейся центром вращения машины. Поступление воды из внешней оросительной сети в машину осуществляется через стояк неподвижной опоры. На каждой тележке имеется гидропривод, который обеспечивает через систему рычагов и толкателей вращение колес и движение машины в целом.

Для поддерживания положения общей линии водопроводящего трубопровода в заданных пределах все тележки машины, кроме последней, оснащены автоматической системой регулирования скорости движения. При изгибе трубопровода в горизонтальной плоскости, вызванном отставанием какой-либо тележки или ее выбегом вперед относительно двух соседних, регулятор скорости увеличивает или уменьшает подачу воды в гидроцилиндр, изменяя тем самым скорость движения тележки.

На машине имеются две системы защиты: механическая и электрическая, которые автоматически останавливают машину при изгибе трубопровода, опасном для сохранения прочности конструкции. Кроме того, система механической защиты может замедлять скорость движения последней тележки, давая возможность остальным тележкам вывести машину на заданное положение общей линии трубопровода.

Таблица 91. **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-394-55	ДМ-365-68	ДМ-335-58
Производительность за час чистой работы при поливной норме 300 м³/га, га	1,13	0,82	0,59	1,08	0,84	0,61	0,96	0,67	0,83	0,7
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	64	55	55	48	40,5
Минимальное время полного оборота машины при максимальной скорости, ч	51	51	51	47,5	47,5	47,5	44	44	40,5	37
Минимальная поливная норма, м³/га	240	175	125	240	185	135	230	160	210	190
Число секций	16	16	16	15	15	15	14	14	13	12
Число дождевальных аппаратов	50	50	50	47	47	47	44	44	41	38
Допустимый общий уклон поверхности поля	+0,02—0,05	+0,03—0,05	—0,05	+0,02—0,05	+0,035—0,05	—0,05	+0,03—0,05	±0,05	±0,05	±0,05
Масса, т	15	15	15	14,1	14,1	14,1	13,2	13,2	12,3	11,4
Обслуживающий персонал на 3—4 машины, чел.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Примечание. Для определения требуемого напора на входе в машину при ее использовании на полях с общими уклонами меньше максимально допустимого к минимальному напору при нулевом общем уклоне следует добавлять напор, соответствующий разности геодезических отметок поля в концевой части машины и у неподвижной опоры.

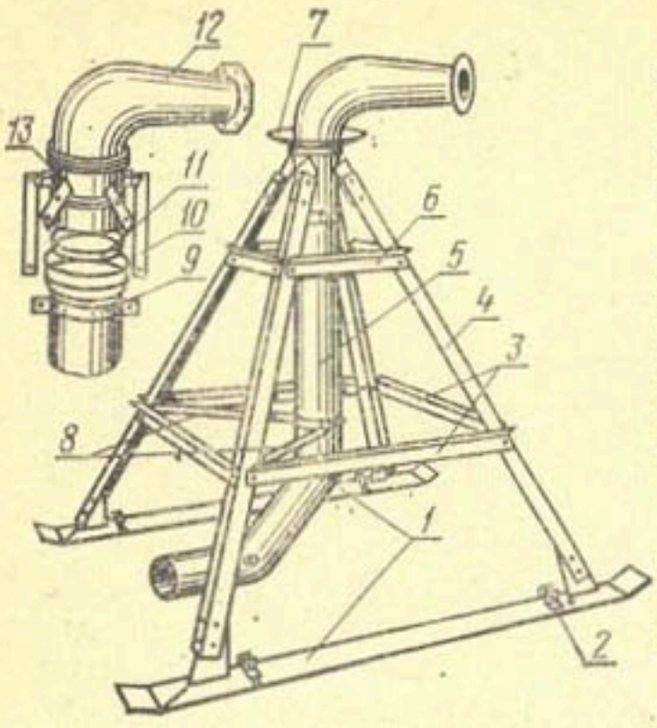


Рис. 90. Центральная неподвижная опора машины «Фрегат»:

1 — полоз; *2* — цепь; *3* — нижний поперечный уголок; *4* — стойка; *5* — патрубок; *6* — верхний уголок; *7* — лоток; *8* — кронштейн; *9* — хомут; *10* — планка; *11* — резиновое кольцо; *12* — поворотное колено; *13* — кольцо.

Для автоматической остановки машины после каждого оборота или в любом, заранее заданном месте поля предусмотрено стоп-устройство.

После остановки машины, осуществляемой снятием напора воды в водопроводящем трубопроводе, вода автоматически выливается через сливные клапаны, установленные на трубопроводе под каждым дождевальным аппаратом.

Общее устройство и принцип действия дождевальной машины «Фрегат» типа ДМУ и типа ДМ аналогичны.

Неподвижная опора (рис. 90), тележка в сборе с гидроприводом, тросовые опоры, колеса, толкатели колес, система автоматического регулирования тележек, система механической и электрической защиты, дождевальные аппараты, система отклонения концевого дождевального аппарата, сливные магистрали тележек, кран-задатчик скорости, стоп-устройство такие же, как на дождевальной машине «Фрегат» типа ДМ.

Конструктивные изменения имеют следующие узлы: водопроводящий трубопровод, система тросов, механический тормоз с приводом промежуточной тележки, последняя тележка с механическим тормозом специальной конструкции. Кроме того, применены гидроприводы только с высокоскоростными клапанами, и на водопроводящем трубопроводе машин марки ДМУ-А (с количеством тележек до 15) установлены гибкие вставки для работы на сложном рельефе.

Повышенная гибкость трубопровода, позволяющая работать на полях с большими местными уклонами по длине машины, в машинах «Фрегат» типа ДМУ обеспечена за счет новой тросовой подвески типа «люлька», а в машинах типа ДМУ-А дополнительно к этому за счет установки гибких вставок. Технические характеристики модификации машин «Фрегат» типа ДМУ приведены в таблице 92.

Технологические схемы. Дождевальная машина «Фрегат» предназначена для работы по кругу от неподвижной опоры. Круговой принцип работы и конструктивные параметры этой дождевальной машины заведомо предопределяют площадь, форму и конфигурацию полей (поливных участков), а возможность использования «Фрегата» на двух позициях обусловливает определенную закономерность в размещении и чередовании культур в севообороте.

При организации территории севооборотного участка под «Фрегат» лучше, когда в севообороте число полей четное (8 или 10). В этом случае наличие в севообороте двух групп культур с разными сроками полива (например, озимая пшеница и пропашные, мно-

голетние травы и яровые зерновые) повышает эффективность применения машины на двух смежных полях.

Площадь севооборотного участка при орошении машиной «Фрегат», как правило, должна быть кратной площади захвата с одной позиции, а размеры сторон поля равны длине водопроводящего пояса дождевальной машины, принятой в проекте модели.

Важнейшим вопросом при организации территории следует считать полив углов севооборотных полей, не захватываемых машиной, то есть повышение к. з. и. В этом случае эффективно совместное использование на орошаемом массиве машин «Фрегат» и «Волжанка». Для полива углов можно применять также КИ-500, ДДН-70, стационарные дождевальные системы и т. д. Способ полива углов выбирают на основании технико-экономических расчетов.

Теоретические исследования, а также анализ опыта проектирования и эксплуатации систем с дождевальной машиной «Фрегат» показывают, что с целью сохранения уровня автоматизации полива повышать к. з. и. целесообразно за счет технических решений, связанных главным образом с использованием ее на поливе углов.

Некоторые схемы организации территории, расстановки машин и устройства оросительной сети под «Фрегат» с описанием их достоинств и недостатков показаны в таблице 93. Особый интерес представляют технологические схемы III и IV.

Особенность технологической схемы III при компоновке восьмипольного севооборота и размещении дождевальных машин «Фрегат» на полях состоит в следующем. Каждое поле поливается с двух позиций. Расстояние между гидрантами в пределах поля равно конструктивной длине машины R (включая и консольную часть). Расстояние между гидрантами можно также принять $R+2\ r$, то есть равным конструктивной длине машины плюс два радиуса действия концевого аппарата.

Площадь севооборотного поля в этом случае примерно равна 1,6 площади захвата машины с одной позиции. Разделение полей посредине севооборотного массива осуществляют по ломаной линии. На каждом поле примерно 20% площади поливают с перекрытием. На этой площади фактическую поливную норму $m_ф$ можно вносить дробно в два приема по половине с каждой позиции:

$$m_ф = 0{,}5m_р + 2 \qquad (82)$$

или

$$m_ф = m_р + m_{min}, \qquad (83)$$

где $m_р$ — расчетная поливная норма; m_{min} — минимальная поливная норма дождевальной машины «Фрегат».

В последнем случае расчетную поливную норму вносят на площади перекрытия за один проход, а при работе «Фрегата» на второй позиции по площади перекрытия он проходит с максимальной скоростью. Средняя поливная норма для поля в этом случае равна:

$$m_{ср} = m_р + 0{,}2m_{min}. \qquad (84)$$

Если, например, расчетная поливная норма равна 600 м³/га, а минимальная для «Фрегата», движущегося с максимальной скоростью, 200 м³/га, то средняя норма полива для поля будет равна 640 м³/га, то есть фактическая подача воды на поле будет на 6% превышать расчетную.

Коэффициент земельного использования при этой схеме в пределах границ массива достигает 0,91, если к площади брутто отне-

Таблица 92. Технические характеристики модификаций «Фрегат»

Марка модификации машины «Фрегат» ДМУ	Число самодвижущихся опор (тележки)	Длина, м	Расход воды и требуемый напор на входе в машину с последней тележкой без механического тормоза при нулевом общем уклоне, л/с/м	Максимально допустимый общий уклон поверхности поля по длине машины	Максимально допустимая сумма абсолютных значений положительного и отрицательного общих уклонов поверхности поля по длине машины	Напор воды на входе в машину с последней тележкой без механического тормоза при максимально допустимом положительном общем уклоне, м
ДМУ-А199-28	7	199,0	28/47 20/46	±0,05	0,100	57 56
ДМУ-А229-32	8	228,7	32/48 25/47	±0,05 ±0,05	0,100	60 59
ДМУ-А253-38	9	253,4	38/50 28/47	±0,05 ±0,05	0,100	63 60
ДМУ-А283-45	10	283,0	45/51 30/48	±0,05 ±0,05	0,100	65 62
ДМУ-А308-30	11	307,8	30/48	±0,05 ±0,05	0,091	63
ДМУ-А308-55	11	307,8	55/54 45/52	±0,05 ±0,05	0,091	69 67
ДМУ-А337-45	12	337,4	45/52 35/50	±0,05 ±0,05	0,083	69 67
ДМУ-А337-65	12	337,4	65/59 55/55	±0,033 —0,050	0,083	70
ДМУ-А362-50	13	362,2	50/54 40/51	+0,044 —0,050 —0,050	0,078	69
ДМУ-А392-50	14	391,8	50/55 40/52	+0,038 —0,050 +0,046 —0,050	0,072	70
ДМУ-А417-55	15	416,5	55/57 45/54	+0,031 —0,05 +0,038 —0,050	0,067	70

типа ДМУ

Средняя интенсивность дождя по длине машины, мм/мин.	Максимальная площадь полива при работе с одной позиции и постоянно включенном концевом дождевальном аппарате, га	Радиус полива при отключенном концевом дождевальном аппарате, м	Расход воды концевого аппарата, м	Минимальная поливная норма за один оборот машины (при числе ходов гидроцилиндра последней тележки 5,5 ход/мин), м³/га	Минимальное время полного оборота машины при минимальной норме полива (при числе ходов гидроцилиндра последней тележки 5,5 ход/мин) ч	Число дождевальных аппаратов	Масса машины, т	
							без воды	в рабочем состоянии (с водой)
0,22	15,8	211	5,7	137	21,4	22	6,5	10,1
0,17		209	4,1	98				
0,22	20,2	241	5,9	142	24,9	25	7,4	11,5
0,18		238	4,6	111				
0,24	24,4	267	6,4	156	27,8	28	8,2	12,7
0,19		265	4,7	114				
0,25	29,8	297	6,9	170	31,3	31	9,2	14,3
0,18		295	4,6	113				
0,16	34,8	317	4,3	106	34,2	34	10,0	15,5
0,27	34,8	322	7,9	195	34,2	34	10,0	15,5
0,23		321	6,4	159				
0,21	41,3	350	5,9	147	37,6	37	10,9	16,9
0,17		349	4,6	114				
0,29	41,3	351	8,5	213	37,6	37	10,9	16,9
0,25		351	7,2	180				
0,21	47,1	375	6,2	155	40,5	40	11,7	18,2
0,18		374	5,0	124				
0,20	54,6	404	5,8	145	44,0	43	12,6	19,6
0,17		402	4,6	116				
0,21	61,2	429	6,0	152	46,9	46	13,4	20,8
0,17		428	4,9	124				

Марка модификации машины «Фрегат» ДМУ	Число самодвижущихся опор (тележки)	Длина, м	Расход воды и требуемый напор на входе в машину с последней тележкой без механического тормоза при нулевом общем уклоне, л/с/м	Максимально допустимый общий уклон поверхности поля по длине машины	Максимально допустимая сумма абсолютных значений положительного и отрицательного общих уклонов поверхности поля по длине машины	Напор воды на входе в машину с последней тележкой без механического тормоза при максимально допустимом положительном общем уклоне, м
ДМУ-Б379-75	13	379,2	75/57 68/55 60/53 80/58	+0,034 −0,05 +0,040 −0,050 +0,045 −0,050 +0,030 −0,050	0,074	70
ДМУ-Б409-80	14	408,8	72/56 65/54 90/62	+0,034 −0,050 +0,030 −0,050 +0,018 −0,050	0,068	70
ДМУ-Б434-90	15	433,6	80/59 70/56 60/54	+0,025 −0,050 +0,32 −0,050 +0,034 −0,050	0,064	70
ДМУ-Б463-60	16	463,2	50/51 90/63	+0,041 −0,050 +0,015 −0,050	0,60	70
ДМУ-Б463-90	16	463,2	80/59 72/57 65/56	+0,024 −0,050 +0,028 −0,050 +0,028 −0,050	0,060	70
ДМУ-Б488-65	17	487,9	55/53	+0,035 −0,050	0,057	70

Продолжение

Средняя интенсивность дождя по длине машины, мм/мин	Максимальная площадь полива при работе с одной позиции и постоянно включенном концевом дождевальном аппарате, га	Радиус полива при отключенном концевом дождевальном аппарате, м	Расход воды концевого аппарата, м	Минимальная поливная норма за один оборот машины (при числе ходов гидроцилиндра последней тележки 5,5 ход/мин), м³/га	Минимальное время полного оборота машины при минимальной норме полива (при числе ходов гидроцилиндра последней тележки 5,5 ход/мин), ч	Число дождевальных аппаратов	Масса, машины, т	
							без воды	в рабочем состоянии (с водой)
0,29		392	8,6	222				
0,27	51,3	390	7,8	202	42,3	41	12,2	20,2
0,24		390	6,9	178				
0,29		420	8,7	223				
0,26	59,1	420	7,8	200	45,7	44	13,2	21,9
0,24		419	7,1	181				
0,31		447	9,2	238				
0,28	66,1	445	8,2	212	48,7	47	14,0	23,3
0,24		444	7,2	185				
0,020	74,9	474	5,8	150	52,2	50	15,0	25,0
0,18		473	4,8	125				
0,29		476	8,7	225				
0,26	74,9	474	7,8	200	52,2	50	15,0	25,0
0,23		474	7,0	180				
0,21	82,6	498	6,0	156	55,0	53	15,8	26,4
0,18		497	5,1	132				

Марка модификации машины «Фрегат» ДМУ	Число самодвижущихся опор (тележки)	Длина, м	Расход воды и требуемый напор на входе в машину с последней тележкой без механического тормоза при нулевом общем уклоне, л/с/м	Максимально допустимый общий уклон поверхности поля по длине машины	Максимально допустимая сумма абсолютных значений положительного и отрицательного общих уклонов поверхности поля по длине машины	Напор воды на входе в машину с последней тележкой без механического тормоза при максимально допустимом положительном общем уклоне, м
ДМУ-Б488-90	17	487,9	90/64 80/60	+0,012 —0,050 +0,020 —0,50	0,057	70
ДМУ-Б518-90	18	517,6	90/64 80/61 72/58	+0,012 +0,018 —0,050 +0,023 —0,050	0,054	70
ДМУ-Б542-90	19	549,3	90/62 80/58 72/55	+0,009 —0,050 +0,016 —0,050 +0,022 —0,050	0,052	70
ДМУ-Б572-90	20	571,9	90/66 80/62 72/59	+0,007 —0,050 +0,014 —0,050 +0,019 —0,050	0,050	70

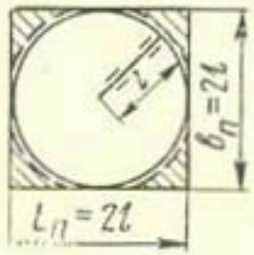
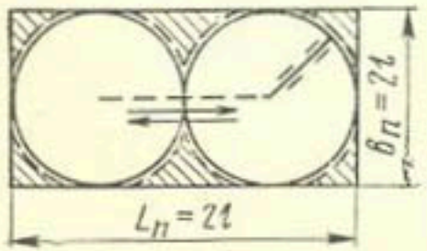
Примечание. Все модификации машин ДМУ-А к модификации ДМУ-Б

Продолжение

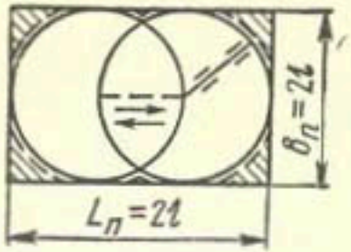
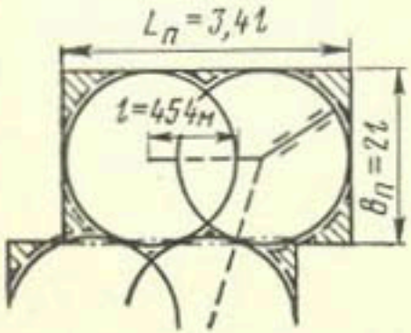
Средняя интенсивность дождя по длине машины, мм/мин	Максимальная площадь полива при работе с одной позиции и постоянно включенном концевом дождевальном аппарате, га	Радиус полива при отключенном концевом дождевальном аппарате, м	Расход воды концевого аппарата, м	Минимальная поливная норма за один оборот машины (при числе ходов гидроцилиндра последней тележки 5,5 ход/мин), м³/га	Минимальное время полного оборота машины при минимальной норме полива (при числе ходов гидроцилиндра последней тележки 5,5 ход/мин), ч	Число дождевальных аппаратов	Масса машины, т	
							без воды	в рабочем состоянии (с водой)
0,27	82,6	499	8,2	216	55,0	53	15,8	26,4
0,25		498	7,3	192				
0,26	92,5	528	7,9	205	58,5	56	16,8	28,2
0,23								
0,21		528	6,3	164				
0,25	102,2	553	7,6	194	61,4	59	17,6	29,5
0,23		553	6,7	173				
0,21		553	6,1	155				
0,24	111,3	583	7,2	182	65,0	62	18,6	31,3
0,22		582	6,4	168				
0,20		582	5,8	151				

с числом тележек до 16 транспортируются с позиции на позицию.

Таблица 93. **Технологические схемы расстановки и работы дождевальных машин «Фрегат» на севооборотных полях**

Схемы	Описание схемы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема I 	«Фрегат» работает на одной позиции. Орошаемая машиной площадь зависит от ее конструктивных параметров. Неорошаемые углы при работе концевого аппарата только на углах составляют 16—18%, к. з. и. — 0,82—0,84	Машина работает независимо от других, отсутствуют затраты времени и труда на перемещение машины на протяжении вегетации	Низкий к. з. и., минимальная сезонная нагрузка на машину, большие капиталовложения, большой срок окупаемости
Схема II 	«Фрегат» работает на двух позициях в пределах одного поля или же на смежных полях, к. з .и. — 0,82—0,84	Увеличивается сезонная нагрузка на машину, уменьшаются капиталовложения и срок окупаемости. При обслуживании двумя машинами двух смежных полей сокращается время полива одного поля	Низкий к. з. и., необходимость перемещения машины с одной позиции на другую, не решается проблема полива углов

Продолжение

Схемы	Описание схемы	Достоинства схемы	Недостатки схемы
Схема III 	«Фрегат» работает на двух позициях в пределах одного поля. Гидранты расположены на расстоянии, равном конструктивной длине машины, к. з. и. —0,91—0,93	К. з. и. повышается до 0,91—0,93. Увеличивается загрузка машины по сравнению со схемой I, сокращается расстояние транспортировки машины	Перекрытие поливом части площади поля, подача на площади перекрытия поливной нормы в два приема. Необходимость изменения скорости движения машины в процессе полива
Схема IV 	«Фрегат» работает на двух позициях на гидрантах, которые в пределах поля расположены на расстоянии, равном 1,4 конструктивной длины машины. Расстояние между гидрантами на смежных полях составляет 1,925 длины машины, к. з. и. — 0,91—0,93	На 7—8% повышается к. з. и., увеличивается по сравнению со схемой I загрузка машины, для полива углов не требуется другая поливная техника	Перекрытие поливом части площади поля, на 6—7% перерасходуется вода, консольная часть машины проходит над соседним полем, ухудшается возможность для закладки лесополос между смежными полями

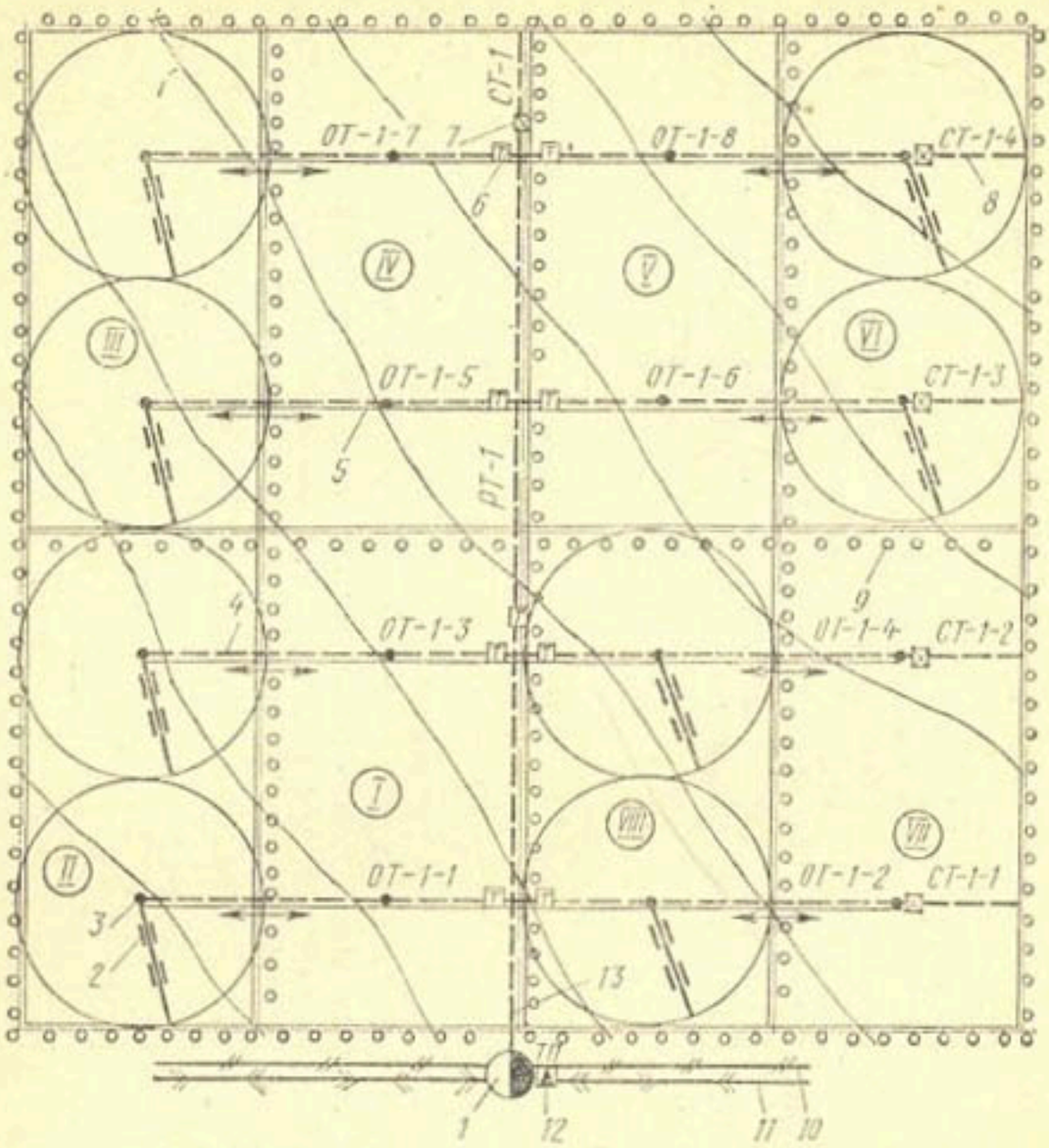


Рис. 91. Схема централизованной водоподачи на восьмипольном севооборотном участке при поливе дождевальными машинами «Фрегат»:

1 — насосная станция; *2* — дождевальная машина «Фрегат»; *3* — гидрант для машины «Фрегат»; *4* — оросительный трубопровод; *5* — полевые и эксплуатационные дороги; *6* — ремонтная задвижка; *7* — сбросная задвижка; *8* — сбросной трубопровод; *9* — лесополоса; *10* — линия связи; *11* — линия электропередач; *12* — трансформаторная подстанция; *13* — распределительный трубопровод.

сти только поливную площадь, занятую севооборотными культурами. Если же включить площадь под лесополосами, которая в этом случае поливается машиной, то к. з. и. будет равно 0,93.

При такой схеме размещения полей и гидрантов возможна одновременная работа по одному и по два «Фрегата» в пределах поля, то есть сохраняется принцип ускоренного полива сельскохозяйственного поля при групповой работе машин.

Участки, не поливаемые дождевальной машиной «Фрегат», при указанной компоновке севооборота можно поливать машиной «Волжанка».

В основу компоновки схемы IV положены те же принципы, что в предыдущей схеме (рис. 91). Преимущества заключаются в отсутствии внесевооборотных участков.

В обеих схемах (III и IV) площадь неорошаемых углов составляет не более 7—8%, вместе с тем сохраняется возможность для

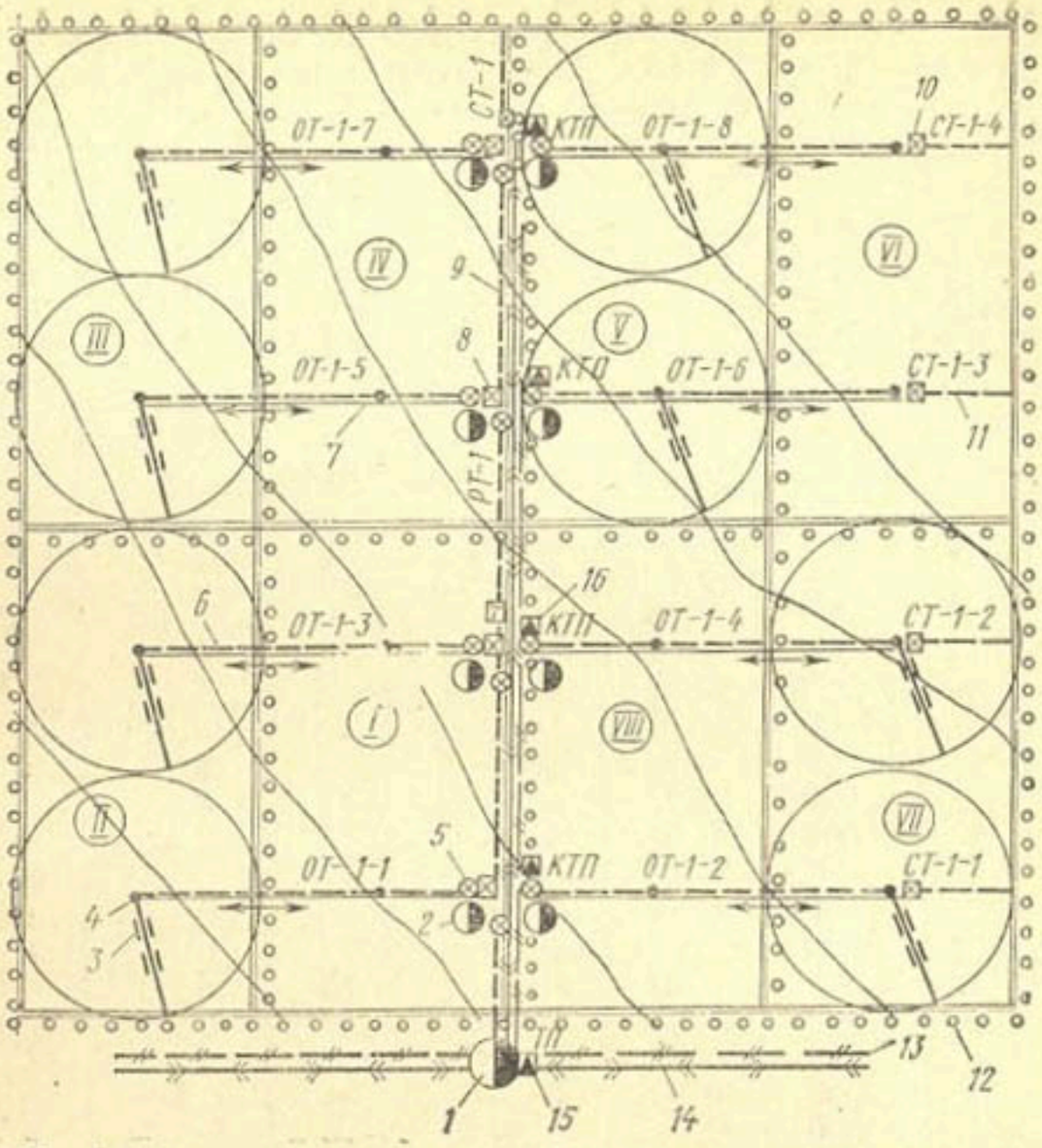


Рис. 92. Схема децентрализованной водоподачи на восьмипольном севооборотном участке при поливе дождевальными машинами «Фрегат»:

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

закладки полезащитных лесополос по периметру каждого поля, что крайне важно.

