

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

---

---

**Кафедра мелиоративных и строительных машин**

# **МНОГООПОРНЫЕ МАШИНЫ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ  
ПО МЕЛИОРАТИВНЫМ И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ**

**Для студентов специальности  
1-74 05 01 – мелиорация и водное хозяйство**

**Горки 2007**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

---

---

Кафедра мелиоративных и строительных машин

# МНОГООПОРНЫЕ МАШИНЫ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ  
ПО МЕЛИОРАТИВНЫМ И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ

Для студентов специальности  
1-74 05 01 – мелиорация и водное хозяйство

Горки 2007

Рекомендовано методической комиссией мелиоративно-строительного факультета  
29.11.2006 (протокол № 3).

Составили: Е.И. МАЖУГИН, В.Д. ПРУДНИКОВ, А.Л. КАЗАКОВ, В.В. АЗАРЕНКО.

УДК 631.31

**Многоопорные машины кругового действия для орошения сельскохозяйственных культур:** Методические указания к лабораторным работам по мелиоративным и строительным машинам / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. Е.И. Мажугин, В.Д. Прудников, А.Л. Казаков, В.В. Азаренко. Горки, 2007. 32 с.

Указана цель лабораторной работы, приведена характеристика дождевальных многоопорных машин кругового действия, описана их работа и эксплуатация.

Для студентов специальности 1-74 05 01 – мелиорация и водное хозяйство.

Таблиц 3.

Рецензент: доцент Л.В. ШУЛЯКОВ.

© Составление. Е.И. Мажугин, В.Д. Прудников,

А.Л. Казаков, В.В. Азаренко, 2007

© Учреждение образования

«Белорусская государственная

сельскохозяйственная академия», 2007

## **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

1. Ознакомиться с назначением и техническими характеристиками многоопорных дождевальных машин кругового действия.
2. Изучить устройство и принцип действия машин.
3. Освоить порядок эксплуатации машин.
4. Усвоить особенности правил техники безопасности при эксплуатации дождевальных машин.

## **2. ОСНАЩЕНИЕ И УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ**

1. Дождевательные аппараты и опорная тележка машины «Фрегат».
2. Учебные плакаты по изучению конструкции машины «Фрегат».
3. Методические указания к выполнению лабораторной работы.

## **3. НАЗНАЧЕНИЕ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ**

В настоящее время выпускаются или находятся в эксплуатации следующие многоопорные дождевательные машины кругового действия: ДМ «Фрегат», ДМУ «Фрегат», ДМУ-А «Фрегат», ДМУ-БН «Фрегат», ДМУ «Фермер-Фрегат», «Мини-Фрегат К», МДК «Бригантина», МЭДК «Кубань ЛК», «Мини-Кубань К», «Фермер-Кубань ЛК».

Многоопорные дождевательные машины кругового действия применяются для орошения дождеванием технических и высокостебельных культур с высотой растений в период вегетации не более 2,5 м. Могут оснащаться гидроподкормщиками для внесения удобрений вместе с оросительной водой. Вода в машину подается от скважины насосом или от гидрантов закрытой оросительной сети. Орошение осуществляется машиной, движущейся на самоходных опорных тележках вокруг неподвижной опоры. Опорные тележки машин «Фрегат» имеют по два жестких колеса, а машин «Бригантина» и «Кубань» – по два пневматических. Вода поступает по основному трубопроводу, опирающемуся на самоходные тележки, и распределяется по орошаемой площади посредством среднеструйных дождевательных аппаратов. Машины имеют устройства для полива углов орошаемого участка, могут использовать-

ся без демонтажа на нескольких участках. Они обеспечивают достаточно высокую равномерность распределения дождя и низкую его интенсивность. Могут работать в автоматическом режиме. Один оператор обслуживает 3...4 машины. Машины «Мини-Фрегат К», ДМУ-А «Фрегат», ДМУ «Фермер-Фрегат» и «Мини-Кубань К» предназначены для орошения мелкоконтурных участков.

Машина каждой марки по желанию заказчика может поставляться в различных модификациях. Основные технические данные машин приведены в табл. 3.1.

Т а б л и ц а 3.1. Основные технические данные машин кругового действия

Марка машины	Конструктивные особенности	Расход воды, л/с	Средняя интенсивность дождя, мм/ч	Расстояние между оросителями, м	Мощность, кВт	Число опорных тележек
ДМУ «Фрегат»	Кругового перемещения с гидроприводом	30...90	12...19	400...1200	125	7...20
ДМУ-А «Фрегат»	Кругового перемещения с гидроприводом	5,5...20	9...13,8	170...410	13,6...45	2...6
ДМУ-БН «Фрегат»	Кругового перемещения с гидроприводом, низконапорная	30...90	12...19	400...1200	125	7...20
ДМУ «Фермер-Фрегат»	Кругового перемещения с гидроприводом	5,5...20	9...13,8	340...820	—	2...6
МДК «Бригантина»	Кругового перемещения, имеется приспособление для орошения углов	60...90	12...19	800...1000	96	-
МЭДК «Кубань ЛК»	Кругового перемещения с электроприводом	180...200	12...60	800	125	
«Мини-Фрегат К»	Кругового перемещения с гидроприводом	5...30	12...19	170...820	45	1
«Мини-Кубань К»	Кругового перемещения с электроприводом	5...9	12...60	185...390	20	1

Принципиальное отличие машин различных модификаций заключается в уменьшении общей длины машины по сравнению с базовой

моделью и соответствующем уменьшении числа опорных тележек труб, дождевальных аппаратов и снижении расхода воды.

## 4. ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА ДМ «ФРЕГАТ»

### 4.1. Общее устройство и техническая характеристика

Машина ДМ «Фрегат» выпускается в десяти модификациях. Базовой моделью является «Фрегат» ДМ-454-100, имеющая длину 454 м и расчетный расход воды 100 л/с. Один оператор обслуживает 3...4 машины. Техническая характеристика базовой модели и модели, имеющей наименьшую длину, дана в табл. 4.1.

Т а б л и ц а 4.1. Техническая характеристика дождевальной машины «Фрегат» наибольшей и наименьшей длины

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

Дождевальная машина «Фрегат» (лист 1) представляет собой движущийся по кругу водопроводящий трубопровод, на котором расположены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия. Водопроводящий трубопровод 11 установлен на самодвижущихся опорных тележках 9.

Для предохранения трубопровода 11 от чрезмерных прогибов в вертикальной плоскости и увеличения его жесткости в горизонтальной служит система тросовых растяжек 7.

Водопроводящий трубопровод *11* соединяется с поворотным коленом *14* неподвижной опоры, являющейся центром вращения машины. Поступление воды из внешней оросительной сети в машину осуществляется через трубу *18* неподвижной опоры, закрепленной на фундаменте.

Перемещение опорных тележек *9* обеспечивается гидроприводом, который приводится в действие давлением воды.

Поддержание прямолинейности водопроводящего трубопровода *11* обеспечивается согласованием скорости движения тележек *9*, которая должна быть тем больше, чем дальше расположена тележка от неподвижной опоры. Необходимая скорость движения тележек *9* задается и поддерживается системой автоматического регулирования скорости движения тележек *6*, которая при необходимости изменяет расход воды, поступающей в гидропривод, регулируя тем самым скорость отстающей или выбегающей вперед тележки.

В случае неисправности системы *6* автоматического регулирования скорости движения тележек или в результате каких-либо других причин, вызывающих чрезмерный изгиб трубопровода *11* в горизонтальной плоскости, способный привести к поломке трубопровода, в действие вступают механическая и электрическая системы защиты.

Система механической защиты при изгибе трубопровода *11* замедляет движение последней тележки, давая возможность системе автоматического регулирования скорости выровнять линию трубопровода. Если это не достигается, то система электрической защиты отключает насосную станцию или перекрывает подачу воды в машину, после чего происходит полная остановка машины, вода из трубопровода *11* сливается на землю через автоматические сливные клапаны, установленные под каждым дождевальным аппаратом. Последующая работа машины возможна только после устранения причины, вызвавшей остановку машины.

Если необходимо без участия оператора остановить машину в заданном месте или после прохождения одного круга, на неподвижной опоре устанавливается стоп-устройство *31*, которое отключает подачу воды в машину путем размыкания цепи электрической защиты.

