

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИКИ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ "Кубань"

Дождевальная машина «Фрегат» хорошо зарекомендовала себя в эксплуатации. Однако она не обеспечивает полив 17 % площади, имеет высокую энергоемкость, а образуемая жидкими колесами колея препятствует нормальной работе сельскохозяйственных машин.

Современный этап развития поливной техники характеризуется, наряду с усовершенствованием машин кругового действия, созданием машин нового поколения — широкозахватных многоопорных фронтальных дождевальных машин (МФДМ), работающих в движении с забором воды из открытого канала или от гидрантов закрытой оросительной сети. Например, электрифицированная и автоматизированная дождевальная фронтальная машина «Кубань» с забором воды из открытого канала (рис. 9.33). Применение этой машины позволило повысить сезонную нагрузку на оператора до 160 га, что выше по сравнению с нагрузкой оператора ДМ «Фрегат» в 2,5 раза. Коэффициент земельного использования на 17...21 % выше, чем при использовании ДМ «Фрегат», а энергозатраты при этом ниже более чем в 2 раза.

Одна машина может обслужить участок размером 800 × 2000 м (800 м — ширина захвата машины, 2000 м — длина канала орошаемого участка). Водозабор осуществляется из открытого облицованного канала шириной по верху 3,8 м, по дну 0,6 м, глубиной 1,1 м, с уклоном до 0,0001. Канал делит орошаемый участок вдоль на две равные части.

При уклонах более 0,0001 предусматривают передвижные перемычки или стационарные перегораживающие сооружения. На рисунке показана машина с расположением центральной тележки сбоку канала (в отличие от варианта надканального расположения центральной тележки). На раме центральной тележки расположены дизельный двигатель, насос, электрический генератор и шарнирный водозаборник поплавкового типа.

Вдоль канала в зоне прохода колес центральной тележки спланирована полоса укатанного грунта. Для задания и контроля направления движения машины вдоль канала натягивают трос. На первых ходовых тележках, колеса которых отстоят друг

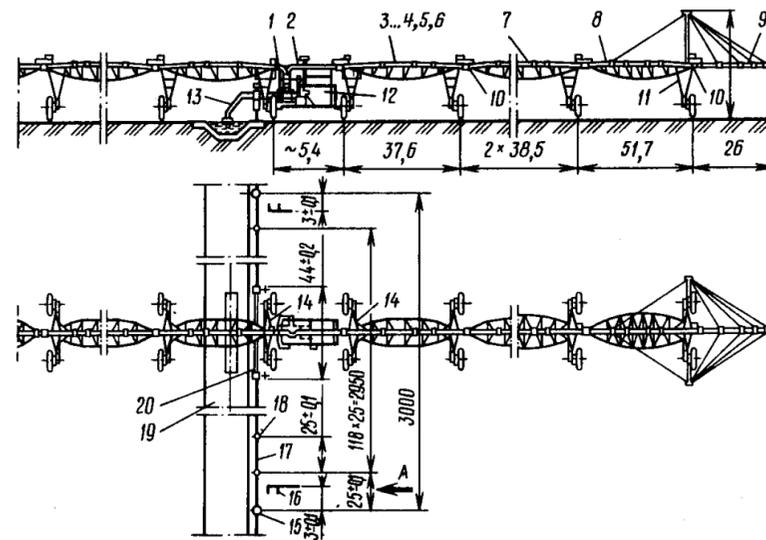


Рис. 9.33. Схема общего вида дождевальной машины «Кубань»:

1 — шарнир пролета; 2 — центральная ферма; 3...8 — фермы; 9 — консоли; 10 — система синхронизации; 11 — опорная тележка; 12 — энергетическая установка; 13 — магистраль всасывающая и байпасная; 14 — центральная тележка; 15 — тумба; 16 — упоры ограничения хода машины; 17 — система стабилизации; 18 — стойка поддерживающая; 19 — канал; 20 — трос направляющий (размеры в м)

от друга на 6 м, устанавливают топливные баки, щиты управления движением машины по курсу в линию и в зависимости от заданного режима работы.