Предлагаемые схемы размещения гидрантов удобны тем, что в случае положительного решения вопроса о двустороннем подключении «Фрегата» к рабочему гидранту (за счет конструктивного изменения машины) его работа на двух позициях может быть обеспечена без перемещения машины трактором (тягачом), то есть переход с одной позиции на другую может быть самоходным.

Отличительная особенность схемы IV (в сравнении со схемой III) состоит в том, что расстояние между гидрантами в пределах поля увеличено до 1,4 конструктивной длины машины, а между гидрантами на смежных полях уменьшено до 1,925 длины машины. За счет этого к. з. и. повышается до 0,91—0,93. Размеры и конфигурация полей при компоновке по схемам III и IV полностью удовлетворяют

Таблица 94. **Коэффициенты, учитывающие использование времени дождевальной машиной «Фрегат» в зависимости от поливной нормы и природно-хозяйственных условий, га**

Марка модификации машины «Фрегат»	Поливная норма, м³/га	Коэффициент $K_{см}$	Коэффициент $K_{см.пл}$	Плановый суточный коэффициент при работе на одной позиции, $K_{сут.пл}$	Коэффициент переразбивки $K_б$	Плановый суточный коэффициент при работе на двух позициях $K_{сут.пл}$
ДМ-454-100	300	0,92	0,87	0,83	0,90	0,75
	400	0,92	0,87	0,83	0,93	0,77
	500	0,92	0,87	0,83	0,94	0,78
	600	0,92	0,87	0,83	0,95	0,79
	800	0,92	0,87	0,83	0,96	0,79
	1000	0,92	0,87	0,83	0,97	0,80
ДМ-424-90	300	0,93	0,88	0,84	0,80	0,76
	400	0,93	0,88	0,84	0,93	0,78
	500	0,93	0,88	0,84	0,94	0,79
	600	0,93	0,88	0,84	0,95	0,80
	800	0,93	0,88	0,84	0,96	0,81
	1000	0,93	0,88	0,84	0,97	0,81
ДМ-394-80	300	0,93	0,89	0,84	0,90	0,76
	400	0,93	0,89	0,84	0,93	0,78
	500	0,93	0,89	0,84	0,94	0,79
	600	0,93	0,89	0,84	0,95	0,80
	800	0,93	0,89	0,84	0,96	0,81
	1000	0,93	0,89	0,84	0,97	0,82
ДМ-365-68	300	0,94	0,91	0,86	0,91	0,78
	400	0,94	0,91	0,86	0,94	0,81
	500	0,94	0,91	0,86	0,95	0,82
	600	0,94	0,91	0,86	0,96	0,82
	800	0,94	0,91	0,86	0,96	0,82
	1000	0,94	0,91	0,86	0,98	0,84
ДМ-335-58	300	0,94	0,91	0,86	0,92	0,78
	400	0,94	0,91	0,86	0,94	0,80
	500	0,94	0,91	0,86	0,95	0,82
	600	0,94	0,91	0,86	0,96	0,82
	800	0,94	0,91	0,86	0,97	0,84
	1000	0,94	0,91	0,86	0,98	0,84

требованиям сельскохозяйственного производства на севооборотных полях.

Водораспределение на севооборотных участках с применением дождевальной машины «Фрегат» осуществляется по централизованной (рис. 91), или децентрализованной (рис. 92) схемам. Для децентрализованной схемы вместо распределительного трубопровода иногда предусматривают открытый внутрихозяйственный канал.

Децентрализованную схему целесообразно применять, когда севооборотные поля размещают на отдельных отстоящих друг от друга участках.

Нормативы сменной и сезонной производительности. Производительность дождевальной машины «Фрегат» за смену определяют по уравнению:

$$\omega_{см} = \frac{3,6Qt_{см}}{m} K_{см.пл}\beta, \qquad (85)$$

где $\omega_{см}$ — норматив сменной производительности, га; Q — расход машины, л/с; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; m — поливная норма, м³/га; $K_{см.пл}$ — плановый коэффициент использования времени смены учитывает затраты времени на плановое и ежесменное техническое обслуживание и устранение поломок (ремонт); β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании.

Коэффициент существующих модификаций использования времени машиной «Фрегат» в зависимости от поливной нормы и природно-хозяйственных условий приведен в таблице 94. Здесь $K_{см}$ учитывает потери времени на плановое и ежесменное техническое обслуживание. Коэффициент $K_{см.пл}$ дополнительно учитывает потери времени на устранение мелких поломок. В $K_{сут.пл}$ заложены потери времени, которые могут возникнуть из-за отказов на насосной станции ($f_{н.с}$), оросительной сети и арматуре ($f_{о.с}$), а также вызванные организационными причинами и т. д.

Приведенные в таблице коэффициенты применяют: $K_{см}$ — при расчете норм выработки для оплаты труда оператора-поливальщика; $K_{см.пл}$ — при расчете нормативов для планирования сменных норм выработки машины в хозяйствах; $K_{сут.пл}$ — для проектирова-

Таблица 95. **Норматив сменной производительности дождевальной машины «Фрегат» для 7-часовой рабочей смены, га**

Поливная норма, м³/га	Потери воды на испарение, %	ДМ-454-100	ДМ-424-90	ДМ-394-80	ДМ-365-68	ДМ-335-58
200	0	11,02	10,00	8,96	6,68	6,62
	10	9,92	9,00	8,11	6,91	5,97
	20	8,82	8,00	7,18	6,13	5,29
300	0	7,35	6,59	5,96	5,10	4,41
	10	6,61	5,94	5,36	4,60	3,98
	20	5,87	5,26	4,77	4,08	3,53
400	0	5,51	5,00	4,49	3,84	3,31
	10	4,96	4,50	4,04	3,46	2,98
	20	4,41	4,00	3,59	3,08	2,63
500	0	4,41	4,02	3,62	3,09	2,66
	10	3,96	3,62	3,27	2,78	2,40
	20	3,51	3,22	2,91	2,47	2,12
600	0	3,67	3,33	2,99	2,56	2,21
	10	3,30	3,00	2,69	2,31	1,99
	20	2,93	2,67	2,30	2,06	1,77
800	0	2,76	2,53	2,22	1,92	1,65
	10	2,48	2,29	2,02	1,73	1,49
	20	2,20	2,05	1,80	1,54	1,33
1000	0	2,20	2,00	1,79	1,54	1,32
	10	1,98	1,80	1,62	1,38	1,19
	20	1,76	1,60	1,45	1,22	1,06

ния эксплуатационных графиков полива и определения нормативов сезонной нагрузки на машину.

Производительность «Фрегат» за один час чистой работы и норматив сменной выработки машины за 7-часовую рабочую смену приведены в таблицах 95 и 96.

Таблица 96. **Нормативы сезонной производительности дождевальной машины «Фрегат» в различных природно-хозяйственных зонах** (при круглосуточной работе), га

Расчетная ордината гидромодуля, л/с·га	Природная зона	Длина машины, м				
		454—100	429—90	394—80	365—68	335—58
0,2	Лесная	330—144	300—128	270—110	233—96	200—81
0,3	Лесная, лесостепная	220—144	196—128	174—110	150—96	130—81
0,4	Лесная, лесостепная	165—144	144—128	128—110	111—96	95—81
0,5	Лесостепная, степная	134—144	112—128	101—110	87—96	75—81
0,6	Степная	110—72	100—64	88—55	76—48	66—41
0,7	Степная, полупустынная	95—72	84—64	75—55	65—48	57—41
0,8	Полупустынная	83—72	74—64	66—55	54—48	47—41
0,9	Полупустынная, пустынная	74—72	64—64	57—55	49—48	42—41
1,0	Пустынная	68—72	59—64	51—55	44—48	38—41

Примечание. В лесной, лесостепной и частично в степной зонах (до ординаты гидромодуля $\leq 0{,}550$ л/с·га) норматив сезонной нагрузки на «Фрегат» установлен, исходя из двухпозиционной работы, а в степной, полупустынной и пустынной зонах — исходя из работы на одной позиции. Максимальное число обслуживаемых позиций машиной «Фрегат» принято равным двум.

Сезонная производительность, или сезонная нагрузка, на машину определяется по одной из зависимостей, га:

$$F_{сез} = \frac{QK_{сут}}{q} \tau\beta K_б, \tag{86}$$

$$F_{сез} = \frac{86{,}4QK_{сут}T}{m} \tau\beta K_б, \tag{87}$$

$$F_{сез} = \frac{86{,}4QK_{сут}}{\Delta l_i} \tau\beta K_б, \tag{88}$$

где q — расчетная ордината гидромодуля в критический период водопотребления (в период пикового спроса на воду), л/с·га; T — минимальный межполивной интервал в период пикового спроса на воду, сут; Δl_i — суточная потребность в поливной воде в критический период, м³/га; τ — коэффициент, учитывающий возможные потери времени по метеорологическим условиям, из-за отказов в работе на-

сосно-силового оборудования, оросительной сети и арматуры; $K_б$ — коэффициент, учитывающий потери времени на перебазировки; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании; Q — расход воды машины, л/с.

Потери времени на переезд машины с одной позиции на другую учитывается коэффициентом $K_б$. При круглосуточной работе машины, то есть при $nt_{см}=24$ ч, $K_{сут}=K_{см.пл.}$ $K_{сут.пл}=K_{сут}\tau$.

Технико-эксплуатационные данные. Наиболее характерные показатели, предопределяющие работоспособность и производительность дождевальной машины «Фрегат», приведены ниже.

Основные технико-эксплуатационные показатели дождевальной машины «Фрегат» (по данным МИС и научно-исследовательских институтов)

Коэффициент земельного использования (в пределах орошаемого круга)	0,98
Допустимая скорость ветра, м/с	7,0
Коэффициент эффективного полива	0,75
Ширина колеи, см	24—40
Глубина колеи, см	1,0—16,5
Удельное давление колес на почву, МПа	0,1—0,6
Повреждаемость растений, %	0,8—1,3
Коэффициент готовности	0,96
Коэффициент использования сменного времени	0,97
Коэффициент надежности технологического процесса	0,99
Коэффициент технического использования	0,92
Средняя наработка на отказ, ч	25,4

Структура эксплуатационного времени смены дождевальной машины «Фрегат» (по данным МИС и научно-исследовательских институтов)

Технологическое время	91,5
В том числе:	
чистая работа	89,0
технологическое обслуживание	1,6
устранение нарушений технологического процесса	0,9
ежесменное техническое обслуживание	0,33
устранение отказов, поломок и неисправностей	4,35
периодическое техническое обслуживание	3,82

Предельные возможные расходы воды на один гектар, обеспечиваемые дождевальной машиной «Фрегат» различных модификаций при круглосуточной работе, приведены в таблице 97.

Монтаж. Дождевальная машина «Фрегат» в зависимости от условий орошаемого земледелия может использоваться на одной или двух позициях, а также при одиночной и групповой работе с питанием от передвижных насосных станций или стационарных через закрытую трубчатую оросительную сеть.

При монтаже машины на орошаемом участке определяется монтажная полоса шириной 5 м, которая в последующем используется как место стоянки машины в нерабочий период и как транспортная полоса для перевозки машины с одной позиции на другую, а также для вывоза с поля сельскохозяйственной продукции. Общий уклон монтажной полосы не должен превышать 0,02.

Монтаж машины проводится непосредственно на орошаемом участке, когда узлы доставляются автотранспортом в заводской упа-

Таблица 97. **Предельно допустимые нормы полива, обеспечиваемые дождевальной машиной «Фрегат» при круглосуточном поливе**

Марка модификации машин «Фрегат»	Число позиций	Межполивной период (ДНК)				
		5	10	15	20	25
ДМ-454-100	1	550	1100	1200	1200	1200
	2	200	500	750	1100	1200
ДМ-454-70	1	400	800	1200	1200	1200
	2	—	300	350	750	1050
ДМ-454-50	1	300	550	950	1200	1200
ДМ-424-90	1	550	1100	1200	1200	1200
	2	200	450	600	1100	1200
ДМ-424-70	1	450	900	1200	1200	1200
	2	—	350	600	850	1050
ДМ-424-50	1	300	650	950	1200	1200
	2	—	250	400	600	800
ДМ-394-80	1	550	1150	1200	1200	1200
	2	200	500	80	100	1200
ДМ-365-68	1	600	1200	1200	1200	1200
	2	200	500	850	1100	1200
ДМ-335-58	1	550	1150	1200	1200	1200
	2	200	500	800	1000	1200

ковке. Для выгрузки, распределения, сборки деталей и узлов машины используют погрузчик или автокран грузоподъемностью до 5 т.

Для установки неподвижной опоры укладывается бетонный фундамент или фундаментальная железобетонная плита толщиной не менее 200 мм.

Монтаж машины состоит из подготовительного этапа (проверка комплектности машины, транспортировка и раскладка узлов и деталей на месте сборки); сборки машины (монтаж водопроводящего трубопровода, тележек, тросовых опор и др.)*; испытания (обкатка, окончательная регулировка).

Затраты времени на сборку всей машины — 410,09 чел.-ч.

Основные операции и последовательность их выполнения по видам технического обслуживания приведены ниже.

Первое плановое техническое обслуживание (СТО-1)

Трубопровод машины и подводящая система	Промыть чистой водой
Сливные клапаны	Выполнить операции ЕТО и ПТО
Гидроцилиндр в сборе с клапаном-распределителем	То же
Соединение труб	» »
Неподвижная опора	» »
Система механической защиты	» »
Клапан-распределитель	» »

* Сборник Т-96. Монтаж дождевальных установок. М : 1977, вып. 1.

Фильтры	Выполнить операции ЕТО и ПТО
Дождевальные аппараты	Установить на место, удалив предварительно заглушки на трубопроводе
Манометр	Расконсервировать и установить на место
Гидроцилиндр и силовая передача	Смазать соединения силового рычага с гидроцилиндром (в двух местах), ось пружины рычага-переключателя, ось тяги, ось переднего и заднего толкателей, ось силового рычага
Ступицы переднего и заднего колес	Проверить и залить масло
Подшипник поворотного колена неподвижной опоры	Смазать
Переключатели	Установить на место
Пружина силового рычага	Отрегулировать натяжение
Напорные шланги	Расконсервировать, установить на место, удалив заглушки
Дождевальная машина	Освободить машину от креплений или развернуть колеса тележек в рабочее положение

Примерная трудоемкость технического обслуживания — 29,3 чел.-ч.

Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)

Трубопровод машины	Проверить соответствие общей линии трубопровода профилю поля в вертикальной плоскости и допустимый прогиб (1—2 м) в горизонтальной плоскости. Проверить совпадение колеи передних и задних колес тележек
Сливные клапаны	Проверить отсутствие протечки воды во время работы и полный слив при остановке
Дождевальные аппараты	Проверить равномерность вращения
Гидроцилиндр в сборе с клапаном-распределителем	Проверить плавность подъема и опускания цилиндра
Соединение труб	Проверить отсутствие протечки воды во фланцевых соединениях
Неподвижная опора	Проверить надежность закрепления на фундаменте
Манометр	Проверить рабочее давление

Периодическое техническое обслуживание (ПТО)

Гидроцилиндр и силовая передача	Смазать соединение силового рычага с гидроцилиндром (в двух местах), ось рычага-переключателя, ось пружины рычага-переключателя, ось тяги, ось переднего и заднего толкателей, ось силового рычага

Ступицы переднего и заднего колес	Проверить и залить масло
Подшипник поворотного колена неподвижной опоры	Смазать
Система электрической защиты	Проверяют переключатели (последней тележки) на прекращение подачи воды и остановку машины в течение 40 с
Система механической защиты	Снять проволоку управления с ролика предпоследней тележки, вызвав тем самым остановку последней тележки
Клапан-распределитель	Проверить и установить зазор 1,2—2,4 мм между торцом штока и регулировочным болтом рычага-переключателя
Гидропривод	Проверить число ходов (не менее 5,5 в минуту) цилиндра последней тележки при положении рукоятки крана-задатчика скорости «Открыт»
Фильтры	Проверить исправность сеток, очистить от грязи

Примерная трудоемкость технического обслуживания — 16,1 чел.-ч.

Второе плановое техническое обслуживание (СТО-2)

Трубопровод машины	Промыть чистой водой
Сливные устройства	Слить остатки воды
Дождевальные аппараты	Снять, снабдить бирками с номерами в порядке установки их на машину, уложить в ящик и сдать на склад. Свободные отверстия заглушить деревянными пробками или паклей, смазанной солидолом
Манометр	Снять, законсервировать и сдать на склад
Гидроцилиндр и силовая передача	Смазать соединения силового рычага с гидроцилиндром (в двух местах), ось пружины рычага-переключателя, ось рычага-переключателя, ось тяги, ось переднего и заднего толкателей, ось силового рычага
Манометр	Снять, законсервировать и сдать на склад
Ступицы переднего и заднего колес	Проверить и залить масло
Подшипник поворотного колена	Смазать
Система электрической защиты	Снять переключатели и сдать на склад

Система механической защиты	Ослабить натяжение проволоки управления
Узлы машины	Выполнить операции ПТО
Наружные резьбовые соединения и незащищенные части машины	Смазать
Пружины силовых рычагов	Смазать, ослабить натяжение
Пружины привода регулирующего крана	То же
Наконечники тросов	» »
Пружины уравнительных тросов	» »
Пружины механических тормозов	» »
Напорные шланги	Снять, промыть, просушить, законсервировать и сдать на склад. Установить заглушки
Дождевальная машина	Закрепить на место, привязав проволокой колеса к раме тележки или развернув часть колес в транспортное положение. Провести дефектовку и составить ведомость ремонтных работ. Наружные части машины очистить от грязи

Примерная трудоемкость технического обслуживания — 32,5 чел.-ч.

Смазка машины должна проводиться в соответствии с картой, приведенной ниже.

Карта смазки дождевальной машины «Фрегат»

Наименование узла, детали	Смазывающее вещество	Периодичность смазки
Втулка переднего и заднего колес	Масло ТУПП12Н-363 ДС-П ГОСТ 8811-63 или ДН-П МРТУ 1234-66	Перед началом работы (СТО-1) и при ПТО
Втулка приводного рычага	Солидол УС-2 ГОСТ 1033—51	Перед поставкой на зимнее хранение (СТО-2)
Втулка толкателей	То же	После каждого оборота
Втулка рычага переключателя клапана-распределителя	» »	При СТО-1, СТО-2 и ПТО
Втулка оси подъема тяги	» »	То же
Втулка оси переключения клапана-распределителя	» »	» »
Втулка силового рычага	Солидол УС-2 ГОСТ 1033—51	» »

Транспортирование дождевальной машины «Фрегат» на новую позицию. Конструкция дождевальной машины «Фрегат» позволяет осуществить транспортирование в случае использования ее более чем на одной позиции. Транспортировать на другую позицию машину «Фрегат» можно как со стороны неподвижной опоры, так и со стороны консольной части. В работе по транспортированию машины принимают участие механик, два слесаря и тракторист.

Перед подготовкой дождевальной машины к транспортированию необходимо остановить машину на монтажной полосе, предусмотренной расположением участков на орошаемом севооборотном массиве. При частичном демонтаже и сборке машины необходимо следить за сохранностью предусмотренных крепежных деталей, не допуская замену их случайными изделиями.

Транспортирование машины осуществляют трактором С-100 или К-700. Допускается использование двух тракторов меньшей мощности.

При транспортировании все участвующие рабочие должны следить за прямолинейностью и устойчивостью движения машины. Если какая-либо тележка отклоняется в сторону от общего направления движения машины, то для выравнивания ее положения необходимо провести регулировку натяжными тросами.

Тележки, у которых во время транспортирования регулировали натяжные тросы, после запуска машины в работу должны находиться под особым вниманием бригадира. При необходимости регулируют скорость движения тележек. Если полозья неподвижной опоры зарываются в грунт, то необходимо отрегулировать натяжение каната.

При проектировании и строительстве подводящей оросительной сети для дождевальной машины «Фрегат» следует обратить особое внимание на расположение задвижек и фильтров. Установка их должна обеспечивать беспрепятственный проход тележек машины. После окончательной установки машины на новой позиции необходимо убедиться в отсутствии течи воды при нормальном режиме работы машины.

Все дополнительное оборудование, используемое для транспортирования дождевальной машины «Фрегат» на новую позицию, должно быть сдано на хранение. Комплект узлов и деталей для транспортирования машин со стороны консольной части поставляется по требованию заказчика за отдельную плату.

Общая примерная трудоемкость всех операций по транспортированию дождевальной машины «Фрегат» на новую позицию со стороны неподвижной опоры составляет 14,4 чел.-ч и занимает 4,8 ч, а со стороны консольной части соответственно 16,4 чел.-ч и 5,4 ч.

В процессе эксплуатации дождевальной машины «Фрегат» возможны отказы, неисправности и разрегулировки.

Дождевальная машина «Фрегат» хранится на рабочем месте, на монтажной (транспортной) полосе. Трудоемкость постановки машины на хранение составляет 25,5 чел.-ч, а снятия с хранения — 16 чел.-ч.

Техника безопасности. При сборке машины тросы или цепи подъемных устройств должны быть закреплены только в местах согласно «Руководству по эксплуатации дождевальных машин «Фрегат».

При монтаже водопроводящего трубопровода должны применять подставки.

Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправности и их причины	Способы устранения
Течь воды в соединениях трубопровода:	
ослаблен зажимной хомут в соединении трубы со стояком	Затянуть хомут, проверить соосность трубы с горизонтальным патрубком колена стояка
неправильно установлено уплотнительное кольцо или оно имеет дефект	Установить кольцо канавкой вниз, при необходимости заменить его
Тележка отстает, вызывая выключение машины:	
засорен фильтр	Очистить или заменить сетку фильтра. Проверить качество воды
неправильно установлен регулятор скорости или заедают ролики нажимного рычага	Подрегулировать. Смазать оси роликов регулирующего стержня
неправильно установлен болт на рычаге-переключателе	Отрегулировать ход штока клапана-распределителя
изношена манжета гидроцилиндра	Заменить манжету поршня
сломана или ослаблена пружина стопора колеса	Заменить пружину
неправильно натянуты тросы	Отрегулировать натяжение тросов и регулятора скорости
нарушено зацепление толкателей с колесом	Отрегулировать положение зацепов направляющими толкателей
ослаблено крепление и выпадает палец тяги или болта рычага-переключателя	Установить палец тяги или болт рычага-переключателя, подтянуть гайки и контргайки
Тележка опережает остальные, вызывая отклонение машины:	
сломана или ослаблена пружина регулирующего клапана	Заменить пружину регулирующего клапана
заедает нажимной рычаг регулятора скорости	Снять рычаг и смазать втулку
Вибрация и стук клапана распределителя:	
сломана пружина клапана	Заменить пружину клапана
изношено или выкрашивается седло клапана	Заменить изношенные детали клапана
повышено давление воды	Установить необходимое давление, ориентируясь на показания манометра

При подъеме тележек в вертикальное положение трос или цепь закрепляют только за раму тележки.

Подъем тележек за боковые стороны тросовых опор запрещается.

Очистку, регулировку, смазку и ремонт узлов машины выполняют только после остановки машины.

При скоростях ветра более 10 м/с работа машины прекращается.

Во время грозы работа машины прекращается и находиться вблизи нее запрещается.

Машина не должна работать ближе 80 м от линии электропередач.

Скорость транспортирования машины на другую позицию не должна превышать 5 км/ч.

Во время транспортирования находиться под машиной запрещается.

При переездах через мосты, плотины, гати следует предварительно убедиться, сможет ли пройти машина.

При переезде машины под проводами линий электропередач необходимо, чтобы расстояние от нижнего провода до верхней точки опоры было не более: при напряжении до 1 кВт — 1,5 м; до 20 кВт — 2 м; 35—110 кВт — 4 м; до 154 кВт — 5 м; до 220 кВт — 6 м.

Если указанные условия нельзя соблюсти, то при переездах машины с линий электропередач необходимо снять напряжение.

Низконапорная дождевальная машина «Фрегат»

Дождевальную машину «Фрегат» переоборудуют с целью использования на водопроводящей сети из асбестоцементных и тонкостенных металлических труб, при напоре в голове машины 40—42 м. Предназначена она для полива сельскохозяйственных культур также, как машины ДМ и ДМУ «Фрегат».

Устройство и эксплуатация. Низконапорная дождевальная машина комплектуется дождевальными аппаратами II серии «Фрегат». Концевой аппарат заменяется на 4 аппарата II серии.

Техническая характеристика низконапорной ДМ «Фрегат»

	ДМ-454 (н)	ДМ-365 (н)
Число опор	16	13
Конструктивная длина, м	454,4	365,7
Расход воды при нулевом уклоне участка, л/с	77,5	60,0
Напор на входе в машину, м:		
при нулевом уклоне участка	42,0	40,0
при допустимом уклоне участка	46,5	43,7
Допустимый общий уклон поверхности поля	0,01	0,01
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,35	0,34
Площадь полива при работе на одной позиции, га	68,5	44,5
Радиус полива, м	468	379

Для обеспечения тягового усилия самоходной опоры увеличивается передаточное отношение двуплечевого рычага, кинематически

связанного с гидроприводом, и соответственно увеличивается число грунтозацепов на опорных колесах.

Полив низконапорными дождевальными машинами рекомендуется проводить с одной позиции при гидромодуле соответственно для ДМ с 16 тележками 0,7—0,8 л/с·га, для ДМ с 13 тележками — 0,7—0,35 л/с·га. Работа низконапорной ДМ «Фрегат» с 13 тележками на двух позициях может быть обеспечена при гидромодуле до 0,45 л/с·га.

Питание водой низконапорной дождевальной машины осуществляется индивидуальной насосной станцией.

СТАЦИОНАРНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Дождевальные системы, в которых все составные части (насосная станция, водопроводящая сеть, сооружения на ней и др.), кроме дождевальных аппаратов, занимают постоянное положение, называются стационарными.

Если составные части системы занимают постоянное место в течение поливного сезона, а потом их убирают с орошаемого участка, то такие дождевальные системы называют стационарно-сезонными.

Достоинства стационарно-сезонных систем, обычно выполняемых в виде дождевальных комплектов: возможность монтажа на любом участке для полива наиболее важной в севообороте сельскохозяйственной культуры и обеспечение заданного режима орошения. Однако им присущи и недостатки в сравнении со стационарными системами: потребность перед началом поливного сезона перевозить их из мест хранения и монтировать на участке орошения, а после поливного сезона демонтировать и доставлять к месту хранения. Уложенные по поверхности почвы водопроводящие трубы создают некоторые затруднения при механизированной обработке междурядий растений.

Стационарные дождевальные системы требуют довольно большого числа труб на гектар площади, стоимость строительства высока, а поэтому применение их пока ограничено, хотя при поливе ими получают самую высокую производительность труда. Стационарные дождевальные системы позволяют не только механизировать, но и автоматизировать полив. На стационарных дождевальных системах применяют струйные дождевальные аппараты. С целью уменьшения удельной протяженности труб, за счет увеличения расстояния между оросительными трубопроводами, больше всего используют дальнеструйные дождевальные аппараты с радиусом действия до 60—70 м.

Среднеструйные дождевальные аппараты на стационарных системах устанавливают редко, главным образом на противозаморозковых поливах.

Стояки (гидранты) для дождевальных аппаратов располагают по углам квадрата и по углам равностороннего треугольника.

Наибольшее расстояние между трубчатыми оросителями достигается при расстановке дождевальных аппаратов по углам равностороннего треугольника; оно равно $1{,}5R$ (R — радиус действия). Расстояние между аппаратами вдоль трубчатого оросителя равно $1{,}73R$. При расстановке аппаратов по углам квадрата максимальное расстояние между оросителями и аппаратами равно $1{,}42R$. Эти расстояния действительны, если ветер не влияет на распределение осадков.

