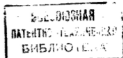




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4428597/30-15
(22) 24.05.88
(46) 07.11.90. Бюл. № 41
(71) Всесоюзный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации мелиоративных систем
(72) А.Л.Ильмер
(53) 631.347.1(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1521397, кл. А 01 G 25/16, 1987.
(54) СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ОТКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ
(57) Изобретение относится к сельскому хозяйству и может быть использовано для автоматизации полива широкозахватными машинами типа "Кубань", а также другими поливными установками на базе трактора. Цель изобретения - повышение качества управления водораспределением и уменьшение капитальных затрат для систем с уклонами оросителей бо-

лее 0,0001. Способ включает подачи в распределительный канал расхода соответственно номинальному водопотреблению включенных дождевальных машин (ДМ) по сигналам сигнализаторов их работы и забор воды в оросители. При включениях (отключениях) ДМ по сигналам сигнализаторов работы ДМ формируют сигнал изменения количества работающих машин, по которому в распределительный канал подают компенсирующий объем воды, величина которого определяется как сумма разностей между объемами наполнения участков распределительного канала при новом и предшествующем расходах номинального водопотребления всеми ДМ, между объемами заполнения резервных емкостей, а также между объемами требуемых запасов и объема, подача которого не была закончена в процессе подачи предшествующего компенсирующего объема, 1 ил.

Изобретение относится к сельскому хозяйству и может быть применено при поливе сельскохозяйственных культур, в частности, широкозахватными машинами с забором воды в движении из открытых оросителей, например, типа "Кубань".

Цель изобретения - повышение качества управления водораспределением и уменьшение капитальных затрат для систем с уклонами оросителей более 0,0001.

Техническая сущность способа автоматизированного водораспределения заключается в учете различия старого

и нового установившихся режимов водоподдачи и интегральной оценке перестройки, т.е. в учете, на какой расчетный запас нужно выйти по окончании процесса перестройки, а также в учете объема, который не успели подать в процессе предшествующей перестройки, причем это производится в режиме подачи форсированного расхода, что ускоряет добегание и, соответственно, переход к новому состоянию системы, при этом главные уставки изменения режима водоподдачи автоматически корректируются.

На чертеже показана автоматизированная оросительная система, реализующая способ.

Способ осуществляют следующим образом.

В распределительный канал подается расход, равный номинальному водопотреблению включенных дождевальных машин по сигналам сигнализаторов их работы. Забор воды в оросители начинают или прекращают по сигналам включения (отключения) дождевальных машин, причем забираемый расход может корректироваться по сигналам от уровня воды под машиной, измеряемый, в частности, перед ее навесной перемычкой. При включениях (отключениях) дождевальных машин по сигналам сигнализаторов их работы формируют сигнал изменения количества работающих машин. По сигналу изменения количества работающих машин вычисляют разность между объемами заполнения участков распределительного канала, разность между объемами заполнения резервных емкостей вдоль распределительного канала, разность между требуемыми запасами воды соответственно при новом и предшествующем расходах номинального водопотребления, а также величину объема, подача которого не была закончена в процессе подачи предшествующего компенсирующего объема, после чего суммированием этих величин получают значение требуемого компенсирующего объема.

Компенсирующий объем подают, например, путем заданного изменения расхода относительно номинального водопотребления включенных машин, причем величину компенсирующего объема устанавливают путем управления временем подачи измененного расхода. Подаваемый в распределительный канал расход корректируют по сигналу датчика минимального уровня в оросителе с нижней из работающих в данный момент дождевальных машин. Регулирование уровней в резервных емкостях осуществляют, например, водосливными гранями, установленными на выходах из этих емкостей в участки распределительного канала (гидро- или электро-стабилизатор уровня верхнего бьефа может поддерживать уровень последнего точнее, чем водослив, однако значительно дороже и менее надежен).

