

АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ И УСТРОЙСТВА С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Для построения АСР и АСУ ТП используются обычно регуляторы, реализующие стандартные нелинейные (позиционные) и линейные ПИ-, ПИД-законы управления. При создании более совершенных систем требуется (помимо усложнения закона управления) расширить функциональные возможности регуляторов, к которым относятся:

- безударное включение регулятора при переходе с дистанционного (ручного) режима управления на автоматический и наоборот, а также с внешнего задания на внутреннее и наоборот при супервизорном управлении [1, 2];
- коррекция выходного сигнала регулятора в автоматическом режиме – реализация режима “обхода автоматики” или “пересиливания автоматики” [1, 3];
- ограничение отдельных составляющих выходного сигнала регулятора по верхнему и нижнему уровням (пределам) и защита их от насыщения [1, 4].

1. Регуляторы с безударным переключением режимов работы

Структурная схема одного из таких регуляторов [2] представлена на рис. 1.

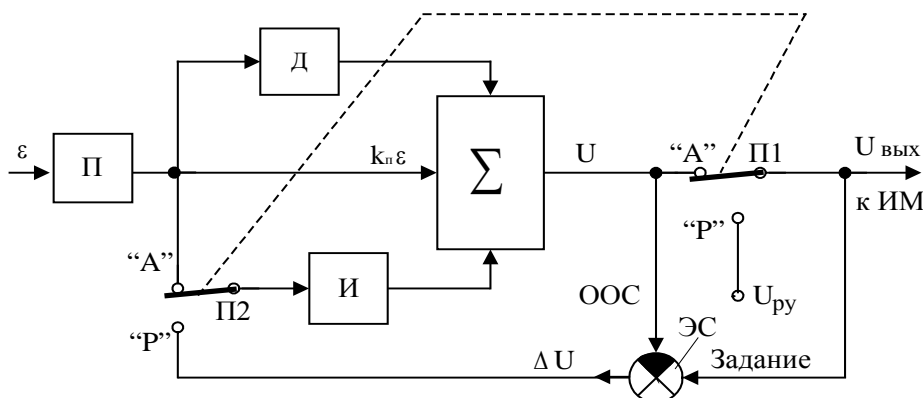


Рис. 1. Регулятор с безударным переключением режимов работы

При переходе на ручное управление с помощью блока ручного (дистанционного) управления (БРУ) устанавливают $U_{ру.} = U_{вых.} \equiv U$. Затем спаренные переключатели П1 и П2 переводят в положение “Р” (ручной режим). После этого изменяют $U_{вых}$ с помощью задатчика ручного управления $U_{ру}$.

В ручном режиме работы на вход интегратора И с выхода элемента сравнения ЭС поступает сигнал ошибки $\Delta U = U_{вых} - U$. Интегратор сводит ошибку ΔU к нулю. Поэтому выход U сумматора Σ (выход регулятора) следит за сигналом $U_{вых} \equiv U_{ру}$, поступающим к исполнительному механизму ИМ от блока БРУ. Выходные сигналы П- и Д-частей регулятора в ручном режиме являются возмущающими воздействиями. Схема обеспечивает полностью безударный (мягкий) переход на автоматический режим, так как в ручном режиме работы регулятора равны все переключаемые сигналы: $U = U_{вых} \equiv U_{ру}$ [2].

2. Регуляторы с коррекцией выходного сигнала в автоматическом режиме (в режиме “обхода автоматики” или “пересиливания автоматики”)

При автоматическом управлении объектами, подверженными действию значительных возмущений, часто требуется оперативно корректировать выход-

ной сигнал регулятора. Например, если о нарушениях технологического процесса известно заранее или еще до начала изменения регулируемых параметров, то желательно давать упреждающие воздействия на исполнительные механизмы, что позволяет резко улучшить качество регулирования [1, 3].

Некоторые регуляторы имеют кнопочное ручное управление (рис. 2), которое позволяет также реализовать так называемый режим “обхода автоматики” или “пересиливания автоматики”, если нажимать кнопки “Больше” и “Меньше” в автоматическом режиме управления [3]. Так как при переводе на автоматический режим используется тот же интегратор, то сразу после переключения выходной сигнал регулятора сохраняется и обеспечивается безударный переход.