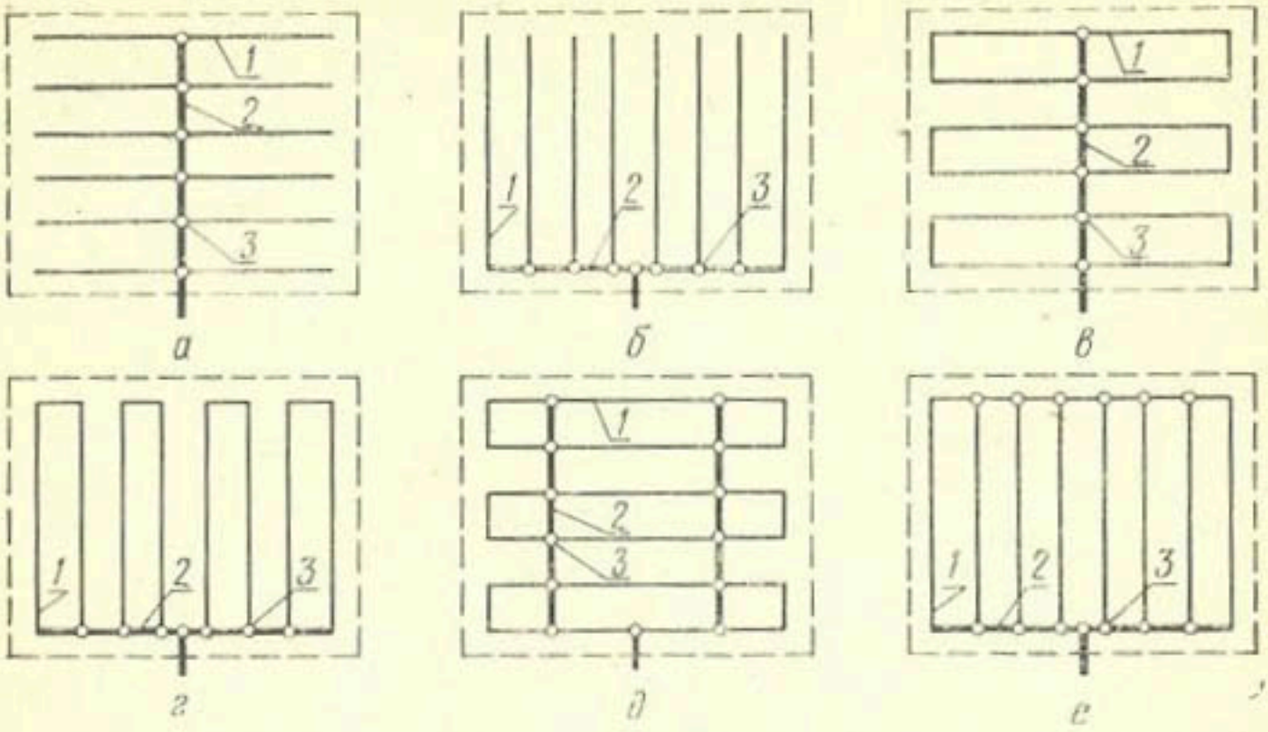


Рис. 93. Схемы расположения стационарных оросительных трубопроводов:

а, б — схемы расположения тупиковых трубчатых оросителей; *в, г, д, е* — закольцованные трубчатые оросители; *1* — трубчатый ороситель; *2* — распределитель; *3* — колодец.

Трубчатые оросители можно прокладывать по тупиковой схеме или закольцованной. Дождевальные аппараты на оросительном трубопроводе могут работать по одному, группами или одновременно все.

При одновременной работе всех дождевальных аппаратов, установленных на оросителе, упрощается командование (достаточно иметь одну задвижку в голове оросителя), но возрастает стоимость строительства самого оросителя, так как требуется прокладка его из труб разного сечения в соответствии с пропускаемым расходом воды.

Длинные оросительные трубопроводы с числом размещенных на них гидрантов более 4—5 целесообразно попарно закольцовывать, а гидранты с аппаратами размещать по углам равностороннего треугольника. При закольцованной системе и при наличии задвижек на каждом стояке можно на оросителе иметь два дальнеструйных аппарата. Один работает, а второй переносится и подготавливается к работе. В этом случае поперечное сечение оросительного трубопровода рассчитывают на пропуск половинного расхода воды дождевального аппарата. Трубчатые оросители будут иметь одинаковое поперечное сечение с небольшим диаметром труб. Основные схемы расположения оросительных трубопроводов на стационарных дождевальных системах приведены на рисунке 93. Для удобства эксплуатации каждый ороситель, отходящий от распределителя, имеет задвижку, размещенную в колодце. Схемы *а* и *в* следует применять в садах, где намечается поперечная обработка междурядий, в остальных случаях предпочтение следует отдавать схемам *б* и *г*.

Для прокладки водоводов применяют стальные, асбестоцементные, железобетонные и пластмассовые трубы, которые укладывают в грунт на глубину 0,7—0,8 м. Высоту стояка над поверхностью поч-

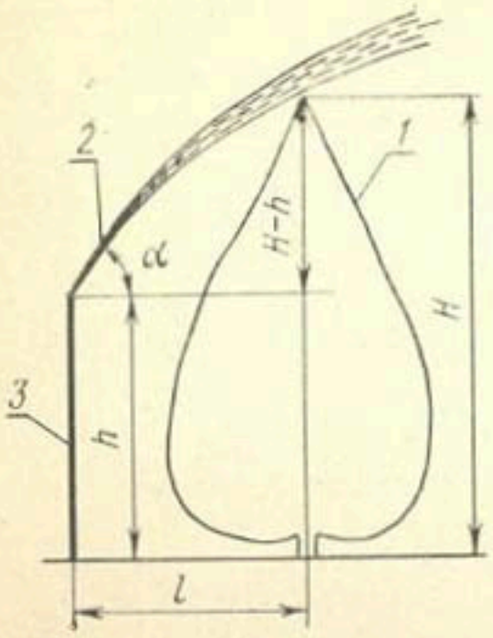


Рис. 94. Схема расположения стояка для дождевального аппарата в междурядии фруктового сада:

1 — фруктовое дерево; *2* — дождевальный аппарат; *3* — металлический трубчатый стояк.

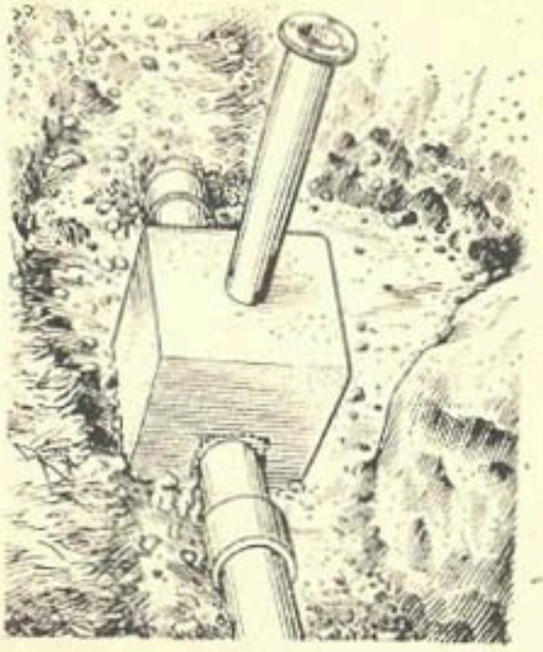


Рис. 95. Крепление основания металлического трубчатого стояка бетонной подушкой.

вы делают 1,2—1,5 м. Если система рассчитана для полива высокостебельных культур или фруктовых садов, высоту стояка (рис. 94) определяют по формуле:

$$h = H - l \operatorname{tg} \alpha, \qquad (89)$$

где h — высота стояка над поверхностью почвы, м; H — высота дерева, м; α — угол вылета струи к горизонтальной плоскости, град; l — расстояние от стояка до ближайшего дерева, м.

В садах стояки следует размещать в ряду деревьев, а при перекрестной обработке междурядий — ближе к деревьям так, чтобы они не явились препятствием для механизированной обработки.

Установленные на стояках дальнеструйные аппараты во время работы создают реактивную силу за счет вылета струи воды, и от действия коромысла с лопатой происходит раскачивание стояка.

При прокладке оросительной сети из асбестоцементных и пластмассовых труб основание стояка крепится бетонной подушкой в виде куба со стороной 0,4—0,6 м (рис. 95).

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Стационарные дождевальные системы с программным управлением, запорной арматурой на сети или на дождевальных аппаратах предназначены для полива плодово-ягодных, технических, овощных и других сельскохозяйственных культур.

Автоматизированная система включает: водоисточник, насосную станцию с программным устройством, водопроводящую трубчатую сеть, дождевальные аппараты на оросительных трубопроводах, обо-

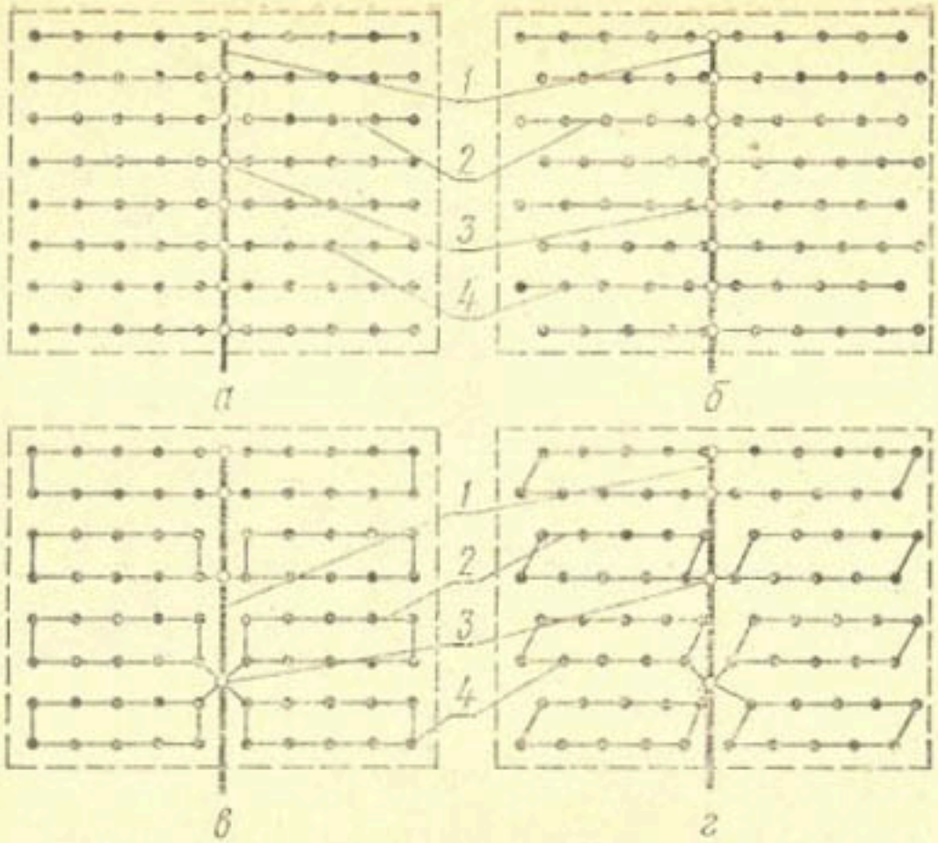


Рис. 96. Схемы расположения металлических трубчатых стояков на оросительных трубопроводах дождевальной автоматизированной системы:

а — тупиковые оросители с расположением на них стояков по углам квадрата или прямоугольника; *б* — тупиковые оросители, стояки расположены по углам равностороннего треугольника; *в* — закольцованные оросители с расположением на них стояков по углам квадрата или прямоугольника; *г* — закольцованные оросители, стояки расположены по углам равностороннего треугольника; *1* — распределительный трубопровод; *2* — оросительный трубопровод; *3* — колодец; *4* — стояк под дождевальный струйный аппарат.

рудованные гидроавтоматическими затворами или электрической запорной арматурой, устанавливаемой в головах оросителей.

Трубчатые оросители прокладывают из стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб (рис. 96). Наилучшей схемой расположения оросительной сети является закольцованная, с расположением стояков по углам равностороннего треугольника. На стояках трубчатых оросителей крепятся дальнеструйные дождевальные аппараты ДД-30 (рис. 97).

Техническая характеристика аппарата ДД-30

Диаметры сменных сопл, мм	26, 30, 34
Напор, м	50—70
Расход, л/с	15—30
Частота вращения, об/мин	0,15—0,2
Радиус действия по крайним каплям, м	50—70
Масса, кг	15,5

На дождевальный аппарат ДД-30 навешивается гидроавтоматический затвор.

Техническая характеристика гидроавтоматического затвора

Тип	Навесной
Типоразмер	№ 5 для аппаратов 5 ГОСТ 17238—71
Диаметр сопл, перекрываемых затвором, мм	26, 30, 34
Рабочий напор, м	50—70
Интервал напора для срабатывания счетчика импульсов и работы исполнительного механизма, м	20—50
Время выдвижения штока гидравлического шагового искателя, с	30 и более
Масса, кг	7,3

Программное устройство собирают из отдельных блоков (реле времени, счетчика импульсов и др.). При помощи программного устройства можно задавать продолжительность работы на позиции дождевальных аппаратов.

Программное устройство связано с электродвигателем насоса, командной и сливной задвижками, электроконтактным манометром и с установкой для ввода раствора минеральных удобрений.

Перед началом поливного сезона на стояках трубчатых оросителей устанавливают дождевальные аппараты ДД-30 с навешенными на них гидроавтоматическими затворами. Выбирают порядок работ дождевальных аппаратов, настраивают гидравлические шаговые искатели на определенные номера счета импульсов. После этого на программном устройстве задается время выдержки между гидравлическими импульсами, которое может быть от 4 до 240 мин, но для дождевальных аппаратов ДД-30 минимальное время между импульсами не должно быть менее одного оборота (6—7 мин).

Автоматизированная система включается в работу пуском насоса, открытием командной задвижки. Водопроводящая сеть медленно наполняется оросительной водой. После того как давление достигнет расчетного, по заданной программе срабатывают дождевальные аппараты, поступает сигнал на открытие сливной задвижки

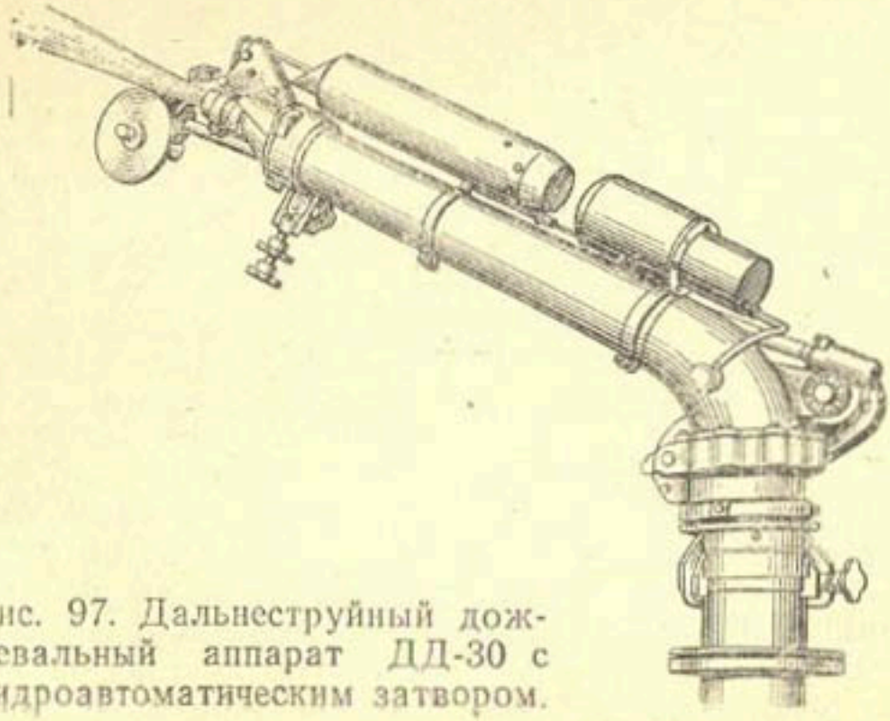


Рис. 97. Дальнеструйный дождевальный аппарат ДД-30 с гидроавтоматическим затвором.

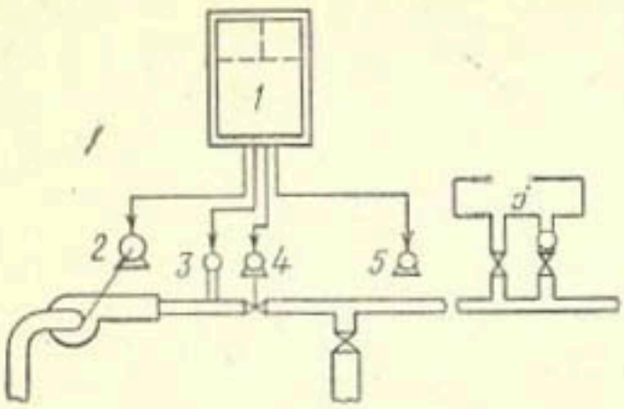


Рис. 98. Схема работы программного устройства:

1 — программное устройство; *2* — электродвигатель насоса; *3* — электроконтактный манометр; *4* — электродвигатель командной задвижки; *5* — электродвигатель сливной задвижки; *6* — установка ввода удобрений.

(рис. 98), напор воды в водопроводящей сети снижается до 20—25 м и происходит очередной счет гидравлического импульса во всех гидравлических шаговых искателях гидроавтоматических затворов. После этого задвижки занимают исходное положение. В работу включаются очередные по программе дождевальные аппараты и т. д.

Использование гидроавтоматических затворов № 5, навесных на дождевальный аппарат ДД-30, дает возможность работать на закольцованных оросителях при поочередной работе аппаратов. В этом случае достаточен диаметр труб 100—125 мм.

Стационарными дождевальными системами с программным управлением, размещенным в насосной станции, можно управлять гидроавтоматами с гидравлическими шаговыми искателями на площади 150 га. При орошении участков большей площади необходимо на распределительной сети дополнительно устанавливать зонные программные устройства.

Установка гидравлических шаговых искателей на гидравлические задвижки в головах оросительных трубопроводов позволяет командовать всем оросителем, то есть обеспечивать одновременную работу всех дождевальных аппаратов, размещенных на оросителе. При этой схеме увеличивается потребность в трубах большого диаметра.

Применение автоматизированных систем позволяет осуществлять, помимо вегетационных, приживочные, освежительные, подкормочные и другие специальные поливы по заранее заданной программе.

ИМПУЛЬСНОЕ ДОЖДЕВАНИЕ

Одним из основных направлений в совершенствовании дождевальных систем является максимальное рассредоточение поливного тока за счет снижения интенсивности искусственного дождя и увеличения числа одновременно работающих дождевальных аппаратов. Синхронное импульсное дождевание — одно из новых, прогрессивных технологических направлений в дождевании для получения максимального рассредоточения поливного тока. Новизна технологии и технических решений этого способа определяется их отличительными особенностями, позволяющими осуществлять на протяжении всей вегетации подачу воды на орошаемый участок в полном соответствии с ходом текущего водопотребления сельскохозяйственных культур. Это достигается за счет максимального рассредоточения поливного тока по системе и значительного радиуса действия дождевателей (30 м и более) при небольших подводимых расходах (до 0,1 л/с). Импульсные аппараты работают одновременно на всей площади в режиме непрерывно чередующихся пауз накопления в

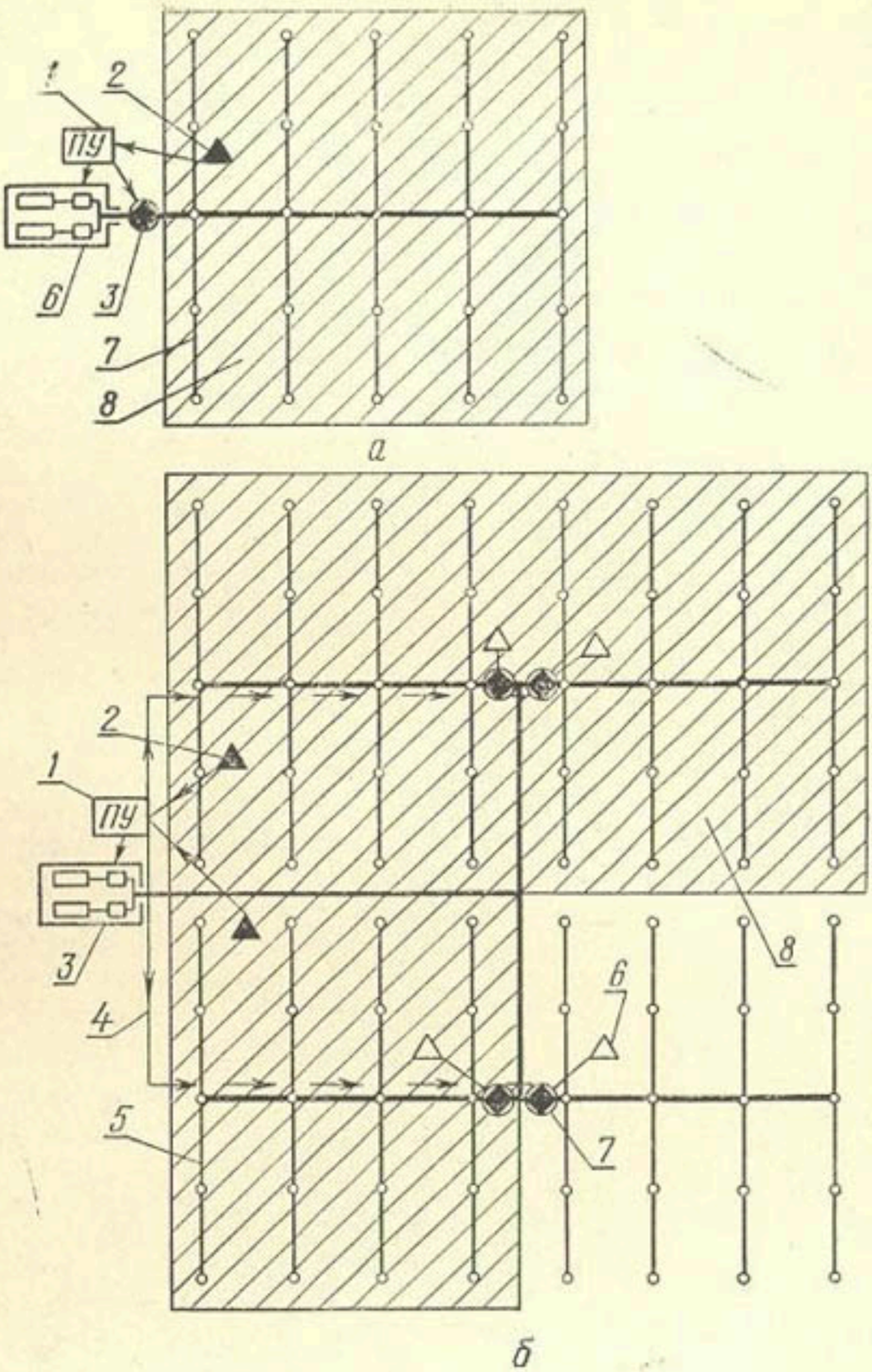


Рис. 99. Схема автоматизированного управления стационарными однозонными (*а*) и многозонными (*б*) системами с импульсными дождевателями:

1 — пульт управления; *2* — датчик; *3* — генератор командных импульсов; *4* — датчик степени заполнения гидроаккумуляторов; *5* — каналы связи; *6* — насосная станция; *7* — сеть трубопроводов с импульсными дождевателями; *8* — одновременно поливаемая площадь.

гидропневмоаккумуляторах и периодов выплеска воды под действием сжатого воздуха. Для обеспечения подачи воды, равной водопотреблению сельскохозяйственных растений, продолжительность пауз накопления может быть в 50—200 раз больше периодов выплеска воды. Средняя интенсивность дождя при этом составляет 0,01—0,002 мм/мин.

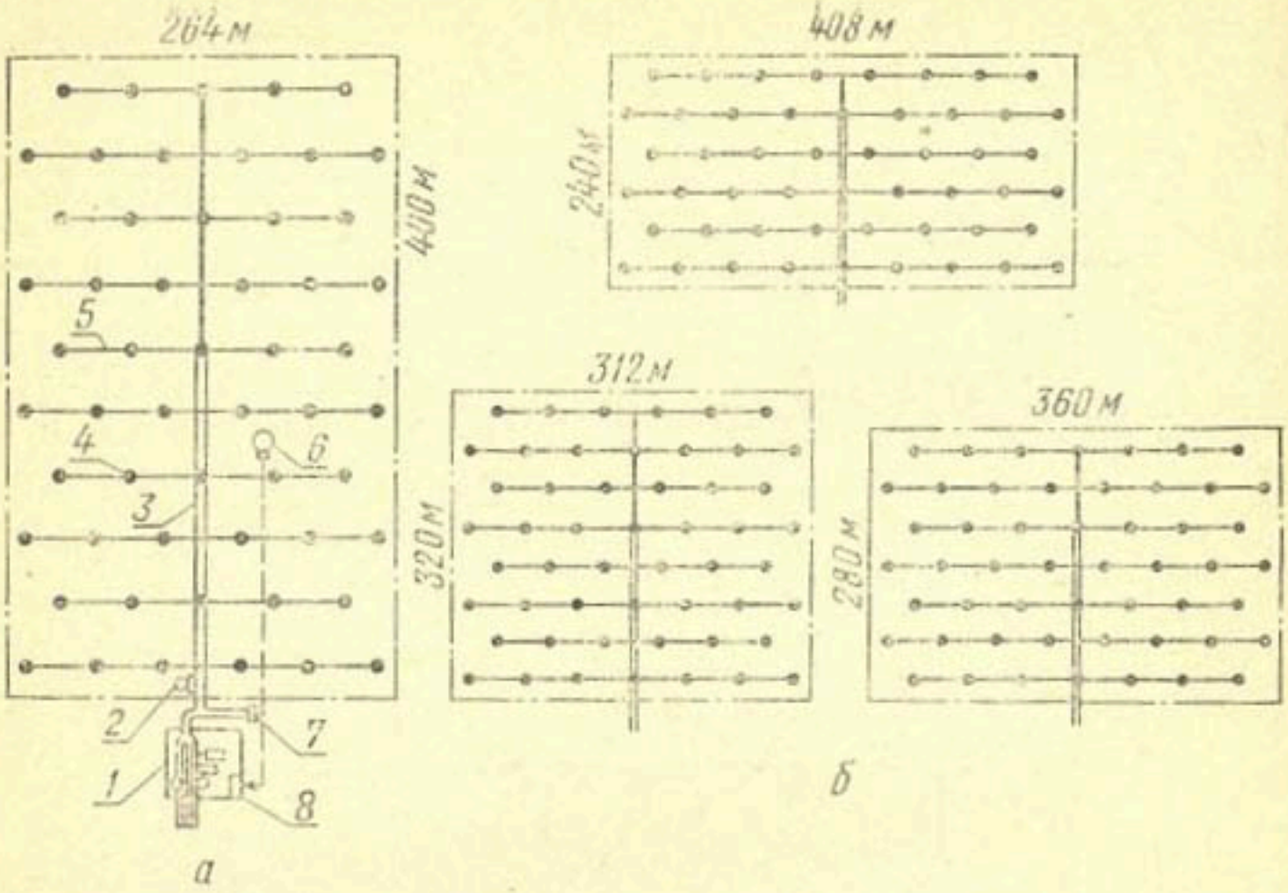


Рис 100. Комплект синхронного импульсного дождевания КСИД-10 *(а)* и схемы его трубопроводной сети *(б)*:

1 — насосная станция; *2* — гидроподкормщик; *3, 5* — трубопроводная сеть; *4* — импульсный дождеватель; *6* — датчик; *7* — генератор командных сигналов; *8* — пульт управления.

Синхронное импульсное дождевание имеет ряд принципиальных отличительных особенностей, обеспечивающих значительный агрофизиологический и организационно-хозяйственный эффекты, заключающиеся в обеспечении длительного направленного воздействия искусственного дождя на условия роста и развития растения и внешнюю среду; создании почти полностью контролируемых условий роста растений, исключающих отрицательное воздействие погодных факторов на их рост и развитие; поддержании влажности активного слоя почвы и приземного воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний, свойственных обычным периодическим поливам; снижении капитальных затрат на строительство сети напорных трубопроводов, в первую очередь трубопроводов последнего порядка, имеющих наибольшую протяженность, для устройства которых применяются трубы малого диаметра за счет предельного рассредоточения поливного тока воды по системе; исключении водооборота, что предельно упрощает водопользование на системе, снижает затраты труда и потребность в сложной водораспределительной арматуре.

Системы синхронного импульсного дождевания нужно проектировать из отдельных участков-блоков, в пределах которых осуществляется автономное управление режимом работы (рис. 99). Всесоюзное научно-производственное объединение по механизации орошения «Радуга» (ВНПО «Радуга») разработало оборудование для оснащения таких отдельных участков, которые могут при необходимости

снабжаться отдельной насосной станцией или работать от одной общей насосной станции (рис. 100).

