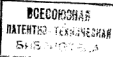




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

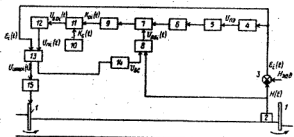


(21) 4304268/30-15
(22) 21.07.87
(46) 07.06.90. Бюл. № 31
(71) Одесский политехнический институт
(72) Рауль Ривас Перес (CU),
П.И.Коваленко, Е.Л.Пичугин (SU)
и Као Тиен Гуинь (VN)
(53) 631.347.1 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1418407, кл. E 02 В 13/00, 1982.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ
УРОВНЯ ВОДЫ НА УЧАСТКЕ ОРОСИТЕЛЬНОГО
КАНАЛА

(57) Изобретение относится к авто-
матизации управления водораспреде-
лением на оросительных каналах мелно-
ративных систем. Цель изобретения -
повышение надежности и быстродей-
ствия регулирования уровня воды на
участке оросительного канала. Уст-
ройство для регулирования воды на
участке канала содержит затворы 1 в
начале и конце участка, датчик 2
уровня воды конца участка, выход ко-
торого соединен с первым входом эле-
мента сравнения. Исполнительный

блок 15 связан с затвором 1 в начале
участка. Устройство содержит также
последовательно соединенные порого-
вый элемент 4, блок задержки 5, пер-
вый формирователь импульсов 6,
ключ 7, запоминающее устройство 9,
блок 11 деления, второй формиро-
ватель импульсов 12, широко-импульс-
ный регулятор 13. Синхронизация ра-
боты устройства осуществляется бло-
ком 14 синхронизации, а основные
вычисления для поддержания постоян-
ным коэффициента усиления K_c систе-
мы объект - регулятор вычислительным
блоком 8. Последний вычисляет коэф-
фициент усиления участка канала K_0 для
расчета требуемого коэффициента ре-
гулятора K_R в блок 11 деления. Опре-
деление требуемого коэффициента
усиления регулятора K_R осуществляют-
ся по формуле $K_R = K_c^2 / K_0$, где K_c^2 -
заданный блоком 10 задания коэффи-
циент усиления системы объект (учас-
ток канала) - регулятор (устройство
управления). Применение устройства
позволяет значительно уменьшить не-
производительные сбросы оросительной
воды и подмывание дамб каналов. 5 ил.



Ориг

Изобретение относится к автоматическому управлению водораспределением на сельскохозяйственных оросительных каналах, в частности к автоматизации водозабора и вододеления в мелиорации.

Цель изобретения - повышение надежности и быстродействия регулирования уровня воды на участке оросительного канала.

На фиг. 1 показана функциональная схема устройства регулирования уровня воды на участке оросительного канала; на фиг. 2 - схема вычислительного блока; на фиг. 3 - схема широкоимпульсного регулятора; на фиг. 4 - схема блока синхронизации; на фиг. 5 - графики входных и выходных сигналов отдельных блоков устройства.

Устройство для регулирования уровня воды (фиг. 1) содержит затворы 1 начала и конца участка канала, датчик 2 уровня конца участка, элемент 3 сравнения, пороговый элемент 4, первый элемент 5 задержки, первый формирователь 6 импульсов, ключ 7, вычислительный блок 8, запоминающее устройство 9, задатчик 10 коэффициентов, первый блок 11 деления, второй формирователь 12 импульсов, широкоимпульсный регулятор 13, блок 14 синхронизации, исполнительный блок 15.

Вычислительный блок 8 (фиг. 1) содержит импульсные элементы 16, 16₂, фиксаторы 17₁, 17₂ нулевого порядка, блок 18 умножения, элемент 19 задержки, сумматор 20, второй блок 21 деления и первый блок 22 выделения модуля.

Широкоимпульсный регулятор 13 (фиг. 3) содержит генератор 23 пилообразного напряжения, второй блок 24 выделения модуля, компаратор 25, релейный элемент 26 и третий формирователь 27 импульсов.

Блок 14 синхронизации (фиг. 4) содержит фазовый детектор 28, задающий генератор 29, блок 30 усреднения напряжения и устройство 31 управления.

Устройство для регулирования уровня воды на участке оросительного канала работает следующим образом.