С целью увеличения орошаемой площади и для полива углов участка на консольном конце машины устанавливается концевой дождевальный аппарат, который может работать постоянно или включаться автоматически при подходе машины к углу участка. Автоматизация работы концевого дождевального аппарата осуществляется системой отключения концевого дождевального аппарата.

Колеса опорных тележек 9 можно поворачивать на  $90^\circ$ , устанавливая их вдоль линии водопроводящего трубопровода 11, что позволяет после отсоединения машины от гидранта и фундамента перетащить машину без разборки на соседний орошаемый участок. Буксировка производится трактором 3-го тягового класса и выше.

Скорость движения по кругу регулируется путем изменения расхода воды, поступающей в гидропривод последней тележки. Регулировка производится краном задатчиком скорости.

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

#### **4.2. Устройство и принцип действия основных сборочных единиц и систем машины**

*Дождевальные аппараты* (лист 2) служат для распределения воды по орошаемой площади. Машина оснащена среднеструйными дождевальными коромысловыми аппаратами кругового действия четырех типоразмеров и одним дальнеструйным концевым аппаратом, который может совершать полив по кругу или по сектору. Необходимость использования аппаратов разных типоразмеров вызвана тем, что поскольку машина осуществляет полив и движение по кругу, то аппараты, устанавливаемые ближе к консольной части, должны орошать большую площадь, чем стоящие ближе к неподвижной опоре. Кроме того, аппараты каждого типоразмера имеют основные сопла 40 разного диаметра, увеличивающегося с увеличением расстояния до неподвижной опоры. Аппараты каждого типоразмера имеют набор основных сопел четырех различных групп. Концевой дождевальный аппарат комплектуется соплами одного размера.

Аппараты первого типоразмера имеют одно сопло, аппараты второго, третьего и четвертого типоразмера – два, концевой аппарат – три.

Вода в дождевальный аппарат из основного трубопровода попадает по переходникам 30 и муфтовому крану 46. Она проходит сквозь полую ось 44 и поступает к соплам 35 и 40. Сопло 35 меньшего диаметра служит для орошения площади, расположенной ближе к аппарату, а сопло 40 служит для орошения площади большего радиуса и поворота дождевального аппарата. С целью снижения завихрений воды и увеличения радиуса действия в стволе аппарата установлен выпрямитель 41.

Для того чтобы струя в конце полета распадалась на капли и не приби- вала растения, на соплах стоят винты-рассекатели 12 и 57, фиксирую- щиеся пружинами 11 и своими острыми концами касающиеся струй.

Поворот аппарата происходит следующим образом. Вода, выбра- сываемая из сопла 40, действует на изогнутую лопатку коромысла 39 и отклоняет её против хода часовой стрелки, закручивая при этом пружину 36. После выхода лопатки из струи пружина 36 возвращает ко- ромысло 39 в исходное положение. Коромысло 39 ударяет по стойкам корпуса 38 дождевального аппарата и поворачивает его на некоторый угол по ходу часовой стрелки. Благодаря повторяющимся ударам ко- ромысла по стойкам происходит поворот дождевального аппарата по кругу.

Плоский прилив на коромысле, расположенный непосредственно на выходе струи из сопла 40, обеспечивает её прерывистость и увели- чивает силу удара коромысла 39 по стойкам аппарата.

Изменяя степень начальной затяжки пружины 36, можно регулиро- вать частоту ударов коромысла 39 и тем самым скорость поворота ап- парата.

Таким же образом происходит поворот концевой дождевального аппарата. Однако концевой аппарат может орошать или сектор, или круг. При необходимости работы по кругу палец переключения 26 ус- танавливается в верхнее положение. Положение пальца 26 фиксирует- ся пружиной с шариком, входящим в кольцевую канавку пальца 26.

Для работы по сектору палец 26 опускается и оказывается между упорами хомутов 6. Хомуты 6 устанавливаются на втулке 28 так, что- бы был обеспечен сектор полива 200°. При работе по сектору аппарат благодаря ударам коромысла 21 по стойкам корпуса 20 поворачивается по часовой стрелке до касания пальца 26 упора хомута 6. Дальнейше- му повороту аппарата начинает препятствовать курковая пружина 24, однако усилие сжатия пружины 24 невелико, и аппарат продолжает поворачиваться по часовой стрелке до тех пор, пока рычаг переключе- ния 25, пружина 24 и стопорный рычаг 23 не окажутся в одной плос- кости. При дальнейшем повороте аппарата пружина 24 перекидывает стопорный рычаг 23 влево, который своим зацепом входит в углубле- ние в коромысле 21. Коромысло 21 оказывается связанным с корпусом 20. Струя воды действует на лопатку коромысла 21 и поворачивает его вместе с корпусом против часовой стрелки до касания пальца 26 дру- гого упора хомута 6. Рычаг переключения 25 поворачивает пружину 24, которая выводит стопорный рычаг 23 из зацепления с коромыслом 21. Коромысло 21 освобождается и цикл работы повторяется.

*Система отключения концевой дождевальной аппаратуры* состоит из кольца 16 (лист 1) с четырьмя регулируемыми упорами 35, трехходового клапана (лист 7), диафрагменного клапана, соединительной трубки и шарового крана.

Кольцо с упорами жестко крепится к неподвижной опоре, а трехходовой клапан крепится в горизонтальном положении к стойке 41 поворотного колена и движется вместе с ним вокруг неподвижной опоры. На штуцер 42 (лист 7) трехходового клапана одевается тонкая пластмассовая соединительная трубка, второй конец которой насаживается на штуцер 19 диафрагменного клапана. Диафрагменный клапан ставится на консольной части дождевальной машины непосредственно перед концевым дождевальным аппаратом. Диафрагменный клапан включает и выключает подачу воды к концевому дождевальному аппарату. Если по соединительной трубке вода в полость Ж не поступает, то вода из основного водопроводящего трубопровода давит на диафрагму 15 и, преодолевая усилие пружины 18, прогибает диафрагму 15 вниз, открывая тем самым проход к концевому дождевальному аппарату. Вода из основного водопроводящего трубопровода поступает в полость Д и проходит под диафрагмой 15 к концевому дождевальному аппарату, который начинает производить орошение.

При поступлении воды по соединительной трубке в полость Ж давление воды в этой полости и сила сжатия пружины 18 прогибают диафрагму 15 кверху, перекрывают диафрагменный клапан и отключают таким образом концевой дождевальный аппарат.

Управление подачей воды в полость Ж диафрагменного клапана производится трехходовым клапаном, который работает следующим образом.

При движении машины вокруг неподвижной опоры рычаг 32 наталкивается на один из упоров, закрепленных на кольце. Рычаг 32, воздействуя на толкатели 30, открывает правый клапан и закрывает левый. Вода из основного водопроводящего трубопровода по пластмассовой трубке поступает к сверлению в трехходовом клапане, сообщаемому с полостью А. Из полости А вода по зазору между толкателем 30 и седлом 37 поступает в полость Б и далее по сверлению в полость Г, откуда по штуцеру 42 и соединительной трубке вода поступает в полость Ж диафрагменного клапана и отключает концевой дождевальный аппарат. После того, как рычаг 32 сойдет с упора, пружина толкателя 35 посредством толкателя 34 вернет рычаг 32 в исходное положение. При этом левый клапан откроется, правый закроется. Полость А запирается. Вода из полости Ж вытесняется и по соединитель-

ной трубке поступает в полость *Г*. Затем поступает в полость *В* и сливается. Диафрагменный клапан открывается.

При взаимодействии рычага 32 и упора концевой дождевальнй аппарат не работает, и машина за это время проходит сектор поля с углом около 26°.

Трехходовой клапан имеет возможность поворота на некоторый угол вокруг оси с пружиной кручения, которая прижимает клапан к оси 46.

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

*Сливные клапаны* (лист 2) предназначены для обеспечения автоматического слива воды из водопроводящего трубопровода при прекращении ее подачи. Клапан состоит из корпуса 70, уплотнения 71 и крышки 72. В отверстии корпуса имеются два прилива для заворачивания клапана в штуцер трубы специальным ключом.

