

МОДЕРНИЗАЦИЯ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

Н.Ф. Рыжко, д. т. н., Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко

*Федеральное государственное научное учреждение «Волжский
научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»,
Саратовская область, г. Энгельс*

Аннотация: Обоснована возможность повышения надежности работы и сменной производительности дождевальных машин типа «Фрегат» при использовании пролётов увеличенной длины (40-50 м) со стальным и полиэтиленовым трубопроводом. Это позволит в 1,4-1,7 раза сократить число опор тележек на машинах марки ДМ, ДМУ-Б и ДМУ-А и снизить стоимость машины. Предложена модернизированная гидравлическая аварийная защита, повышающая надёжность работы машин.

Ключевые слова: дождевальная машина, длина пролёта, число тележек, гидравлическая защита, производительность, надёжность работы.

В нашей стране доля многоопорных дождевальных машин кругового действия типа «Фрегат», «Кубань-ЛК», «Каскад» и аналогичных иностранных машин постоянно увеличивается. Дождевальные машины «Фрегат» имеют ряд значительных преимуществ: круглосуточный полив в автоматическом режиме; простая конструкция; значительный срок службы базовых элементов, меньшая стоимость по сравнению с аналогичными машинами кругового действия и др.

В тоже время при высокой часовой производительности машины сменная и годовая выработка остаётся низкой, что не всегда позволяет выдерживать оптимальный поливной режим, а это вызывает недобор урожая сельскохозяйственных культур. Одна из причин этого – наличие большого числа опорных тележек, что приводит к повышению числа отказов гидропривода, особенно на машинах со значительным сроком службы (более 30-40 лет). Исследования показали, что для новых машин коэффициент использования времени смены составляет 0,85-0,87, через 10 лет эксплуатации он снижается до 0,75, а в рядовых условиях – до 0,53 [1, 2]. Анализ эксплуатационных показателей показывает, что, чем больше число опорных тележек, тем ниже надёжность работы машины.

Снижение надёжности работы машин обусловлено также недостаточной надёжностью работы гидравлической аварийной защиты. Отказы, вызванные заклиниванием стержня регулятора скорости и обрывом тяги механизма синхронизации, приводят к значительным авариям (поломка труб пролёта и опорных тележек), которые не может предотвратить и

противоаварийная защита (А.С. 1304786, 1521403, 1386116), устанавливаемая на последней тележке.

Одним из способов повышения надёжности и производительности дождевальных машин является уменьшение числа тележек, путём увеличения длины пролётов машины [3, 4].

Длина пролёта стандартной ДМ «Фрегат» с учётом длины коротких труб тележек составляет 24,7 и 29,6 м. Вторая тележка машины марки ДМУ-Б испытывает максимальную нагрузку в 986,1 кг от массы пролёта с водой из труб Ø 178 мм при длине пролёта 29,6 м (табл. 1, вар. 1).

Нагрузки на тележки машины марки ДМУ-А и ДМУ-Б с пролётами из труб диаметром 152 мм в 1,33 раза меньше. При увеличении длины пролёта до 40-45 м максимальная масса пролёта с водой из труб Ø 152 мм будет близка к массе пролёта из труб Ø 178 мм при условной длине 30 м (табл. 1, вар. 3).

На дождевальной машине «Волга-СМ» [5] используются стальные трубы Ø 102 мм и полиэтиленовые трубы Ø 140, 110 и 90 мм, максимальная масса пролёта с водой снижается на 5,6-48,7 % (табл. 1, вар 5-7).

На 7...15-опорных машинах марки ДМУ-А с расходом воды 28-55 л/с можно использовать полиэтиленовые трубы Ø 125 и 110 мм при этом максимальная масса пролёта длиной 40 м будет увеличена в сравнении с вариантом 1 незначительно, на 2,2-13,5 % (вар. 10, 11). В концевой части машины, где используется полиэтиленовая труба Ø 90 мм и длиной 50 м, масса пролёта также увеличена незначительно, на 12 % (вар. 8).