При изменении режимов работы участка канала его коэффициент усиления (коэффициент передачи) значительно изменяется. Для достижения оптимальных плавных процессов во всех ре-

жимах работы участка канала коэффициент передачи системы (K_p), равный произведению коэффициента усиления объекта (K_0) на коэффициент усиления регулятора (K_p), должен оставаться постоянным

$$K_c = K_0 \cdot K_p = \text{const.} \quad (1)$$

Коэффициент усиления объекта представляет собой отношение выходной величины объекта к входной в установленном состоянии

$$K_0 = \frac{\Delta H}{\Delta a}, \quad (2)$$

где ΔH - приращение уровня воды в участке канала;

Δa - приращение величины открытия затвора.

Для выполнения условия (1) необходимо корректировать коэффициент регулятора $K_p(t)$ в зависимости от изменений коэффициента усиления участка канала $K_0(t)$. Так как уровень в начале и конце канала и расход через гидротехническое сооружение взаимосвязаны, то коэффициент усиления K_0 и уровень воды на участке являются функциями расхода Q воды через сооружение $K_0 = f(Q)$ и $H > f(Q)$.

Учитывая, что при изменении режимов работы участка канала его коэффициент усиления изменяется в широком диапазоне $K_{0\text{мин}} \leq K_0(t) \leq K_{0\text{макс}}$, представим динамику участка канала в

$$T_0 \frac{dH(t)}{dt} + H(t) = K_0(t) U(t - \tau), \quad (3)$$

где T_0 - постоянная времени участка канала;

$U(t)$ - управляющее воздействие;
 τ - временное запаздывание в участке канала.

Для управления уровнем воды в участке канала применяется широкоимпульсный регулятор 7. Широкоимпульсный закон регулирования может быть представлен в виде

$$U_{\text{шии}}(t) = \begin{cases} M \text{ sign } E_i(t) & \text{при} \\ KT < t \leq KT + \theta_k; & (4) \\ 0 & \text{при} \\ KT + \theta_k \leq t \leq KT + T, \end{cases}$$

где T - период повторения управляющих импульсов;

θ_k - длительность управляющих импульсов в k -м периоде;

M - амплитуда управляющих импульсов ($H = \text{const}$).

Длительность управляющих импульсов широтно-импульсного регулятора 7 зависит от сигнала рассогласования, $E_i(t)$, а период повторения управляющих импульсов выбирается в виде $T = \hat{c}/r$, где r — целое положительное число.

При равенстве значений уровня и задания в конце участка сигнал рассогласования $E_i(t)$ равен нулю, при этом на исполнительный блок 15 не поступает никакой сигнал затвор 1 начала участка не перемещается.

При увеличении уровня воды в конце участка изменяется выходной сигнал датчика 2 уровня, который, поступая в элемент 3 сравнения и сравниваясь в нем с сигналом задания уровня в конце участка, приводит к появлению на выходе элемента 3 сравнения сигнала рассогласования $E_i(t)$, который поступает на второй вход широтно-импульсного регулятора 13. Последний по сигналу рассогласования $E_i(t)$, формирует последовательность управляющих импульсов $U_{шир}(t)$ с длительностью и знаком, пропорциональными сигналу $E_i(t)$. При этом на выходе исполнительного блока 15 появляется сигнал на опускание затвора 1 начала участка для подачи уменьшенного расхода воды в участок канала.

Когда сигнал рассогласования $E_i(t)$ с некоторого момента времени t , превышает пороговый уровень E_n порогового элемента 4 т.е. $|E_i(t)| > |E_n|$, что может быть вызвано изменением коэффициента усиления K_0 участка канала, устройство проводит идентификацию коэффициента усиления объекта, при этом длительность θ_k управляющих импульсов широтно-импульсного регулятора 13 становится больше некоторой заранее заданной временной постоянной величины Λ , т.е. $\theta_k > \Lambda$, для чего E_n выбирают такой, что $\Lambda \ll T$.

Для идентификации коэффициента усиления $K_0(t)$ участка канала с момента времени $t_0 = t_1 + \hat{c}$ в каждом интервале дискретности имеются значения уровня воды в участке канала в момент времени $t = KT$ и $t = KT + \Lambda$. Следовательно, в каждом периоде величины $N(KT)$ и $N(KT + \Lambda)$ определены и из уравнения (3) получается коэффициент усиления участка канала:

$$K_0(t) = \frac{N(KT + \Lambda) - \hat{K}_2 N(KT)}{\hat{K}_1^{1+\alpha} - \hat{K}_2^{1+\alpha}} \quad (5)$$

где $\hat{K}_2 = e^{-\frac{1}{T_0} \Lambda}$, $\hat{K}_1 = \int_{KT}^{KT+\Lambda} e^{-\frac{1}{T_0}(KT+\Lambda-t)} \cdot N dt$.