Уплотнение выполнено из литой резины. По его периметру имеются пазы полукруглой формы для прохода воды при сливе. При наличии давления воды в трубопроводе уплотнение прогибается под действием перепада давления и прижимается к конусной части крышки. При снятии давления воды под действием упругих сил резины уплотнение выпрямляется, и вода проходит через пазы в нижнюю часть крышки, в которой имеется сливное отверстие. К приливам крышки приклепан щиток 73 для разбивания струи воды при сливе. Крышка 72 заворачивается от руки.

*Гидропривод тележек* работает следующим образом. Вода из водопроводящего трубопровода 3 (лист 4) проходит сквозь сетчатый двухслойный фильтр 4 и по рукаву 9 поступает через тройник 38 к регулирующему клапану системы автоматического регулирования скорости движения тележек. Пройдя клапан, вода по резиновому рукаву поступает к тройнику 26 (лист 5) и далее в полость *А* и затем в полость *Б* клапана-распределителя. Из полости *Б* по каналу в основании 54 и по отверстию в штоке 45 вода попадает в полость гидроцилиндра, образованную цилиндром 44, поршнем 43 с манжетой 42 и верхней крышкой 38. Заполняя под давлением эту полость, вода заставляет перемещаться цилиндр 44 вверх, так как шток 45 закреплен в основании 54, которое посредством оси соединено с рамой опорной тележки. Движущийся вверх цилиндр 17 (лист 3) поворачивает силовой рычаг 8 и растягивает возвратную пружину 7. Силовой рычаг 7 перемещает

задний толкатель 2 и передний 20. Толкатели 2 и 20 упираются в почвозацепы колес 1 и 21 и поворачивают колеса на один почвозацеп, передвигая опорную тележку. Передвижение гидроцилиндра 17 вверх происходит до тех пор, пока втулка силового рычага 8 не упрется в штифт 15 тяги 16. При дальнейшем движении гидроцилиндра 17 вверх силовой рычаг 8 начинает перемещать тягу 16 переключения, которая поворачивает рычаг 33 переключателя (лист 5). Пружина 29 сжимается, наклоняется влево, и после прохождения вертикального положения ударом производит переключение рычага 33, который регулировочным болтом 36 ударяет по штоку 51 клапана-распределителя. При этом шток 51 опускается, и полость Б сообщается с полостью В, а давление воды, действующее на манжету 58, заставляет запорный конус клапана плотно сесть в гнездо основания 55.

Под действием возвратной пружины 7 (лист 3) и сил тяжести силовой рычаг 8 и гидроцилиндр 17 опускаются, переставляя упоры толкателей 2 и 20 на следующие почвозацепы колес 1 и 21. Чтобы при этом не происходило откатывание колес назад, которые движутся по продавленной ими колее и преодолевают сопротивление растительности, на раме опорной тележки устанавливается подпружиненный стопор 19, упирающийся в почвозацепы переднего колеса 21.

При движении цилиндра 44 (лист 5) вниз вода из надпоршневой полости вытесняется и идет по штоку в полость Б, затем в полость В и в рукав 37 сливной магистрали, закрепленный на водопроводящем трубопроводе. В горизонтальной части сливной магистрали имеется ряд отверстий, сквозь которые вытесняемая из гидроцилиндра вода выливается на землю. С целью обеспечения свободного перемещения гидроцилиндра в основании 47 и цилиндре 44 просверлены отверстия, сообщающие подпоршневую полость с атмосферой.

Вместе с цилиндром вниз движется и силовой рычаг, втулка которого в определенный момент начинает давить на плечики скобы тяги переключения. Скоба давит на рычаг 33 и наклоняет вправо пружину 29. После прохождения вертикального положения пружина 29 поворачивает рычаг 33, который своим носком ударяет по шайбе штока 51 и поднимает его. Полость А сообщается с полостью Б, вода поступает в гидроцилиндр и цикл повторяется.

Число циклов в минуту зависит от порядкового номера тележки и скорости движения машины. При максимальной скорости движения машины цилиндры совершают от 3,8 до 6,0 ходов в минуту. Длина хода цилиндра около 67 см. За один ход цилиндра тележка перемещается примерно на 16 см.

На машине устанавливаются *клапаны-распределители* двух типов: низкоскоростные и высокоскоростные. Низкоскоростные клапаны (лист 5) имеют меньшее проходное сечение и ставятся на ближних к неподвижной опоре тележках. На машине, имеющей шестнадцать тележек, низкоскоростные клапаны ставятся на первых девяти тележках, высокоскоростные на остальных тележках. (На машинах последних годов выпуска ставятся только высокоскоростные клапаны).

*Колесо в сборе с осью* (лист 5) состоит из ступицы колеса 78, оси 79, втулок 82 и 83, уплотнительных колец 77, крышки 74 и колодки 90 с прокладками 89. Колесо выполнено сварным из штампованного обода, соединенного со ступицей спицами круглого сечения. К наружной поверхности обода приварены на равных расстояниях зацепы, выполненные из гнутого листа. В расточку ступицы 78 с двух сторон запрессованы втулки из антифрикционного материала, которые в паре с осью образуют подшипник скольжения.

Колеса первой и второй тележек в отличие от остальных повернуты по траектории их движения для уменьшения осевых усилий в трубопроводе. Оси колес закрепляются на лапах рамы тележки болтом 87 и пальцем 85, который устанавливается в колодку 90. Для уменьшения количества сминаемых колесами растений к оси колеса крепятся стеблеотводы, раздвигающие растения. При повороте колес машины для транспортировки на другую позицию оси колес разворачиваются на 90° вокруг болта 87, палец 85 устанавливается в свободное отверстие лапы рамы, стеблеотводы снимаются.

*Система автоматического регулирования скорости движения тележек* (лист 4) служит для поддержания прямолинейности водопроводящего трубопровода 3 путем регулирования скорости опорных тележек. При выбегании вперед или отставании одной из тележек происходит изгиб трубопровода 3. Это ведет к перемещению тягами 24 регулирующего стержня 21. Таким образом, изгиб трубопровода 3 в горизонтальной плоскости ведет к соответствующему перемещению регулирующего стержня 21. При этом изогнутая часть стержня 21 перемещается по ролику 10, что вызывает поворот нажимного рычага 14. Нажимной рычаг 14 посредством регулировочного болта 11 воздействует на шток 37 регулирующего клапана и перемещает тарелку 36, изменяя проходное сечение клапана. При отставании тележки регулирующей стержень 21 движется влево, шток 37 перемещается вниз, проходное сечение регулирующего клапана увеличивается, количество воды, поступающей к гидроцилиндру, возрастает, отставшая тележка догоняет соседние и линия трубопровода выпрямляется.

Тележки должны двигаться согласованно с разными скоростями. Чем дальше тележка находится от центральной опоры, тем выше должна быть её скорость. Соответственно должны отличаться и расходы воды на гидропривод. Поэтому при прямой линии водопроводящего трубопровода 3 регулирующие стержни 21 на каждой тележке занимают разное исходное положение, обеспечивающее большее проходное сечение регулирующего клапана для каждой последующей тележки по сравнению с предыдущей. Необходимое исходное положение стержня 21 задается регулировочной гайкой 25.

Системы автоматического регулирования скорости движения тележек стоят на всех тележках кроме последней и подстраивают скорость всех тележек под скорость последней тележки.

С целью уменьшения резких колебаний давления в машине, возникающих при перекладке рычагов клапанов-распределителей, отключения и включения подачи воды, на тройниках 38 регулирующих клапанов установлены *воздушные демпферы* 12.

*Кран задатчик скорости* (лист 5) предназначен для регулирования механиком-оператором скорости движения последней тележки, а значит, и всей машины в зависимости от необходимой нормы полива (обратите внимание на минимальную продолжительность оборота машины, соответствующую максимальной скорости движения машины (см. табл. 4.1)). Кран установлен на магистрали подачи воды к гидроцилиндру последней тележки между краном регулирующим механической защиты и клапаном-распределителем.

Кран состоит из корпуса 91, обрешиненной шаровой пробки 92, уплотняемой шайбой 94 и двумя резиновыми кольцами 93 и 95. На корпусе 91 болтами 99 закреплен диск 96. На штоке пробки 92 установлен указатель 97. Деления на диске 96 позволяют механику ориентировочно установить скорость движения машины, задав тем самым требуемую поливную норму. Установка указателя 97 на деление «А» соответствует максимальной скорости движения машины и минимальной поливной норме. При всех остальных положениях проходное сечение крана уменьшается, соответственно уменьшается скорость движения машины и увеличивается количество воды, выдаваемое на орошаемую площадь за один оборот машины.