Автоматизированная оросительная система содержит источник 1 орошения, регулятор 2 водоподдачи, состоящий из затвора 3 с приводом 4, микроЭВМ 5 с ограничителем 6 возможных режимов, приемника 7 и датчика 8. Оросительная сеть системы включает безуклонные участки (резервные емкости) 9, участки 10 с повышенным уклоном распределительного канала, причем последние имеют в начале устройство 11 регулирования, оросители 12 с устройствами 13 подачи воды к дождевальным машинам (ДМ) 14, каждая из которых оснащена сигнализатором 15 работы, связанным с приемником 7.

МикроЭВМ 5 выполняет логические и вычислительные операции по заданной программе, в частности выделяет сигналы о работе машин соответственно их номерам, определяет по этим сигналам расчетные расходы через все элементы сети, управляет затвором 3 через привод 4 и другие операции.

Устройство 13 подачи воды осуществляют водоподачу в ороситель 12 по сигналу включения в работу соответствующей ДМ 14. Возможен вариант ручного открытия устройства 13 оросителем. В качестве сигнализатора 15 работы может быть использован конечный выключатель задвижки ДМ, приво-д-ной линией связанный с приемником 7. Излишки воды из оросителя 12 попадают в нижеразположенную резервную емкость 9.

Автоматизация водораспределения возможна только в том случае, если система имеет достаточные резервные объемы регулирования. При этом часто встречаются случаи, когда строить систему с безуклонными оросителями нельзя или невыгодно, тогда рационально создавать резервные емкости на входах оросителей 12 в виде безуклонных участков 9 распределительного канала. Участки 10 распределительного канала имеют повышенный уклон и выполняют функцию транзитных участков для перегона воды к нижним машинам. Безуклонные участки 9 распределительного канала обычно рациональны, так как в них совмещены функции и транспортирующего звена, и резервной емкости. В связи с тем, что такое совмещение функций преобладает и является более важным, а также учитывая, что резервная емкость может быть создана специально, без функции транспор-

тирования, можно рассматривать безуклонные участки 9 в качестве только резервной емкости. Это объясняется тем, что пропустить воду к нижним машинам через выше расположенные оросители, исключив каналы 10, часто нельзя, так как нет ни необходимой навесной перемычки, ни требуемого гидроавтомата. При этом в случае варианта с навесной перемычкой потребуются ввести в микроЭВМ сигнал о положении машины - расстояние ее от начала, однако ни формирование величины сигнала, ни его передача, ни использование приведенных ниже расчетов принципиальных отличий не содержит.

Сигнализаторы 15 работы ДМ, как и сигнализатор минимального уровня, а также датчик расстояния от начала оросителя могут быть связаны с приемником 7 не только по радиоканалу, но и любой другой линией связи, в том числе смешанной, например ультразвуковая связь по воде или низкочастотная связь по направляющему тросу машины вдоль оросителя и т.д.

В установившемся режиме на системе работает определенное количество ДМ. Их сигнализаторы 15 работы через приемник 7 и микроЭВМ 5 определяют задание на подачу расхода Q_4 , соответствующего номинальному водопотреблению Q_N работающих дождевальных машин. В установившемся режиме расход Q_4 равен

$$Q_4 = \sum Q_N + Q_g = N \cdot Q_N + Q_g, \quad (1)$$

где N - число работающих одинаковых машин;

Q_g - дополнительный расход, первоначально принимается равным $0,01-0,05 \text{ м}^3/\text{с}$, подается для возмещения 70-90% потерь распределительной сети на испарение, фильтрацию, протечки через концевые затворы и т.п.

