



SU 1569383 A1

(51)5 E 02 B 13/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

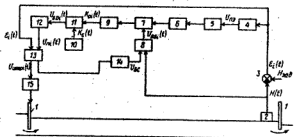
ВЕСОЮЗНАЯ
ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

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

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

(57) Изобретение относится к автоматизации управления водораспределением на оросительных каналах мелиоративных систем. Цель изобретения — повышение надежности и быстродействия регулирования уровня воды на участке оросительного канала. Устройство для регулирования воды на участке канала содержит затворы 1 в начале и конце участка, датчик 2 уровня воды конца участка, выход которого соединен с первым входом элемента сравнения. Исполнительный

блок 15 связан с затвором 1 в начале участка. Устройство содержит также последовательно соединенные пороговый элемент 4, блок задержки 5, первый формирователь импульсов 6, ключ 7, запоминающее устройство 9, блок 11 деления, второй формирователь импульсов 12, широтно-импульсный регулятор 13. Синхронизация работы устройства осуществляется блоком 14 синхронизации, а основные вычисления для поддержания постоянным коэффициента усиления K_c системы объект - регулятор вычислительным блоком 8. Последний вычисляет коэффициент усиления участка канала K_0 для расчета требуемого коэффициента регулятора K_p в блок 11 деления. Определение требуемого коэффициента усиления регулятора K_p осуществляется по формуле $K_p = K_0^2 / K_c$, где K_0^2 - заданный блоком 10 задания коэффициент усиления системы объект (участок канала) - регулятор (устройство управления). Применение устройства позволяет значительно уменьшить непроизводительные сбросы оросительной воды и подымающие дамб каналов. 5 ил.



Day 1

Изобретение относится к автоматическому управлению водораспределением на сельскохозяйственных оросительных каналах, в частности к автоматизации водозабора и вододеления в мелиораци-
5

цель изобретения - повышение надежности и быстродействия регулирования уровня воды на участке оросительного канала.
10

На фиг. 1 показана функциональная схема устройства регулирования уровня воды на участке оросительного канала; на фиг. 2 - схема вычислительного блока; на фиг. 3 - схема широтно-импульсного регулятора; на фиг. 4 - схема блока синхронизации; на фиг. 5 - графики входных и выходных сигналов отдельных блоков устройства.
15

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, широтно-импульсный регулятор 13, блок 14 синхронизации, исполнительный блок 15.
20

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.
25

Широтно-импульсный регулятор 13 (фиг. 3) содержит генератор 23 пилообразного напряжения, второй блок 24 выделения модуля, компаратор 25, релеинный элемент 26 и третий формирователь 27 импульсов.
30

Блок 14 синхронизации (фиг. 4) содержит фазовый детектор 28, задающий генератор 29, блок 30 усреднения напряжения и устройство 31 управления.
35

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 пелеходных процессов во всех ре-
55

жимах работы участка канала коэффициент передачи системы (K_p), равный произведению коэффициента усиления объекта (K_o) на коэффициент усиления регулятора (K_r), должен оставаться постоянным
60

$$K_c = K_o \cdot K_r = \text{const.} \quad (1)$$

Коэффициент усиления объекта представляет собой отношение выходной величины объекта к входной в установившемся состоянии
65

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

где ΔH - приращение уровня воды в участке канала;
70

Δa - приращение величины открытия затвора.

Для выполнения условия (1) необходимо корректировать коэффициент регулятора $K_r(t)$ в зависимости от изменений коэффициента усиления участка канала $K_o(t)$. Так как уровень в начале и конце канала и расход через гидротехническое сооружение взаимосвязаны, то коэффициент усиления K_o и уровень воды на участке являются функциями расхода Q воды через сооружение $K_o = f(Q)$ и $H > f(Q)$.
75

Учитывая, что при изменении режимов работы участка канала его коэффициент усиления изменяется в широком диапазоне $K_{o \min} \leq K_o(t) \leq K_{o \max}$, представим динамику участка канала в
80