Техническая характеристика комплекта КСИД-10

Площадь полива, га	10,0—10,6
Подача воды, м³/га в сутки	20—100
Рабочий напор, кПа	600—650
Число дождевателей	51—55
Схема расстановки дождевателей	По треугольнику 48×42
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,001—0,005
Продолжительность рабочего цикла, мин	1
Удельная протяженность трубопроводов, м/га	210—250
в том числе полиэтиленовых	160—200
Масса комплекта, кг	4300—5000
Трудоемкость монтажа, чел.-ч.	90—100
Стоимость комплекта*, руб.	13 200
Обслуживающий персонал, чел.	1 на 8—10 комплектов

* Стоимость комплекта определена ориентировочно в условиях изготовления экспериментальных образцов в ОКБ ВНИИМиТП.

Насосная станция открытого типа представляет собой одноагрегатную установку с насосом ЦНС 38—66.

Основными элементами сети являются трубопроводы: распределительный, выполненный из стальных труб $Д_у$=50—80 мм, и поливные, изготовленные из полиэтилена $Д_у$=15—25 мм. По требованию заказчика трубопроводная сеть поставляется для орошения участков с размерами 264×400 м, 320×264 м, 360×280 м, 408×240 м (первой указана цифра в направлении обработки сельскохозяйственного поля).

Импульсные дождеватели служат для аккумулирования воды в период между выплесками и дождевания орошаемой площади (рис. 101). Гидроаккумулятор дождевателя представляет собой водовоздушный бак, разделенный перфорированным сводом *4* и эластичной мембраной *5* на две части. Нижняя часть предварительно заполняется сжатым воздухом. В верхнюю часть поступает вода. Гидроуправляемый запорный орган — поршневого типа со сбросом воды из подпоршневой камеры в дождевальную насадку. В качестве дождевальной насадки применен среднеструйный дождевальный аппарат «Роса-3».

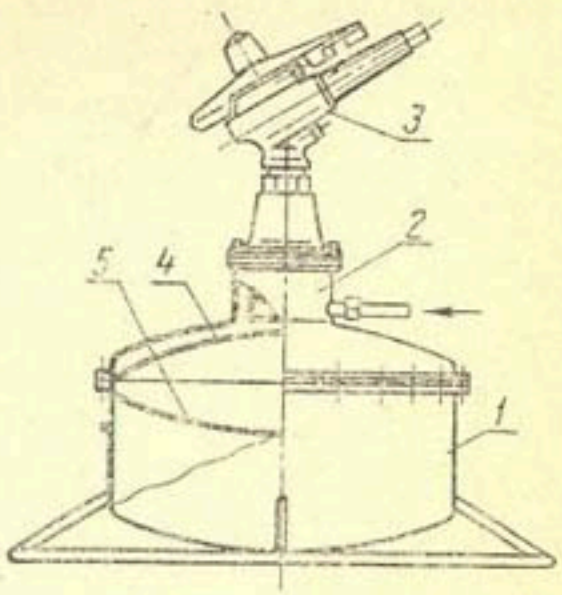


Рис. 101. Импульсный дождеватель «Коломна-15»:

1 — гидроаккумулятор; *2* — запорный орган; *3* — дождевальная насадка; *4* — перфорированный свод; *5* — эластичная мембрана.

Генератор командных сигналов служит для периодического понижения давления в трубопроводной сети с целью создания сигнала, обеспечивающего одновременный выплеск импульсными дождевателями накопленного объема воды. Он состоит из

датчика, исполнительного механизма и гидравлических каналов связи. Исполнительный механизм является органом, создающим понижение давления в трубопроводной сети путем кратковременного соединения напорной линии с атмосферой.

Датчик водоподачи служит для автоматического включения или отключения насосной станции путем передачи дискретной информации о запасах воды в почве, соответствующих определенному уровню воды в водном испарителе. Датчик представляет собой водный испаритель (типа ГГИ-3000), снабженный двухпозиционным сигнализатором положения горизонта воды и соединенный с пультом управления электрическим каналом связи.

Пульт служит для ручного или автоматического управления работой комплекта. Комплект оборудован контрольно-измерительными приборами (водосчетчик, счетчик импульсов, счетчик моточасов), аварийной защитой на случай неисправностей в работе.

В зависимости от сигнала, поступившего с датчика водоподачи, и интенсивности водоподачи включается насосный агрегат, который подает воду ко всем импульсным дождевателям комплекта. Вода через запорные органы импульсных дождевателей поступает в верхние полости гидроаккумуляторов и сжимает находящийся под эластичной мембраной воздух. После наполнения всех дождевателей водой до расчетного объема генератор командных сигналов на короткое время соединяет трубопроводную сеть с атмосферой. Давление в трубопроводах резко снижается. При этом дождеватели срабатывают одновременно на всей орошаемой площади. После выплеска дождевальные насадки поворачиваются на угол 3—5° и рабочий цикл «накопление — выплеск» повторяется. Частота циклов зависит от подачи насосной станции.

В случае неисправности (разрыв трубопровода, отказ в работе генератора командных сигналов и др.) система аварийной защиты выключает комплект. Загорается сигнальная лампочка «Авария».

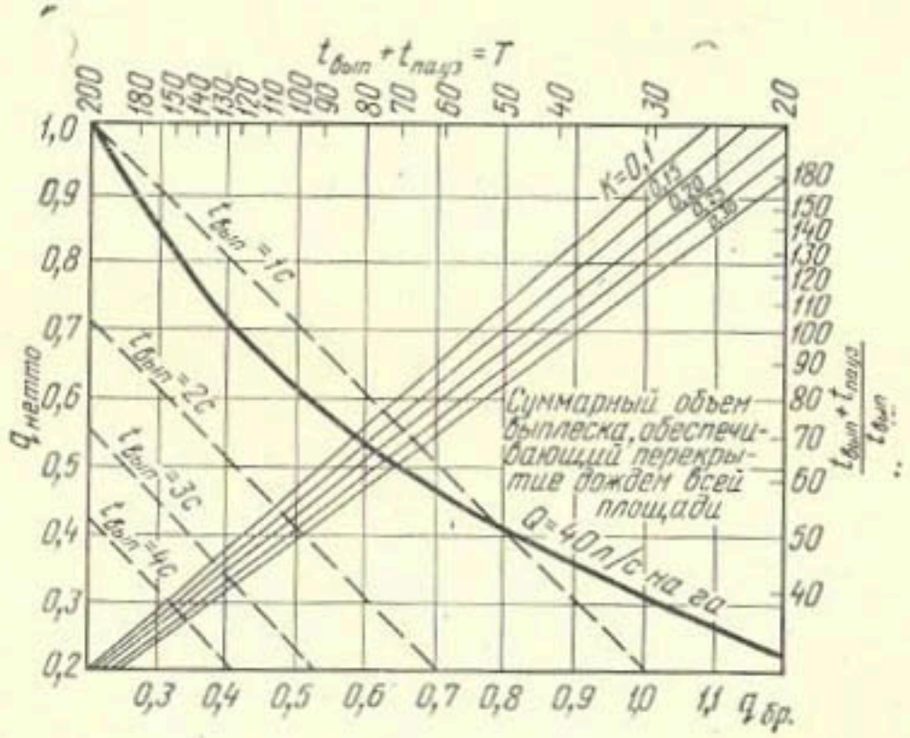


Рис. 102. Номограмма для определения режима работы импульсных дождевальных аппаратов.

Таблица 98. **Технологические параметры синхронного импульсного дождевания**

Показатели	Расчетная формула или метод установления	Пределы изменения для среднеструйных аппаратов
Удельная водоподача (ордината гидромодуля) q, л/с на 1 га	Расчет гидромодуля	0,3—0,8
Верхний период давления в гидроаккумуляторе $P_в$, МПа	По рабочей характеристике насоса	4—10
Геометрический объем гидроаккумулятора $V_г$, л	Конструктивно	20—100 и более
Диаметр сопла $d_с$, см	»	1,4—2,6
Угол поворота за рабочий цикл φ, град	»	2—6
Нижний предел давления в гидроаккумуляторе $P_н$, МПа	$P_н = (0,4 - 0,6)\, P_в$	2—6
Объем выплеска воды за рабочий цикл $V_{выц}$, л	$V_{вып} = \frac{P_{ат} P_в\, 0,9}{P_в P_н} - 1$	4—20 и более
Радиус действия R, м	Экспериментально $R = KH^{\alpha}$	25—40
Площадь полива при расстановке:		
по квадратной схеме $W_{\square}$, га	$W_{\square} = 10^{-4} \cdot 2R^2$	0,12—0,32
по треугольной схеме $W_{\triangle}$, га	$W_{\triangle} = 10^{-4} \cdot 2,6R^2$	0,16—0,41
Расход, подводимый к одному аппарату $g_а$, л/с	$g_а = W_{а\triangle} g$	0,04—0,3
Продолжительность накопления $t_н$, с	$t_н = \frac{V_{вып}}{g_а}$	30—180
Продолжительность выброса $t_в$, с	$t_в = \frac{2F}{\mu f \sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_2} - \sqrt{H_1}\right)$	1—4
Продолжительность цикла $t_ц$, с	$t_ц = t_н t_в$	30—180
Средняя круговая интенсивность ρ, мм/мин	$6\ 10^{-3} g$	0,0018—0,005

Продолжение

Показатели	Расчетная формула или метод установления	Пределы изменения для среднеструйных аппаратов
Число рабочих циклов за один оборот	$\frac{360^\circ}{\varphi}$	60—180
Продолжительность одного оборота $t_{об}$, мин	$t_{об}$	60—360

Оператор устраняет неисправность и запускает комплект в работу.

Исходными данными для расчета технологических параметров дождевателей, работающих по сигналам понижения давления в сети, являются: показатели, характеризующие массив орошения, учитывающие требования режимов орошения возделываемых культур; конструктивные и расчетные параметры принятого типа импульсного дождевателя; условия, влияющие на формирование и распространение сигналов понижения давления по сети.

Расчет элементов техники полива и технологических параметров синхронного импульсного дождевания сводится в конечном счете к установлению потребного числа дождевателей выбранной конструкции на 1 га орошаемой площади и продолжительности паузы накопления, обеспечивающих требуемую удельную водоподачу.

Расчет и установление основных технологических параметров импульсных дождевальных аппаратов рекомендуется выполнять согласно таблице 98 и номограммы (рис. 102).

Комплект синхронно-импульсного дождевания прошел государственные испытания.

МЕЛКОДИСПЕРСНОЕ ДОЖДЕВАНИЕ

Одним из новых способов орошения, начинающих получать применение для эффективного регулирования микроклимата приземного слоя воздуха, является мелкодисперсное дождевание (аэрозольное увлажнение). Сущность этого способа заключается в периодическом смачивании листовой поверхности растений мелкодиспергированной водой. Степень дисперсности капель должна соответствовать таким размерам, при которых они не скатывались бы с листа на почву, а оставались бы на нем до полного испарения. Экспериментально установлено, что размер таких капель не должен превышать 500 мкм.

Мелкодисперсное дождевание проводится, как правило, только днем, когда температура воздуха превышает физиологически оптимальную для развития сельскохозяйственной культуры. Норма разового полива составляет 100—500 л/га·ч. Нанесенная на листовой покров диспергирования вода, постепенно испаряясь, охлаждает его, при этом влажность приземного слоя воздуха увеличивается, уменьшается испарение воды из почвы. Этим самым у растений устраняется депрессия фотосинтеза.

Поливы этим способом можно осуществлять распылителями минеральных удобрений и опрыскивателями ядохимикатов.

Стационарные системы мелкодисперсного дождевания состоят из насосной станции, трубопроводной сети и мачты высотой от 9 до 25 м, на которых монтируются шланги с распыливающими форсунками.

Во ВНПО «Радуга» разработана конструкция основного элемента стационарной системы мелкодисперсного дождевания — мачты с самоустанавливающейся штангой с распыливающими форсунками. Высота мачты 10 м, общий расход распыливающих форсунок от 0,3 до 0,85 л/с, рабочий напор 15—40 м, число распыливающих форсунок 22.

ШИРОКОЗАХВАТНЫЙ КОЛЕСНЫЙ ДОЖДЕВАЛЬНЫЙ ТРУБОПРОВОД ДКН-80 ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫЕ УЧАСТКИ ПОДГОТОВЛЕННЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ

Дождевальный трубопровод применяют для проведения оросительных (вегетационные, предпосевные, посадочные и т. д.) и удобрительных поливов сельскохозяйственных культур, низкостебельных кормовых культур, многолетних трав, культурных пастбищ и лугов.

С помощью гидроподкормщиков каждым крылом машины вместе с поливной водой можно вносить растворимые минеральные удобрения.

Можно применять во всех зонах орошаемого земледелия. Участок, предназначенный для работы машины, должен иметь достаточно ровный рельеф с уклоном не более 0,02.

Техническая характеристика ДКН-80

Расход, л/с	89,2
Напор на входе в машину, м	45
Конструктивная длина машины (два крыла), м	564
Расстояние между гидрантами, м	27
Расстояние между оросителями, м	600
Тип дождевального аппарата	Односопловый, среднеструйный
Число аппаратов с диаметром сопл 14 мм	20
Число концевых аппаратов с диаметром сопл 18 мм	2
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,3
Расход аппарата с соплами диаметром 14 мм, л/с	4
Расход аппарата с соплами диаметром 18 мм, л/с	5
Расстояние между аппаратами, м	25,5
Площадь, поливаемая с одной позиции с учетом перекрытия, га	1,62
Обслуживающий персонал	1 оператор на 2 машины

Удобрительный раствор не должен содержать органические включения размером более 10 мм. Содержание сухого вещества не должно превышать 2%.

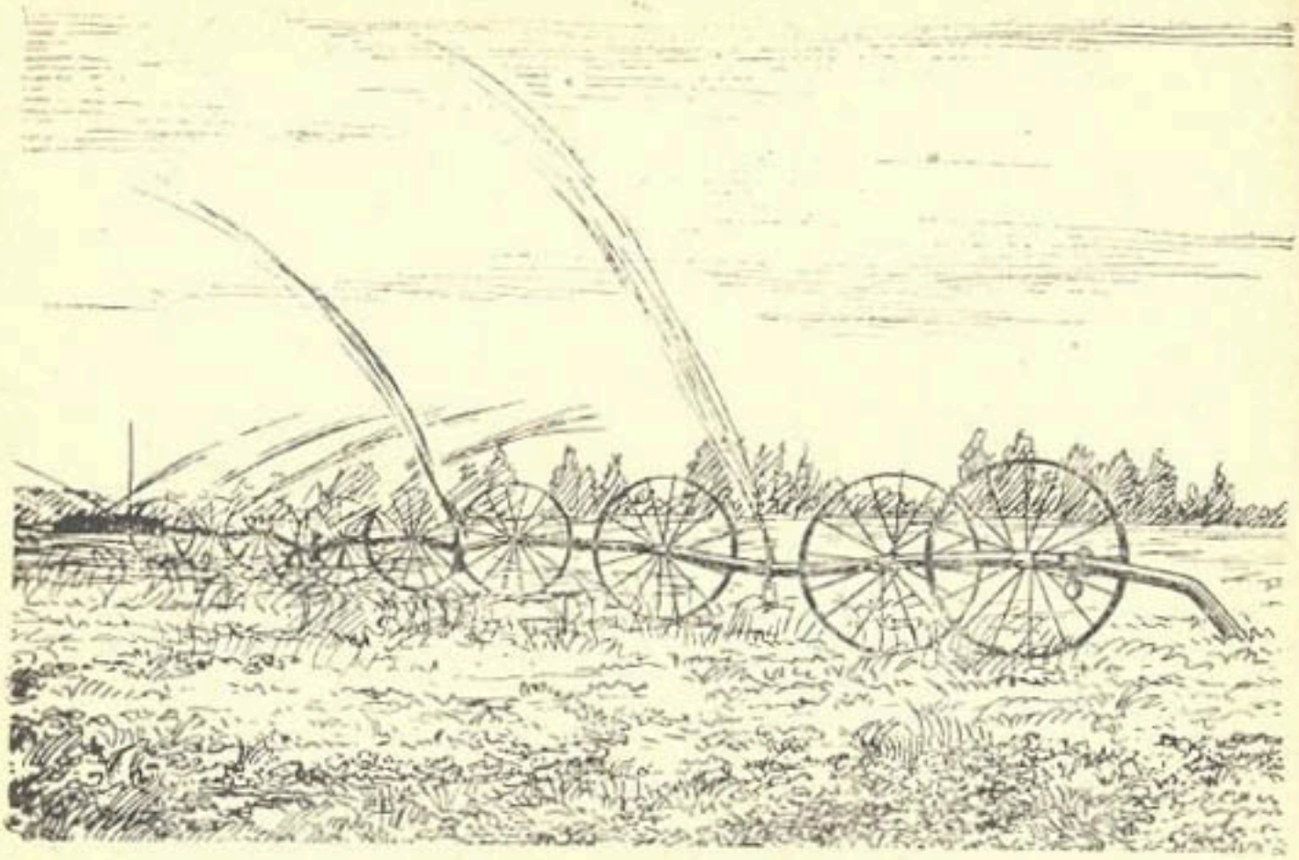


Рис. 103. ДКН-80 на поливе животноводческими стоками.

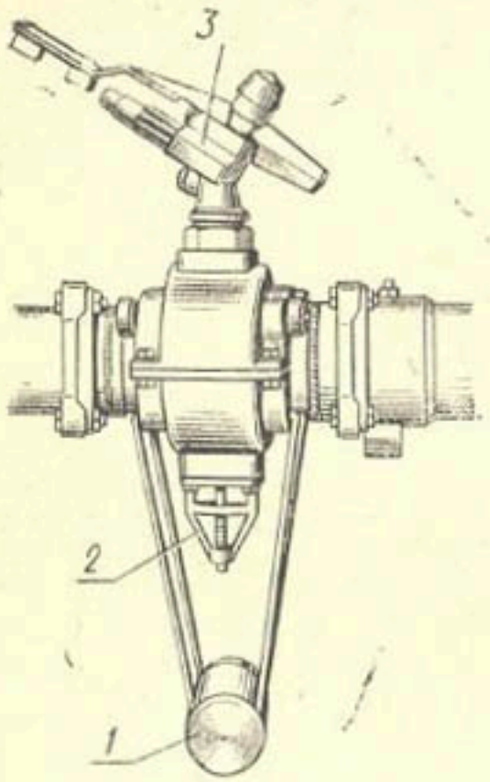


Рис. 104. Дождевальный аппарат:

1 — муфта; *2* — клапан; *3* — дождевальный аппарат.

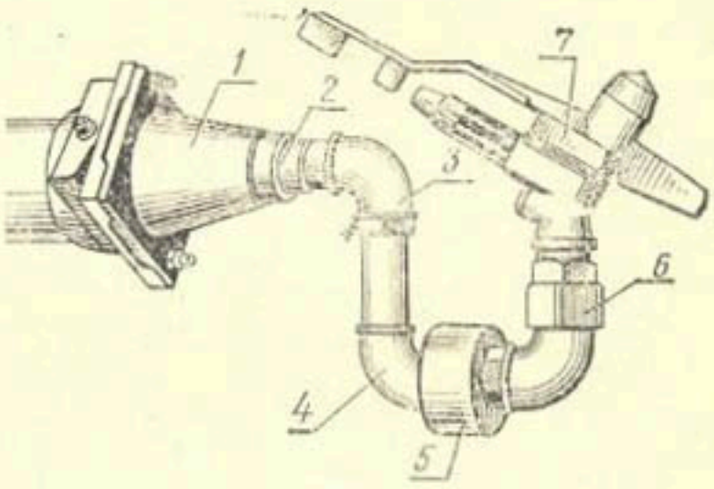


Рис. 105. Концевой дождевальный аппарат:

1 — патрубок; *2* — трубка; *3* — угольник; *4* — шток; *5* — груз; *6* — крепеж; *7* — дождевальный аппарат.

Устройство и работа. ДКН-80 разработан на базе машины ДКШ-64 «Волжанка» с измененными узлами, обеспечивающими полив с использованием подготовленных животноводческих стоков (рис. 103). Удобрительная смесь должна содержать не более 2% сухого вещества с размером частиц до 10 мм.

Колесный трубопровод состоит из двух поливных крыльев. Каждое из них состоит из поливного трубопровода, опорных колес, механизма самоустановки дождевальных аппаратов, дождевальных аппаратов, сливных клапанов, механизма крепления концевого аппарата, узла подсоединения к гидранту, ведущей тележки с двигателем и противоветровых тормозов.

Поливные крылья, как и у машины ДКШ-64, расположены по обе стороны распределительного трубопровода перпендикулярно линии гидрантов. Трубопровод собран из отдельных секций и является осью жестко закрепленных на нем колес. Между фланцами секций (через две трубы) устанавливают патрубки механизма самоустановки. На патрубке монтируют полумуфты, устанавливают дождевальный аппарат и сливной клапан. К фланцу конечной трубы крепят механизм установки концевого аппарата.

Для пуска в работу машину подсоединяют к гидранту, вода поступает в поливной трубопровод. По достижении устойчивой работы дождевальных аппаратов в трубопровод подают смесь животноводческих стоков с поливной водой. После выдачи расчетной нормы удобрений проводят полив чистой водой для промывки трубопровода и смыва остатков навоза с растений и наружной части трубопровода. Время и нормы полива животноводческими стоками, чистой водой определяют технологическим процессом.

Дождевальные аппараты (рис. 104) среднеструйные, ударного типа, кругового действия имеют сменные сопла диаметром 14, 16 и 18 мм. Основные детали изготовлены из алюминиевого сплава с заливкой в местах трения бронзы или латуни.

Механизм самоустановки обеспечивает постоянное вертикальное положение дождевального аппарата и сливного клапана.

Сливной клапан служит для слива жидкости из поливного трубопровода после прекращения ее подачи перед сменой позиций. Корпус клапана имеет отражательную пластину, обеспечивающую рассредоточенный слив жидкости.

Механизм самоустановки концевого аппарата (рис. 105) предназначен для подсоединения дождевального аппарата и его фиксации в вертикальном положении. Состоит из переходного конусообразного патрубка *1* с фланцем, в который запрессована трубка *2*, угольника *3*, крепежа на стакане *6*, штока *4* с грузом *5*.

Сборка и подготовка колесного дождевального трубопровода к работе, а также техническое обслуживание, хранение и транспортировка аналогичны машине ДКШ-64 «Волжанка».

Широкозахватный колесный трубопровод ДКН-80 прошел государственные испытания.

Глава IV
ВНУТРИПОЧВЕННОЕ ОРОШЕНИЕ

При внутрипочвенном орошении оросительная вода подводится с некоторой глубины непосредственно в корнеобитаемый слой. При этом поверхность почвы практически не смачивается, а пахотный горизонт увлажняется капиллярным путем. Внутрипочвенное орошение обеспечивает хорошую аэрацию почвенного слоя, позволяет поддерживать на протяжении всего вегетационного периода заданный уровень влажности без значительных его колебаний. Внедрение его возможно в различных зонах страны и особенно в степных, полупустынных и пустынных областях, где ощущается нехватка воды. В первую очередь внутрипочвенное орошение может найти применение на землях пригородных хозяйств, где на орошение можно использовать хозяйственно-бытовые и осветленные животноводческие стоки. При этом способе нет опасности загрязнения окружающей среды, выращиваемой продукции, почвы и воздуха болезнетворными микроорганизмами и яйцами гельминтов.

Существует целый ряд разновидностей систем внутрипочвенного орошения (табл. 99).

Основным конструктивным элементом, определяющим особенности системы внутрипочвенного орошения, являются увлажнители, конструкция и материал которых могут влиять на характер распределения воды и увлажнения почвы.

Элементы техники внутрипочвенного орошения. К ним относятся: глубина заложения увлажнителей (0,4—0,6 м); напор в увлажнителях (0,2—0,5 м); удельный расход увлажнителя (0,02—0,33 л/с на 100 м длины); длина увлажнителя (50—200 м); расстояние между увлажнителями или очагами увлажнения (1,0—3,5 м для систем без естественного водоупора); продолжительность полива.

Характерные схемы распределения влаги из увлажнителей при внутрипочвенном орошении приведены на рисунке 106.

На величину элементов техники полива влияет: водопроницаемость почв (менее 5 см/ч за первый час на тяжелых почвах, 5—15 см/ч — на средних и более 15 см/ч — на легких), уклон (в направлении увлажнителей) —0,000—0,003, сложность микрорельефа, мутность воды.

От принятых элементов техники внутрипочвенного орошения зависит качество полива, которое оценивается: равномерностью увлажнения по длине; наличием внутрипочвенной эрозии и заилением увлажнителей; глубиной неувлажненного слоя почвы от дневной поверхности; глубинной утечкой воды; процентом увлажнения корнеобитаемого слоя (увлажненность по профилю корнеобитаемого слоя почвы).

Между элементами техники внутрипочвенного орошения, условиями проведения поливов этим способом и качественными показателями его установлен ряд определяющих зависимостей.

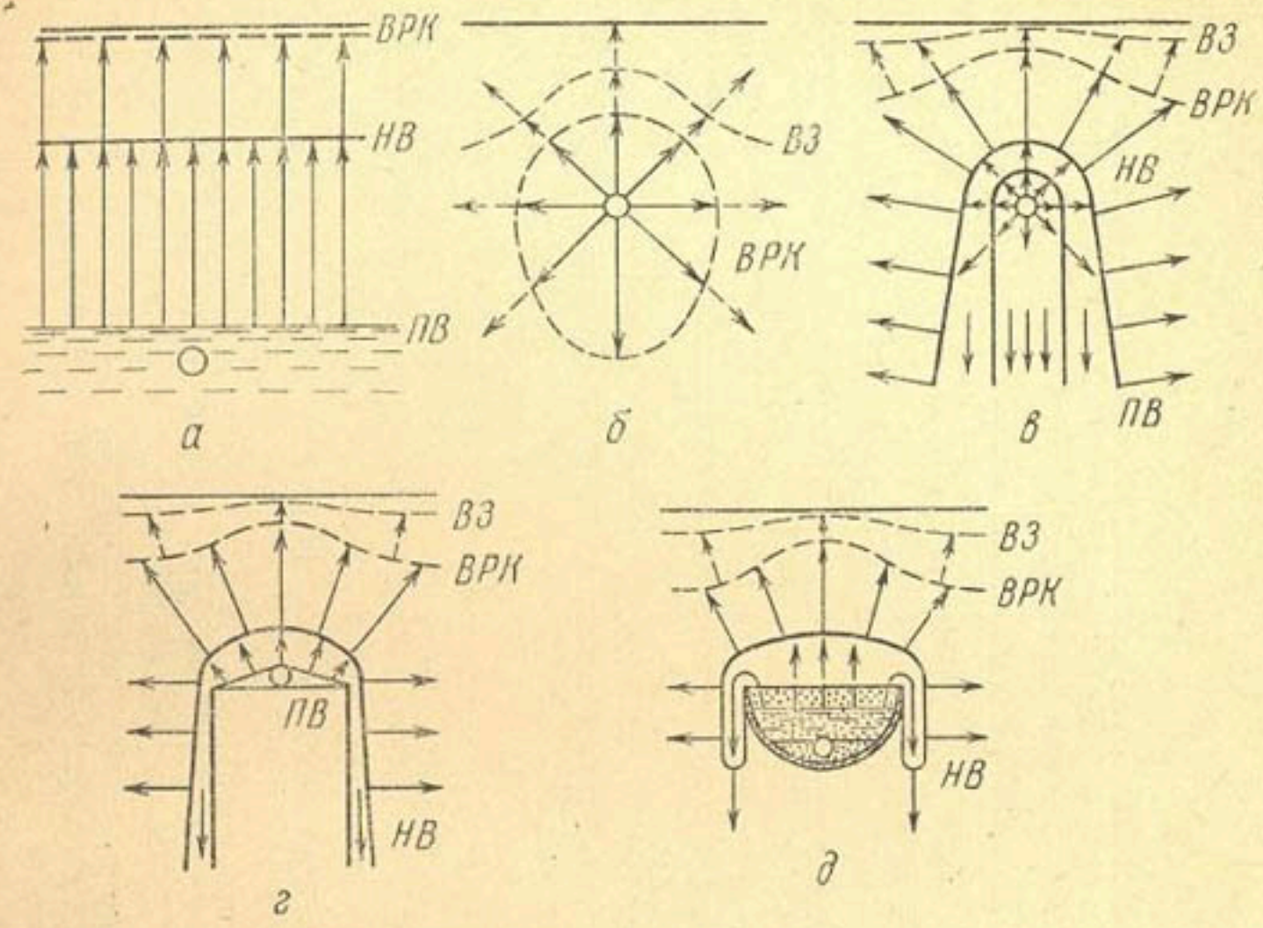


Рис. 106. Схема распределения влаги из увлажнителей (УкрНИИГиМ):

а — при регулировании уровня грунтовых вод; *б* — подача воды из пористых увлажнителей капиллярным способом; *в* — напорная подача воды через щели в стыках; *г* — распределение влаги при наличии водоупора; *д* — подача воды из желобов открытой абсорбционной системы; ВЗ — влажность завядания; ВРК — влажность разрыва капилляров; НВ — наименьшая влагоемкость; ПВ — полная влагоемкость.