Машина имеет 16 опорных электроприводных тележек, каждая с двумя колесами на пневматическом ходу, привод которых осуществляется от электрического мотор-редуктора посредством карданов и червячных передач. Две крайние тележки имеют меньшее передаточное число, благодаря чему движутся быстрее промежуточных. Крайними тележками задается средняя скорость движения машины и, следовательно, величина поливной нормы. По ним выравнивается движение всех тележек и крыльев машины в одну общую линию. Реверсивность движения машины позволяет осуществлять различные технологические режимы, а возможность передвижения машины без одновременного полива — выборочные поливы и полив участков орошения, на которых размещено несколько культур. Машина снабжена системой автоматического управления движением и системой автоматического управления синхронизацией движения ходовых тележек в режиме работы. Система аварийной защиты машины предотвращает недопустимые смещения опор, обеспечивает автоматическую остановку машины при сходе с курса, при нарушении ре-

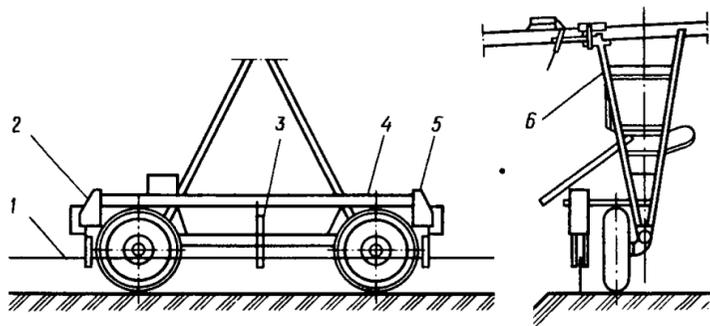


Рис. 9.34. Копирующее устройство системы стабилизации курса МФДМ «Кубань»:

1 — трос; 2, 3, 5 — вертикальные щупы; 4 — брус; 6 — опорная тележка

жимов смазки и охлаждения дизеля, при прекращении подачи воды насосом в водопроводящий трубопровод и т. д.

Система автоматической стабилизации курса. Копирующее устройство системы стабилизации курса, включающее направляющий трос 1, брус 4, установленный на центральной опорной тележке 6 с размещенными на нем тремя парами вертикальных щупов, показано на рисунке 9.34. Две пары — 2 и 5 — являются рабочими, а третья пара 3 контролирует аварийные отклонения. Одна пара рабочих щупов действует в прямом направлении, а вторая — в обратном. При отклонении машины от заданного направления движения щупы, отклоняясь, воздействуют на микропереключатель и выдают команду на коррекцию скорости крайних опорных тележек, которые задают среднюю скорость крыла машины.

Система автоматического управления синхронизацией ходовых тележек (рис. 9.35). Выбегание или отставание опорной тележки относительно соседних изменяет угол между пролетами 1 и 3 в точке шарнирного соединения 2. Поперечная тяга 11, к которой крепятся тросы, рычагом 10 поворачивает кулачок 5 датчика 4, воздействующий на рабочий микропереключатель 6, посылающий команду на щит управления для включения или отключения электропривода тележки 9. При превышении допустимого угла излома в шарнирном соединении 2, вследствие отказа этой системы или мотор-редуктора или пробуксовки колеса, кулачок 5 воздействует на микропереключатель 7 аварийной защиты, которая отключает машину. Как следует из описания, эта система защиты, так же как и система автоматической стабилизации курса, является электромеханической. Отклонения опорных тележек оцениваются по взаимному угловому положению смежных пролетов машин в точках их шарнирного соединения.

Дизельнасосный агрегат предназначен для подачи воды из канала в поливной трубопровод машины. Одновременно он

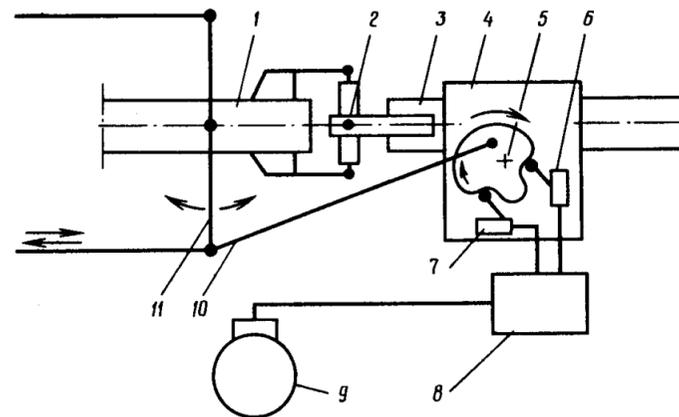


Рис. 9.35. Датчик углового смещения смежных водопроводящих пролетов системы синхронизации движения тележек МФДМ «Кубань»:

1, 3 — пролеты; 2 — шарнирное соединение; 4 — датчик; 5 — кулачок; 6, 7 — рабочий и аварийный микропереключатели; 8 — ящик электрооборудования; 9 — электропривод тележки; 10 — рычаг; 11 — поперечная тяга

через редуктор приводит в движение электрический трехфазный генератор, предназначенный для питания электроприводов тележек, приборов и устройства системы управления. Щит энергетической установки служит для управления и защиты. В нем расположены логическая часть системы автоматики, органы управления, показывающие контрольные приборы, лампы индикации и исполнительные элементы защиты.

Опорные тележки предназначены для поддержания и перемещения трубопровода по орошаемому участку. Промежуточные опорные тележки состоят из опор, мотор-редукторов, пневмоколес, карданных валов, колесных редукторов. Мотор-редуктор состоит из электродвигателя и редуктора и служит для привода в движение тележки. Электродвигатель — асинхронный, трехфазный, специальный. Редуктор — одноступенчатый, червячный, с передаточным числом 50.

В ручном управлении выбирают направление движения, задают скорость движения, пуск и остановку машины. Далее она управляется автоматически: стабилизация движения по курсу; синхронизация движения тележек в линию; остановка машины при достижении края обрабатываемого поля или заданного оператором места; аварийная остановка при недопустимых выбегах или отклонениях от курса, при отсутствии движения предпоследней тележки более 10 мин; при срабатывании любой из защит (от перегрузки при стопорении электродвигателей мотор-редукторов опорных тележек; от коротких замыканий в силовых цепях и цепях управления; от поражения электрическим током при открывании лицевых панелей шкафа управления; от пере-

напряжения в электрических цепях, вызванного атмосферными разрядами). Система автоматики энергетической установки обеспечивает автоматическую остановку двигателей и машины в следующих режимах: при снижении давления насоса; при поступлении сигнала аварии от системы управления электроприводом; от неисправностей в силовой установке.

§ 9.20. Автоматизация водораспределения из оросительной сети и водоподача при поливе дождевальными машинами «Кубань»

Степень автоматизации самой ДМ «Кубань» достаточно высока, однако при отсутствии автоматизации подачи к ним воды эффективность их применения значительно снижается. В этом случае имеет место нерациональное использование оросительной воды, сброс которой достигает 30 %. При этом предусматриваются водосбросные сооружения, стоимость которых зачастую достигает 10 % стоимости оросительной сети. Под отчуждения нередко приходится отводить площади, пригодные для выращивания сельскохозяйственных культур.

В каналах для обеспечения полива ДМ «Кубань», расход которой 170 л/с, скорость изменения водопотребления при включении-отключении машины большая, в то время как скорость изменения режима работы каналов ограничена. В этом случае для регулирования подачи расходов воды в оросительные каналы по потребности машин требуются специальные мероприятия.

Типовые решения автоматизации оросительной сети к ДМ «Кубань» отсутствуют. Рекомендована к применению известная схема стабилизации уровня НБ, обычно применяемая при авто-