МикроЭВМ 5, используя сигнал датчика 8, через привод 4 изменяет положение затвора 3 до тех пор, пока фактически подаваемый расход не станет равным заданному. По сигналу изменения количества работающих машин (когда сумма сигналов от сигнализаторов 15 работы при очередном цикле опроса отличается от предыдущего значения) микроЭВМ, используя сигналы о состоя-

нии каждой из машин и параметры элементов технологической схемы, вычисляет объем V_1 воды в транзитных участках распределительного трубопровода, объем V_2 воды в резервных емкостях 9. Объем D_1 воды, подача которого не была закончена в процессе подачи предшествующего компенсирующего объема K_0 , определяется по формуле

$$D_1 = K_0 - Q_\Phi \cdot t = Q_\Phi T_\Phi - Q_\Phi t = Q_\Phi (T_\Phi - t), \quad (2)$$

где K_0 - компенсирующий объем, подача которого начала после предыдущего включения (отключения) машины путем форсирования (увеличения) подаваемого в распределительный канал расхода на величину Q_Φ ;

T_Φ - расчетное время, необходимое для подачи K_0 , $K_0 = Q_\Phi T_\Phi$;

t - время от начала подачи предшествующего компенсирующего объема.

При $t \geq T_\Phi$ принимается, что $D_1 = 0$. Для вычисления W_1 , V_1 , D_1 необходимы данные о параметрах и схеме сети, которые введены в память ЭВМ, и о состоянии машин соответственно их номерам, которые ЭВМ получает через приемник 7 от сигнализатора 15 работы.

Четвертым параметром, являющимся основным для определения величины компенсирующего объема - требуемый (расчетный) запас R_1 воды. Для нормальной работы системы необходимо, чтобы запас воды в резервной емкости обеспечил питание оросителя водой после включения машины в работу в течение времени добегающего увеличенного расхода от источника орошения.

Чем более удаленная от источника машина может быть включена в работу, тем больший запас воды нужно создать в системе. Если машины, получающие воду из нижней резервной емкости, уже включены или находятся в ремонте, или недавно закончили полив своих полей, т.е. нет возможности их включения в работу, тогда требуемый (расчетный) запас можно существенно уменьшить. Поэтому перед началом работы системы величина R_1 должна обеспечить возможность включения расчетного числа машин (включая нижние), и величина R_1 максимальна.

После включения наибольшего возможного числа машин (включение дополнительных исключено) $R_1 \sim 0$.

В промежутке от $R_1 = 0$ до $R_1 = R_{\text{макс}}$ для каждой системы можно определить ряд дискретных значений. Например, если участки каналов системы, приведенной на чертеже, одинаковы и необходимый для включения нижних машин требуемый резерв равен 1200 м^3 (по условию добегания), тогда ряд имеет вид (примерно) 100, 600, 1200.

Возможны несколько вариантов автоматического и автоматизированного выбора значений из этого ряда. Общим является то, что выбор производится по совокупности заданных сочетаний сигналов от ограничителя 6 возможных режимов (или эквивалентного блока программы ЭВМ) и сигналов от сигнализаторов 15 работы.

Таким образом, величину требуемого в данном режиме расчетного запаса R , воды устройство выбирает по совокупности заранее установленных условий по состоянию машин системы, определенному сигнализаторами 15 их работы. Выход на режим с указанной величиной R , обеспечивает работу системы с рациональной величиной запаса: гарантируется и нормальное включение новых машин, и минимальность (отсутствие) сбросов после отключения машин. Величина R , пропорциональна времени добегания до нижней из неработающих машин, которая подготовлена, т.е. может быть включена, поэтому R , нетрудно вычислить для каждой ситуации.

Параметры W , V , D , R вычисляются один раз после каждого изменения количества работающих машин. Затем ЭВМ сравнивает зафиксированное число M работающих машин (для которого выполнен расчет) с числом N сигналов от сигнализаторов 15 работы. До тех пор, пока $N = M$, описанные расчеты повторно не производятся.

После включения (отключения) дополнительной машины $N \neq M$. Это является сигналом изменения количества работающих машин, по которому в ЭВМ запускается цикл вычислений, в процессе которого определяются новые значения W_2 , V_2 , R_2 , D_2 . Затем определяются следующие параметры: $\Delta W = W_2 - W_1$ - разность (изменение) объемов заполнения участков распределительного канала;

$\Delta V = V_2 - V_1$ - разность (изменение) объемов заполнения резервных емкостей;

$\Delta R = R_2 - R_1$ - разность (изменение) требуемых запасов;

D_2 - объем, подача которого не была закончена в процессе подачи предшествующего компенсирующего объема.