Расстояние между увлажнителями ориентировочно можно определить по формуле В. И. Канардова:

$$B = 2\left[0{,}43\sqrt{\frac{q}{K_ф}} + 1{,}3\,\frac{(0{,}2-0{,}3)\,W_{НВ}a'\gamma_0}{q_{уд}}\right], \qquad (90)$$

где B — расстояние между увлажнителями, м; q — расход одного отверстия в увлажнителе, м³/с; $q_{уд}$ — расход увлажнителя на метр длины, $\frac{м^3/ч}{м}$; $K_ф$ — коэффициент фильтрации, м/с; a' — коэффициент «потенциалопроводности», зависящий от свойств почвы; $W_{НВ}$ — наименьшая влагоемкость, %; γ_0 — объемная масса грунта, г/м³.

М. С. Григоров рекомендует длину увлажнителя вычислять по зависимости:

$$l = \frac{Q_и}{vf}, \qquad (91)$$

где l — длина увлажнителя, м; $Q_и$ — расход увлажнителя в его голове, м/с; v — скорость впитывания воды в почву, м/с; f — смоченный периметр увлажнителя или периметр водопоглощения, м.

Таблица 99. **Классификация систем внутрипочвенного орошения**

Характеристика систем	Условия применения
Применяемые напоры в увлажнительной сети	
Напорная с гравитационно-капиллярным увлажнением	Требуется создание искусственного напора, Система «Виафло» (США)
Низконапорная с капиллярно-гравитационным увлажнением	Вода распределяется по сети самотеком. Система ВНИИМиТП и Главсредазирсовхозстроя с увлажнителями из полиэтиленовых перфорированных труб
Адсорбционная (вакуумная) с капиллярным увлажнением	Вода переходит из состояния водного тока по сети в состояние почвенной влажности под действием всасывающих сил почвы. Адсорбционная система вакуумного действия В. Г. Корнева
Продолжительность нахождения увлажнительной сети на участке	
Стационарная	Увлажнительная сеть укладывается на несколько десятков лет (имеет наибольшее распространение)
Полустационарная	Требуется применение мобильных поливных устройств
Стационарно-сезонная	Возможно использование разборной увлажнительной сети на протяжении ряда лет («Виафло», США) или в течение одного сезона (кротовые увлажнители, плоскосворачиваемые микропористые увлажнители)
Временная для одноразового использования	Нарезаются кротовые увлажнители во время культивации или во время специальных подкормок

Конструкция увлажнительной сети

С трубчатыми пористыми увлажнителями	Гончарные и керамические трубки. Система Укргипроводхоза
С трубчатыми перфорированными увлажнителями	Перфорация труб выполняется одновременно с их укладкой (технология ВНИИМиТП) или предварительно отдельной операцией (технология Главсредазирсовхозстроя)
С кротовыми увлажнителями в естественном грунте	Кротовины формируются активным или пассивным рабочим органом. Системы В. Р. Редигера, В. И. Бобченко, УкрНИИГиМ
Трубчатая с очаговыми увлажнителями	Обычные неперфорированные трубы используются в качестве транспортирующего водовода, а для локального увлажнения почвы применяются очаговые увлажнители различных конструкций (системы САНИИРИ)
Машинно-инъекционного увлажнения	Машина Г. И. Фищенко. Гидробуры инженеров Н. Д. Холина, Г. Л. Шендрикова. Вода или раствор подается путем культивации или инъекции, в том числе неконтактным (гидропушка — «Инар») способом
С регулированием уровня грунтовых вод	Система инфильтрации УкрНИИГиМ, глубина стояния грунтовых вод на малоуклонных участках (пойменных) регулируется использованием каналов

Способ укладки увлажнительной сети

Механизированная отрывка траншей и ручная укладка сети	Способ найдет ограниченное применение из-за коренных нарушений почвенного покрова и большой трудоемкости
Механизированная отрывка узких траншей и механизированная укладка сети	Требует применения узкотраншейных многоковшовых экскаваторов, при работе которых существенно нарушается почвенный покров
Бестраншейная укладка сети	Специальными укладчиками, позволит выполнить строительство индустриальными методами с минимальными затратами труда и без существенного нарушения почвенного покрова

Продолжение

Характеристика систем	Условия применения
Временная характеристика контактов воды и почвы	
Непрерывная водоподача на протяжении сезона	Вода в увлажнительной сети находится непрерывно на протяжении вегетации. Возможна на системах с конструкцией, обеспечивающей регулирование (очаговые увлажнители) или саморегулирование водоподачи (вакуумная)
Периодическая водоподача на протяжении сезона	Периодически, по мере иссушения почвы до определенного предела. Получила наибольшее распространение. Требует применения водоводов повышенной пропускной способности и необходимой арматуры для осуществления водооборота
Пространственная характеристика контактов воды и почвы	
Увлажнение по всей площади	Применяют для возделывания пропашных и узкорядных культур
Полосовое увлажнение	Используют в основном для виноградников, ягодников и интенсивных садов
Локальное очаговое увлажнение	Применяют для многолетних насаждений, предпочтительно с частотой посадки менее 500 корней на 1 га (система САНИИРИ)
Назначение	
Орошение чистой водой	Используют в основном при возделывании высокорентабельных культур при дефиците воды
Утилизация сточных вод	Системы обеспечивают быструю окупаемость капитальных вложений и предотвращают загрязнение окружающей среды
Многоцелевое (полив, внесение органических и минеральных удобрений, аэрация почв, двойное регулирование — орошение и осушение)	Системы обеспечивают возможность регулирования основных условий произрастания растений

Потери напора на трение в полиэтиленовых трубах, применяемых в качестве увлажнителей, определяют по следующим формулам:

$$h = il,\ 1000i = 0{,}27\frac{Q^{1{,}78}}{d^{4{,}78}}, \qquad (92)$$

где h — потери напора на трение, м; l — длина трубопровода, м; i — гидравлический уклон; Q — расход увлажнителя, л/с; d — диаметр трубы, мм.

Продолжительность полива можно найти по формуле:

$$t = \frac{m\omega}{qn}, \qquad (93)$$

где t — продолжительность полива, ч; m — поливная норма, м³/га; ω — орошаемая площадь, га; q — расход воды, подаваемый одним увлажнителем, м³/ч; n — число увлажнителей.

Увлажнители в зависимости от выращиваемых культур укладывают на глубину 0,4—0,6 м. При глубине закладки выше 0,4 м увлажнители могут мешать почвообрабатывающим орудиям при обработке почвы и деформироваться при наездах, а ниже 0,6 м не будут в должной мере увлажнены верхние слои почвы и возникнут большие глубинные потери.

Расход увлажнителя на метр длины $q_{уд}$ вычисляют в зависимости от пьезометрического напора и водно-физических свойств почвы:

$$q_{уд} = ah, \qquad (94)$$

где a — параметр, зависящий от водно-физических свойств почвы и степени перфорации увлажнителей, м/с; h — пьезометрический напор в увлажнителе, м.

Параметр a определяют по выражению:

$$a = \frac{mTB}{86{,}4th_p}\,10^{-7}, \qquad (95)$$

где t — межполивной период для самого напряженного по водопотреблению месяца, сут; T — число тактов водооборота; h_p — расчетный напор над осью увлажнителя, м.

Машины и орудия для укладки гибких полиэтиленовых увлажнителей. Применение в качестве увлажнителей гибких перфорированных полиэтиленовых труб позволяет механизировать трудоемкий процесс их укладки в почву, что резко снижает затраты труда на строительство систем внутрипочвенного орошения, то есть повышает производительность более чем в два раза.

Общий вид навесного бестраншейного укладчика полиэтиленовых труб конструкции ВНПО «Радуга» представлен на рисунке 107. Он предназначен для укладки бестраншейным способом внутрипочвенных увлажнителей из цельнотянутых полиэтиленовых труб, перфорируемых в процессе укладки специальным рабочим органом, во всех природно-хозяйственных зонах страны. Трубоукладчик навешивается на трактор Т-100МГС или Т-130Г (рис. 107). Рама соединяет в еди-

ное целое составляющие трубоукладчика, несет силовую нагрузку при работе и служит одновременно для соединения трубоукладчика с трактором (рис. 108). Нож является рабочим органом, с помощью которого прорезается щель на глубину 45—60 см, а ферма предназначена для навешивания катушки с бухтой полиэтиленовых труб и крепления тросово-гидравлического механизма.

Перфоратор навешивается шарнирно на ферму трубоукладчика перед входом полиэтиленовой трубки в направляющую трубу ножа и служит для вырезания поливных отверстий — щелей в стенке полиэтиленовых увлажнителей специальным ножом. Расстояние между щелями 350 мм, ширина щели от 1,5 до 2,5 мм, длина 40—50 мм.

Внутрипочвенные увлажнители изготавливают из полиэтиленовых гладких труб низкой плотности с наружным диаметром 20—40 мм и толщиной стенок не более 2 мм.

На глубине укладки увлажнительной сети (45—60 см) почвогрунты не должны быть мерзлыми, засоренными камнями и погребенной древесиной, а площадь участка должна быть предварительно спланирована с уклоном 0,0005—0,005.

Трубоукладчик управляется из кабины трактора. Обслуживают его тракторист и один рабочий.

Затраты на бестраншейную прокладку одного метра полиэтиленовых увлажнителей при строительстве опытно-производственных систем внутрипочвенного орошения составляют не более одной копейки.

Техническая характеристика трубоукладчика НБУ-ПТ
(экспериментальный образец)

Тип	Навесной
Глубина закладки полиэтиленовых увлажнителей, м	0,45—0,6
Диаметр увлажнителя, мм	20—40
Минимальное расстояние между увлажнителями, м	1,25
Рабочая скорость, км/ч	2
Транспортная скорость, км/ч	6
Производительность, м/ч	600—800
Обслуживающий персонал:	
тракторист	1
рабочий	1
Масса, кг	700
Дорожный просвет, мм	400
Габаритные размеры, мм:	
длина	3600
ширина	1195
высота	4550
Удельное давление на почву, кПа	52

Для устройства траншеи шириной 400 мм распределительной сети систем внутрипочвенного орошения применяют экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-161.

Отрытые траншеи под распределительные трубопроводы служат для установки рабочего органа бестраншейного трубоукладчика в рабочее положение на заданную глубину. Организация работы трубоукладчика начинается с подготовки заправочного места, на которое складываются бухты полиэтиленовых труб.

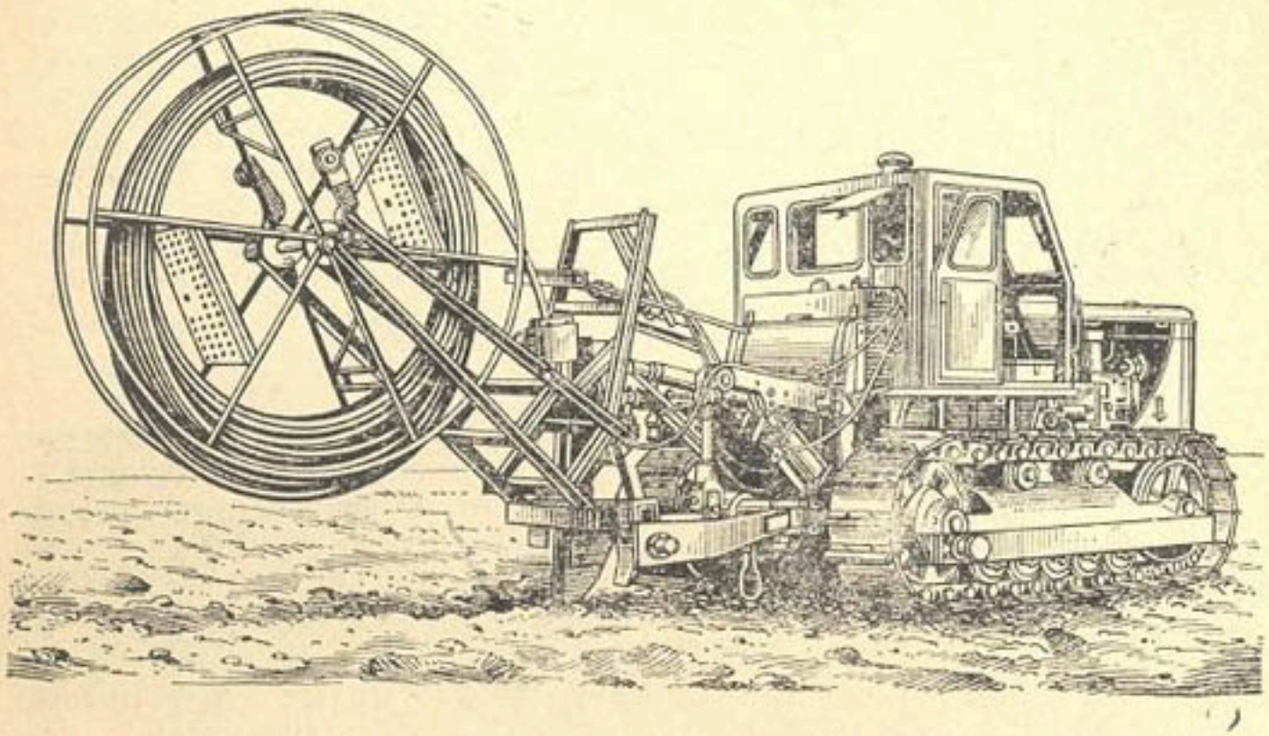


Рис. 107. Навесной бестраншейный укладчик полиэтиленовых труб конструкции ВНПО «Радуга».

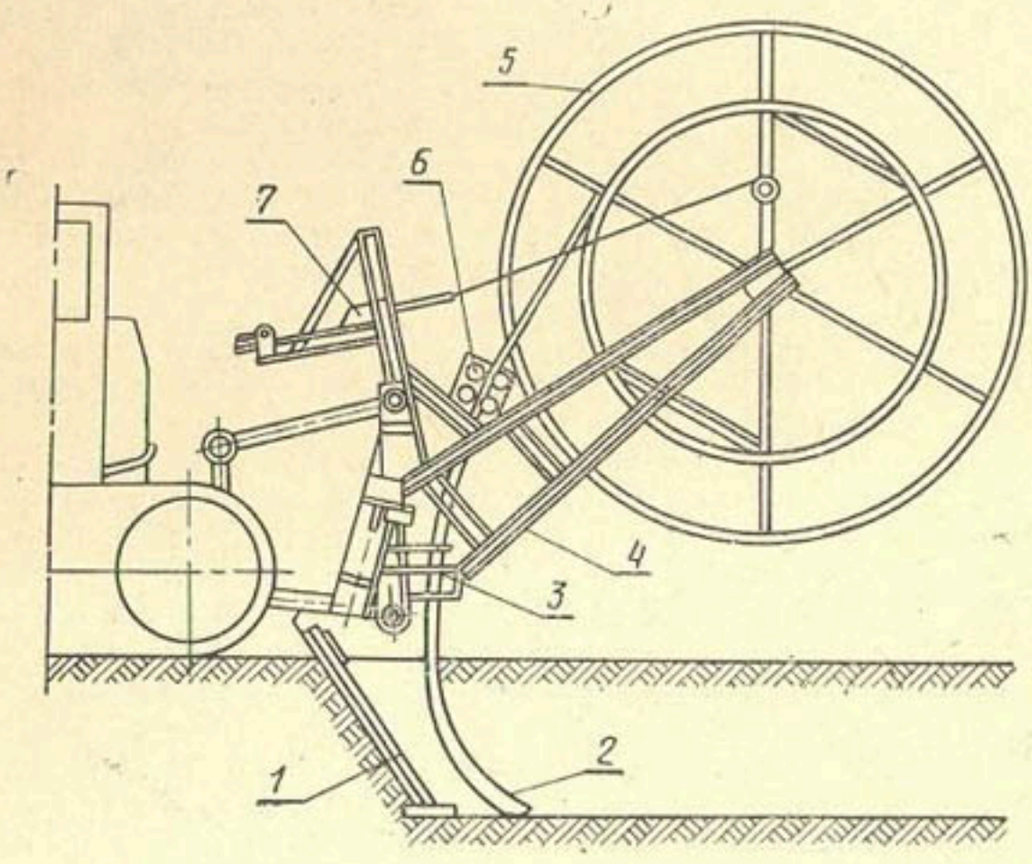


Рис. 108. Устройство бестраншейного укладчика полиэтиленовых труб:
1 — нож с дренером; *2* — направляющая труба; *3* — рама; *4* — ферма; *5* — катушка; *6* — перфоратор; *7* — тросово-гидравлический механизм.

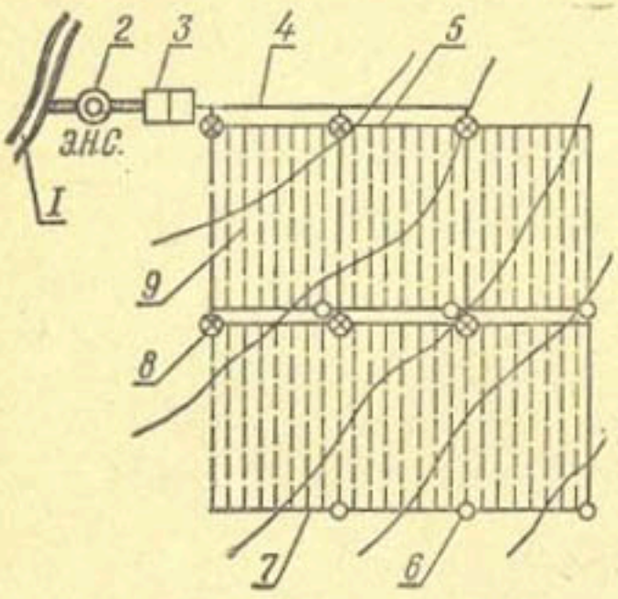


Рис. 109. Схема системы подпочвенного орошения (продольная):

1 — водоисточник; *2* — насосная станция; *3* — очистные сооружения; *4* — распределительные трубопроводы; *5* — оросительные трубопроводы; *6* — колодцы-стояки; *7* — водоотводные аэрационные трубопроводы; *8* — колодцы-переключатели; *9* — увлажнительные трубопроводы.

При движении трактора нож трубоукладчика прорезает щель на глубине 45—60 см, полиэтиленовая труба, разматываясь с катушки, проходит через перфоратор, направляющую ножа, ложится на дно дрены водовыпускными отверстиями вниз. Увлажнитель фиксируется на заданной глубине прокладки осыпающейся почвой.

Конструкции систем внутрипочвенного орошения с увлажнителями из полиэтиленовых труб. В зависимости от рельефных условий местности устройство и расположение оросительной и увлажнительной сети может быть запроектировано по продольной, поперечной или смешанной схеме (рис. 109, 110, 111). Если система проектируется на участке со сложным рельефом, то оросители и увлажнители прокладывают в направлении меньшего уклона или поперек уклона. В этом случае система проектируется по смешанной схеме.

Очистка оросительных вод для систем внутрипочвенного орошения осуществляется сетчатыми и гравийными фильтрами. Сточные и условно-чистые воды могут проходить очистку от взвесей, крупных частиц, грунта, песка, мусора и яиц, гельминтов в специальных отстойниках различной конструкции.

Увлажнительные трубопроводы соединяются с оросительной и водоотводной аэрационной сетью (рис. 112) с помощью патрубков из гончарных труб.

Для орошения сельскохозяйственных культур и плодово-ягодных насаждений рекомендуется применять в качестве увлажнителей полиэтиленовые трубы диаметром 20—40 мм с толщиной стенок 1,5—2 мм из полиэтилена низкой и высокой плотности. Завод-изготовитель может поставлять заказчику как перфорированные, так и не перфорированные трубы длиной 300—400 м, смотанные в бухту.

Длина увлажнителей на среднесуглинистых и глинистых по механическому составу почвах равна 150—200 м. При этой длине увлажнителей обеспечивается равномерное увлажнение почвы.

Расстояние между увлажнителями на среднесуглинистых и глинистых по механическому составу почвах должны быть для культур сплошного сева (овощных, кормовых) 1,25—2 м; для ягодников (смородина, крыжовник, малина) и виноградников — 2,5—3 м, то есть увлажнитель должен располагаться от куста на расстоянии 1,25—1,5 м; для плодовых насаждений (яблоня, груша) — 3—3,5 м, то есть первый увлажнитель закладывается от штамба дерева на расстоянии 1,5—1,75 м, а последующие — через 2,5—3,5 м. В зависимости от расстояния между увлажнителями на один гектар требуется от 3000 до 8000 м полиэтиленовых труб.

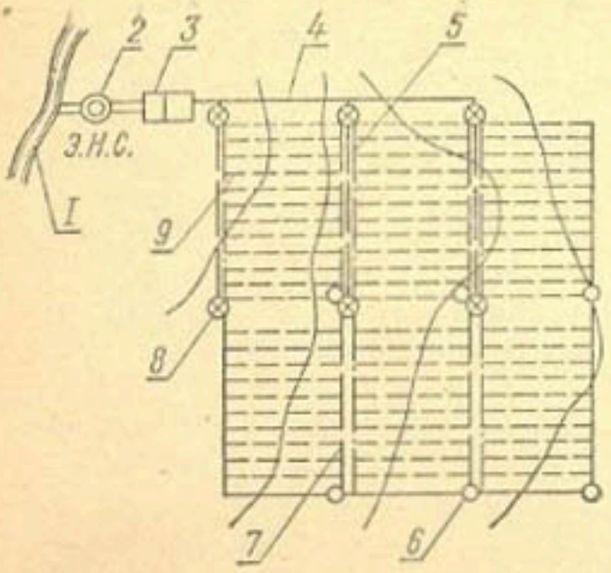


Рис. 110. Схема системы подпочвенного орошения (поперечная) (обозначения те же, что и на рис. 109).

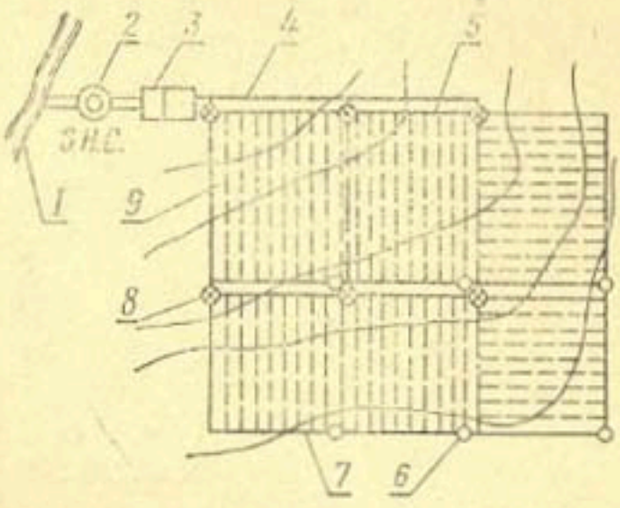


Рис. 111. Схема системы подпочвенного орошения (смешанная) (обозначения те же, что и на рис. 109.)

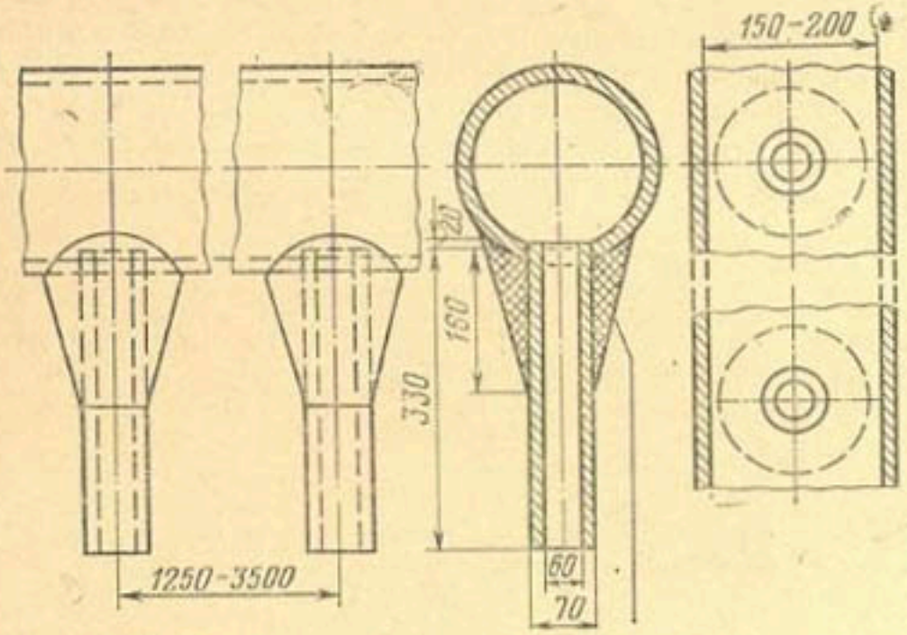


Рис. 112. Схема соединения увлажнителя с оросителем.

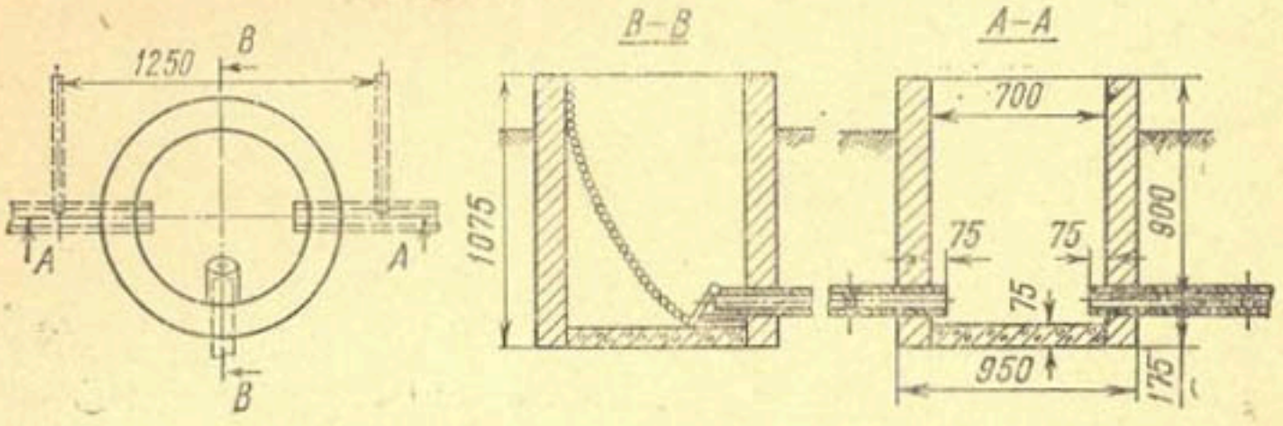


Рис. 113. Контрольно-вентиляционный стояк с запирающим устройством.

Водоотводная аэрационная сеть предназначена для отведения и сброса оросительной воды из увлажнительной и оросительной сети при переувлажнении корнеобитаемого слоя из-за затяжных дождей или весеннего снеготаяния. Она также выполняет роль аэрационной сети в межполивной период, когда воздух через открытые наблюдательные колодцы (колодцы-стояки) аэрирует почву; во время полива через эту сеть и открытые аэрационные колодцы свободно уходит вытесняемый водой воздух. Водоотводную аэрационную сеть укладывают на глубину 0,55—0,65 м из асбестоцементных или полиэтиленовых труб диаметром 75—100 мм.

Расчетный расход для водоотводного аэрационного трубопровода принимают равным 10% расхода распределительного трубопровода или всех одновременно работающих оросителей.

Колодцы-переключатели (рис. 113) устанавливают на распределительной и оросительной сети из сборных железобетонных колец. Колодцы оборудуют задвижками, которые обеспечивают отключение отдельных участков сети или на случай ремонта по окончании полива.

Колодцы-стояки делают на каждом концевом водоотводном аэрационном трубопроводе. Колодцы предназначены для контроля и наблюдения за заполнением водой увлажнителей и опорожнения оросительной и увлажнительной сети при подготовке системы к зимнему сезону или на случай ремонта. Колодцы-стояки (рис. 113), оборудованные задвижками, устраивают из железобетонных колец диаметром 0,75—1 м.

Глава V

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

Особенности и элементы техники капельного орошения. Капельное орошение — способ полива сельскохозяйственных культур, при котором оросительная вода по густо разветвленным трубопроводам через специальные микроводовыпуски (капельницы) подается малыми расходами непосредственно в корнеобитаемую зону растений, поддерживая на протяжении всей вегетации влажность почвы на уровне близком к оптимальному.

При капельном орошении создается возможность непрерывного снабжения растений водой, а при необходимости и элементами питания. Дозированная подача воды в течение всего вегетационного периода в соответствии с водопотреблением орошаемой культуры позволяет создать оптимальный режим влажности в корнеобитаемом слое почвы и увеличить урожайность сельскохозяйственных культур.

Основные достоинства капельного орошения: значительная экономия оросительной воды; локальное увлажнение почвы, почва увлажняется только в зоне размещения корневой системы, сухое междурядье позволяет беспрепятственно проводить механизированные работы; отпадает необходимость планировки и имеется возможность орошать крутые склоны, нет механических повреждений растений; возможность подачи вместе с оросительной водой удобрений и ядохимикатов; простота эксплуатации и ремонта; меньшие по сравнению с дождеванием энергозатраты; отпадает необходимость в дренаже.