*Система электрической защиты* служит для аварийной остановки машины при недопустимом изгибе трубопровода в горизонтальной плоскости. Система работает следующим образом.

При выходе одной из тележек из требуемой линии происходит изгиб трубопровода, приводящий к перемещению регулирующего

стержня 21 (лист 4) с закрепленными на нем упорами 20. Если изгиб трубы превышает допустимое значение, упоры 20 действуют на маятник 19 и наклоняют его (в нормальном положении маятник занимает вертикальное положение, обеспечиваемое пружиной 18). При наклоне маятника 19 происходит наклон ртутных переключателей 16. Ртутные переключатели 16 всех тележек соединены последовательно проводом 1. При наклоне переключателя 24 (лист 1) ртуть внутри них перетекает и цепь размыкается. Соединительные провода выведены к трубе 18, на которой ставится гидрозадвижка с приводом, закрывающим гидрозадвижку при разрыве цепи электрической защиты. Для приведения в действие привода гидрозадвижки в цепь включается аккумуляторная батарея, устанавливаемая на неподвижной опоре с поворотным колесом. В том случае, когда насосная станция обеспечивает подачу воды к одной дождевальной машине, система электрической защиты может отключать насосную станцию.

*Стоп-устройство* (лист 1) предназначено для автоматической остановки машины после прохождения ею полного круга или остановки в каком-либо заранее заданном месте поля путем отключения подачи воды системой электрической защиты.

Стоп-устройство крепится в начале трубы водопроводящего трубопровода 11. При движении машины по кругу стержень стоп-устройства 31 наталкивается на планку 30, закрепленную на кольце 16 кронштейном 28. Упершись в планку 30, стержень 31 наклоняет ртутный переключатель 33, включенный последовательно в систему электрической защиты. При размыкании электрической цепи подача воды в машину прекращается.

Если в автоматической остановке машины нет необходимости, то стоп-устройство отключают, повернув планку 30 вниз.

*Система механической защиты* (лист 6) предназначена для защиты машины от поломок при недопустимых общем прогибе и местных изгибах водопроводящего трубопровода путем уменьшения скорости движения последней тележки, вплоть до её остановки, без отключения водоподдачи.

Система состоит из крана регулирующего с приводом 32, смонтированного на последней тележке, и проволоки управления 24, протянутой по всей длине водопроводящего трубопровода и закрепленной одним концом на фланце поворотного колена неподвижной опоры, а другим концом через талреп и палец 14 со стержнем регулирующим 3.

На всем протяжении проволока поддерживается роликами 34, установленными на стойках 36 и поперечинах тросов в пролетах между

неподвижной опорой и перед последней тележкой, а также скобами хомутов 37.

Кран регулирующий состоит из корпуса 21 и крышки 23, уплотненных по стыку кольцом 22. Внутри корпуса между двумя резиновыми кольцами 20 расположен шар 19 с отверстием. В паз шара 19 входит шлиц штока 18. Последний уплотняется двумя манжетами 17, изготовленными из фторопласта, которые поджимаются кольцом 16.

На свободном конце штока закреплена планка 15 с двумя роликами 9. При горизонтальном положении планки 15 кран полностью открыт. Поворотом штока осуществляется перекрытие крана. Кран регулирующий 27 закрепляется на плите 26 переходником 29 через набор шайб 28, которым обеспечивается прижатие корпуса клапана к плите 26 при одновременном создании необходимого натяга в соединении конусной резьбы корпуса и переходника.

На плите 26 между направляющими роликами 13 и 2 расположен стержень 3 привода, к которому приварен копир. К копиру стержня 3 крепится двумя болтами второй подвижный копир 5. Оба копира образуют профильный контур с прямым участком в середине и двумя криволинейными участками по краям. В копирах имеются отверстия, позволяющие регулировать длину прямолинейного участка контура, что влияет на чувствительность системы. На заводе-изготовителе копиры устанавливаются в среднее положение.

На плите 8 закрепляются ртутные переключатели 6 системы электрической защиты, которые поворачиваются одновременно со штоком 18. Для обеспечения необходимого натяжения проволоки 24 к стержню 3 присоединяется пружина 4, натяжение которой производится регулируемой шпилькой 1.

Работа системы осуществляется следующим образом. Когда ролики 9 находятся на прямолинейной части копира, кран 27 полностью открыт и обеспечивается скорость последней тележки, заданная краном задатчиком скорости. При изгибах трубопровода, вызывающих перемещение стержня 3 в положение, когда профильный контур копиров находит на ролик 9, заставляя его перемещаться по своей поверхности, происходит поворот планки 15 и связанного с ней штока 18 регулирующего крана. При этом уменьшается проходное сечение крана и замедляется скорость тележки.

Уменьшение скорости движения или остановка последней тележки приведет к уменьшению скорости движения других тележек системой автоматического регулирования скорости движения тележек. При восстановлении заданной линии трубопровода кран регули-

рующей откроется, и машина начнет движение с заданной скоростью. При недопустимо большом изгибе трубопровода, вызывающем сильный наклон плиты 8 и ртутных переключателей 6, происходит размыкание цепи электрической защиты и остановка машины. После чего следует выяснить и устранить причину, вызвавшую недопустимый изгиб.

*Механический тормоз 3* (лист 3) предназначен для предотвращения самопроизвольного выкатывания тележки при работе на склонах или местных неровностях. В зависимости от конкретных условий тормоза могут быть установлены на любых тележках, кроме последней.

Установка тормозов необязательна в случае отсутствия причин, вызывающих выкатывание тележек и связанных с этим остановок машины системой электрической или механической защиты.

Тормоз работает следующим образом. При выкатывании тележки вперед стержень 9а системы автоматического регулирования скорости движения тележек перемещается и освобождает трос. При этом рычаг 3 опускается и заклинивает заднее колесо. Тележка останавливается и удерживается тормозом до тех пор, пока соседние тележки при движении не выровняют линию трубопровода. При этом рычаг выйдет из зацепления с почвозацепом колеса, и тележка может продолжать свое движение.

Особенностью механического тормоза последней тележки является то, что свободный конец троса управления стопорным рычагом 3 охватывает ролики 4 и крепится к силовому рычагу 8. Таким образом, при каждом ходе гидроцилиндра рычаг 3 приподнимается и дает возможность колесу повернуться на один почвозацеп.

*Гидравлическая система защиты* предназначена для тех же целей, что и электрическая и используется взамен ее.

Контакты электрической системы защиты окисляются, изоляция разрушается, и защита теряет работоспособность. Особенно часты отказы электрической системы защиты при удобрительных поливах, т. е. поливах водой с растворенными в ней удобрениями. Работает электрическая система от аккумуляторной батареи, обслуживание которой довольно трудоемкое. Это положение и привело к необходимости разработки и использования более надежной системы защиты, которой и является гидравлическая система.

При применении гидравлической системы защиты остановка машины осуществляется путем автоматического прекращения подачи воды в машину, путем перекрытия задвижки, заслонка которой открывается и закрывается вмонтированным в задвижку гидроприводом,

закрывающим и открывающим ее по сигналу гидрореле, которое реагирует на изменение давления в гидравлической системе защиты. Прекращение подачи воды в машину после падения давления в гидравлической системе защиты происходит за время, не превышающее 40 с.

Принцип работы гидравлической системы защиты схож с принципом действия электрической системы защиты. Роль ртутных прерывателей играют исполнительные клапаны. Гидравлическая система защиты (лист 4) включает в себя исполнительные клапаны 40, устанавливаемые на всех тележках; трубки 41, соединяющие исполнительные клапаны 40 и гидрореле задвижки; копиры 42, выключающие клапаны 40 и устанавливаемые на всех тележках кроме первой; обратный клапан 43, устанавливаемый у стояка 44 дождевального аппарата, расположенного на консольной части водопроводящего трубопровода; сетчатый фильтр 46, крепящийся к тройнику 45 стояка 44 дождевального аппарата; переходники и крепеж.