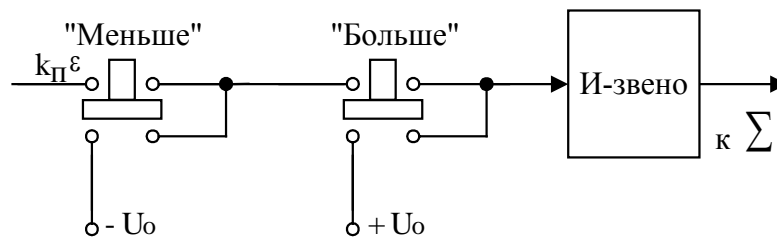


Рис. 2. Схема кнопочного ручного управления

Предложены схемы регуляторов с коррекцией в автоматическом режиме, у которых в интегральном звене создается по команде “Больше” или “Меньше” соответствующий перепад $+\Delta$ или $-\Delta$. В результате выход интегратора изменяется с постоянной скоростью, что приводит к соответствующему изменению выходного сигнала регулятора [3]. Команды “Больше” и “Меньше” можно подавать сразу на несколько таких регуляторов.

Таким образом, у регуляторов с коррекцией можно оперативно изменять выходной сигнал в автоматическом режиме без трудоемкого перевода системы регулирования на дистанционное или ручное управление и таким образом реализовать режим “обхода автоматики” или “пересиливания автоматики”. Оперативное вмешательство в работу регулятора (и особенно регуляторов) при различных возмущениях технологического режима позволяет повысить динамическую точность процессов управления [1, 3].

3. Блоки предварения и дифференцирования

с ограничениями выходных сигналов и защитой от насыщения

В устройстве прямого предварения (рис. 3) с защитой от насыщения (БПЗН) при превышении выходным сигналом $P_{\text{вых}}$ установленных пределов срабатывает блок сигнализации БС и в инерционной части 4 прибора устанавливается малая постоянная времени T_d , близкая к нулю. При большой скорости изменения входного сигнала выход БПЗН (ограничиваемый параметр $P_{\text{огр}}$) вследствие переключений T_d по команде P_k удерживается (в режиме близком к скользящему) на границе допустимых пределов P_n и P_v [1, 4].

Временные диаграммы, поясняющие работу БПЗН и (для сравнения) обычного линейного, приведены на рис. 4. Для упрощения принято, что у обоих блоков усилитель имеет бесконечный коэффициент передачи K_d , что не приводит к снижению общности изложения. При большой скорости изменения вход-

ного сигнала выходной сигнал 1 БПЗН сразу становится равным верхнему пределу P_B , а входной сигнал 2 обычного блока становится равным значению уровня питания $+P_{\text{ПИТ}}$ [5].