Основной недостаток капельного орошения — засоряемость отверстий капельниц-микроводовыпусков твердыми примесями и отложениями солей, а также неравномерность распределения воды микроводовыпусками при значительных площадях системы. Пластмассовые трубопроводы могут повреждаться грызунами.

Устройства густой сети разветвленных трубопроводов, большого числа микроводовыпусков и наличия сооружений для тщательной очистки воды системы капельного орошения требуют сравнительно высоких капиталовложений. Поэтому экономически целесообразно применять капельное орошение в основном для полива высокодоходных многолетних насаждений на крутых склонах при дефиците водных ресурсов.

К элементам техники капельного орошения относятся: очаг увлажнения, увлажненное пятно поверхности почвы, контур увлажнения, расход капельницы, число и схема расположения точек водоподачи в очаг увлажнения, равномерность распределения оросительной воды капельницам, схема расположения капельниц на орошаемой площади, площадь увлажнения.

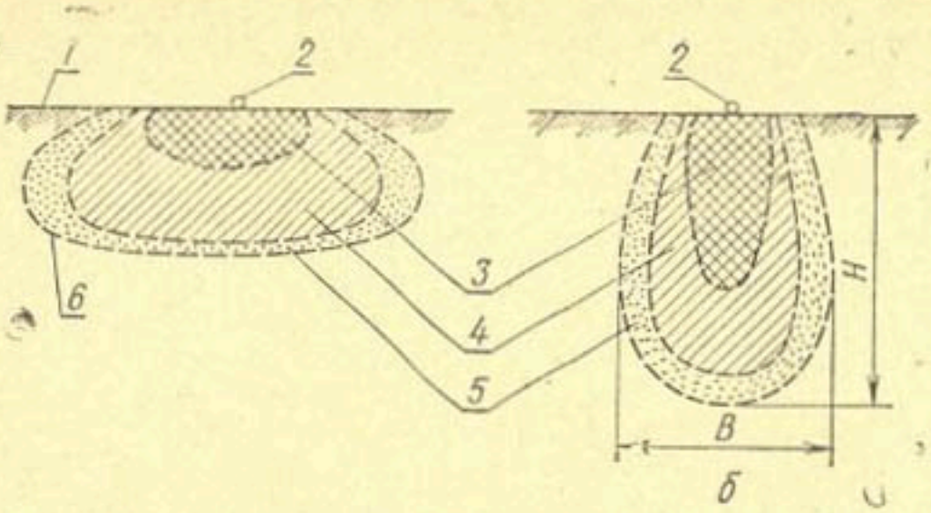


Рис. 114. Характерные контуры увлажнения:

а — для почв слабой водопроницаемости; *б* — для почв сильной водопроницаемости; *1* — сухая поверхность почвы; *2* — капельницы; *3* — переувлажненная зона; *4* — увлажненная зона; *5* — переходная зона; *6* — контур увлажнения; *В* — ширина зоны увлажнения; *Н* — глубина.

Характерные контуры увлажнения для тяжелой и легкой почв приведены на рисунке 114. В зависимости от влажности почвы в очаге различают переувлажненную, увлажненную и переходную зоны.

В зависимости от расходов и схемы расположения капельниц для различных типов почв относительная площадь увлажнения, по данным Дж. Келлера и Д. Кармелла, приведена в таблице 100.

Поливной режим при капельном орошении определяется самим принципом этого способа, который должен поддерживать влажность почвы, близкую к оптимальному значению. Поливы целесообразно проводить регулярно нормой, соответствующей количеству израсходованной воды полем в предшествующие сутки. Поливная норма может быть определена по выражению:

$$m = EK_6K_п n, \qquad (96)$$

где m — поливная норма, мм; E — суточная эвапотранспирация, мм; K_6 — биологический коэффициент, учитывающий роль растений в расходовании воды сельскохозяйственным полем; $K_п$ — отношение между увлажненной площадью и общей площадью участка капельного орошения; n — межполивной период.

Схемы и конструкции систем капельного орошения. Система капельного орошения представлена на рисунке 115, а варианты конструктивного исполнения — в таблице 101.

Классификационная схема систем непрерывного орошения, в частности систем капельного орошения, приведена в таблице 102.

Основными конструктивными элементами систем капельного орошения, определяющими ее параметры, являются капельницы (табл. 103).

«Молдавия-1». Капельница «Молдавия-1» (рис. 116) непрерывного действия. К трубопроводу оросительной сети капельница присоединяется при помощи наконечника в верхней части корпуса.

Из поливного трубопровода вода через отверстие наконечника поступает в капельницу, где, проходя через дроссель, вытекает наружу и распределяется в прикорневой зоне растений. Капельница

Таблица 100. **Площадь увлажнения при различных расходах и схемах расположения капельниц** (поливная норма 400 м³/га), %

Расход капельниц, л/ч	Рекомендуемые расстояния между капельницами на трубопроводе, м	Эффективное расстояние между трубопроводами, м											
		0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
Для легких почв													
1,5	0,2	38	39	25	20	15	12	10	9	8	7	6	5
2,0	0,3	50	40	33	26	20	16	13	11	10	9	8	7
4,0	0,6	100	80	67	53	40	32	30	26	23	18	16	14
8,0	1,0	100	100	100	80	60	48	48	40	34	26	24	20
12,0	1,3	100	100	100	100	80	64	64	53	46	36	32	27
Для средних почв													
1,5	0,5	88	70	58	47	35	28	23	20	18	16	14	12
2,0	0,7	100	80	67	53	40	32	26	23	20	18	16	14
4,0	1,0	100	100	100	80	60	48	48	40	34	26	24	20
8,0	1,3	100	100	100	100	80	64	64	53	46	36	32	27
12,0	1,6	100	100	100	100	100	80	67	57	57	44	40	34
Для тяжелых почв													
1,5	0,9	100	100	92	73	55	40	37	31	28	24	22	18
2,0	1,0	100	100	100	80	60	48	48	40	34	26	24	20
4,0	1,3	100	100	100	100	80	64	64	53	46	36	32	27
8,0	1,7	100	100	100	100	100	80	67	67	57	44	40	34
12,0	2,0	100	100	100	100	100	100	80	68	60	53	48	40

Таблица 101. **Варианты конструктивного исполнения систем капельного орошения**

Тип систем	Характеристика и условия применения
Продолжительность нахождения оборудования на участке	
Стационарные	Предназначаются для полива многолетних насаждений. Требуют относительно больших капитальных затрат
Стационарно-сезонные	Предназначаются для полива однолетних культур. Требуют ежегодных монтажных и демонтажных работ
Односезонного использования	Предназначаются для полива однолетних культур. Поливная трубопроводная сеть выполняется из дешевых недолговечных материалов. Требуют ежегодного монтажа
Размещение сети поливных трубопроводов относительно поверхности почвы	
С укладкой поливных трубопроводов по поверхности почвы	Целесообразно применять в том случае, когда сорняки уничтожаются с помощью гербицидов. Удешевляется стоимость строительства. Создается препятствие при механизированной обработке
С расположением поливных трубопроводов на шпалерной проволоке	Возможна механизированная обработка полосы в ряду деревьев, предназначается для полива многолетних насаждений
С укладкой всей трубопроводной сети ниже поверхности почвы	Повышается срок службы полиэтиленовых трубопроводов. Строительство возможно для участка, еще не занятого насаждениями. Увеличиваются капитальные затраты, трудно контролировать работоспособность трубопровода и капельниц
Степень автоматизации	
Автоматические	Все технологические операции на системе (определение срока начала полива, его продолжительность, управление водораспределением, контроль работоспособности оборудования и др.) выполняются автоматически
Автоматизированные	Технологические операции на системе автоматизированы частично
С ручным управлением	Все технологические операции управления системой выполняются оператором

Таблица 102. **Технология водораспределения на системах капельного орошения**

Виды и отличительные особенности	Характеристика и условия применения
Степень соответствия интенсивности водоподачи и водопотребления	
Абсолютно синхронное	Полное соответствие на протяжении вегетации и суток водоподачи и водопотребления сельскохозяйственных растений в соответствии с их физиологическими потребностями. Требует непрерывного управления и регулирования интенсивности водоподачи, что достигается сложными техническими средствами. Интенсивность водоподачи в жаркие часы суток должна быть в 1,5—2 раза выше, чем среднесуточная, что требует увеличения пропускной способности трубопроводной сети
Синхронное в суточном цикле	Соответствие на протяжении вегетации и в среднем за суточный цикл водоподачи и водопотребления. Водоподача на протяжении суток осуществляется монотонно со среднесуточной интенсивностью. Пропускная способность сети — минимально возможная
Полусинхронное	Соответствие на протяжении вегетации и периодичность полива на протяжении суток с выдачей суточной нормы водопотребления. Требует сложных технических средств для организации водооборота на системе. Сравнительно высокая интенсивность водоподачи требует увеличенной пропускной способности трубопроводной сети
Пространственная характеристика контактов воды и почвы	
Обособленный очаг увлажнения, формируемый: на дневной поверхности почвы ниже дневной поверхности почвы	Применяется на системах, предназначенных для полива многолетних насаждений с густотой посадки до 600 корней на гектар

Продолжение

Виды и отличительные особенности	Характеристика и условия применения
Очаги увлажнения, смыкающиеся в одном направлении, формируются:	То же
на дневной поверхности почвы	
ниже дневной поверхности почвы	
Очаги увлажнения, смыкающиеся в двух взаимно перпендикулярных направлениях, формируются:	Применяется на системах, предназначенных для полива многолетних насаждений (ягодники, питомники, луговой сад и др.) с густотой посадки свыше 2,5 тыс. корней на гектар
на дневной поверхности почвы	
ниже дневной поверхности почвы	
Временная характеристика контактов воды и почвы	
Непрерывная водоподача в сезонном цикле	Обеспечивается водоподача при минимальной пропускной способности трубопроводной сети. Применяется в аридных зонах. Требуется сверхтонкая очистка воды
Непрерывная водоподача в суточном цикле	Применяется в аридных и субаридных зонах. Требуется тонкая очистка воды. Допускается применение относительно простых технических средств автоматизации полива
Полунепрерывная водоподача	Применяется в аридных и субаридных зонах. Снижаются требования к очистке воды за счет сосредоточенных токов. Требуются технические средства как для управления водоподачей, так и для управления водооборотом на сети

Таблица 103. **Типы капельниц**

Тип микроводовыпуска	Характеристика и условия применения
Режим истечения	
Капельный (фирма «Рейн Берд», «Молдавия-1», «Украина-1» и др.)	Требуется тонкая очистка оросительной воды, обеспечивается полностью капиллярное увлажнение всего очага увлажнения. Имеется возможность осуществлять непрерывную водоподачу в соответствии с водопотреблением, исключается водооборот на системе
Мелкоструйчатый («Таврия-1», «Нетафим» и др.)	Менее требовательна к степени очистки оросительной воды. Возможен поверхностный сток воды за пределы требуемого очага увлажнения. Необходимы технические средства для управления водооборотом на сети
Периодического порционного истечения («Коломна-1» и др.)	Достаточно грубой очистки оросительной воды. Имеется возможность осуществлять непрерывную водоподачу в соответствии с водопотреблением, исключается водооборот на системе
Техническое решение гашения напора	
С местным дросселированием выходного отверстия («Нетафим», конструкции ВНИИводполимер и др.)	Уменьшение геометрических размеров проходного сечения требует повышенной степени очистки воды. Микроводовыпуск не обеспечивает капельного истечения во всех режимах. Надежная работа достигается при расходах свыше 10 л/ч
С путевыми гидравлическими сопротивлениями	Менее требовательны к степени очистки воды, чем капельницы с местным дросселированием выходного отверстия. Надежная работа обеспечивается при расходах более 7 л/ч
С вихревой камерой («Ринко Ирригейшн»)	То же

Продолжение

Тип микроводовыпуска	Характеристика и условия применения
Комбинированного действия («Дрип-плекс» и др.)	Характеризуется сравнительно малой требовательностью к степени очистки воды. Надежная работа обеспечивается при расходе более 3 л/ч
С аккумулированием объемов воды и периодической подачей ее в очаг увлажнения («Коломна-1», конструкция по патенту № 3762170, США)	Не требуют тонкой очистки воды. Надежная работа обеспечивается в любом диапазоне расходов воды. Крупность твердых и взвешенных частиц воды не должна превышать 1 мм
Регулируемость расхода	
Нерегулируемые («Диамонд», «Триклон», «Иррифранс» и др.)	Требуют обеспечения постоянства напоров в сети. При геодезических перепадах высот более 10% напора не рекомендуется применение капельниц данного типа
С индивидуальной ручной регулировкой (конструкции ВНИИводполимер)	Дают возможность за счет трудоемкой ручной регулировки обеспечить равномерную водоподачу на системах малой площади при спокойном рельефе
Саморегулируемые («Молдавия-1», «Украина-1», «Рейн Берд» и др.)	Обеспечивают постоянство расхода в допустимых пределах при изменении напора в сети
Регулируемые автоматически с головы системы («Коломна-1», конструкция по патенту 3762170, США)	Дают возможность обеспечить водоподачу через микроводовыпуски в требуемом диапазоне изменения расходов

Возможность очистки выходного канала	
Неочищаемые («Диамонд», «Трик-лон» и др.)	Требуют замены при засорении водовыпускных отверстий
С периодической ручной очисткой («Иррифранс», «Молдавия-1»)	Требуют предварительной очистки при значительных затратах труда оператора
Самоочищающиеся («Украина-1», «Рейн Берд», конструкции Союзводпроекта)	Имеют усложненную конструкцию, но не требуют затрат труда и очистки
Характер соединения капельницы с поливным трубопроводом	
С последовательным соединением («Дрипплекс», «Ринко Ирригейшн», конструкции ВНИИводполимер и др.)	Требуют значительных затрат труда при монтаже капельниц на отрезках сети и их демонтаже
С параллельным соединением («Рейн Берд», «Коломна-1», «Украина-1», «Молдавия-1»)	Упрощается монтаж и демонтаж капельниц по сравнению с типом последовательного соединения, повышается надежность соединения капельницы с поливным трубопроводом

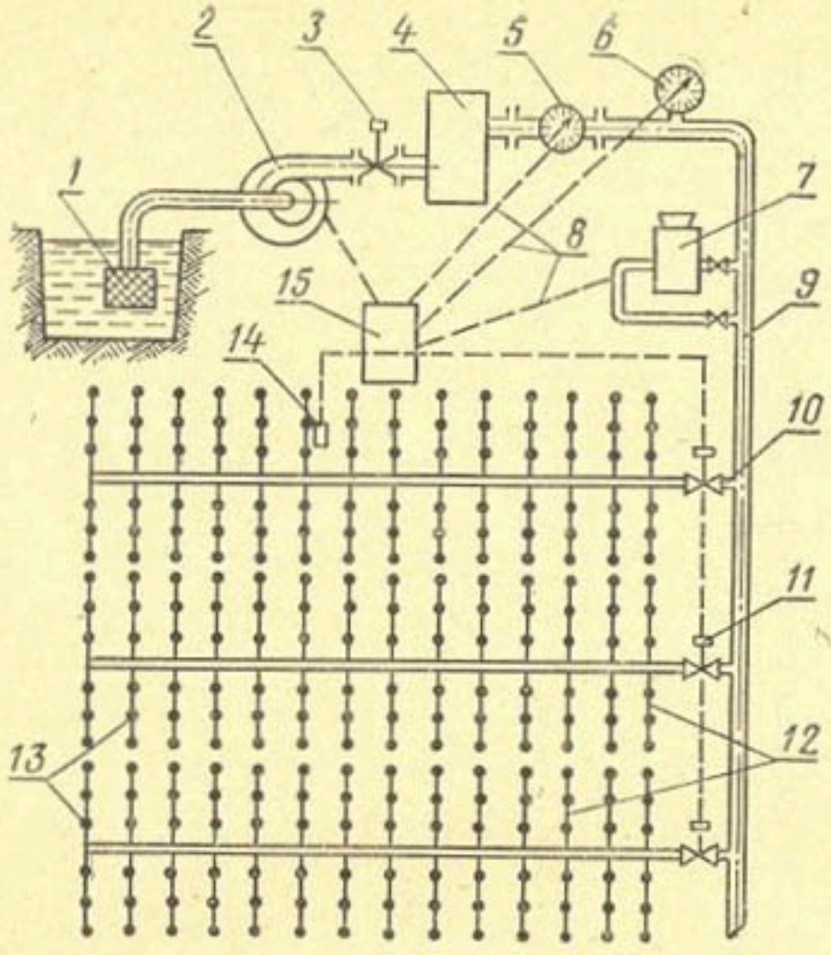


Рис. 115. Принципиальная схема системы капельного орошения:

1 — водозаборный узел; *2* — напорообразующий узел; *3* — головная задвижка; *4* — фильтр; *5* — водомерное устройство; *6* — манометр; *7* — устройство для приготовления и подачи в трубопроводную сеть удобрений; *8* — каналы связи; *9* — магистральный трубопровод; *10* — распределительный трубопровод; *11* — дистанционно управляемая задвижка; *12* — поливные трубопроводы; *13* — капельницы; *14* — датчик необходимости полива; *15* — пульт управления.

монтируется в вертикальном положении под трубопроводом. Наконечник капельницы монтируется в круглое отверстие, проделанное специальным инструментом в нижней стенке поливного трубопровода. Для более надежного крепления капельницы на трубопроводе в ее

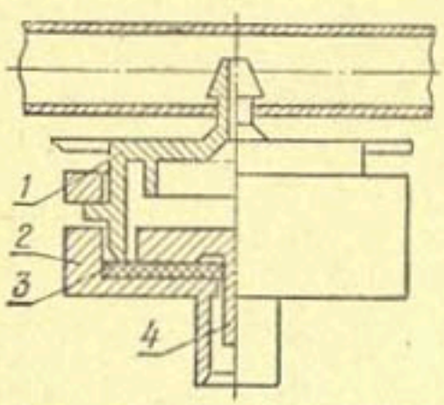


Рис. 116. Капельница-водовыпуск непрерывного действия «Молдавия-1»:

1 — корпус; *2* — крышка; *3* — шайба-прокладка; *4* — дроссель.

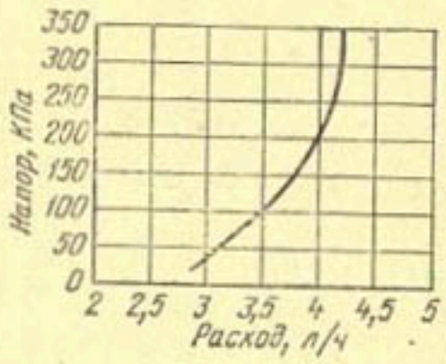


Рис. 117. Напорно-расходная характеристика капельницы «Молдавия-1».

конструкции предусмотрены два прижима, которые охватывают трубопровод и надежно удерживают капельницу на нем.

Очистка капельницы при засорении осуществляется промывкой путем нажатия на дроссель специальным стержнем со стороны водовыпускного отверстия.

Режим работы капельницы, в том числе время работы в течение суток, задается агротехническими требованиями и осуществляется автоматически при помощи датчиков влажности или вручную с пульта управления системы. На системах орошения, где используются капельницы «Молдавия-1», должен быть осуществлен водооборот. Напорно-расходная характеристика капельницы приведена на рисунке 117.

Характеристика капельницы «Молдавия-1»

Тип	Непрерывного истечения, саморегулирующаяся, очищаемая вручную
Режим работы	Непрерывный
Водоподача за час чистой работы, л	3—4
Рабочее давление в сети, кПа	100—200
Площадь полива, м²	До 6
Материал шайбы-прокладки	Резина
Материал остальных деталей	Термопластичные полимеры
Масса капельницы, г	17
Способ монтажа на поливных трубопроводах	Надземный

«Коломна-1» Импульсную капельницу «Коломна-1» (рис. 118) можно использовать только на специальных системах импульсно-капельного орошения, основное свойство которых заключается в цикличном их действии по двухтактной схеме с дискретными состояниями: длительное «заполнение» (1—5 мин) и короткое «выплеск» (5—30 с). Такой режим работы капельницы позволяет применять оросительную воду без тонкой очистки (допускаются твердые включения до 1 мм). Цикличный режим работы капельницы обеспечивается специальным устройством — генератором командных сигналов.

Все детали капельницы, за исключением клапана, изготовлены из полиэтилена, клапан — из резины. К поливному трубопроводу капельница присоединяется при помощи нижнего наконечника корпуса, при этом водовоздушный резервуар устанавливается вертикально вверх.

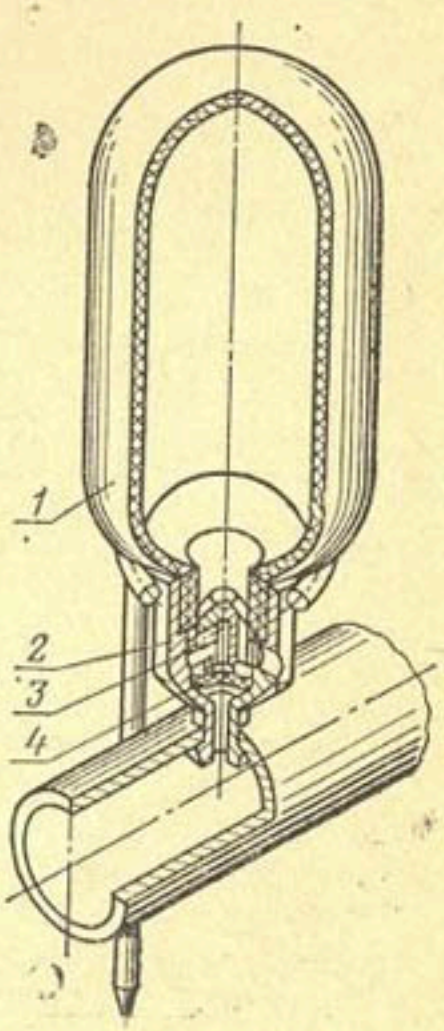


Рис. 118. Капельница-водовыпуск импульсного действия конструкции ВНИИМиТП:

1 — водовоздушный резервуар; *2* — корпус; *3* — уплотнительный конус; *4* — клапан.

Из трубопровода вода под давлением поступает под клапан, отгибает его края, запирает центральный выходящий наружу канал и по боковому вертикальному каналу в уплотнительном конусе проходит вверх, заполняя водовоздушный резервуар и сжимая в нем воздух. Когда заполняются все капельницы оросительной сети, течение воды в трубопроводах прекращается, и потери давления в сети трубопровода становятся равными нулю. В этот момент генератором командных сигналов создается понижение давления в оросительной сети. При этом избыточное давление изнутри отгибает клапан вниз, открывает центральный канал и вода вытесняется сжатым воздухом наружу.

Поливную трубопроводную сеть с капельницами можно располагать на некоторой высоте над поверхностью почвы (вместе с поливным трубопроводом может быть закреплена на шпалерной проволоке) и на поверхности почвы при помощи специальной стойки, выполненной из проволоки.

Капельница может работать круглосуточно в течение вегетационного периода с перерывами для профилактики оросительной системы.

Фактическая длительность и периодичность работы устанавливаются из условий агротехники возделывания орошаемой культуры и реализуются средствами автоматики.

Характеристика капельницы «Коломна-1»

Тип	Гидропневмоаккумуляторная
Режим работы	Цикличный, импульсный с локальной порционной раздачей воды
Водоподача за час чистой работы, л	0,5—5 — регулируется в голове системы в соответствии с нормой водопотребления орошаемой культуры
Рабочее давление в сети, кПа	150—300
Допустимая крупность твердых включений в оросительной воде, мм	1
Объем выплеска за цикл, л	0,05—0,08
Площадь полива, м^2	До 10
Материал клапана	Резина маслобензостойкая ГОСТ 7338—70
Материал других деталей	Полиэтилен высокой плотности ГОСТ 16338—70
Масса капельницы, г	34

«Украина-1». Все детали капельницы «Украина-1», за исключением прокладки и дросселя, изготовлены из полиэтилена (рис. 119). Прокладка выполнена из обычной, а дроссель — из высокоэластичной резины. К трубопроводу оросительной сети капельница присоединена при помощи наконечника в верхней части корпуса. Из поливного трубопровода вода через отверстие наконечника поступает в капельницу, где, проходя через решетки и дроссель, подается выпускными микротрубками в корневую зону растения локально в одну или две точки.

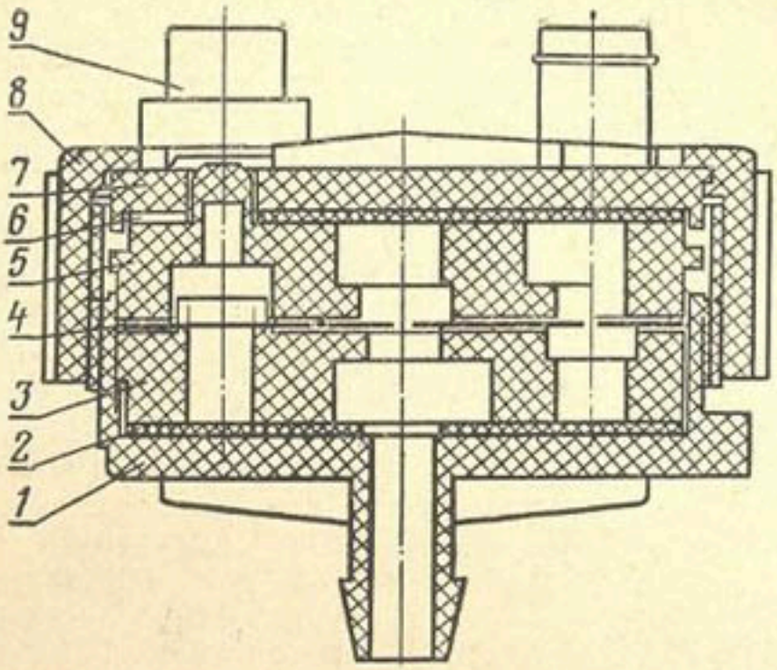


Рис. 119. Капельница-водовыпуск непрерывного действия «Украина-1»:

1 — корпус; *2* — прокладка уплотнительная; *3* — решетка внутренняя; *4* — дроссель; *5* — решетка внешняя; *6* — распределитель; *7* — крышка-водовыпуск; *8* — гайка; *9* — заглушка.

Капельница монтируется в вертикальном положении под поливным трубопроводом, а наконечник капельницы — в круглое отверстие, проделанное специальным инструментом в стенке поливного трубопровода. Причем капельница ориентируется так, что два ребра жесткости на плоскости корпуса располагаются поперек трубопровода.

При работе на мутной воде капельница может самоочищаться, пропуская твердые включения, содержащиеся в оросительной воде. После пропуска твердого включения размер отверстий дросселя восстанавливается.

Характеристика капельницы «Украина-1»

Тип	Непрерывного истечения, самоочищающаяся
Режим работы	Непрерывный
Водоподача за час чистой работы, л	3,4—5,07
Рабочее давление в сети, кПа	100—240
Площадь полива, м²	До 6
Способ монтажа на оросительной сети	Наземный
Толщина дросселя, мм	0,5
Материал прокладки	Резина
Материал дросселя	Высокоэластичная резина
Материал остальных деталей	Термопластичные полимеры
Масса капельницы, г	28

На оборудование систем капельного орошения сооружениями простейшей конструкции для очистки оросительной воды расходуется до 10—15% капиталовложений. Применение более сложных сооружений увеличивает эти затраты до 30%.

Наиболее простым сооружением для частичного осветления оросительной воды могут служить бассейны или обычные отстойники, устраиваемые непосредственно возле водозабора.

Для очистки оросительной воды от крупных частиц песка и других плотных частиц минерального происхождения применяют сепараторы Лаваля и подобные им конструкции, работающие по принципу удаления частиц из воды за счет центробежной силы (гидроциклоны). Недостаток этих устройств — незначительный эффект их работы при наличии в воде частиц с низкой плотностью.

Очистные устройства, применяемые в системах капельного орошения, способны задерживать лишь грубодисперсную взвесь и предназначены для предохранения от забивки и засорения капельниц частицами песка и ила. Обычно они обслуживают небольшие площади орошения.

В зарубежной практике используются сетчатые фильтры различных конструкций, которые позволяют задерживать взвешенные в воде частицы размером 10—100 мкм. Пропускная способность их достигает 9 м³/ч. Однако из-за большого удельного пропускного расхода на квадратный метр сетки и малых размеров ее ячеек работа фильтров малоэффективна. Они часто выходят из строя и быстро засоряются, что приводит к неоправданно большим потерям напора в отводящем трубопроводе. При больших расходах воды сетчатые фильтры не обеспечивают хорошей ее очистки от микроорганизмов, которые, попадая в систему капельного орошения, быстро размножаются, закупоривая микротрубки и водовыпуски.

Недостатком сетчатых фильтров является их быстрое зарастание при очистке воды, содержащей механические примеси. Промывают фильтры вручную или автоматически. При больших расходах мутных вод резко сокращается продолжительность полезной работы фильтра между промывками. В этих случаях применяют фильтровые блоки, состоящие, например, из коробки со съемной крышкой и набора фильтров, пропускная способность которых составляет примерно 20 м³/ч.