Таблица 1 - Технические характеристики стандартных и модернизированных пролётов ДМ «Фрегат»

| Варианты | Характеристики пролетов | | | Масса пролёта с водой, приходящаяся на тележку, кг | Увеличение (+) или уменьшение (-) массы пролёта в сравнении с 1-м вариантом, % |
|----------|-------------------------|----------------|---------------------------|--|--|
| | Диаметр трубы, мм | | Условная длина пролёта, м | | |
| | стальной | полиэтиленовой | | | |
| 1 | 178 | - | 30 | 986,1 | - |
| 2 | 152 | - | 30 | 737,1 | -33,7 |
| 3 | 152 | - | 40 | 982,8 | -0,33 |
| 4 | 152 | - | 50 | 1228,5 | +24,5 |
| 5 | 102 | 140 | 30 | 933,0 | -5,6 |
| 6 | 102 | 110 | 30 | 756,0 | -30,0 |
| 7 | 102 | 90 | 30 | 663,0 | -48,7 |
| 8 | 102 | 90 | 50 | 1104,9 | +12,0 |
| 9 | 102 | 140 | 40 | 1243,8 | +26,1 |
| 10 | 102 | 125 | 40 | 1119,0 | +13,5 |
| 11 | 102 | 110 | 40 | 1008,0 | +2,2 |
| 12 | 102 | - | 50 | 783,0 | -25,9 |
| 13 | 102 | - | 60 | 942,0 | -4,6 |

На 12-16-опорных машинах марки ДМ и ДМУ-Б с расходом воды 58-90 л/с необходимо использовать полиэтиленовые трубы Ø 140, 125 и 110 мм, при этом максимальная масса пролёта длиной 40 м увеличится незначительно – на 2,2-26,1 % (вар. 9-11). В концевой части машины используется полиэтиленовые трубы диаметром 90 мм и при длине пролёта 50 м его масса аналогична как у машины марки ДМУ-А.

Применение на ДМ «Фрегат» пролётов увеличенной длины (40 и 50 м) с полиэтиленовыми трубами позволяет уменьшать число опорных тележек в 1,66-1,7 раза. Для 7-опорной машины марки ДМУ-А число тележек уменьшается до 4 или в 1,7 раза (табл. 2). Для 10-опорной машины марки ДМУ-А – до 6 тележек или в 1,67 раза, для 12-опорной машины марки ДМУ-А – до 7 тележек или в 1,7 раза, для 15-опорной машины марки ДМУ-А – до 9 тележек или в 1,66 раза.

Использование на ДМ «Фрегат» марки ДМ и ДМУ-Б пролётов увеличенной длины (40 и 50 м) с полиэтиленовыми трубами позволит уменьшить число опорных тележек в 1,4-1,7 раза и снизить их стоимость.

Таблица 2 - Число тележек на стандартных и модернизированных (с увеличенной длиной пролётов) ДМ «Фрегат»

| Показатели | Число тележек ДМ «Фрегат» различной модификации | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ДМУ-А | | | | ДМУ-Б | | | | ДМ | | |
| Пролёты стандартной длины | 7 | 10 | 12 | 15 | 13 | 14 | 15 | 16 | 12 | 14 | 16 |
| Пролёты увеличенной длины | 4 | 6 | 7 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 7 | 9 | 10 |
| Уменьшение числа тележек, раз | 1,7 | 1,6 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,5 | 1,6 |

На дождевальном машине «Каскад» (Саратовский ГАУ) длина пролёта увеличена с 48,6 до 65 м, при этом число опорных тележек уменьшается на 1,4-1,66 раза, по сравнению с машинами типа «Кубань-ЛК».