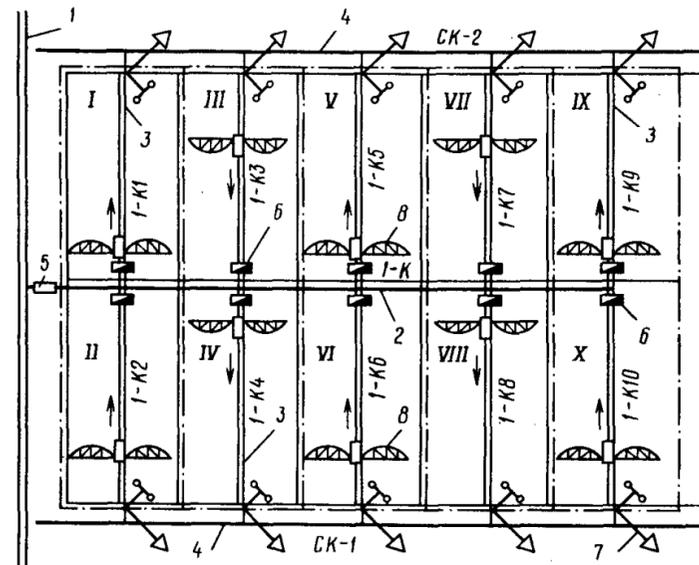


Рис. 9.38. Внутрихозяйственная оросительная сеть на десятипольном севооборотном участке при поливе дождевальными машинами «Кубань»:

1 — магистральный канал; 2 — внутрихозяйственный и распределительный канал; 3 — оросительный канал; 4 — сбросной канал; 5, 6 — регуляторы расхода и уровня; 7 — концевой сброс с пересадом; 8 — дождевальная машина «Кубань»; 1...X — номера полей

матизации магистральных и межхозяйственных каналов. Однако из-за специфических особенностей данного объекта автоматизации эта рекомендация недостаточно эффективна. Поэтому были предложены схемы автоматизации оросительной сети, подающей воду к ДМ «Кубань», при групповой их работе.

Анализ предлагаемых схем показывает, что большинство из них — это комбинированные системы автоматического регулирования по возмущению и отклонению (см. § 2.1), часто с созданием специальной резервной емкости, в которой накапливаются излишки воды, используемые затем в этой же системе.

Внутрихозяйственная сеть при групповой работе дождевальных машин «Кубань» без создания дополнительных резервных емкостей показана на рисунке 9.38. Здесь основной параметр регулирования оросительной сети — уровень воды. Для безуклонного оросителя максимальный объем воды W_{\max} получают при максимальном уровне h_{\max} , определяемом водосливом, предотвращающим переполнение оросителя. Минимальный рабочий объем определяется уровнем воды h_{\min} , при котором водозаборное устройство ДМ «Кубань» допускает ее работу. Резервным

объемом оросителя является объем, заключенный между максимальным и минимальным уровнями $h_{\max} - h_{\min}$.

Воду в ороситель подают из распределительного канала РК. Учитывая транспортное запаздывание расходов и практическое отсутствие резервного объема регулирования в распределительном канале, система автоматического регулирования предусматривает максимальное использование имеющегося резервного объема оросителей. Для этого в оросителе устанавливают регулятор уровня с гистерезисной характеристикой. Необходимый резервный объем регулирования задается зоной нечувствительности регулирования $h_{\max} - h_{\min}$.

Применение подобного регулятора позволяет при включении ДМ на период добегающего измененного расхода от источника орошения использовать предварительно накопленный резервный объем в оросителе, а при отключении ДМ — аккумулятировать транзитный объем воды распределительного канала. Головное водозаборное сооружение оснащают регулятором расхода с радиоприемником. Все ДМ «Кубань» оснащают радиосигнализаторами состояния (включена — отключена). Последовательность работы этой схемы следующая. При включении — отключении любой дождевальной машины радиосигнализатор передает сигнал, который принимает радиоприемник головного водозаборного сооружения и использует для формирования задания регулятору на изменение расхода. При добегающем измененном расходе от источника орошения к створу соответствующего оросителя в последнем срабатывает регулятор уровня, обеспечивая подачу расхода в ороситель или, наоборот, прекращение ее.

В системе устанавливается баланс расходов

$$\pm \Delta Q = Q_{\text{вх}} - \sum_{n=1}^n Q_n,$$

где ΔQ — небаланс расходов, возникающий вследствие возможного отклонения фактического расхода ДМ от паспортного значения, а также наличия погрешности в элементах системы; $Q_{\text{вх}}$ — расход, подаваемый в распределительный канал из источника орошения; Q_n — расход, потребляемый машинной, n — число работающих ДМ.

Наличие небаланса расхода $\pm \Delta Q$ приводит при $+\Delta Q$ к повышению уровня воды в самом крайнем от головы распределительного канала оросителе или к снижению уровня при $-\Delta Q$.