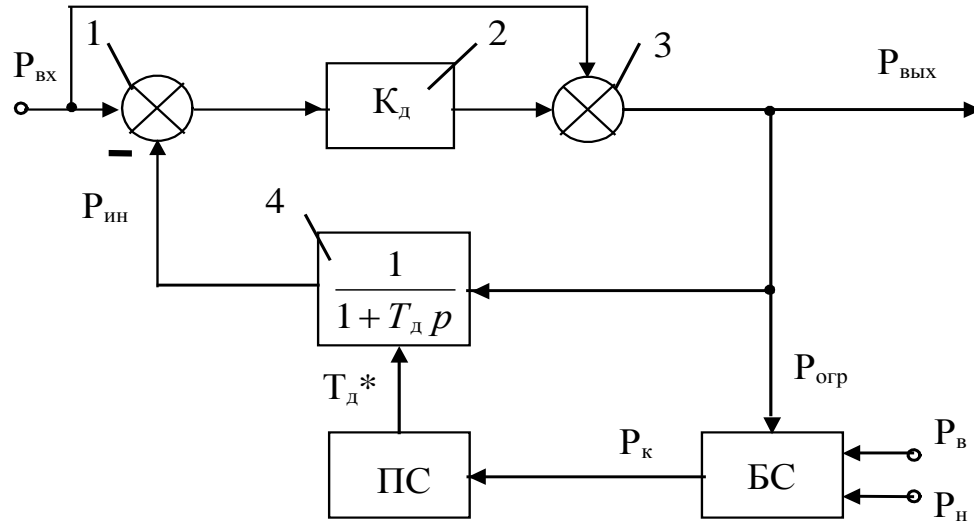


Рис. 3. Структурная схема блока предварения БПЗН

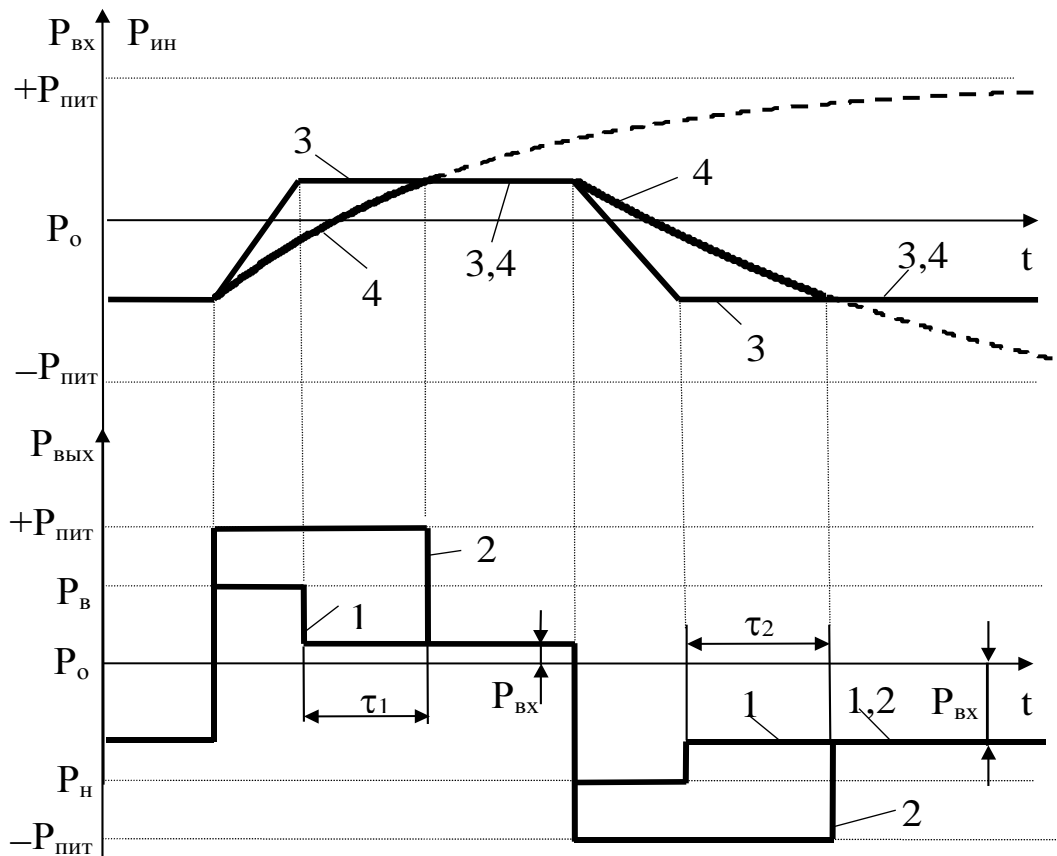


Рис. 4. Диаграммы работы блоков предварения (при $K_д \rightarrow \infty$):

- 1 - с защитой от насыщения; 2 - без защиты от насыщения;
- 3 - входной сигнал $P_{ВХ}$; 4 - выход инерционного звена $P_{ИН}$

После того как изменение входного сигнала 3 прекращается, выходной сигнал 1 БПЗН сразу становится равным $P_{ВХ}$, а входной сигнал 2 обычного блока остается равным значению уровня питания все время τ_1 или τ_2 , пока значение

выхода 4 инерционного звена $P_{ин}$ ($P_{ин}$ изменяется по экспоненте) не сравняется со значением $P_{вх}$. Таким образом, из рис. 4 видно, что применение узла защиты от насыщения позволяет устранить запаздывание в работе устройства предварения, которое может быть значительным при большом значении постоянной времени предварения и при малых значениях уровня питания $P_{пит}$ [5].

4. Фильтры с защитой от насыщения

В устройствах для фильтрации сигналов защита от насыщения заключается в том, чтобы абсолютная величина разности входных и выходных сигналов не превышала амплитуды помехи. Если действует высокочастотная помеха с постоянной амплитудой, то задачу защиты от насыщения относительно просто можно решать, применяя фильтры с переменной структурой (ФПС) [6].

На рис. 5 приведена схема такого фильтра ФПС, в котором при насыщении скачком уменьшается постоянная времени T_{ϕ} инерционного звена 1 по аналогии с блоком предварения БПЗН (см. рис. 3).