Для повышения надёжности работы и производительности дождевальных машин проведена модернизация гидравлической аварийной защиты, состоящей из гидравлического реле 1 смонтированного на гидрозадвижке 2 (рис.). На подводящей трубке 3 установлен тройник 4, который подаёт воду на запитку реле 1 и регулировочный кран 5 и далее – по гидравлической трубке 6 в клапаны исполнительные 7 тележек. Клапаны исполнительные 7 могут взаимодействовать с упорами 8, которые установлены на стержне регулятора скорости 9. На трех последних тележках машины в напорных рукавах 10 установлены клапаны противоаварийной защиты 11, которые последовательно соединены гидравлической трубкой 6. На последней тележке к сливной магистрали гидропривода 12 подсоединена поплавковая

ёмкость 13 с клапаном исполнительным 14 и фиксатором 15. Подача воды в трубку 3 обеспечивает кран 16.

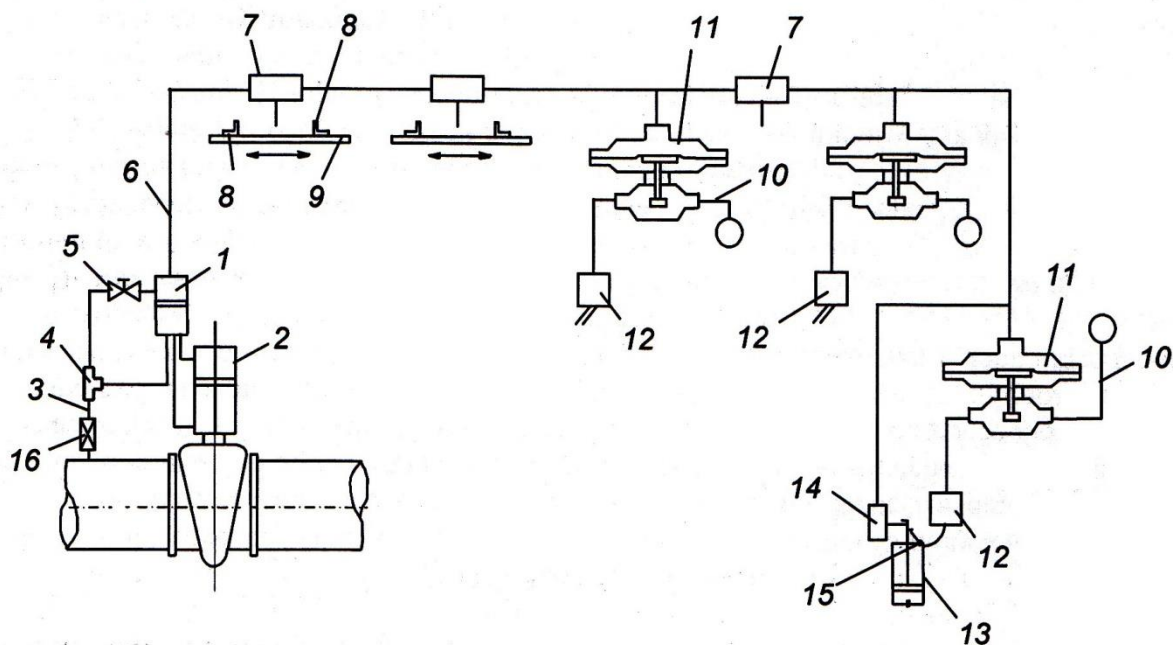


Рисунок – Схема усовершенствованной гидравлической защиты

Работает гидравлическая аварийная защита следующим образом. Оператор дождевальной машины открывает кран 16 и подает воду под напором в гидрореле 1, и через регулировочный кран 5 вода далее по гидравлической трубке 6 подается в клапаны исполнительные 7 тележек машины. Предварительно оператор герметизирует при помощи фиксатора 15 клапан исполнительный 14 на поплавковой емкости 13. Если тележки дождевальной машины расположены в линию и стержни регулятора скорости 9 занимают правильное положение, а упоры 8 не взаимодействуют с клапаном исполнительным 7, то открываются клапаны противоаварийной защиты 11, что приводит к открытию подачи воды в гидроприводы 12 трёх последних тележек. Гидроприводы 12 тележек начинают работать, а сливная вода поступает в поплавковую емкость 13, заполняет её и снимает фиксатор 15 с фиксации. Дождевальная машина передвигается по полю и обеспечивает полив.