Этот алгоритм может быть реализован или микроЭВМ, или описанным ниже вычислительным блоком 8, настроенным на дискретных или аналоговых элементах. При этом импульсные элементы 16₁, 16₂ работают синхронно с импульсным элементом широтно-импульсного регулятора 13. Фиксаторы 17₁, 17₂ нулевого порядка преобразуют выходные сигналы импульсных элементов 16₁, 16₂ в последовательность прямоугольных импульсов длительности T , причем блок 5 задержки и элемент 19 задержки имеют одинаковое время задержки Λ .

Идентификация коэффициента усиления участка канала происходит следующим образом.

При превышении сигналом рассогласования $E_i(t)$ заданного порогового уровня E_n на выходе порогового элемента 4 появляется сигнал U_n , который поступает на вход первого элемента 5 задержки. Спустя время, равное $\Lambda + \Lambda$, на выходе первого элемента 5 задержки появляется сигнал. При этом формирователь 6 импульсов вырабатывает сигнал, открывающий ключ 7. Выходной сигнал $K_0(t)$ вычислительного блока 8, полученный по алгоритму 5, проходит через открытый ключ 7, а затем поступает в запоминающее устройство 9. В результате выходное напряжение запоминающего устройства 9 становится равным новому значению $K_0(t)$ коэффициента усиления участка канала.

Если сигнал рассогласования $E_i(t)$ меньше заданного порогового уровня E_n , то выходной сигнал порогового элемента 4 отсутствует, ключ 7 закрыт и выходное напряжение запоминающего устройства 9 остается постоянным. Синхронизация работы устройства осуществляется блоком 14, который работает следующим образом.

Выходной сигнал импульсного элемента широтно-импульсного регулятора 13 поступает на первый вход фазового детектора 28, на второй вход детектора поступают сигналы от заданного генератора 29. Если частота импульсов задающего генератора 29 отличается от частоты поступающих

импульсов импульсного элемента широтно-импульсного регулятора 13, то на выходе фазового детектора 28 появляются импульсы рассогласования, которые указывают направление и величину рассогласования. Блок 30 усреднения напряжения усредняет выходные импульсы фазового детектора 28 с целью получения управляющего напряжения и кратковременного запоминания напряжения рассогласования. Устройство 31 управления использует сигналы блока 30 усреднения для воздействия на частоту задающего генератора 29, при этом с выхода задающего генератора 29 снимаются синхронные и синфазные импульсы с входными импульсами, которые поступают на первый вход вычислительного блока 8 и обеспечивают синхронную работу импульсных элементов 16_1 , 16_2 с импульсным элементом широтно-импульсного регулятора 13.

Коррекция коэффициента усиления $K_{p_i}(t)$ широтно-импульсного регулятора 13 осуществляется блоком 11 согласно условию (1). Алгоритм функционирования первого блока 11 деления следующий:

$$U_{\text{вх}}(t) = \frac{K_c(t)}{K_{p_i}(t)} = K_{p_i}(t), \quad (6)$$

где $U_{\text{вх}}(t)$ — i -й выходной сигнал первого блока 11 деления;
 K_c — выходной сигнал задатчика 10 коэффициентов.

После определения коэффициента усиления $K_{p_i}(t)$ широтно-импульсного регулятора 13, соответствующего новому режиму работы участка канала, второй формирователь 12 импульсов формирует последовательность прямоугольных импульсов $U_{\text{п}}(t)$ длительностью пропорциональной величине нового коэффициента усиления широтно-импульсного регулятора 13. Указанные импульсы поступают на вход генератора 23 пилообразного напряжения широтно-импульсного регулятора 13. При этом длительность рабочего хода импульсов генератора 23 пилообразного напряжения определяется длительностью выходных прямоугольных импульсов второго формирователя 12 импульсов.

Таким образом на втором выходе широтно-импульсного регулятора 13 получают последовательность прямоугольных импульсов длительностью δ_i ,

пропорциональной новому коэффициенту усиления регулятора

$$\delta_i = f(K_{p_i}(t), E_i(t)), \quad (7)$$

При одном и том же сигнале рассогласования на выходе широтно-импульсного регулятора 13 можно получить последовательности прямоугольных импульсов разной длительности, определяемой коэффициентом усиления $K_{p_i}(t)$ широтно-импульсного регулятора 13. Чем больше коэффициент усиления регулятора, тем больше длительность его выходных импульсов.