Величина нужного компенсирующего объема рассчитывается по формуле

$$K = \Delta W + \Delta V + \Delta R + D_2. \quad (3)$$

Величина раскола форсировки $Q_{\text{ф}}$ принимается по совокупности дополнительных условий, например принимается равной $Q_{\text{ф}} = 2Q_N$, и тогда время подачи компенсирующего объема будет:

$$T_{\text{ф}}^i = \frac{\Delta W + \Delta V + \Delta R + D_2}{2Q_N} \quad (4)$$

В течение времени $T_{\text{ф}}^i$ после включения (отключения) новой N -й машины регулятор 2 водоподдачи подает в оросительную систему расход

$$Q_1 = N \cdot Q_N + Q_{\text{з}} + Q_{\text{ф}}, \quad (5)$$

а по истечении этого времени уменьшает подачу до

$$Q_1 = N \cdot Q_N + Q_{\text{з}}. \quad (6)$$

После определения $T_{\text{ф}}^i$ символами W_1 , V_1 , R_1 , $T_{\text{ф}}$, D_1 ЭВМ присваивает значения W_2 , V_2 , R_2 , $T_{\text{ф}}^i$, D_2 . Число машин M получает новое значение (M сравнивается с числом N работающих машин), и далее процесс повторяется.

Подача компенсирующего объема воды указанной величиной имеет высокую эффективность по двум причинам. Во-первых, реализуется прогнозирование, или "опережающее" управление (не ожидая сигналов от датчиков уровня, заранее подается объем воды, обеспечивающий выход системы на лучший, из возможных, режим), а, во-вторых, подача повышенного расхода существенно уменьшает время добегания (для принятой величины форсировки расхода $2Q_N$ в критические моменты работы системы - при включении первой машины - время добегания уменьшается почти в 2 раза).

Подача воды в оросители в установившемся режиме осуществляется аналогично. Если ороситель имеет повы-

шенный уклон, тогда устройство 11 регулирования выполнено в виде стабилизатора расхода - подает постоянный (или корректирующий) по уровню воды под машиной) расход. Если ороситель безуклонный, тогда устройство 11 регулирования выполнено в виде стабилизатора уровня нижнего бьефа, например в виде гидроавтомата релейно-гистерезисного типа, и поддерживает в оросителе установленный уровень.

Все оросители, кроме оросителя с нижней из работающих машин, забирают воду по потребности, поэтому небольшое рассогласование подачи расхода в распределительный канал относительно водопотребления машин и потерь будет проявляться в оросителе с нижней из работающих в данный момент машин - уровень в нем будет плавно снижаться. Когда уровень снизится до установленного, по сигналу датчика минимального уровня в этом оросителе микро-ЭВМ посредством затвора 3 подает в систему установленный корректирующий V_k объем воды в виде увеличения подаваемого расхода на установленную величину, например Q_n , в течение заданного времени T_k :

$$V_k = Q_n \cdot T_k. \quad (7)$$

Таким образом, в течение времени T_k формула (6) используется в виде

$$Q_1 = NQ_n + Q_g + Q_n = \\ = Q_n(N + 1) + Q_g, \quad (8)$$

причем величина V_k принимается равной 10-20% от рабочего объема нижней резервной емкости. Такой способ корректировки является упрощенным. Более эффективен способ корректировки водоподдачи с автоматической подстройкой. При этом к описанным операциям корректировки добавляются следующие: фиксируется интервал t_n времени между корректировками; если в течение этого интервала имели место изменения количества работающих машин, то вновь фиксируется интервал t_n времени между корректировками; если t_n больше установленной величины (например, 7 ч), то T_k уменьшается, например, на 20%, т.е. $T_k = T_k \cdot 0,8$, если t_n меньше второй установленной величины (пусть 4 ч), то T_k увеличивается, например, на 10%, т.е. $T_k = T_k \cdot 1,1$.