Появляется необходимость корректировки подачи расхода в распределительный канал. При колебаниях уровня относительно отметок, контролируемых реле уровня, они срабатывают, изменяя тем самым уставку задания регулятора на величину, равную расходу одной ДМ (имитируется соответствующее включение или отключение одной дождевальной машины). Измененный расход подается за время

$$t = \Delta W_{\text{рез.изб}} / Q_n,$$

где $\Delta W_{\text{рез.изб}}$ — часть резервной емкости оросителя, используемая для накопления при избыточном расходе $+\Delta Q$ или срабатывания при $-\Delta Q$.

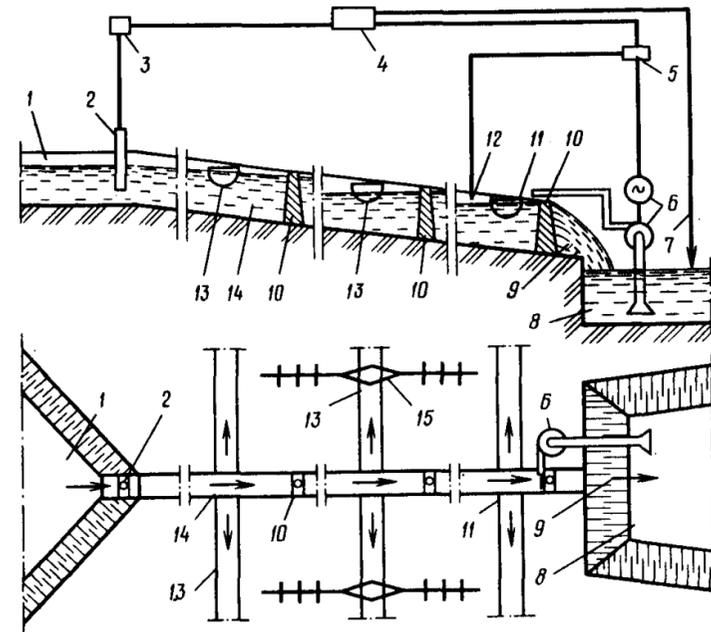


Рис. 9.39. Автоматическая система водораспределения для ДМ «Кубань» с резервной емкостью:

1 — источник орошения; 2, 3 — регулятор водоподдачи (2 — затвор; 3 — логический блок управления); 4 — блок общесистемной обратной связи; 5 — блок управления; 6 — насосная установка; 7, 12 — датчики; 8 — резервная емкость; 9 — водосброс; 10 — стабилизатор уровня ВВ; 11 — оросители нижнего яруса; 13 — ороситель; 14 — распределительный канал; 15 — дождевальная машина

Технологическая схема этой системы автоматического регулирования приведена на рисунке 9.39.

В этой системе вода забирается из источника орошения 1 в распределительный канал 14, из которого она подается в оросители 11 и 13. В конце распределительного канала сооружают резервную емкость с автоматизированной насосной установкой, а в голове устанавливают регулятор водоподдачи 2, 3. Уровни воды в оросителях дождевальных машин, необходимые для нормальной работы, поддерживают стабилизаторами 10 уровня ВВ, а излишки воды накапливают в резервной емкости 8. В установившемся режиме водозабор из источника орошения превышает расход ее работающими машинами незначительно (на 5... 10 л/с), что контролируется на водосбросе 9. Уровень воды в резервной емкости не достигает предельного значения, и состояние управляющих элементов схемы не изменяется. По истечении некоторого времени после отключения какой-либо машины расход через водосброс возрастает на величину расхода этой машины, равного 170 л/с. При этом через блок обратной связи 4 и

логический блок 3 регулятору расхода — затвору в голове распределительного канала 2 посылаются команда на уменьшение подачи воды в систему. При включении какой-либо дождевальной машины с определенной выдержкой времени формируется команда на открывание затвора 2.

В период добега машина работает за счет резервных объемов оросителей. Если начинают работу дождевальные машины оросителей нижнего яруса 11 при наличии значительного объема воды в резервной емкости, команда на увеличение расхода воды с помощью затвора 2 не подается, а включается в работу насосная установка 6.