На фиг. 5 представлены диаграммы, поясняющие работу системы.

В начальном периоде (от 0 до 8 T) коэффициент усиления участка канала является постоянным и поэтому сигнал рассогласования $E_i(t)$ не превышает порогового уровня $E_{\text{п}}$ порогового блока 4, контур самонастройки регулятора 13 отключен. Сигнал рассогласования $E_i(t)$ поступает на второй вход регулятора 13. В компараторе 25 регулятора 13 сравниваются выходной сигнал $U_{\text{сн}}(t)$ генератора 23 пилообразного напряжения и сигнал рассогласования $E_i(t)$. В результате на выходе регулятора 13 получают импульсы управления $U_{\text{упр}}(t)$ длительностью пропорциональной сигналу рассогласования $E_i(t)$. Так как в системе управления имеется временное запаздывание $\hat{t}$, регулятор 13 выдает импульсы управления, спустя время запаздывания $\hat{t}$.

В интервале времени (9T, 10T) в момент t_1 сигнал рассогласования $E_2(t)$ превышает пороговое значение уровня $E_{\text{п}}$, что может быть вызвано изменением коэффициента усиления K_0 участка канала. При этом включается в работу контур самонастройки регулятора 13. На выходе порогового элемента 4 в момент времени t_2 появляется сигнал $U_{\text{п}}(t)$, который поступает на вход первого элемента 5 задержки и спустя время; равное $(\hat{t} + \lambda)$, на его выходе возникает сигнал $U_{\text{зз}}(t)$, т.е. выходной сигнал первого элемента 5 задержки $U_{\text{зз}}(t)$ проявляется в момент времени $t_3 = t_2 + \hat{t} + \lambda$, где λ — заранее заданная временная постоянная величина. При этом первый формирователь 6 импульсов вырабатывает сигнал $U_{\text{п}}(t)$, который открывает ключ 7. Вычислительный блок 8 по алгоритму (5)

определяет новое значение коэффициента усиления $K_0(t)$ участка канала, при этом через открытый ключ 7 проходит выходной сигнал $U_{\text{вс}}(t)$ вычислительного блока 8, пропорциональный новому значению коэффициента усиления участка канала, а затем поступает в заминающее устройство 9. В результате выходное напряжение запоминающего устройства 9 становится равным новому значению коэффициента усиления канала $K_0(t)$.

Для выполнения условия $K_c(t) = K_0(t) \cdot K_p(t)$ необходимо корректировать значение коэффициента $K_p(t)$ усиления регулятора 13. Первый блок 11 деления, работающий по алгоритму (6), определяет новое значение коэффициента $K_p(t)$ регулятора 13. Второй формирователь 12 импульсов формирует последовательность прямоугольных импульсов $U_n(t)$ длительностью пропорциональной величине нового коэффициента усиления регулятора 13. При этом длительность рабочего хода импульсов $U_{\text{гнн}}(t)$ генератора 23 пилообразного напряжения определяется длительностью выходных прямоугольных импульсов $U_n(t)$ второго формирователя 12 импульсов. В компараторе 25 регулятора 13 сравниваются сигнал рассогласования $E_2(t)$ и выходные импульсы $U_{\text{гнн}}(t)$ генератора 23 пилообразного напряжения. Таким образом, на втором выходе широтно-импульсного регулятора 13 получают последовательность прямоугольных импульсов $U_{\text{гнр}}(t)$ длительностью, пропорциональной новому коэффициенту усиления $K_p(t)$ регулятора 13.

Функции импульсных элементов 16₁, 16₂ и фиксаторов 17₁, 17₂ нулевого порядка следующие: импульсные элементы 16₁, 16₂ преобразуют непрерывный во времени выходной сигнал $N(t)$ датчика 2 уровня конца участка канала в дискретный сигнал, при этом их выходной сигнал представляет собой последовательность импульсов. Фиксаторы 17₁, 17₂ нулевого порядка преобразуют входные импульсные сигналы в последовательность прямоугольных импульсов длительностью T .