Такая автоподстройка корректирующего импульса производится путем незначительного усложнения программы ЭВМ, т.е. практически без затрат, но эффект дает заметный: величину T_k можно установить один раз и очень приблизительно, ее не придется подстраивать вручную в процессе эксплуатации при изменении водопотребления машины, при существенных вариациях потерь на фильтрацию, испарение и др.

В памяти ЭВМ заложены уставки датчиков минимального уровня и соответствующий аварийный запас V_a между уровнем этой уставки и предельным допускаемым уровнем. Корректирующий объем определяется по формуле (7), поэтому резервный запас воды, который будет иметь система после добегающего корректирующего объема, составит $V_p = V_a + V_k$.

Присвоение этого значения символу R_1 обеспечивает уточнение и автоматическую подстройку величины фактического запаса, что обеспечивает более точное поддержание уровня с наименьшим количеством срабатываний затвора регулятора водоподдачи.

Обеспечивая повышение качества управления, применение предлагаемого способа улучшает поддержание диапазона требуемых уровней воды при снижении числа срабатываний затворов, расширяет область применения систем без линейных затворов и решает основную задачу автоматизации водораспределения для систем, оросители которых имеют повышенный уклон (больше 0,0001).

Величина экономического эффекта в большой степени зависит от варианта базового решения.

Если принять, что базовым является вариант с управляемыми электроприводными затворами по длине распределительного канала, тогда экономия капитальных затрат составит более 40 тыс.руб. для системы из четырех ярусов оросителей.

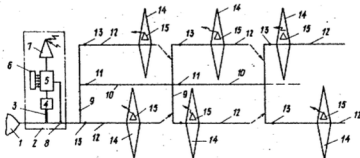
Если в качестве базового принять систему без затворов по длине распределительного канала, тогда достигаемое согласно предлагаемому способу качество управления водораспределением можно обеспечить путем значительных увеличений резервных емкостей, т.е. сечений каналов. В этом случае

экономический эффект увеличится в 1,5-4 раза.

Формула изобретения

Способ автоматизированного водораспределения на открытых оросительных системах, включающий подачу из источника орошения в распределительный канал расхода, соответствующего суммарному номинальному расходу работающих дождевальных машин, подачу из распределительного канала в оросители расхода в соответствии с водопотреблением работающих на них дождевальных машин по сигналам сигнализаторов работы последних, формирование в расчетные интервалы времени по сигналам сигнализаторов работы машин в случае изменения числа включенных в работу дождевальных машин величины компенсирующего объема в виде алгебраической суммы разностей между величиной суммарного объема заполнения резервных емкостей распределительного канала при новом и предшествующем числе включенных в работу дождевальных машин и величиной разности между заполнением участков распределительного канала при новом и предшествующем числе включенных в работу дождевальных машин, и подачу компенсирующего объема в начало распределительного канала путем изменения расхода распределительного канала в течение расчетного интервала

времени подачи измененного расхода, отличающийся тем, что, с целью повышения качества управления водораспределением и уменьшения капитальных затрат для систем с уклонами оросителей, более 0,0001, к компенсирующему объему добавляют величину части компенсирующего объема, подача которого не закончена в течение предыдущего расчетного интервала времени, и величины прогнозируемой разности запасов воды при новом и предшествующем числе работающих дождевальных машин, причем величину расчетного интервала времени подачи компенсирующего объема изменяют путем умножения на постоянные коэффициенты в случае изменения количества включенных в работу дождевальных машин за предыдущий расчетный интервал времени подачи компенсирующего объема, регулирование уровня в резервных емкостях осуществляют водосливными границами на выходах из этих емкостей, а величину прогнозируемой разности запасов воды при новом и предшествующем числе работающих машин определяют пропорционально изменению запаса воды на предыдущем расчетном интервале времени соответственно при ожидаемом изменении числа включенных дождевальных машин на последнем расчетном интервале времени с учетом удаленности их от источника орошения.



Редактор Н.Тупица

Составитель Г.Параев

Техред М.Ходанич

Корректор Н.Ревская

Заказ 3405

Тираж 461

Подписное

ВНИИИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101