Питание системы осуществляется от водопроводящего трубопровода со стороны его консольной части. Вода, поступающая в последний дождевальный аппарат (не путать с концевым), идет по стояку 44 аппарата и попадает в тройник 45, в который вворачивается сетчатый фильтр 46 с размерами ячеек 0,28 мм. После фильтра вода проходит через обратный клапан 43 и последовательно заполняет соединительные трубки 41 и исполнительный клапан, установленный над копиром стержня механической защиты; исполнительные клапаны, установленные над маятником систем автоматического регулирования скорости движения тележек; исполнительный клапан, установленный на стоп-устройстве; гидрореле и спускной кран гидрореле.

Спускной кран служит для заполнения системы водой и удаления из нее воздуха. При первом заполнении системы водой время заполнения составляет 12...22 мин в зависимости от модификации машины. Заполнение производится при рабочем давлении и полностью открытым спускным кране до появления сплошной струи воды, не содержащей пузырьков воздуха. После этого кран закрывается.

Обратный клапан 43 служит для предохранения попадания воздуха в систему при отключении подачи воды в машину.

При чрезмерном выбегании или отставании одной из тележек растяжки 24 перемещают регулирующий стержень 21, который упорами 20 поворачивает маятник 19 вместе с закрепленным на нем копиром 42. Копир воздействует на шток тарелки клапана и наклоняет её. При этом между нижней опорной поверхностью тарелки и корпусом кла-

пана появляется щель, и вода вытекает из системы защиты. Давление в ней падает, что служит сигналом для гидрореле к закрытию гидрозадвижки. Аналогично работают исполнительные клапаны механической защиты и стоп-устройства.

*Гидроподкормщик* может быть установлен на дождевальную машину при необходимости внесения минеральных удобрений одновременно с поливом. В этом случае рядом с неподвижной опорой устраивается подземная емкость, в которой приготавливается концентрированный раствор удобрений. Объем емкости определяется нормой внесения удобрений за один полив и составляет обычно 7...10 м<sup>3</sup>. Вода в емкости подается от трубопровода, подводящего воду к машине.

Растворенные удобрения засасываются из емкости диафрагмовым насосом гидроподкормщика, который монтируется на неподвижной опоре. Диафрагма насоса приводится в действие поршневой системой, работающей от давления воды, подаваемой в трубопровод машины.

Гидроподкормщик связан с гидрозащитой, которая отключает машину в случае израсходования растворенных удобрений или отключает насос в случае остановки машины.

Подача насоса регулируется в пределах 25...460 л/ч.

### **4.3. Эксплуатация машины**

Перед началом работы производится смазывание машины согласно карте смазывания, если машина запускается на срок более 50 часов.

При подготовке к пуску на новой позиции после транспортирования производится проверка цепи электрической защиты машины.

При необходимости автоматического отключения концевого дождевального аппарата на кольце неподвижной опоры в требуемых местах устанавливаются упоры.

Стоп-устройство устанавливается так, чтобы остановка машины произошла в требуемом месте.

При установке машины на новой позиции, ранее не использовавшейся, или после ремонтных работ трубопровода оросительной сети необходимо произвести его промывку.

При отключенной или неисправной системе электрической или гидравлической защиты запуск машины категорически запрещается.

Для запуска машины включается подача воды, после заполнения водопроводящего трубопровода проверяется давление по манометру, установленному на машине. Подачу воды в машину следует увеличи-

вать постепенно во избежание резкого повышения давления воды в водопроводящем трубопроводе.

Убедившись внешним осмотром, что гидроприводы тележек и дождевальные аппараты работают нормально, устанавливают требуемую скорость движения машины для получения необходимой нормы полива.

За машиной не требуется постоянного наблюдения во время её работы. Механик-оператор периодически должен производить проверки и техническое обслуживание машины.

После ввода машины в эксплуатацию или при переводе машины на новую ранее неиспользовавшуюся позицию требуется постоянное наблюдение за её работой при прохождении первого круга. При этом в случае необходимости производятся подрегулировки, связанные с особенностями рельефа поля, возделываемыми культурами и пр.

Режимы работы и устойчивость движения машины зависят от многих факторов, с которыми механику-оператору приходится сталкиваться при обслуживании и эксплуатации машины. Нормальным режимом работы машины можно считать режим, который при заданном давлении воды по штатному манометру и положении «Открыт» рукоятки крана задатчика скорости последней тележки обеспечивает положение общей линии трубопровода при движении в виде плавной дуги с небольшим прогибом в сторону движения. При этом гидроцилиндр последней тележки должен двигаться со скоростью не менее 5,5 ходов в минуту, задние колеса тележек идти по колее передних колес, а дождевальные аппараты вращаться равномерно, без заеданий.

В зависимости от характера поля, на котором работает машина, может потребоваться подрегулировка привода регулирующего крана последней тележки. На заводе-изготовителе подвижный копир стержня привода крана устанавливается в среднем положении. По результатам наблюдения за работой машины необходимо установить минимально возможное расстояние между копирами, при котором не происходит срабатывания переключателей электрической системы защиты последней тележки. На неровном поле это расстояние может быть максимальным, на ровном – минимальным.

При работе машины на поле с местными неровностями, приводящими к самопроизвольному выкатыванию тележек и срабатыванию электрозащиты, необходимо установить механические тормоза. Тележки, на которых следует устанавливать тормоза, определяются по рельефу поля. Если неровности поля вызывают выкатывание тележек вперед (не более чем на 0,6 м), что приводит к размыканию цепи элект-

трической защиты на время более 30 с, вместо тормозов можно установить реле с задержкой времени в цепи внешней системы электрозащиты. Это дает возможность соседним тележкам занять такое положение, когда переключатели на выкатившейся тележке замкнут цепь.

Время выдержки реле времени должно быть не более 40 с.

В случае применения во внешней системе гидрозадвижки с электрогидрореле, установка реле с задержкой времени не допускается.

При работе машины с большим сопротивлением движению (на высоких посевах, глубокой пахоте, при сильном встречном ветре, при подъеме на склон) изгиб её вперед может значительно уменьшиться. В этом случае проверяется натяжение горизонтальных тросов.

Если одна из тележек отстает от соседних, то нужно увеличить её скорость, повернув гайку регулятора скорости против часовой стрелки на 0,5...1,5 оборота. При опережении тележкой соседних необходимо уменьшить её скорость, повернув гайку по часовой стрелке на 0,5...1,5 оборота. Допускается производить подрегулировку на одной тележке не более двух раз. После подрегулировки надо проследить за поведением тележки и машины в целом. О результатах регулировки можно судить не ранее чем через 1,5...2 часа. Прибавлять скорость средним тележкам следует очень осторожно, так как при задании меньшей скорости последней тележке общий изгиб машины может достигать недопустимой величины.

Скорость ветра до 10 м/с не оказывает неблагоприятного воздействия на работу машины и не вызывает существенного изменения распределения воды по полю. Но при увеличении скорости ветра происходит унос части разбрызгиваемой воды и смещение поливаемой площади по направлению ветра.

Если ветер дует прямо в лоб машине или строго сзади, то может произойти изменение в общем прогибе машины. Но если изменение прогиба происходит только за счет ветра, это свидетельствует о том, что недостаточно натянуты горизонтальные тросы.

Работа при давлениях воды по штатному манометру, отличных от допустимых, приводит к изменению параметров машины. При пониженном давлении происходит уменьшение скорости движения машины, ухудшается равномерность орошения, а также нарушается ранее проделанная регулировка скорости движения машины. При повышенном давлении происходит чрезмерное распыление воды с образованием тумана, снижается эффективность работы машины вследствие повышенного расхода электроэнергии или топлива, неустойчиво работа-

ют клапаны-распределители (при давлениях более 0,75 МПа), происходит увеличение скорости движения машины.

Остановка машины осуществляется отключением подачи воды, т. е. остановкой двигателя насосной станции или закрытием гидрозадвижки подводящего трубопровода. Задвижку закрывают плавно с тем, чтобы избежать в подводящем трубопроводе гидравлического удара.