Описанную схему автоматизации системы водоподачи целесообразно применять в системе с безуклонными оросителями, выполняющими функции резервной емкости. При этом исключаются сбросные каналы и концевые водосливы на оросителях. Вода, сбрасываемая в резервную емкость, используется в этой системе при минимуме энергозатрат. Как следует из описания, эта схема регулирования также построена на принципе комбинированного регулирования по возмущению и отклонению.

Техническая характеристика регулятора РУ-300, который можно применять для регулирования водоподачи из водоподводящего трубопровода в канал-ороситель, приведена ниже.

Тип	Гидравлический
Принцип действия	Поршневой
Диаметр водовыпуска, мм	300
Напор, м	4...40
Максимальный расход, л/с	450
Точность регулирования уровня, см	±2
Масса регулятора с датчиком, кг	140

Конструктивная схема регулятора РУ-300 приведена на рисунке 9.40. К стояку 1 подводящего трубопровода приваривают патрубок с фланцем 2, на котором закрепляют четыре стойки 3. На них крепят цилиндр 5 с втулкой 8, в резьбе которой перемещается винт 7, и отражатель воды 4. Во втулке перемещается направляющая 9 поршня 6. Рабочая камера цилиндра трубкой 10 соединена с датчиком уровня, который состоит из поплавка 13, штока 14, переключателя 17, гильзы 18 и монтируется в поплавковой камере 16.

Регулятор работает следующим образом. При подаче воды к выпускному патрубку поршень поднимается вверх, и вода свободно изливается через зазор между поршнем и фланцем патрубка. По мере повышения регулируемого уровня поплавок перемещается вверх и соединяет подводящий трубопровод через стояк, вентиль, переключатель и соединительные трубки с рабочей камерой цилиндра. За счет повышения давления воды в рабочей камере и большей площади поршня по сравнению с про-

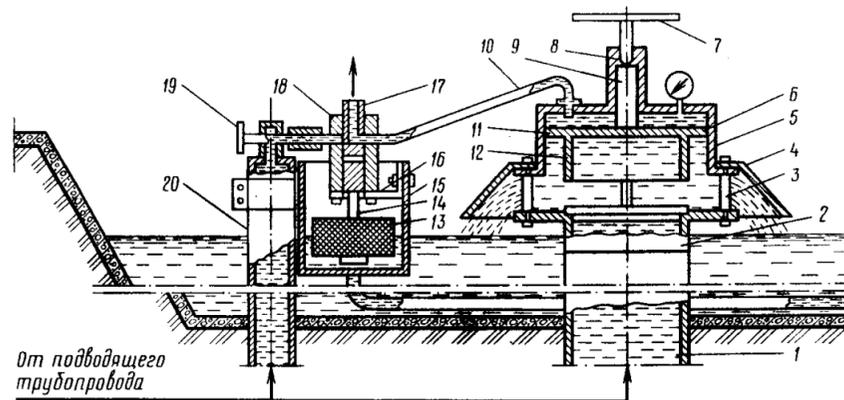


Рис. 9.40. Регулятор РУ-300 для регулирования водоподачи из трубопровода в канал-ороситель:

1 — стояк подводящего трубопровода; 2 — патрубок с фланцем; 3 — стойки; 4 — отражатель; 5 — цилиндр; 6 — поршень; 7 — винт; 8 — втулка; 9 — направляющая; 10 — трубка; 11 — манжета; 12 — резиновое кольцо; 13 — поплавок; 14 — шток; 15 — поплавковая камера; 16 — кронштейн; 17 — переключатель; 18 — гильза; 19 — игольчатый вентиль; 20 — стояк датчика

ходным сечением патрубка поршень, двигаясь вниз, перекрывает отверстие патрубка, и поступление воды в канал прекращается. Время закрытия регулируется игольчатым вентилем. При снижении уровня воды в канале ниже заданного поплавок опускается вниз, переключатель соединяет рабочую камеру цилиндра с атмосферой, и поршень, двигаясь вверх, открывает патрубок. Регулятор одновременно выполняет функцию задвижки, что достигается вращением винта 7. При испытаниях регулятор показал высокую надежность в работе.