Применение фильтрующего полотна с очень малыми размерами ячеек экономически мало оправдано, так как оросительная вода содержит, как правило, полидисперсную взвесь, которая вызывает быстрый рост потерь напора на сетке.

Для задержания частиц диаметром менее 10 мкм применяют песчано-гравийные фильтры. При очистке поверхностных вод устанавливают не менее двух последовательно соединенных песчано-гравийных фильтров с обратной промывкой.

Недостатки песчано-гравийных фильтров: сложность регенерации, большие расходы воды на промывку, ограниченные диапазоны по допустимой мутности исходной воды и скорости фильтрования, при одноступенчатых схемах очистки, плохая работа при фильтровании воды, содержащей планктон. При фильтровании воды снизу вверх, по убывающей крупности зерен, скорость фильтрования в случае применения песка ограничена условием перехода зернистого слоя во взвешенное состояние.

Для крупных систем капельного орошения наиболее экономичны сооружения безреагентной очистки, основанные на фильтровании через зернистые загрузки большой грязеемкости.

Фильтры с плавающей загрузкой (ФПЗ). Для систем капельного орошения их можно запроектировать любой производительности. При производительности станции очистки до 1000 м³/ч ФПЗ

проектируют в напорном варианте, а при большей — безнапорные из сборного железобетона.

Для систем капельного орошения рекомендуется применять напорные фильтры ФПЗ-4Н и ФПЗ-6Н.

Напорные ФПЗ-4Н и ФПЗ-6Н изготавливают из листового железа толщиной 6—8 мм, рабочий напор 60 МПа. Внутри корпуса предусматривают антикоррозийное покрытие.

Принцип работы ФПЗ-4Н заключается в следующем. Исходная вода из регулирующего бассейна или водоисточника подается насосом по трубопроводу в верхнюю распределительную систему. При движении сверху вниз через зернистый слой вода освобождается от грубодисперсных и коллоидных загрязнений и посредством дренажной системы, размещенной в толще фильтрующей среды и трубопровода, отводится под нужным давлением потребителю (обычно $H=0{,}15—0{,}2$ МПа).

По достижении предельных потерь напора в загрузке или по проскоку взвеси в фильтрат свыше допустимых значений фильтр выводят на промывку. Для промывки плавающей загрузки достаточно открыть задвижку на трубопроводе сброса и закрыть задвижку на трубопроводе фильтрата. Под действием нисходящего потока исходной воды, поступающей из верхней распределительной системы, загрузка расширяется до определенной границы. Гранулы интенсивно перемешиваются, а задержанные в загрузке загрязнения выносятся потоком воды по трубопроводу сброса в сбросной коллектор.

Толщину пенополистирольной загрузки с диаметром гранул от 4—6 до 0,8—1 мм принимают не менее 1,2—1,5 м. При этом скорость фильтрования в зависимости от качества исходной воды и конструкции капельниц может быть от 15 до 50 м/ч.

Эффект осветления в сильной степени зависит от дисперсности взвеси и толщины загрузки с диаметром гранул, равным 0,8—1 мм, и колеблется от 70—90% (при содержании в воде грубодисперсных взвесей) до 40—50% (лишь тонкодисперсной взвеси).

В таблице 104 приведены основные расчетные параметры работы напорных и безнапорных фильтров ФПЗ-4 в зависимости от содержания взвеси в исходной воде.

При мутности исходной воды более 150 мг/л промывку ФПЗ-4 рекомендуется проводить осветленной водой, подаваемой от напорного трубопровода насосной станции, питающей поливную сеть.

Таблица 104. **Технологические параметры фильтрования воды для систем капельного орошения**

Фильтр	Метод очистки	Допустимое содержание взвеси, мг/л	Расчетная скорость фильтрования	Сумма потерь напора за фильтроцикл, м	Минимальная продолжительность фильтроцикла, ч	Допустимый напор на входе в фильтр, м
ФПЗ-4Н напорный	Осветление	250	30	10	12	60
		500	20	15	8	60
		1000	15	15	6	60
ФПЗ-4 безнапорный	»	1000	12	2,0	6	62,5

Из-за вероятности засорения капельниц окислами железа применять металлические трубопроводы в системах капельного орошения не рекомендуется. Магистральные и распределительные трубопроводы можно выполнять из асбестоцементных труб, участковые — из полиэтилена или поливинилхлорида, поливные — из полиэтилена.

Типоразмеры полиэтиленовых труб определены ГОСТ 18599—73. Выпускаемые нашей промышленностью типы полиэтиленовых труб приведены в таблице 105.

Таблица 105. **Типы полиэтиленовых труб высокой и низкой плотности**

Тип трубы	Максимальное давление воды, кПа, при 20 °С для трубы из полиэтилена
Л — легкий	250
СЛ — среднелегкий	400
С — средний	600
Т — тяжелый	1000

Размеры труб из полиэтилена высокой плотности приведены в таблице 106, а из полиэтилена низкой плотности — в таблице 107.

Гидравлический расчет трубопроводной сети систем капельного орошения. Внутрихозяйственная оросительная сеть систем капель-

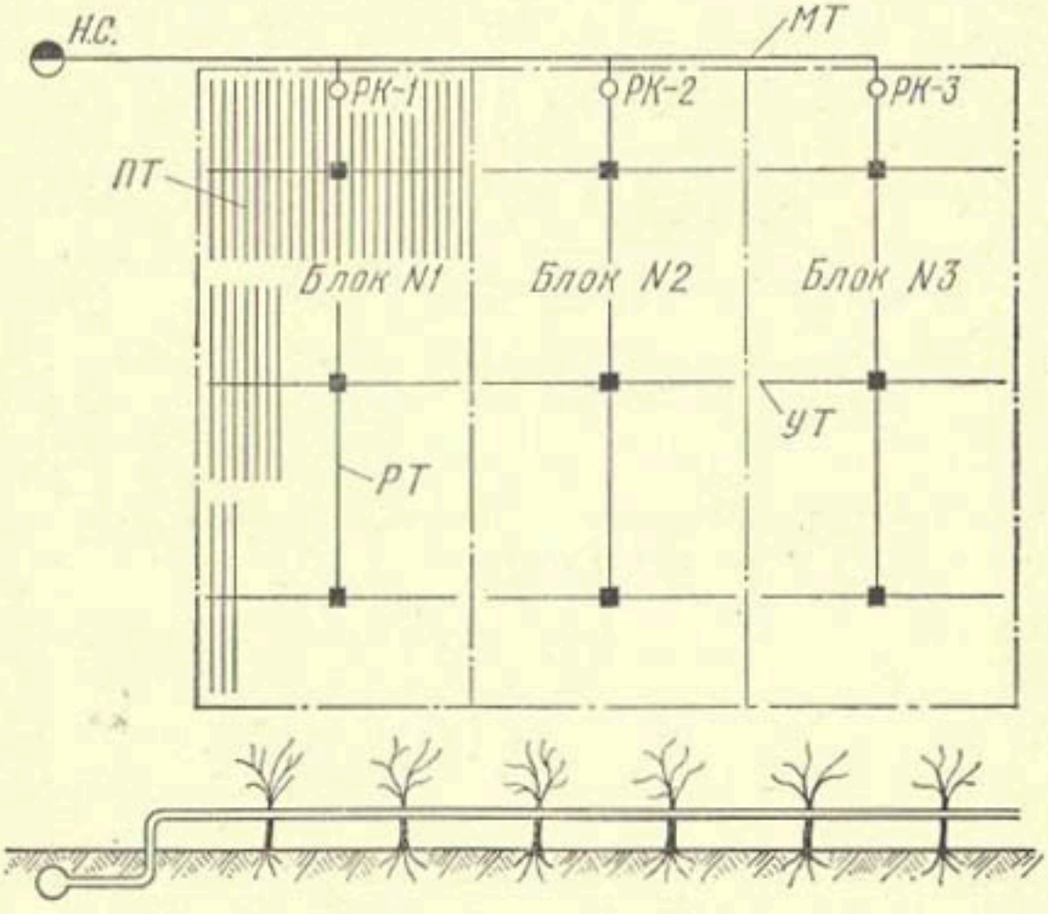


Рис. 120. Схема участка сети капельного орошения:
МТ — магистральный трубопровод; РТ — распределительный; УТ — участковый; ПТ — поливной; РК — распределительные коллекторы; НС — насосная станция.

Таблица 106. **Размеры труб из полиэтилена высокой плотности**

Средний наружный диаметр, мм		Толщина стенки труб типов, мм							
		Л		СЛ		С		Т	
номинальный	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение
10	0,4	—	—	—	—	—	—	2,0	0,4
12	0,4	—	—	—	—	—	—	2,0	0,4
16	0,4	—	—	—	—	—	—	2,0	0,4
20	0,5	—	—	—	—	—	—	2,0	0,4
25	0,6	—	—	—	—	2,0	0,4	2,3	0,5
32	0,7	—	—	—	—	2,0	0,4	2,9	0,5
40	0,8	—	—	2,0	0,4	2,3	0,4	3,6	0,6
50	1,0	—	—	2,0	0,4	2,8	0,5	4,5	0,6
63	1,1	2,0	0,4	2,5	0,5	3,6	0,6	5,7	0,8
75	1,3	2,0	0,4	2,9	0,5	4,3	0,6	6,8	0,9
90	1,6	2,2	0,4	3,5	0,6	5,1	0,7	8,2	1,0
110	1,8	2,7	0,5	4,3	0,6	6,2	0,8	10,0	1,2
125	2,1	3,1	0,5	4,8	0,7	7,1	0,9	11,4	1,3
140	2,3	3,5	0,6	5,4	0,7	7,9	1,0	12,7	1,5
160	2,6	3,9	0,6	6,2	0,8	9,1	1,1	14,6	1,7
180	2,7	4,4	0,6	7,0	0,9	10,2	1,2	15,4	1,8
200	2,8	4,9	0,7	7,7	1,0	11,4	1,3	18,2	2,0
225	2,9	5,5	0,8	8,7	1,1	12,8	1,5	20,5	2,2
250	3,0	6,1	0,8	9,7	1,2	14,2	1,6	22,8	2,5
280	3,1	6,9	0,9	10,8	1,3	15,9	1,8	25,5	2,8
315	3,3	7,7	1,0	12,2	1,4	17,9	2,0	—	—
355	3,4	8,7	1,1	13,7	1,6	20,1	2,2	—	—
400	3,6	9,8	1,2	15,4	1,7	22,7	2,5	—	—
450	3,8	11,0	1,3	17,3	1,9	25,5	2,8	—	—
500	4,0	12,2	1,4	19,3	2,1	—	—	—	—
560	4,2	13,7	1,6	21,6	2,4	—	—	—	—
630	4,5	15,4	1,7	24,3	2,6	—	—	—	—

ного орошения показана на рисунке 120. Расположение сети в плане определяется общей конфигурацией участка, рельефом местности и орошаемой культурой. Оросительную сеть следует проектировать, как правило, тупиковой. Распределительные, участковые и поливные трубопроводы проектируются из полиэтиленовых труб. Расположение их может быть как подземным, так и наземным. Магистральный трубопровод прокладывается под землей и может быть как из асбестоцементных, так и полиэтиленовых труб. Расстояние между поливными трубопроводами устанавливается в соответствии с шириной междурядий или расстоянием между рядами деревьев. Оно изменяется от 0,7 до 0,9 м для пропашных культур и от 4,5 до 8 м — для плодово-ягодных.

Таблица 107. **Размеры труб из полиэтилена низкой плотности**

Средний наружный диаметр, мм		Толщина стенки труб типов, мм							
		Л		СЛ		С		Т	
номинальный	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение	номинальная	предельное отклонение
10	0,4	—	—	—	—	—	—	2,0	0,4
12	0,4	—	—	—	—	—	—	2,0	0,4
16	0,4	—	—	—	—	2,0	0,4	2,7	0,5
20	0,5	—	—	—	—	2,0	0,4	3,3	0,5
25	0,6	—	—	2,0	0,4	2,7	0,5	4,2	0,6
32	0,7	2,0	0,4	2,4	0,4	3,4	0,5	5,3	0,7
40	0,8	2,0	0,4	3,0	0,5	4,3	0,6	6,7	0,9
50	1,0	2,4	0,4	3,7	0,6	5,4	0,7	8,3	1,0
63	1,1	3,0	0,5	4,7	0,7	6,7	0,9	10,5	1,2
75	1,3	3,6	0,6	5,6	0,8	8,0	1,0	12,5	1,4
90	1,6	4,3	0,6	6,7	0,9	9,6	1,2	15,0	1,7
110	1,8	5,2	0,7	8,1	1,0	11,8	1,4	18,3	2,0
125	2,1	6,0	0,8	9,3	1,1	13,4	1,5	20,8	2,3
140	2,3	6,7	0,9	10,4	1,2	—	—	—	—
160	2,6	7,7	1,0	11,9	1,4	—	—	—	—

Примечание. Отклонение по диаметру и толщине стенки труб допускается только в сторону увеличения.

Головной расход участкового трубопровода определяется суммарным расходом одновременно работающих поливных трубопроводов с учетом к. п. д. трубопровода:

$$Q_{\text{расч.уч}} = \frac{\Sigma Q_{\text{пт}}}{\eta}, \qquad (97)$$

где $Q_{\text{расч.уч}}$ — расчетный расход в голове участкового трубопровода, л/с; $Q_{\text{п.т}}$ — расход одного поливного трубопровода, л/с; η — к. п. д. участкового трубопровода ($\eta = 0{,}98$).

Расход поливного трубопровода, на котором размещают капельницы, вычисляют по зависимости:

$$Q_{\text{пт}} = q\omega, \qquad (98)$$

где q — ордината гидромодуля, л/с·га; ω — площадь, обслуживаемая поливным трубопроводом, га.

Для систем непрерывного капельного орошения требуемый рабочий напор в голове поливного трубопровода определяют по формуле:

$$H_{\text{п.т}} = h_{\text{к}} + h_{\text{г}} + h_{\text{w}} + h_{\text{м}}, \qquad (99)$$

где $h_{\text{к}}$ — рабочий напор капельницы, при котором обеспечивается подача расчетного расхода воды, м; $h_{\text{г}}$ — геодезическая высота, м; h_{w} — потери напора по длине трубопровода, м; $h_{\text{м}}$ — местные потери напора, м.

При капельном орошении происходит непрерывная раздача расхода по длине трубопровода, и потери в нем приближенно можно найти по формуле:

$$h_W = \frac{Q^2_{\text{расч.п.т}} l_{\text{п.т}}}{k^2}, \qquad (100)$$

где $Q_{\text{расч.п.т}}$ — расчетный расход поливного трубопровода, л/с, $Q_{\text{расч.п.т}} = 0{,}55\ Q_{\text{п.т}}$; $l_{\text{п.т}}$ — длина поливного трубопровода; k — расходная характеристика трубопровода:

$$k = \omega C \sqrt{\frac{d}{4}},$$

где ω — площадь поперечного сечения трубы трубопровода, м²; C — коэффициент Шези; d — внутренний диаметр поливного трубопровода, м.

Более точно потери напора в поливном трубопроводе с капельницами можно определить по формуле, предложенной А. А. Федорцом.

$$h_W = K_1 K_2 N \frac{L \nu^{2-m} (nq)^m}{g d^{3+m}}, \qquad (101)$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости, м²/с; n — число капельниц на рассматриваемом участке поливного трубопровода, шт.; q — расход одной капельницы, л/ч; d — внутренний диаметр поливного трубопровода, м; L — длина поливного трубопровода с капельницами от конца до рассматриваемого сечения, м; N — коэффициент, зависящий от длины поливного трубопровода и учитывающий переходные размерные коэффициенты, определяют по таблице 108; m — показатель степени, зависящий от длины поливного трубопровода, определяют по таблице 108; g — ускорение свободного падения, м/с²; K_1 — коэффициент, учитывающий тип капельниц и способ подключения их к поливному трубопроводу; K_2 — коэффициент, учитывающий изменение местных сопротивлений при изменении расстояния между капельницами.

При расчете трубопроводов с проходными капельницами $K_1 = 1$, а с тупиковыми — $K_1 = 0{,}95$.

Коэффициент K_2 в зависимости от расстояния между капельницами определяют по формуле:

$$K_2 = 1{,}06 \cdot 0{,}02 L_{\text{к}}, \qquad (102)$$

где $L_{\text{к}}$ — расстояние между капельницами, м.

Местные потери напора в поливном трубопроводе незначительны. Их учитывают путем увеличения потерь напора по длине на 3—5%.

Рабочее давление капельницы определяют по данным расходно-напорной характеристики капельницы, выбранной для проекта конструкции.

Для систем непрерывного капельного орошения при заданной длине поливного трубопровода расчет сводится к определению наименьшего диаметра труб, при котором обеспечивается равномерная раздача воды вдоль оросителя с допустимым отклонением расходов отдельных капельниц. Допустимое отклонение расходов капельниц принимают 1,1—1,2.

Таблица 108. Значения коэффициентов N и показателя степени

L, м	N	m	L, м	N	m
30	$6,158\times10^{-5}$	1,000	117	$8,496\times10^{-8}$	1,238
33	$5,000\times10^{-5}$	1,006	120	$6,446\times10^{-8}$	1,250
36	$4,214\times10^{-5}$	1,012	123	$4,640\times10^{-8}$	1,263
39	$3,382\times10^{-5}$	1,018	126	$3,375\times10^{-8}$	1,276
42	$2,728\times10^{-5}$	1,024	129	$2,449\times10^{-8}$	1,289
45	$2,207\times10^{-5}$	1,030	132	$1,752\times10^{-8}$	1,303
48	$1,794\times10^{-5}$	1,036	135	$1,250\times10^{-8}$	1,317
51	$1,463\times10^{-5}$	1,042	138	$8,586\times10^{-9}$	1,332
54	$1,196\times10^{-5}$	1,048	141	$5,949\times10^{-9}$	1,347
57	$10,005\times10^{-6}$	1,054	144	$4,114\times10^{-9}$	1,362
60	$8,136\times10^{-6}$	1,061	147	$2,785\times10^{-9}$	1,378
63	$6,626\times10^{-6}$	1,068	150	$1,868\times10^{-9}$	1,394
66	$5,560\times10^{-6}$	1,075	153	$1,240\times10^{-9}$	1,411
69	$4,467\times10^{-6}$	1,082	156	$8,202\times10^{-10}$	1,428
72	$3,598\times10^{-6}$	1,089	159	$5,471\times10^{-10}$	1,445
75	$2,833\times10^{-6}$	1,097	162	$3,518\times10^{-10}$	1,463
78	$2,313\times10^{-6}$	1,105	165	$2,270\times10^{-10}$	1,481
81	$1,824\times10^{-6}$	1,113	168	$1,438\times10^{-10}$	1,500
84	$1,451\times10^{-6}$	1,122	171	$9,137\times10^{-11}$	1,519
87	$1,186\times10^{-6}$	1,131	174	$5,676\times10^{-11}$	1,539
90	$9,458\times10^{-7}$	1,140	177	$3,512\times10^{-11}$	1,559
93	$7,423\times10^{-7}$	1,149	180	$2,136\times10^{-11}$	1,580
96	$5,864\times10^{-7}$	1,159	183	$1,304\times10^{-11}$	1,601
99	$4,553\times10^{-7}$	1,169	186	$7,730\times10^{-12}$	1,623
102	$3,504\times10^{-7}$	1,180	189	$4,508\times10^{-12}$	1,646
105	$2,646\times10^{-7}$	1,191	192	$2,578\times10^{-12}$	1,670
108	$2,057\times10^{-7}$	1,202	195	$1,454\times10^{-12}$	1,695
111	$1,526\times10^{-7}$	1,214	198	$0,811\times10^{-12}$	1,721
114	$1,131\times10^{-7}$	1,226	201	$0,463\times10^{-12}$	1,748

Гидравлический расчет остальных звеньев оросительной системы (распределителей различных порядков, магистрального трубопровода) проводят по обычным формулам гидравлики.

Диаметр трубопроводов в первом приближении можно рассчитать, исходя из расчетного расхода и допустимой скорости, по формуле:

$$d = 1,13\sqrt{\frac{Q}{v_{доп}}}, \qquad (103)$$

где $v_{доп}$ — допустимая скорость течения воды в трубопроводах систем капельного орошения 2—2,5 м/с; Q — расчетный расход трубопровода, м³/с.

Потери напора на участках трубопроводов без раздачи расхода вычисляют по формуле:

$$1000i = 0,27\frac{Q^{1,78}}{d^{4,78}}, \qquad (104)$$

где i — гидравлический уклон (потери напора на 1 м длины трубы); Q — расход воды, л/с; d — внутренний диаметр трубы, дм.

Для систем импульсно-капельного орошения диаметр поливного трубопровода рекомендуется брать постоянным по всей длине по формуле:

$$d_{\text{п}} = 0{,}66 Q_{\text{п}}^{0{,}442}, \tag{105}$$

где $d_{\text{п}}$ — диаметр поливного трубопровода (внутренний), м; $Q_{\text{п}}$ — головной расход, м³/с.

Диаметр распределительного трубопровода также рекомендуется постоянным по длине и вычисляют его по формуле:

$$d_{\text{р}} = 0{,}66 Q_{\text{п}}^{0{,}442}, \tag{106}$$

$d_{\text{р}}$ — диаметр распределителя, м; $Q_{\text{р}}$ — головной расход распределителя, м³/с.

Требуемый рабочий напор в голове системы импульсно-капельного орошения при расходе:

$$Q_{\text{с}} = \frac{q\omega}{\eta k_{\text{с}}},$$

где ω — площадь, орошаемая системой, га; q — гидромодуль, м³/с·га; η — коэффициент полезного действия; $k_{\text{с}}$ — коэффициент суточного использования, определяется по формуле:

$$H_{\text{р}} = H_{\text{ср}}^{\text{г}} - H_{\text{н.у}}^{\text{г}} + H_{\text{к}}^{\text{ср}} + 1{,}1\left[\sum_{\text{п}} \frac{\overline{k} Q_{\text{п}}^{\beta+1} L_{\text{п}}}{Q_{\text{с}}^{\beta+2} d_{\text{п}}^{m}} + \sum_{\text{р}} \frac{k Q_{\text{р}}^{\beta+1} L_{\text{п}}}{Q_{\text{с}}^{\beta+2} d_{\text{р}}^{m}} + \sum_{i} \frac{k L_i Q_i^{\beta+1}}{Q_{\text{с}} d_i^{m}}\right], \tag{107}$$

где $H_{\text{ср}}^{\text{г}}$ — средняя геодезическая отметка участка, м; $H_{\text{н.у}}^{\text{г}}$ — геодезическая отметка напорообразующего узла, м; $H_{\text{к}}^{\text{ср}}$ — средний рабочий напор капельницы, м ($H_{\text{к}}^{\text{ср}} \approx 12$ м); $\Sigma_{\text{п}}$ — сумма потерь напора по всем поливным трубопроводам; $\Sigma_{\text{р}}$ — сумма потерь напора по всем распределительным трубопроводам; Σ_i — сумма потерь напора по участкам магистрального трубопровода; 1,1 — коэффициент, учитывающий местные потери.

Максимальный напор в голове системы определяется по формуле:

$$H_{\max} = 1{,}1 (H_{\text{в}} + H_{\max}^{\text{г}} - H_{\text{н.у}}^{\text{г}}), \tag{108}$$

где $H_{\text{в}}$ — верхний рабочий напор в капельнице, $H_{\text{в}} = 20$—25 м; $H_{\max}^{\text{г}}$ — максимальная геодезическая отметка участка, м.

Если при данных параметрах в голове системы статический напор каких-либо участков сети больше 40 м, то необходимо устанавливать ограничители напора.

Условия применения и экономическая эффективность капельного орошения. Капельное орошение рекомендуется в первую очередь применять: в районах со сложным рельефом (горные, предгорные), где затруднено или невозможно применение другой техники полива

Таблица 109. **Удельная стоимость капельного орошения для различных сельскохозяйственных культур (по данным проектов), руб/га**

Материалы и оборудование	Сады со свободным формированием кроны и цитрусовые (300 дер./га)	Пальметтные сады (625 дер./га)	Виноградники (2700 дер./га)	Хмель	Ягодники	
					смородина, малина, крыжовник	земляника
Оросительная сеть						
Подводящая сеть из асбестоцементных труб	450	450	450	450	450	450
Распределительная и поливная сеть из полиэтиленовых труб, фасонные части	750	950	1000	1000	1000	1170
Капельницы:						
с одним выходным отверстием	—	—	2650	2650	3950	4950
с двумя выходными отверстиями	—	930	—	—	—	—
с четырьмя выходными отверстиями	600	—	—	—	—	—
Итого	1800	2330	4100	4100	5400	6570
Головной узел						
Насосная станция	200	200	200	200	200	200
Электроснабжение и автоматизация	150	150	150	150	150	150
Очистка воды	100	100	100	100	100	100
Смеситель удобрений	30	30	30	30	30	30
Итого	480	480	480	480	480	480
Всего	2280	2810	4580	4580	5880	7050
Неучтенные затраты 20%	450	560	960	960	1180	1140
Лесополосы и дороги	210	210	210	210	210	210
Всего	2940	3580	5750	5750	7270	8670

из-за водной эрозии; на почвах высокой водопроницаемости (легкого механического состава, каменистые и др.); в аридных зонах с большими потребными расходами воды на орошение (с дефицитом водопотребления более 5000 м³/га); в районах с острым дефицитом воды и с наличием малодебитных рассредоточенных источников оросительной воды; при возделывании высокодоходных культур (плодовые, виноград, ягодные и другие, в основном многолетние, насаждения); на незасоленных землях и при малой минерализации оросительной воды.

Экономия оросительной воды, получаемая при капельном орошении, является в условиях острого дефицита водных ресурсов важным фактором интенсификации производства. За счет снижения оросительной нормы возможно увеличение площади орошаемых земель примерно на 20—30% при существующих водных ресурсах.

Стоимость систем капельного орошения для различных сельскохозяйственных культур и условий колеблется от 2,5 до 8,5 тыс. руб./га (табл. 109).

Глава VI

ТРУБОПРОВОДНАЯ СЕТЬ И АРМАТУРА, ПЕРЕДВИЖНЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ ТРУБЫ

Трубопроводы передвижных насосных станций или разборные трубопроводы после окончания поливного сезона разбирают и консервируют на зимнее хранение. Разборные трубопроводы можно также неоднократно разбирать и перемещать на новые орошаемые участки в течение поливного сезона.

Разборные трубы (РТ) подразделяют по видам материала на стальные (табл. 110) и алюминиевые (табл. 111) и по типам конструкции соединительных узлов — на трубы с самоуплотняющими от гидравлического давления резиновыми манжетами (тип РТ и РТА) и трубы с резиновыми кольцами, уплотняемые механическим способом (тип РТШ).

Таблица 110. **Основные показатели стальных разборных труб** (антикоррозионное покрытие битумными мастиками)

Марка труб	Диаметр условного прохода, мм	Толщина стенки, мм	Длина, мм	Масса, кг	Рабочее давление, МПа	Угол поворота в стыке, град
РТ-180	180	1,1	5000±20	32	0,8	8
РТ-180М	180	1,1	5000±20	30	1,2	10
РТШ-180	180	1,2	5000±20	45	1,2	15

Примечание. С 1975 г. освоен выпуск труб РТШ-180 с внутренним и наружным покрытием цинком толщиной 80 мкм.

Таблица 111. **Основные показатели алюминиевых разборных труб**

Марка труб	Диаметр условного прохода, мм	Толщина стенки, мм	Длина, мм	Масса, кг	Рабочее давление, МПа	Угол поворота в стыке, град
РТШ-105А	105	1,5	6000±20	9,8	1,2	15
РТШ-125А	125	1,5	6000±20	12,4	1,2	15
РТШ-150А	150	2,0	6000±20	17,9	1,2	15
РТА-220	220	3,0	9000±50	43,8	0,6	8

Примечание. Трубы марки РТШ входят в комплект передвижного оросительного оборудования КИ-50.

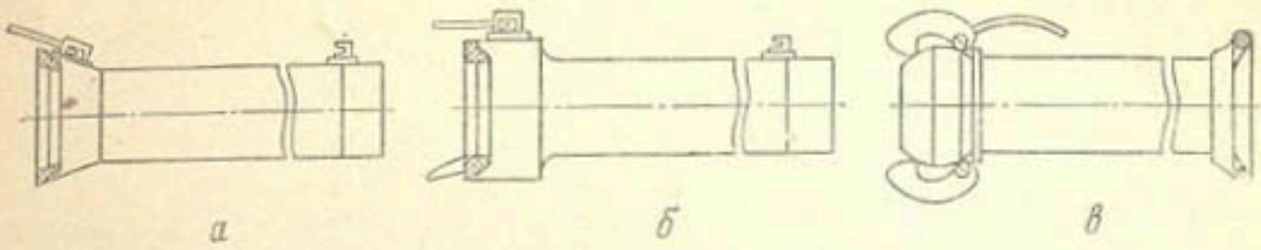


Рис. 121. Типы разборных труб:
а — РТ-180; *б* — РТ-180М; *в* — РТШ-180.