Остановка машины оператором, в том числе и при аварийной остановке, может быть произведена одним из следующих способов:

- 1) у неподвижной опоры поворотом рычага стоп-устройства;
- 2) у любой тележки (кроме последней): а) повернуть в любую сторону до срабатывания ртутного переключателя или клапана гидравлической защиты указатель положения переключателей на механизме регулирования скорости; б) снять проволоку системы механической защиты с ролика вверх и отпустить её до упора в стойки тросовой опоры;
- 3) у последней тележки поворотом рукоятки крана задатчика скорости до положения «Закрывает» (остановка без прекращения подачи воды).

После отключения подачи воды необходимо проконтролировать, чтобы вся вода слилась из машины через сливные клапаны.

#### **4.4. Техника безопасности**

Машина должна находиться в исправном состоянии с установленными ограждениями гидропривода. Обслуживающий персонал должен быть обеспечен спецодеждой (резиновыми сапогами и плащом). Регулировку и смазывание машины выполнять только после ее остановки.

Не допускается работа машины при скорости ветра более 20 м/с или грозе. Во время грозы необходимо остановить машину и удалиться от неё. При скорости ветра, превышающей 20 м/с, необходимо принять меры, предотвращающие смещение тележек. Для этого надо привязать проволокой спицы колес к опорной трубе рамы тележки.

При обнаружении неисправностей машину немедленно останавливают. Запуск в работу разрешается только после устранения неисправностей. При транспортировании машины через мосты, плотины, гати следует предварительно убедиться, может ли пройти машина.

Транспортирование машины под проводами линий электропередач должно производиться по согласованию с эксплуатирующими эти линии организациями. Запрещается находиться на машине во время её

транспортировки трактором. Недопустимо также нахождение людей в местах, где можно пострадать при обрыве тяговых тросов и цепей.

#### 4.5. Монтаж машины «Фрегат»

Для монтажа машины в центре орошаемого участка сооружают фундамент для неподвижной опоры и определяют монтажную полосу шириной 5...7 м, которую в дальнейшем используют в качестве стоянки машины в нерабочий период, как транспортную магистраль для перевозки машины с одной позиции на другую и для вывозки с участка сельскохозяйственной продукции. Поверхность фундамента должна быть примерно параллельна плоскости колеи первой тележки и не должна выступать над поверхностью поля. Фундамент армируют. Причем арматуру верхней плиты связывают с арматурой стоек. В теле стоек фундамента устанавливают анкер для крепления цепей. Для фундамента требуется около 2 м<sup>3</sup> бетона марки не ниже М 200. К неподвижной опоре прокладывают подводящую оросительную сеть.

Для выгрузки сборочных единиц и монтажа машины используют автокран или погрузчик, а также изготавливают три деревянные подставки, которые служат опорами при монтаже самоходных тележек и основного трубопровода.

Монтаж дождевальной машины «Фрегат» облегчается тем, что она в основном собирается из унифицированных сборочных единиц и деталей. Порядок подготовки машины к сборке следующий. Около фундамента неподвижной опоры выгружают арматуру неподвижной опоры, мелкие детали и крепежные элементы, а также бухту проволоки системы механической защиты; кронштейн для укрепления проволоки к фланцу поворотного колена; натяжные тросы пролета между неподвижной опорой и первой тележкой; поперечину для крепления тросов с кронштейнами, загнутыми в две стороны; растяжки поперечины. Затем вдоль предполагаемой линии водопроводящего трубопровода (впереди машины на 1,5...2 м) начинают раскладывать трубы. Первую крайнюю трубу сгружают и укладывают на расстоянии 70 см от центра вращения поворотного колена неподвижной опоры. Остальные трубы укладывают вплотную друг к другу с зазором в местах установки тележек примерно 39...40 см.

Рамы тележек раскладывают согласно нанесенной нумерации позади разложенных труб. При этом опорная труба рам должна располагаться в зазоре, а их середина совпадать с воображаемой линией водопроводящего трубопровода.

У рам тележек с первой по шестую сгружают короткие трубы длиной 340 мм, диаметром 178 мм, у рамы седьмой тележки – переходник с диаметром 178 на 152 мм, у остальных раскладывают короткие трубы диаметром 152 мм.

В месте установки каждой тележки выгружают стойки и детали тросовой опоры, поддерживающие тросы, натяжные тросы пролета между данной и следующей тележкой, поперечины (одна с кронштейнами, загнутыми в одну сторону), растяжки поперечин, короткую трубу, толкатели, колеса, регулятор скорости, тяги регулятора скорости, детали стойки ролика системы механической защиты. У рамы последней тележки дополнительно выгружают натяжные тросы и поперечину консольной части, регулирующий кран с приводом системы защиты, фирменный знак. После раскладки основных узлов проводят сборку неподвижной опоры и тележек. На 16-тележечном «Фрегате» с первой по девятую тележку устанавливают низкоскоростные клапаны-распределители, на остальных – высокоскоростные.

После монтажа на тележке регулятора скорости выполняют его проверку. При проверке необходимо, чтобы вода от водопроводящего трубопровода поступала под тарелку клапана. Кроме того, штоки клапанов, отжатые вниз до упора, должны легко возвращаться в первоначальное положение. После проверки на отводы регуляторов наворачивают демпферы, штуцера, устанавливают шланги, толкатели, тросовые опоры и кронштейны с роликами механической защиты. Монтаж ведут от неподвижной опоры, предварительно убедившись в надежности её крепления на фундаменте.

Порядок сборки машины следующий. С помощью подъемного механизма поднимают трубу, один конец ее устанавливают на деревянную подставку, а второй через прокладку соединяют болтами с фланцем поворотного колена. Затем аналогично монтируют вторую трубу. В месте соединения второй и первой труб устанавливают поперечину с кронштейнами по краям, загнутыми в две стороны. Поперечину закрепляют верхним болтом и укрепляют растяжками. После этого с помощью грузоподъемного устройства первую тележку поднимают в вертикальное положение и фланцы второй и короткой труб стягивают болтами.

При монтаже последующих пролетов промежуточная труба должна находиться на подставках до тех пор, пока поддерживающие тросы с обеих сторон тележки не будут закреплены. После сборки всего трубопровода на последней тележке устанавливают регулирующий кран с приводом и кран задатчик скорости. Затем проверяют правильность

расположения тележек: они должны находиться на одной прямой. Натягивают проволоку системы механической защиты, монтируют систему электрической аварийной защиты, отключения концевого аппарата, слива воды, стоп-устройство. Затем проводят предварительную регулировку натяжных тросов, устанавливают уравнивательные тросы, тяги регуляторов скорости, дождевальные аппараты. Тросы должны быть натянуты так, чтобы обеспечивался прогиб трубопровода между опорными тележками вверх на 5...10 см, а в пролете между последней и предпоследней тележками должен обеспечиваться такой же прогиб вниз. Консольная часть с концевым дождевальным аппаратом должна быть приподнята на 10...15 см.

Провода и ртутные переключатели системы электрической защиты перед монтажом проверяют ампервольтметром и внешним осмотром. После монтажа целостность цепи системы защиты проверяют также ампервольтметром при нормальном положении ртутных переключателей.

В завершение монтажа с помощью подъемного устройства устанавливают колеса тележек. При монтаже колес необходимо иметь в виду, что оси колес первой и второй тележек красного цвета, остальные окрашены в черный цвет. После установки колес монтируют стеблеотводы и при необходимости на тележках устанавливают механические тормоза.

#### **4.6. Основные регулировки машины «Фрегат»**

Основные регулировки выполняются в процессе монтажа и при пробном пуске машины.

##### **4.6.1. Регулировка срабатывания привода клапана-распределителя гидроцилиндра**

Проверяется срабатывание привода клапана-распределителя при верхнем и нижнем положениях гидроцилиндра. Для этого необходимо полностью ослабить возвратную пружину 7 (лист 3, 5), поднять и установить на упорах толкатели 2 и 20 и, перемещая вручную гидроцилиндр 17 вверх, добиться срабатывания механизма привода клапана-распределителя.

После переключки (щелчка) рычага 33 при подъеме гидроцилиндра он должен иметь запас хода вверх до упора не менее 11 мм. Для изменения запаса хода следует сделать риску на штоке 45 на уровне нижне-

го торца крышки 47 при ее положении в момент перекладки рычага, затем переместить гидроцилиндр 44 до упора его в поршень 43 и замерить запас хода. При несоответствии запаса хода необходимо переставить штифт 15 тяги 16. Для уменьшения запаса хода штифт ставится в верхнее отверстие, для увеличения – нижнее. Машина поставляется со штифтами, установленными в среднее отверстие.