Фазовый детектор 28 сравнивает два выходных сигнала и на его выходе формирует сигнал ошибки, пропорциональный разности фаз входных сигналов. В данном случае фазовый детектор 28 сравнивает входной сигнал

импульсного элемента широтно-импульсного регулятора 13 и выходной сигнал задающего генератора 29. Если частота импульсов задающего генератора 29 отличается от частоты поступающих импульсов импульсного элемента широтно-импульсного регулятора 13, то на выходе фазового детектора 28 появляется импульсы рассогласования, которые указывают направление и величину рассогласования. Блок 30 усреднения выводит импульсы фазового детектора 28 с целью получения управляющего напряжения и кратковременного запоминания напряжения рассогласования. Устройство 31 управления использует сигналы блока 30 усреднения для воздействия на частоту задающего генератора 29, при этом с выхода задающего генератора 29 снимаются синхронные и синфазные импульсы с входными импульсами, которые поступают на первый вход вычислительного блока 8 и обеспечивают синхронную работу импульсных элементов 16₁, 16₂ с импульсным элементом широтно-импульсного регулятора 13. Для работы фазового детектора 28 не нужен блок привязки с задающим генератором 29.

Таким образом, предлагаемая система регулирования уровня воды на участке оросительного канала осуществляет идентификацию текущего значения переменного коэффициента усиления $K_0(t)$ участка канала и на основании результата идентификации перестраивает коэффициент усиления $K_p(t)$ широтно-импульсного регулятора до оптимальных значений, соответствующих новому режиму работы участка канала. При этом идентификация производится в режиме нормальной работы системы без применения пробного сигнала.

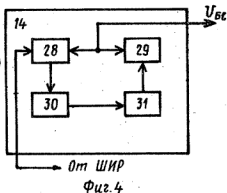
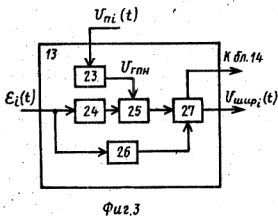
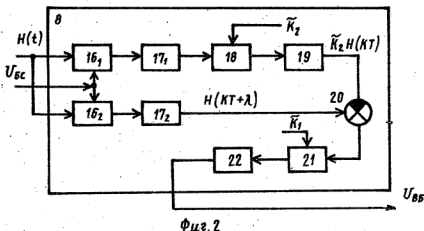
Применение предлагаемого устройства позволяет значительно повысить точность, надежность и быстродействие регулирования и при этом уменьшить непроизводительные сбросы оросительной воды и подмывание дамб каналов.

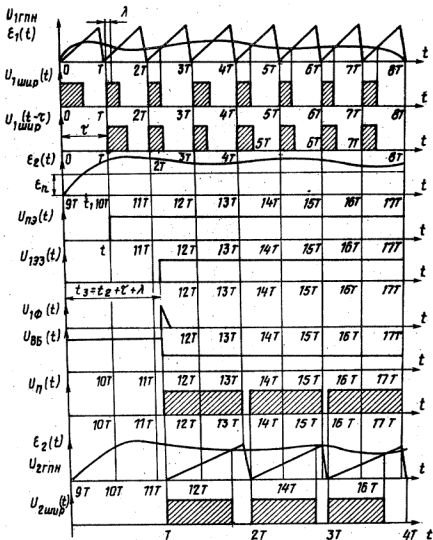
Формула изобретения

Устройство для регулирования уровня воды на участке оросительного канала, содержащее затворы в начале и конце участка, элемент сравнения сигнала датчика уровня в конце участ-

ка с сигналом уставки, подключенный через широтно-импульсный регулятор к исполнительному блоку привода затвора в начале участка, к также пороговый элемент и блок синхронизации, подключенные соответственно к выходам элемента сравнения и широтно-импульсного регулятора, от которого идет сигнал, что, с целью повышения надежности и быстродействия регулирования, устройство снабжено последовательно включенными между

пороговым элементом и широтно-импульсным регулятором блока задержки, первым формирователем импульсов, ключом, запоминающим блоком, блоком деления и вторым формирователем импульсов, а также снабжен датчиком коэффициентов, подключенным к второму входу блока деления, и вычислительным блоком, входы которого подключены к блоку синхронизации и к датчику уровня, а выход - к второму входу ключа.





Фиг.5

Составитель Г.Параев

Редактор А.Мотыль

Техред Л.Сердюкова

Корректор М.Шароши

Заказ 1428

Тираж 533

Подписное

ВНИИПИ 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