Резиновые манжеты и кольца входят в комплект поставки разборных труб (рис. 121).

Гидравлический расчет разборного трубопровода производят по формуле:

$$H = h_{дл} + h_г + H_{св}, \qquad (109)$$

где H — расчетный напор в голове трубопровода, м; $h_{дл}$ — потери напора по длине, определяемые по графикам в зависимости от типа труб и пропускаемого расхода, м (рис. 122); $h_г$ — геодезическая разность высот уровня водоисточника и наивысшей точки трубопровода, м; $H_{св}$ — необходимый свободный напор на концевом гидранте, м.

При использовании разборных трубопроводов не требуется проведения планировки рельефа трассы; допускается прокладка трубопровода по местности с местными уклонами до 0,4—0,7% и изгиб в стыках 8—15°. В местах заглубления для переездов через трубы укладываются металлические вставки из труб с толщиной стенки 6—8 мм или железобетонные плиты по верху траншеи, для трубопроводов длиной менее 300 м необходимо предусмотреть устройство временных концевых упоров.

Быстроразборные трубы к месту монтажа доставляют с помощью тракторных прицепов 2-ПТС-4М-785А или автомашинами ГАЗ-52-03, ЗИЛ-130, Урал-377, грузят и разгружают трубы вручную, не допускается раскатывание труб или сбрасывание.

Монтирует трубы бригада рабочих из двух человек вручную, при монтаже труб РТШ-180 применяют специальные соединительные ключи и монтировки. Соединяют трубы в трубопровод позиционного назначения (подводящий) гладким концом вперед, трубопроводов переносных распределительных и полевых — раструбом вперед от насосной станции.

Первоначальный пуск в опорожненный трубопровод осуществляется расходом 15—20% от полного до поднятия расчетного напора. Допускается транспортирование оросительной воды с наносами концентрацией 5 г/л и с крупностью частиц 0,5 мм.

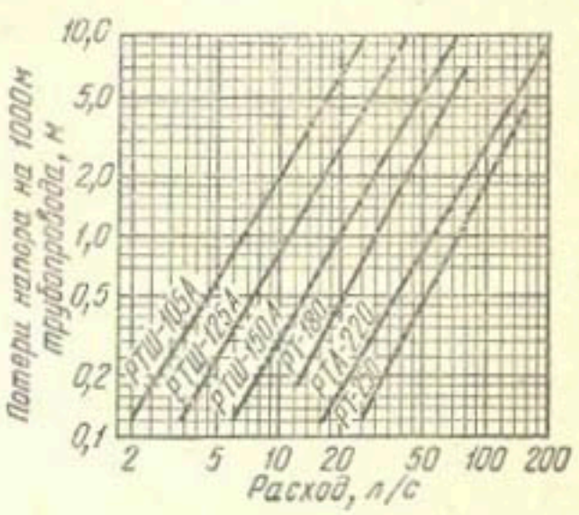


Рис. 122. График зависимости потерь напора от расхода стальных и алюминиевых быстроразборных трубопроводов.

Демонтируют и хранят трубы в определенной последовательности и с соблюдением следующих условий:

промывают трубопровод в течение не менее 20—30 мин при работе концевого гидранта (предусмотреть меры против размыва и эрозии почвы);

сбрасывают воду в водоисточник;

демонтируют трубы с конца трубопровода и грузят их вручную на транспортное средство;

транспортируют трубы к оборудованному месту хранения (не далее чем на 1,5—3 км).

Разборные трубы хранят в закрытых помещениях или под навесами в виде штабелей, расположенных по диаметрам, типам (маркам) труб, материалам и партиям по срокам эксплуатации.

Для хранения труб должна быть организована специальная территория на центральной усадьбе или вблизи места хранения насосных станций, дождевальных машин и установок. К территории хранения труб должна быть проложена дорога и расчищены подъездные пути. На территории хранения труб выделяют площадку с твердым покрытием, незатопляемую весенними талыми водами и оборудованную ливнеотводами.

Для укладки труб в штабеля применяют железобетонные прокладки, укладываемые параллельно на расстоянии примерно 1 м одна от другой и на расстоянии 0,3 м от внешних сторон труб. Опорные поверхности подкладок должны находиться в одной плоскости. При постоянном месте складирования труб подкладки следует закрепить на площадке.

В отдельных случаях хранение труб допускается на деревянных подкладках из сосны или дуба. Деревянные подкладки изготавливают из кругляка диаметром 15—20 см и пропитывают антисептическим раствором.

Трубы укладывают в штабеля рядами, раструбами в разные стороны. В каждый ряд штабеля следует укладывать трубы только одного диаметра и одинаковой длины (табл. 112).

Таблица 112. **Распределение разборных труб в штабеле**

Условный диаметр трубы, мм	Число труб в ряду	Число рядов труб по высоте	Число труб в штабеле
125	32	11	352
150	26	9	242
180	22	8	176
220	20	7	140
250	16	5	90

Резиновые прокладки и манжеты хранят отдельно в специально отведенных для этого ящиках. В ящиках резиновые прокладки и манжеты упаковывают по маркам и диаметрам и хранят в сухих помещениях с температурой воздуха от 0 °С до 25 °С вдали от печей и других нагревательных приборов. Необходимо также оберегать прокладки и манжеты от действий бензина, керосина, масел, кислот и щелочей.

Разборные трубы применяют для прокладки сезонных подводящих трубопроводов от передвижных насосных станций до границы

орошаемых участков, в качестве переносных распределительных трубопроводов и поливных трубопроводов в комплектах передвижного оросительного оборудования, где сборно-разборные трубопроводы применяют совместно с гидрантами и гидрантами-водовыпусками.

ГИДРАНТЫ И ГИДРАНТЫ-ВОДОВЫПУСКИ

Гидранты и гидранты-водовыпуски, предназначенные для подключения поливной техники к сборно-разборным трубопроводам или к трубопроводам подземной оросительной сети, монтируются на отводах или стояках с помощью фланцевых или быстродействующих соединений.

Гидрант-водовыпуск Г-180/125 применяют в комплектах передвижного поливного оборудования и для выпуска воды из сборно-разборных трубопроводов типа РТ (рис. 123).

Техническая характеристика Г-180/125

	Труба-гидрант	Колонка
Диаметр, мм	180×125	125
Давление, МПа	0,6	0,6
Длина, мм	1500	350
Высота, мм	350	500
Масса, кг	25	10

Смену позиций дождевальных установок при помощи гидранта-водовыпуска Г-180/125 проводят без выключения насосных станций и опорожнения трубопроводов. Колонка гидранта-водовыпуска переносится вместе с дождевальной установкой при перемене позиций.

Гидрант сборно-разборного трубопровода РТА-220 применяется для подключения дождевальной установки ДКШ-64 «Волжанка».

Техническая характеристика гидранта трубопровода РТА-220

Материал	Алюминиевый сплав
Давление, МПа	0,6
Диаметр, мм	220×92
Длина, мм	9000±20
Высота, мм	455
Масса, кг	52

Для соединения гидранта трубопровода с дождевальной установкой служит колонка, которая входит в комплект присоединительного узла ДКШ-64 и переносится при смене позиций. Соединение гидранта и колонки производится без выключения насосной станции и опорожнения трубопровода.

Гидрант ГДМ-200 с цилиндрическим затвором служит для присоединения поливных машин и устройств к подземной оросительной сети (рис. 124). Гидрант крепят на стояках трубопроводов при помощи фланцев. Гидрант ГДМ-200 рассчитан на рабочее давление до 1,0 МПа.

Гидрант-водовыпуск ГВ-3 служит для выпуска воды из напорных трубопроводов в дождевальные машины или поливные устрой-

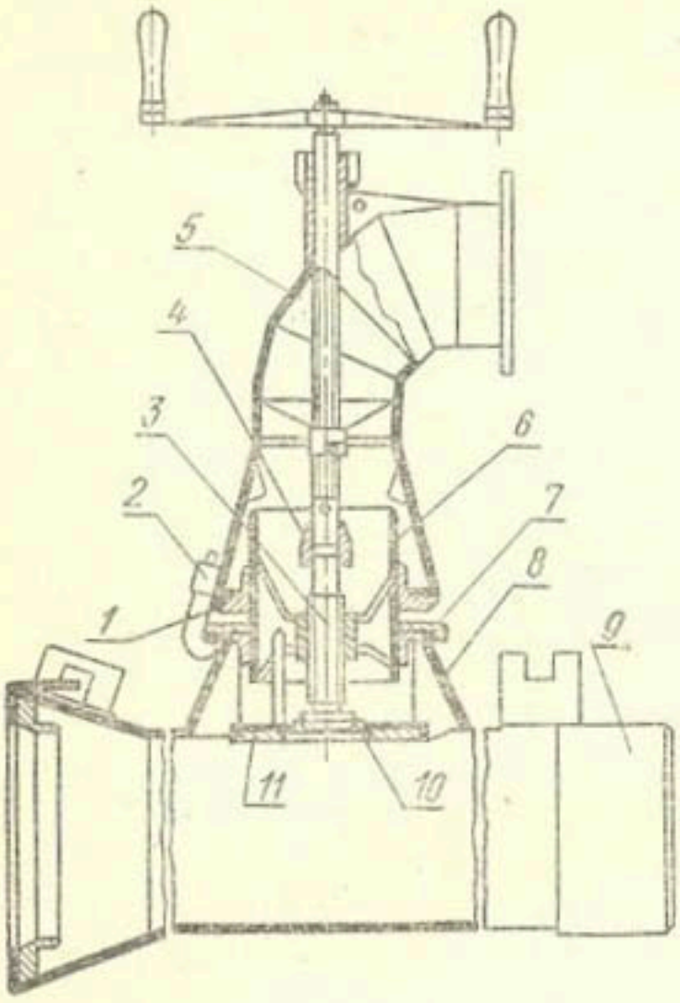


Рис. 123. Гидрант-водовыпуск Г-180/125 для разборных трубопроводов:

1 — резиновая манжета; *2* — крючки; *3* — винтовой механизм; *4* — ключ; *5* — колонка; *6* — цилиндрический затвор; *7* — фланец-манжетодержатель; *8* — корпус; *9* — труба быстроразборного трубопровода; *10* — седло клапана; *11* — прокладка.

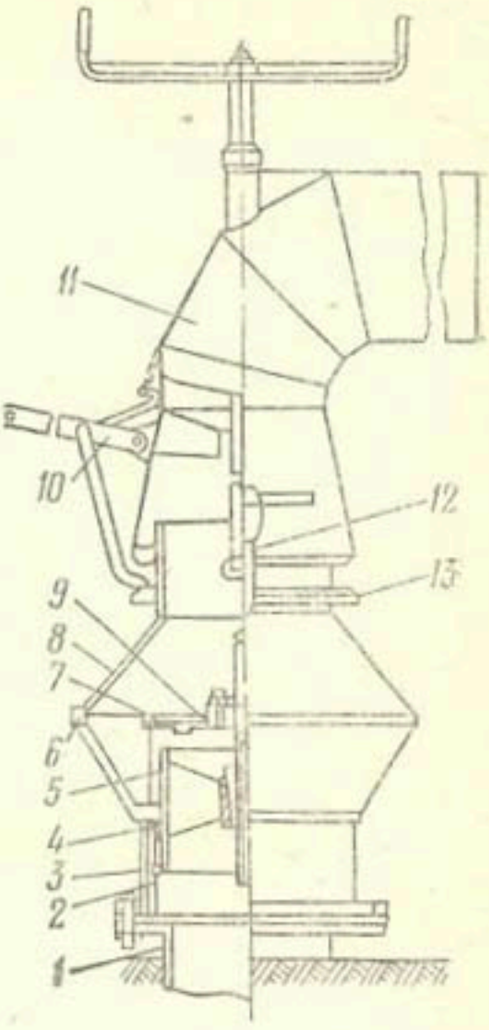


Рис. 124. Гидрант ГДМ-200 с цилиндрическим затвором для закрытых оросительных сетей:

1 — стояк; *2* — ребра корпуса гидранта; *3* — упор; *4* — уплотнение; *5* — полный цилиндр; *6* — ребра; *7* — резиновая прокладка; *8* — сварной корпус; *9* — неподвижный диск; *10* — ручка; *11* — водозаборная колонка; *12* — крючки; *13* — фланец гидранта.

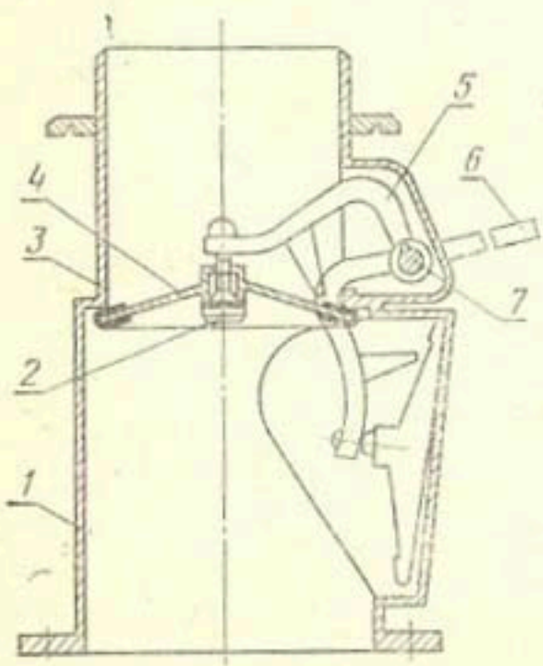


Рис. 125. Гидрант-водовыпуск ГВ-3:

1 — напорная часть; *2* — безнапорная часть; *3* — запорный клапан; *4* — перепускной клапан; *5* — шпонка с коромыслом; *6* — рычаг; *7* — поворотная ось.

ства, оборудованные регулирующими задвижками (рис. 125). Гидрант-водовыпуск ГВ-3 устанавливается при помощи фланцев на каждом стояке подземной оросительной сети.

ПЕРЕДВИЖНЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Передвижные насосные станции применяют при работе на затапливаемых поймах рек, при агрегатировании с передвижными комплектами оросительного оборудования, при необходимости оперативного ввода в эксплуатацию поливного участка или для обеспечения полива его при задержке строительства стационарной сети и постоянной насосной станции, при использовании насосной станции на нескольких локальных, удаленных один от другого орошаемых участков, в период влагозарядки, промывки засоленных земель, для наполнения водоемов.

Передвижные насосные станции выпускают прицепные, навесные и плавучие. Навесные насосные станции приводятся в действие от ВОМ трактора, прицепные и плавучие имеют собственные двигатели (табл. 113).

Навесные и прицепные станции с приводом от ВОМ трактора целесообразно использовать при коротком сроке работы (до 80—90 дней), так как их эксплуатация обходится дороже, чем станции с собственным двигателем.

Плавучие насосные станции применяются, когда уровень воды в источнике колеблется на величину, превышающую геодезическую высоту всасывания насоса, и на мелководье (табл. 114).

При заданных расходе и диаметре трубопровода необходимый напор насосной станции вычисляют по формуле:

$$H_{н} = H + h_{в}, \qquad (110)$$

где $h_{в}$ — суммарные гидравлические потери по длине и на местные сопротивления во всасывающей линии насосной станции; H — расчетный напор в голове трубопровода, м.

Насосные станции с двигателями внутреннего сгорания изменяют подачу и напор в зависимости от частоты вращения двигателя. Расчет параметров их работы проводят по соотношениям:

$$Q_1 = \frac{Q_{н} n_1}{n_{н}}; \quad H_1 = \frac{H_{н} n_1^2}{n_{н}^2}; \quad N_1 = \frac{N_{н} n^3}{n_{н}^3}, \qquad (111)$$

где $Q_{н}$, $H_{н}$ и $N_{н}$ — соответственно подача (л/с), напор (м) и мощность (л. с.) насосной станции при $n_{н}$ об/мин; Q_1, H_1 и N_1 — то же, при n_1 об/мин.

Для насосных станций с электрическими двигателями при необходимости сохранения его частоты вращения при изменении параметров работы насоса возможна обточка лопаток рабочего колеса до 15% от его первоначального диаметра. При этом Q, H и N изменяются по следующей зависимости:

$$Q_1 = \frac{Q_{н} D_1}{D_{н}}; \quad H_1 = \frac{H_{н} D_1^2}{D_{н}^2}; \quad N_1 = \frac{N_{н} D_1^3}{D_{н}^3}, \qquad (112)$$

где $D_{н}$ и D_1 — диаметры нормального и обточенного рабочих колес насоса.

Таблица 113. Техническая характеристика передвижных насосных станций

Марка	Подача, л/с	Напор, м	Геодезическая высота всасывания, м	Двигатель или трактор	Мощность двигателя, кВт	Марка насоса	Частота вращения вала насоса, об/мин	Масса, кг	Рекомендуется для подачи в сеть дождевальной машины*
Прицепные насосные станции									
СНП-25/60	20—39	75—45	2,9	Д-37Е	37	4К-6	2650	1200	V
СНП-50/80	28—148	95—28	3,0	А-41Б	66	Двухколесный центробежный	1750	2680	I—VI
СНП-75/100	50—200	110—38	3,0	ЯАЗ-М206А	118		1700	3800	I—VI
СНП-100/80	70—110	92—76	3,0	ЯАЗ-М206А	118	Д320-50 (6НДв)	1850	2600	V, VI
СНП-120/30	80—175	39—23	3,0	А-41Б	66	9К-14	1750	2600	II—IV
ДНУ-120/70	80—125	74—68	3,0	К-272	121	ЦНД430-70	1500	3100	V, VI
СНП-240/30	160—340	28—16	3,0	А-01МБ	95	14К-13	1100	3360	III, IV
СНПЭ-120/30	90—160	32—21	3,0	Электропривод А02-82-4	55	9К-14	1480	2400	II—IV
СНПЭ-100/100	90—135	98—85	3,0	А03-315-443	160	8К-16	1485	2432	VI
СНПЭ-240/30	170—360	33—21	3,0	Электропривод А03-350-6	125	14К-13	985	3485	III, IV
Навесные насосные станции									
СНП-50/80	40—70	93—70	3	Т-4А	95	Моделирован с 4К-6	2020	663	I, II, V
СНН-75/40А	35—130	57—20	2,1	ДТ-75М	66	6К-13	2160	668	I—V

* Цифрами обозначены машины: I — КИ-50; II — ДДН-70; III — ДДН-100; IV — ДДА-100МА; V — ДКШ-64 (модификации); VI — «Фрегат» (модификации).

Таблица 114. **Техническая характеристика плавучих насосных станций**

Марка станции	Подача, л/с	Напор, м	Мощность, кВт	Габариты, м	
				длина	ширина
НАП-1,1	800—1400	20—17,5	150	17,6	6,7
СНПЛ-120/30	103—175	30—23	90	7,4	3,7
СНПЛ-240/30	200—322	26—17	130	7,4	3,7

Продолжение

Марка станции	Осадка, м	Масса, т	Число двигателей	Марка	
				насоса	двигателя
НАП-1,1	0,60	40	2	$20НД_н$	ЗД-6
СНПЛ-120/30	0,55	4,5	1	9К-14	А-41Б
СНПЛ-240/30	0,63	5,4	1	14К-13	А-01МБ

Изменение частоты вращения насоса приводит к изменению допустимой вакуумметрической высоты всасывания $H^{доп}_{н.вак}$.

$$H^{доп}_{н.вак} = 10 - (10 - H^{доп}_{н.вак}) \left(\frac{n_1}{n_н}\right)^2, \qquad (113)$$

где $H^{доп}_{н.вак}$ — вакуумметрическая допустимая высота всасывания при n_1 оборотах, м; $H^{доп}_{н.вак}$ — высота всасывания при n оборотах (нормальных оборотах), м.

При подготовке к поливному сезону заготавливают горюче-смазочные материалы не менее чем на 10 дней работы, определяют и проверяют место водозабора, проверяют оборудование насосной станции в работе.

Передвижную насосную станцию устанавливают на берегу на выровненной горизонтальной площадке, желательно на деревянном настиле. Она должна находиться ближе к воде, чтобы высота всасывания была возможно меньшей. Это гарантирует более устойчивую работу насоса и снижает его чувствительность к прососу воздуха в неплотностях всасывающего трубопровода.

Глубина воды в месте погружения приемной сетки всасывающей трубы насоса должна быть такой, чтобы над верхним фланцем сетки слой воды был не менее 0,4—0,5 м во избежание образования воронок и просасывания воздуха во всасывающий трубопровод. От низа приемной сетки до дна источника должно быть 0,8 $Д_{вх}$ (диаметр всасывающей трубы), но не менее 0,3 м во избежание засасывания в трубопровод частиц донного грунта.

При установке передвижной насосной станции на обрывистом берегу ее располагают не ближе чем на 1,5 м от края берега во

избежание обрушивания в результате вибрации при работе.

Если в течение поливного сезона предусмотрено перемещение станции, то новое место ее установки подготавливают заранее.

Для стационарных и крупных плавучих насосных станций в работу по подготовке к пуску включается также защита их от весеннего ледохода и паводковых вод. Последним этапом подготовки является комплектование звеньев поливальщиков.

Пуск в работу и остановку насосной станции выполняют по заводской инструкции.

При работе на новой станции в течение первого месяца работы раз в 10 дней заменяют смазку и промывают корпуса подшипников насосов. Через 400—500 ч работы промывают корпуса подшипников и заполняют их чистой смазкой.

Для нормальной работы насосного агрегата (насос-двигатель) большое значение имеет правильная центровка. Насос и двигатель тщательно центрируют на заводе, но при транспортировке станции центровка может быть нарушена. В результате возникает вибрация, что может привести к поломке вала насоса и двигателя и износу резиновых втулок эластичной муфты насоса. Поэтому перед пуском насосной станции проверяют плотность затяжки всех болтов, крепящих насос и двигатель к раме, и затем центровку (соосность) агрегата. Для этого к обеим половинам соединительной муфты сверху и сбоку прикладывают металлическую линейку (ребром). Если двигатель и насос отцентрированы правильно, то зазор между линейкой и полумуфтой не превышает 0,2—0,3 мм, разница в величине зазора между торцами полумуфт в четырех точках (сверху, снизу и с боков) также не более указанной величины. Замеры проводят щупом. Нормальный зазор между торцами полумуфт должен быть 3—6 мм, при сдвинутых роторах — не менее 3 мм.

В агрегатах с двигателями внутреннего сгорания зазоры выравнивают за счет более правильной установки насоса (без присоединительных трубопроводов). При необходимости под его лапы подкладывают тонкие металлические пластинки, предварительно ослабив крепление насоса к раме. В агрегатах с электродвигателем выравнивание проводят его перемещением.

Сразу по окончании работы насосной станции организуют ремонт насоса, двигателя и другого оборудования. Все приборы снимают и, если они не подлежат специальной проверке по срокам своей работы, укладывают на хранение. Всю резьбу смазывают. Если двигатель не снимается со станции и не нуждается в ремонте, спускают воду из системы охлаждения, наносят слой консервирующей смазки на все неокрашенные места, подвергающиеся ржавлению, а также на поршневую группу. Консервацию дизеля проводят сразу после остановки.

Во время хранения рекомендуется раз в месяц провернуть вхолостую вал двигателя и насоса, обильно смазывая трущиеся части.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. **Общие сведения о технике орошения** 3

Размещение орошаемых земель по природным зонам и экономическим районам, способы и техника полива сельскохозяйственных культур, уровень механизации полива. Классификация поливной техники 3

Природные и хозяйственные факторы, влияющие на выбор техники полива 12

Климатические факторы (12). Почвенно-мелиоративные факторы (12). Геоморфологические факторы (13). Агробиологические и хозяйственные факторы (13).

Техника полива и требования к ней сельскохозяйственного производства 19

Агробиологические требования (20). Агропочвенные и мелиоративные требования (20). Организационно-хозяйственные требования (20).

Режим орошения, эксплуатационные графики полива, организация водопользования на оросительных системах . . . 20

Режим орошения (20). Поливная норма (24). Эксплуатационные графики полива (26).

Подготовка площадей орошаемых участков к поливу при эксплуатации 27

Эксплуатационная планировка и выравнивание (28). Нарезка и заравнивание временной оросительной сети (28).

Глава II. **Поверхностный полив** 40

Механизм увлажнения почвы 40

Орошение риса 42

Карта-чек (44). Карта Дальневосточного типа (45). Карта Кубанского типа (45). Закрытые рисовые системы (47).

Способ полива по полосам 47

Длина полос (47). Ширина полос (47). Высота ограничительных валиков (48). Элементы техники полива по широким полосам (49).

Технология распределения воды по бороздам 50

Элементы техники полива по проточным бороздам (50). Метод разработки рекомендаций по данным полевого опыта (51). Равномерность увлажнения почвы по длине поливных элементов (63).

Поливная арматура для поверхностных поливов 63

Гибкие и жесткие подвижные трубопроводы 67

Поливной передвижной агрегат ППА-300 72

Устройство агрегата (72). Технология работы (73).
Поливные передвижные агрегаты для полива по бороздам . . 77
Поливной передвижной агрегат ППА-165 (77). Поливной передвижной агрегат ППА-165У (79). Поливальщик-трубоукладчик ПТ-250 (87). Поливная машина ПМП-1 (91). Передвижная поливная машина ППУ-500 (92). Трубопровод поливной универсальный (ТПУ) (93). Поливная машина на базе дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка» (94). Автоматическое шланговое устройство для полива по бороздам (96). Дождевально-поливной агрегат (ДПА-140) (96). Лотковые оросители с автоматизированным распределением воды в поливные борозды (97).
Стационарные системы поверхностного орошения 98
Закрытые перфорированные трубопроводы (99).

Глава III. Дождевание 102

Классификационная схема 102
Элементы техники полива дождеванием 104
Дождевальные насадки и аппараты 107
Дефлекторные насадки (108). Щелевые насадки (108). Центробежные насадки (109). Среднеструйные дождевальные аппараты (110). Дальнеструйные дождевальные аппараты (116).
Комплекты ирригационного оборудования «Радуга» (КИ-50 и КИ-25) 122
Монтаж комплектов (125). Эксплуатация комплектов (127). Техническое обслуживание (128). Хранение и консервация (128).
Комплект дождевального оборудования «Сигма» Z-50Д . . 129
Дождевальный шлейф ДШ-25/300 130
Двухконсольная дождевальная машина ДДА-100МА . . . 134
Устройство (134). Технологические схемы работы (141). Технико-эксплуатационные данные (144). Монтаж (144). Техническое обслуживание дождевальной машины ДДА-100МА (147). Хранение (151). Техника безопасности (151).
Дальнеструйные дождевальные машины 152
Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70 152
Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-100 . . . 159
Устройство (160). Технологические схемы (160). Нормативы сменной и сезонной производительности (166). Технико-эксплуатационные данные (173). Монтаж (173). Техническое обслуживание дальнеструйных дождевальных машин (174). Хранение (176). Техника безопасности (176).
Широкозахватные многоопорные дождевальные машины позиционного действия с фронтальным перемещением 176
Дождевальная машина ДКШ-64 «Волжанка» 176
Устройство (176). Технологические схемы (180). Нормативы сменной и сезонной производительности (187). Технико-эксплуатационные данные (190). Монтаж (190). Техническое обслуживание (193). Хранение (197). Техника безопасности (198) . . . . . .
Многоопорная дождевальная машина ДФ-120 «Днепр» . . 198
Устройство (198). Технологические схемы (202). Нормативы сменной и сезонной производительности (206). Технико-

эксплуатационные данные (208). Монтаж (209). Техническое обслуживание (209). Хранение (211).
Дождевальная машина «Фрегат» 217
Устройство (218). Технологические схемы (220). Нормативы сменной и сезонной производительности (233). Технико-эксплуатационные данные (235). Монтаж (235). Транспортирование дождевальной машины «Фрегат» на новую позицию (240). Техника безопасности (240).
Низконапорная дождевальная машина «Фрегат» . . . 242
Устройство и эксплуатация (242).
Стационарные дождевальные системы 243
Автоматизированные дождевальные системы 245
Импульсное дождевание 248
Мелкодисперсное дождевание 254
Широкозахватный колесный дождевальный трубопровод ДКН-80 для внесения на орошаемые участки подготовленных животноводческих стоков 255
Устройство и работа (257).

Глава IV. **Внутрипочвенное орошение** 258

Элементы техники внутрипочвенного орошения (258). Машины и орудия для укладки гибких полиэтиленовых увлажнителей (263). Конструкции систем внутрипочвенного орошения с увлажнителями из полиэтиленовых труб (266).

Глава V. **Капельное орошение** 269

Особенности и элементы техники капельного орошения (269). Схемы и конструкции систем капельного орошения (270). Фильтры с плавающей загрузкой (ФПЗ) (282). Гидравлический расчет трубопроводной сети систем капельного орошения (284). Условия применения и экономическая эффективность капельного орошения (289).

Глава VI. **Трубопроводная сеть и арматура, передвижные насосные станции** 292

Сборно-разборные трубы 292
Гидранты и гидранты-водовыпуски 295
Передвижные насосные станции 297