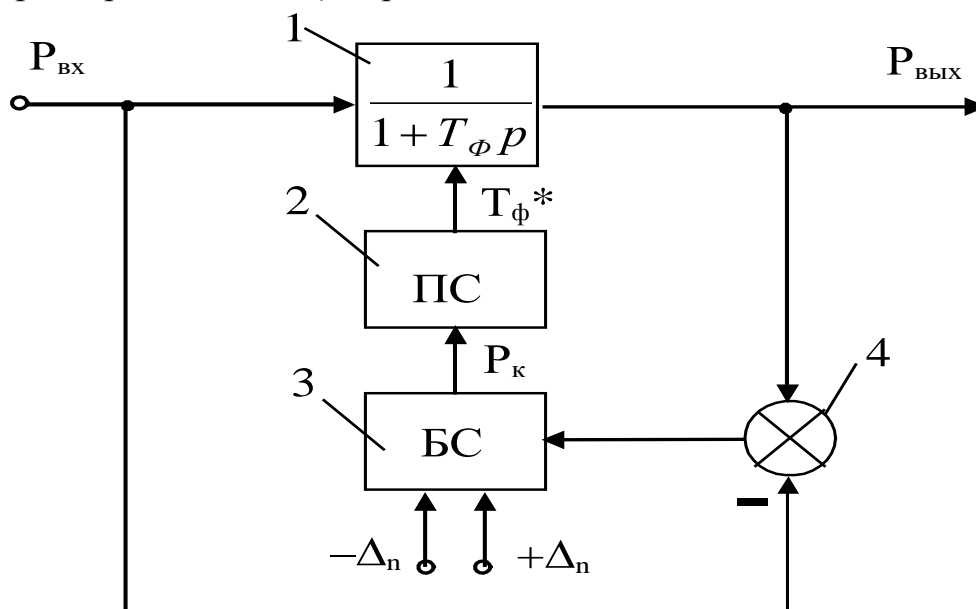


Рис. 5. Структурная схема фильтра ФПС

При постоянном входном полезном сигнале, пока уровень помехи равен зоне нечувствительности Δ_n БС, выход $P_к = 0$ блока сигнализации БС поступает на переключатель структуры (ПС) 2 и устанавливает в инерционном звене 1 большую постоянную времени фильтра T_{ϕ} . Звено 1 отфильтровывает помеху, которая определяется с помощью БС как модуль разности $|P_{вх} - P_{вых}|$.

При подаче скачком полезного сигнала появится рассогласование ($P_{вх} - P_{вых}$), превышающее зону нечувствительности $2\Delta_n$ БС, и на выходе БС сформируется логический сигнал $P_к = 1$, который, поступая на ПС, скачком устанавливает в звене 1 малую постоянную времени $T_{\phi}^* \ll T_{\phi}$. В результате скачок полезного сигнала пройдет на выход звена 1, величина $(P_{вх} - P_{вых})$ снова будет соответствовать ширине зоны нечувствительности БС, выход $P_к$ которого примет значение логического нуля ($P_к = 0$) и в звене 1 установит большую постоянную времени T_{ϕ} . Инерционное звено будет вновь отфильтровывать помеху. При изменении полезного сигнала с большой скоростью сигнал на выходе БС переключо-

чается с частотой, равной частоте колебаний помехи. В инерционном звене 1 с такой же частотой будет переключаться значение его постоянной времени, и полезный сигнал на выходе будет обрабатываться без искажений (рис. 2.11). Таким образом, из-за скачкообразного изменения постоянной времени (T_ϕ , T_ϕ^*) инерционного звена I при быстрых изменениях полезного сигнала последний фильтруется практически без искажений [6].

Регуляторы и устройства с расширенными функциональными возможностями довольно просто реализуются на микропроцессорных контроллерах типа ПРОТАР и Ремиконт Р-130 [8, 9].

Литература по регуляторам с расширенными функциональными возможностями

1. Говоров А.А. и др. Пневматические регулирующие устройства с расширенными функциональными возможностями для управления нефтехимическими и химико-технологическими процессами. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991. - 104 с.

2. А.с.532081 (БИ, 1976, № 38); 1040466 (БИ, 1983, № 33); 1262449 (БИ, 1986, № 37) СССР. Пневматический...регулятор/ А.А. Говоров и др.

3. А.с.1619230 (БИ, 1991, № 1); 1691818 (БИ, 1991, № 42) СССР. Пневматический...регулятор/ А.А. Говоров и др.

4. Говоров А.А. и др. Пневматические устройства предварения с ограничениями выходного сигнала// Нефтепереработка и нефтехимия. 1990.- Вып. 6.- С. 37- 39.

5. А.с.595743, 970389, 1080151, 1661804, 1714625, 1735839. Пневматическое устройство прямого предварения/ А.А. Говоров и др.

6. А.с. 746566 (БИ, 1980, № 25), 1273951 (БИ, 1986, № 44). Пневматический (адаптивный) фильтр/ А.А. Говоров и др.

7. Говоров А.А. и др. Пневматические регулирующие устройства с расширенными функциональными возможностями// XI-th International Conference on Fluidics "Jablonna'88".- Varna, Bulgaria. - Sofia, 1988. - P. 124 - 130.

8. Ключев А.С., Говоров А.А. и др. Автоматические системы и регуляторы с расширенными функциональными возможностями для непрерывных технологических процессов: в 2-х томах. Том 1: Синтез алгоритмов и функциональных структурных схем. – М.: "Испо-Сервис", 2004. - 264 с. Том 2: Техническая реализация регуляторов и автоматических систем. – М.: "Испо-Сервис", 2004. - 128 с.

9. Говоров А.А., Говоров С.А. и др. Микропроцессорные контроллеры АСР с расширенными функциональными возможностями.- Тула: ТулГУ, 2003. -172 с.