В случае возникновения отказа и остановки любой тележки машины стержень регулятора скорости 9 перемещается и упор 8 разгерметизирует клапан исполнительный 7. В этом случае на трёх последних тележках закрываются клапаны противоаварийной защиты 11 и машина останавливается. Одновременно срабатывает гидрореле 1, закрывается гидрозадвижка 2 и прекращается полив. Если произойдет отказ гидрозадвижки 2, то машина остановится и будет поливать на месте.

При заклинивании стержня регулятора скорости 9 или попадании сора под регулирующий клапан механизма синхронизации, какой-либо тележки, она будет двигаться вначале без остановки, забегая вперёд. При срабатывании клапана исполнительного 7 на отставшей тележке, в концевой части машины произойдёт остановка трёх последних тележек и пролётов, и вся машина остановится, так как неисправная тележка с заклинившим стержнем не в состоянии их сдвинуть. Это исключает поломку машины даже при отказе гидроздвижки и она будет поливать на месте.

В случае остановки последней тележки, когда гидропривод 12 перестает работать и прекращается подача сливной воды в поплавковую емкость 13, поплавков опускается, разгерметизируется клапан исполнительный 14 и прекращается подача воды на полив. В случае отсутствия поплавковой емкости 13, машины поливала бы на одном месте.

Преимущества модернизированной гидравлической аварийной защиты в том, что исключается поломка трубопровода и тележек машины при заклинивании стержня регулятора скорости или в случае попадания сора под регулирующий клапан и одновременном отказе гидроздвижки, что повышает надежность работы машины. Также данная защита обеспечит прекращение подачи воды при остановке последней тележки.

ВЫВОДЫ

Обоснована возможность повышения надежности работы и сменной производительности машины, используя пролёты увеличенной длины (40-50 м) со стальным и полиэтиленовым трубопроводами. Это позволит в 1,4-1,7 раза уменьшить число опор тележек на машинах марки ДМ, ДМУ-Б и ДМУ-А и стоимость машин, что повысит надёжность их работы.

Предложена усовершенствованная гидравлическая аварийная защита, где при применении поплавковой емкости и установки дополнительных противоаварийных клапанов на трёх последних тележках позволит повысить надёжность работы, исключит аварии последней тележки при её отказе и заклинивании стержня на одной из промежуточных тележек.

Список используемых источников

1. Шигаев, В.И. Равномерность распределения дождя и надежность работы «Фрегат» / В.И. Шигаев, Н.Ф. Рыжко // Развитие мелиорации в Поволжье: сб. науч. тр. ВолжНИИГиМ. – М., 1983. – С. 97-104.
2. Янюшкин, А.П. Групповая эксплуатация «Фрегат» и пути повышения их производительности / А.П. Янюшкин, Н.Ф. Рыжко // Совершенствование мелиоративных

систем, способов и техники полива сельскохозяйственных культур в Поволжье: сб. науч. тр. ВолжНИИГиМ – М., 1978. – Вып. 2. – С. 38-47.

3. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин // Н. Ф. Рыжко. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

4. Рыжко, Н.Ф. Обоснование ресурсосберегающего дождевания и совершенствование дождевальной машины «Фрегат» в условиях Саратовского Заволжья/ Н.Ф. Рыжко // автореф. дисс. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. -Саратов, 2012. –47с.

5. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование конструкции многоопорной дождевальной машины «Волга-СМ» с полиэтиленовым трубопроводом / Н.Ф. Рыжко, И.А. Шушпанов, Ю.А. Гопкалов, А.П. Акпасов, С.Н. Рыжко, М.С. Органов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – Новочеркасск, 2015, № 4 (60). – С. 166-170.