Затем гидроцилиндр опускается вниз до обратной перекладки рычага 33. В момент его переключения зазор между торцом крышки 47 и торцом основания 54 должен быть в пределах 11...32 мм.

Зазор в нижнем положении цилиндра регулируется перестановкой скобы тяги привода клапана-распределителя в одно из трех свободных отверстий. Для увеличения зазора тяги скоба переставляется в одно из свободных нижних отверстий, а для уменьшения – в одно из верхних. После получения необходимого зазора в нижнем положении гидроцилиндра обязательно повторно проверяется зазор при его верхнем положении.

Производится натяжение пружины 7 (лист 3) болтом 6 до получения рабочего зазора 25 мм между торцом муфты и втулкой.

#### **4.6.2. Регулировка системы механической защиты**

При сборке машины проволоку системы механической защиты закрепляют одним концом на фланце поворотного колена неподвижной опоры, пропускают через ролики, а другим – в проушине талрепа. Затем при помощи талрепа проволока натягивается. При этом стержень с копирами перемещается относительно роликов 9. Натяжение необходимо производить до тех пор, пока середина прямого участка между копирами установится над серединой между роликами 9. Если талрепом не удалось достичь нужного положения регулирующего стержня, нужно освободить талреп, снять проволоку с нескольких роликов, протянуть больше проволоки через проушину талрепа и повторить натяжение.

Проверка срабатывания системы механической защиты, производится следующим образом. Проволока снимается с ролика предпоследней тележки и медленно опускается. До того как проволока коснется угольников тросовой опоры предпоследней тележки, копир стержня должен повернуть плиту с роликами регулирующего крана в крайнее положение (кран должен закрыться и ртутный переключатель разомкнуться).

### 4.6.3. Регулировка системы автоматического регулирования скорости движения тележек

В регуляторе скорости регулировочный болт 11 устанавливается так, чтобы при положении длинного прямого участка стержня 21 на ролике 10 (по рисунку – влево до отказа) шток 37 имел дополнительный ход вниз до упора, равный 1,4...1,7 мм. Требуемая величина хода обеспечивается регулировочным болтом 11. После установки необходимой величины дополнительного хода штока 37 торец регулировочного болта 11 должен быть заподлицо с контргайкой или выступать над ней на 1...4 мм. Если это требование не выполнено, необходимо изменить толщину набора шайб 31.

Для нормальной работы машины важно правильно отрегулировать скорости движения тележек. Так как машина движется по кругу, то каждая из последующих тележек должна иметь скорость выше скорости предыдущей. Это достигается увеличением подачи воды на каждый последующий гидроцилиндр, за счет увеличения проходного сечения в клапане регуляторе скорости, т.е. за счет изменения исходного положения штока клапана.

Настройка системы автоматического регулирования скорости тележек выполняется на работающей машине. Для настройки системы рекомендуется использовать специальные шаблоны (лист 4). Порядок настройки следующий. Кран задатчик скорости на последней тележке устанавливают в положение Б. Затем на первой тележке отпускают контргайки 27 (лист 4) и регулировочную гайку 25 вращают, перемещая, регулирующий стержень влево до упора его изгиба в ролик 10 и далее до положения, при котором регулировочный болт 11 коснется штока 37 клапана. После этого на резьбовой конец стержня 23 навинчивают шаблон тыльной стороной к гайке 25 и вращением его совмещают основание стрелки с осью симметрии гайки 25. Затем регулировочную гайку 25 вращают в направлении стрелки до совпадения ее оси симметрии с риской, соответствующей номеру тележки. При отсутствии шаблона необходимый угол  $\alpha$  вращения гайки 25 в градусах определяется по формуле

$$\alpha = 360(N-1) + 250,$$

где  $N$  – номер тележки, на которой производится регулировка.

После окончания регулировки контргайки 27 необходимо вернуть так, чтобы стержень 23 имел осевой люфт 0,3...0,5 мм.

При этом положении стержня 23 необходимо отрегулировать зазор между упорами 20 и маятником 19. При использовании системы элек-

тросзащиты, срабатывающей без задержки времени, этот зазор должен быть 19 мм; если система срабатывает с выдержкой времени – 16 мм. Регулировка зазора осуществляется перемещением упоров по стержню при ослабленных болтах хомутов упоров. Таким же образом регулируются упоры гидравлической защиты.

Машина должна отключаться автоматически раньше, чем какая-либо тележка отстанет от двух соседних тележек или опередит их на величину не более 1,2 м.

#### **4.6.4. Регулировка механического тормоза**

Механический тормоз необходимо регулировать во время рабочего хода силового цилиндра, когда тележка движется вперед. Ролик на рычаге тормоза должен проходить над зацепом колеса на расстоянии 3 мм. Этого добиваются регулировкой длины троса тормоза талрепом.

Под действием пружины механического тормоза может нарушиться ранее проведенная регулировка привода регулятора скорости. Поэтому после установки механических тормозов визуально контролируется движение тележки относительно общей линии движения машины. В случае необходимости производится дополнительная регулировка гайкой регулятора скорости.

Если одна из тележек отстает от соседних, то нужно увеличить её скорость, повернув гайку регулятора скорости против часовой стрелки на 0,5...1,5 оборота. При опережении тележкой соседних необходимо уменьшить её скорость, повернув гайку по часовой стрелке на 0,5...1,5 оборота. Допускается производить подрегулировку на одной тележке не более двух раз. После подрегулировки надо проследить за поведением тележки и машины в целом. О результатах регулировки можно судить не ранее чем через 1,5...2 часа.

#### **4.6.5. Установка и настройка дождевальных аппаратов**

На машине используются четыре типа среднеструйных дождевальных аппаратов с различными насадками, имеющими разные расходы и дальности струй. Путем определенной расстановки аппаратов по длине машины и соответствующей настройки их по давлению в струе воды на выходе из насадок обеспечивается равномерное орошение участка.

Порядок расстановки аппаратов по длине машины, размеры проходных отверстий насадок и величины требуемых давлений на выходе

из насадок для машин данной марки приводятся в таблице, имеющейся в инструкции по эксплуатации.

Настройка дождевальных аппаратов заключается в регулировке проходных сечений кранов на стойках дождевальных аппаратов и контролируется прибором ППД-6 для измерения полного давления в струе дождевального аппарата. Прибор поставляется в комплекте с машиной. Он представляет собой манометр с трубкой Пито и комплект хомутов для крепления трубки на насадке аппарата.

Настройка производится от неподвижной опоры к консольной части. Перед настройкой необходимо: установить толкатели колес в верхнем положении; рукоятку крана задатчика скорости последней тележки установить в положении «Закрыт»; открыть краны перед всеми дождевальными аппаратами.

Порядок настройки следующий. Запускают насосную станцию и устанавливают рабочее давление на входе в машину по верхнему пределу для данной модификации. Закрывают кран перед настраиваемым аппаратом и на основное сопло аппарата закрепляют хомут с трубкой Пито. Затем, плавно открывая кран, устанавливают требуемое давление в соответствии со схемой установки и данными по настройке дождевальных аппаратов для машины данной марки, которая приводится в заводской инструкции.

После настройки всех аппаратов необходимо провести повторную регулировку, так как в процессе настройки изменяется давление на уже отрегулированных аппаратах.

#### **4.7. Техническое обслуживание и хранение машины «Фрегат»**

В состав системы технического обслуживания входят ежесменное техническое обслуживание (ЕТО), три вида периодического технического обслуживания (ТО-1, ТО-2, ТО-3) и два плановых сезонных технических обслуживания (СТО-1, СТО-2).

ЕТО проводится перед началом каждой смены: ТО-1 – после каждого оборота машины или через 50...150 ч работы; ТО-2 – после каждых трех оборотов машины или через 150...450 ч работы; ТО-3 – после шести оборотов машины или через 450...1350 ч работы. СТО-1 выполняется перед началом сезона, а СТО-2 – после его окончания при подготовке машины к зимнему хранению.