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

где T_o - постоянная времени участка канала;
85

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

Для управления уровнем воды в участке канала применяется широтно-импульсный регулятор 7. Широтно-импульсный закон регулирования может быть представлен в виде
90

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

где T - период повторения управляющих импульсов;
95

θ_k - длительность управляющих импульсов в k -м периоде;

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

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 $t_0 = t_i + \hat{C}$ 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 , причём 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 $U_{пз}$, 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_{p_i} 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 $8T$) коэффициент усиления участка канала является постоянным и поэтому сигнал рассогласования $E_i(t)$ не превышает порогового уровня E_n 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 $U_{\text{ген}}(t)$ 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 $E(t)$. 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_n , 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 $U_{p_2}(t)$, который поступает на вход первого элемента 5 задержки и спустя время, равное $(\hat{t} + \Lambda)$, на его выходе возникает сигнал $U_{z_3}(t)$, т.е. выходной сигнал первого элемента 5 задержки $U_{z_3}(t)$ появляется 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 $U_{\text{ф}}$, 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 заминающего устройства 9 становится равным новому значению коэффициента усиления канала $K_0(t)$.

Для выполнения условия $K_0(t) = K_0(t) \cdot K_p(t)$ 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 $U_{\text{дгн}}(t)$ 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 $U_{\text{дгн}}(t)$ генератора 23 пилообразного напряжения. Таким образом, на втором выходе широтно-импульсного регулятора 13 получают последовательность прямоугольных импульсов $U_{\text{дшр}}(t)$ 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 выходной 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 появляются 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.

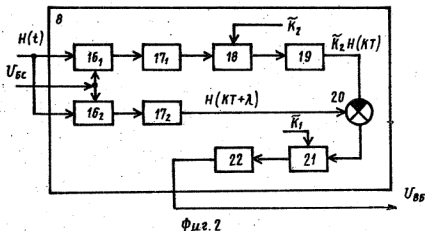
Применение предлагаемого устройства позволяет значительно повысить точность, надежность и быстродействие регулирования и при этом уменьшить непроизводительные сбросы оросительной воды и подмывание дамб каналов.

Формула изобретения

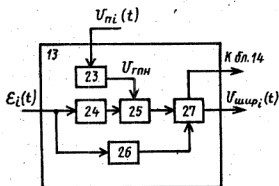
Устройство для регулирования уровня воды на участке оросительного канала, содержащее затворы в начале и конце участка, элемент сравнения сигнала датчика уровня в конце участ-

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, о т л и ч а ю щ е с я тем, что, с целью повышения надежности и быстродействия регулирования, устройство снабжено последовательно включенными между

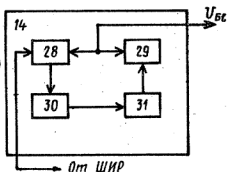
пороговым элементом и широтно-импульсным регулятором блоком задержки, первым формирователем импульсов, ключом, запоминающим блоком, блоком деления и вторым формирователем импульсов, а также снабжено датчиком коэффициентов, подключенным к второму входу блока деления, и вычислительным блоком, входы которого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



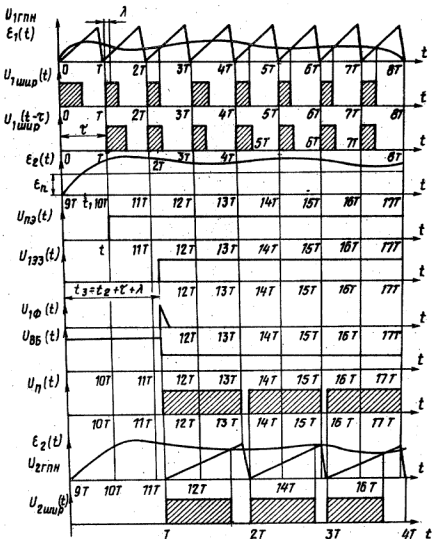
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг.5

Составитель Г.Параев

Редактор А.Мотыль

Техред Л.Сердюкова

Корректор М.Шарош

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