При ЕТО проверяют положение общей линии трубопровода в горизонтальной и вертикальной плоскостях, работу дождевальных аппаратов на равномерность вращения, работу системы управления конце-

вым дождевальным аппаратом, работу гидроцилиндра в сборе с клапаном-распределителем, герметичность соединений водопроводящего трубопровода и сливных клапанов, совпадение колеи задних колес тележек с колеёй передних колес при максимальной скорости последней тележки, надежность крепления неподвижной опоры на фундаменте, давление воды по манометру.

При ТО-1 выполняется смазка солидолом УС-2 и ВС-2 всех точек смазки за исключением ступиц колес.

При ТО-2 выполняются операции ТО-1, и заливается масло М-12В<sub>2</sub> в ступицы колес.

При ТО-3 выполняются операции ТО-2, проверяются регулировка системы автоматического регулирования скорости движения тележек, крепление основных сборочных единиц, значения основных рабочих зазоров, число ходов цилиндра последней тележки (при полностью открытом кране задатчике скорости цилиндра должен совершать не менее 5,5 ходов в минуту). Кроме того, осматриваются и очищаются сетки фильтров, оценивается состояние подшипников скольжения толкателей колес с помощью вольтамперметра, проверяется сопротивление изоляции проводов, производится переукладка запаса провода в поддоне неподвижной опоры, выполняется регулировка натяжения тросов.

В конце поливного сезона выполняется СТО-2, заключающееся в постановке машины на хранение. Машину ставят на незатопляемое при весенних паводках место. Затем промывают водопроводящий трубопровод потоком воды, для чего закрывают краны перед дождевальными аппаратами и кран задатчик скорости, поднимают толкатели колес тележек, снимают заглушку консольной части трубопровода и включают подачу воды от насосной станции.

Слив остатков воды производится открытием сливных краников. Колеса надёжно стопорят и тележки расчаливают с помощью проволоки и анкерных колец или поворачивают часть колес в транспортное положение. Снимают, подвергают консервации и сдают на склад дождевальные аппараты, манометр, сливные клапаны и другую арматуру. Сдают на склад также проводку, ртутные переключатели, шланги и трубку отключения концевого дождевального аппарата. Штуцера закрывают пробками, полиэтиленовой пленкой или паклей, пропитанной солидолом. Машину смазывают согласно карте смазывания, ослабляют натяжение тросов и смазывают наконечники тросов и талрепы.

При СТО-1 производится расконсервация и монтаж сборочных единиц, расстопориваются колеса и выполняется ТО-3.

## **5. ОСОБЕННОСТИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН ДМУ «ФРЕГАТ» И «БРИГАНТИНА»**

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

Дождевальная машина «Бригантина» отличается приводом самоходных тележек, тележки имеют пневмоколесный ход, тросовые растяжки отсутствуют, тележки друг с другом связаны водопроводящим трубопроводом, соединенным с фермами шпренгельного типа.

Машины «Фрегат» даже с применением концевой дождевальной аппаратуры углы участка поливают не полностью. Для устранения этого недостатка на конце машины «Бригантина» имеется дополнительное звено, состоящее из одного пролета, тележки, консольной части и дождевальных аппаратов. Во время работы машины дополнительное звено находится в транспортном положении, при котором трубопровод дополнительного звена параллелен основному трубопроводу и движется на самоходной опоре за ним. При подходе к углу машина останавливается, а дополнительное звено вступает в работу, совершая поворот на  $360^\circ$  вокруг присоединительного шарнира, и производит полив угла. После завершения полива угла дополнительное звено занимает транспортное положение, и машина продолжает движение по кругу.

## **6. ОСОБЕННОСТИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН «МИНИ- ФРЕГАТ К», ДМУ-А «ФРЕГАТ», «МИНИ-КУБАНЬ К» И ДМУ «ФЕРМЕР-КУБАНЬ ЛК»**

Машины «Мини-Фрегат К», ДМУ-А «Фрегат», выпускающаяся также под маркой ДМУ «Фермер-Фрегат» и «Мини-Кубань К» созданы с использованием элементов машин основных моделей и предна-

значены для орошения различных, в том числе высокостебельных культур на мелкоконтурных участках. Машины обслуживаются одним человеком и могут орошать два участка. При транспортировании колеса разворачиваются вдоль осевой линии машины.

Машина ДМУ «Фермер-Кубань ЛК» приводится в движение от внешней электрической сети напряжением 380 В. Каждая тележка имеет электродвигатель, передающий посредством трансмиссии с червячным редуктором движение на пневмоколеса. Машина имеет систему электрической синхронизации движения тележек. Имеется четыре модели с двумя и тремя тележками. «Мини-Кубань К» имеет одну опорную тележку с электроприводом от моторредуктора мощностью 0,75 кВт и выпускается в четырех модификациях. Машины движутся прерывисто в так называемом старт-стопном режиме. Скорость их движения задается пультом, установленным на центральной опоре и изменяющим соотношение между временем движения и временем стояния машины. Тем самым при старт-стопном режиме движения регулируется средняя скорость движения машины и время ее оборота. Основные данные машин приведены в табл. 3.1.

Машины «Мини-Фрегат К» и «Мини-Кубань К» имеют по одной опорной тележке, поэтому у них отсутствуют системы синхронизации скорости движения тележек. Дополнительные технические данные машин приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Технические данные машин для орошения мелкоконтурных участков

Марка машины	Длина машины от оси центральной опоры, м	Минимальное время оборота, ч	Площадь орошения на одной позиции, га	Клиренс по ферме, м	Диаметр водопроводящего трубопровода, мм	Общий допустимый уклон	Масса без воды, т
ДМУ-А «Фрегат»	67,8... 186,2	5,7... 19,4	2,3... 13,1	2,2	152	±0,05	1,9... 5,5
«Мини-Фрегат К»	89,1	7,2	3,3	2,7	102	±0,03	3,17
«Мини-Кубань К»	89,1	4,7	2,7; 3	2,7	102	±0,02 ... ±0,07	3,32
ДМУ «Фермер-Кубань ЛК»	125; 173	5,7; 8,5	5,1; 9,8	2,7	168	+0,01 ... -0,015	5,5... 7,1

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы.....	3
2. Оснащение и учебно-наглядные пособия.....	3
3. Назначение многоопорных дождевальных машин кругового действия.....	3
4. Дождевальная машина ДМ «Фрегат».....	5
4.1. Общее устройство и техническая характеристика.....	5
4.2. Устройство и принцип действия сборочных единиц и систем машины.....	7
4.3. Эксплуатация машины.....	18
4.4. Техника безопасности.....	21
4.5. Монтаж машины «Фрегат».....	22
4.6. Основные регулировки машины «Фрегат».....	24
4.6.1. Регулировка срабатывания привода клапана-распределителя гидроцилиндра.....	24
4.6.2. Регулировка системы механической защиты.....	25
4.6.3. Регулировка системы автоматического регулирования скорости движения тележек.....	26
4.6.4. Регулировка механического тормоза.....	27
4.6.5. Установка и настройка дождевальных аппаратов.....	27
4.7. Техническое обслуживание и хранение машины «Фрегат».....	28
5. Особенности дождевальных машин ДМУ «Фрегат» и «Бригантина».....	30
6. Особенности дождевальных машин «Мини-Фрегат К», ДМУ-А «Фрегат», «Мини-Кубань К» и ДМУ «Фермер-Кубань ЛК».....	30

Учебно - методическое издание

**Евгений Иванович Мажугин**  
**Владимир Данилович Прудников**  
**Андрей Леонидович Казаков**  
**Владимир Витальевич Азаренко**

МНОГООПОРНЫЕ  
МАШИНЫ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ  
ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Методические указания к лабораторным работам  
по мелиоративным и строительным машинам

Редактор Е.О. Бурхан  
Техн. редактор Н.К. Шапрунова  
Корректор Л.А. Малеванкина

ЛИ № 384 от 09.06.2004. Подписано в печать 07.12.2007  
Формат 60×84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.

Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,66.

Тираж 150 экз. Заказ . Цена 1860 руб.

---

Редакционно-издательский отдел БГСХА  
213407, г. Горки Могилевской обл., ул. Студенческая, 2  
Отпечатано в отделе издания учебно-методической литературы и  
ризографии, художественно-оформительской деятельности БГСХА  
г. Горки, ул. Мичурина, 5