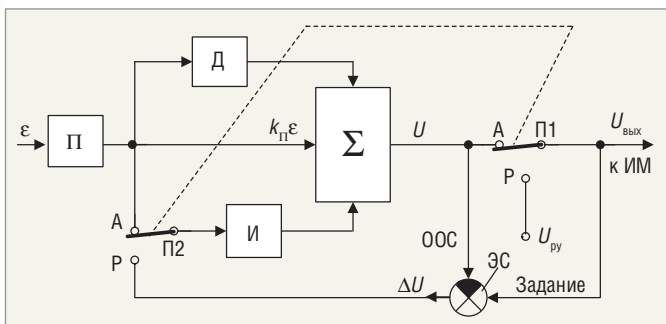


Автоматические регуляторы и устройства с расширенными функциональными возможностями

ВВЕДЕНИЕ

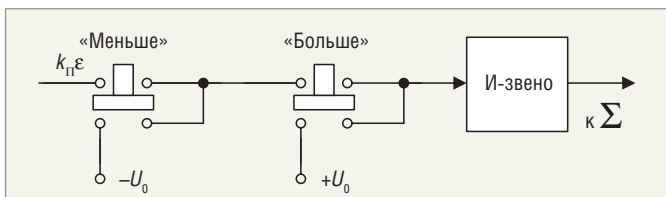
Для построения автоматической системы регулирования (АСР) и АСУ ТП используются обычно регуляторы, реализующие стандартные нелинейные (позиционные) и линейные ПИ-, ПИД-законы управления (пропорционально-интегральное и пропорционально-интегральное-дифференциальное регулирование). При создании более совершенных 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 *переливания автоматики* [2];



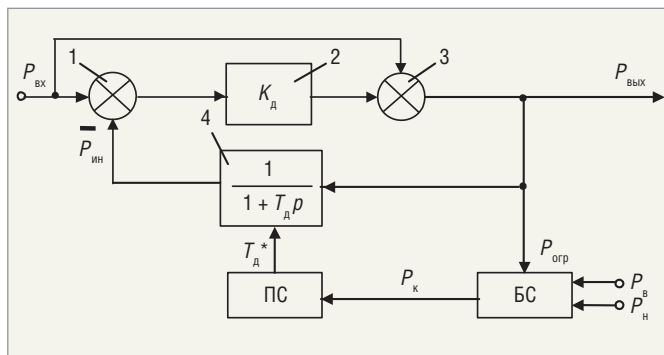
Условные обозначения: U – выход сумматора регулятора; $U_{\text{вых}}$ – выход регулятора; $U_{\text{ру}}$ – сигнал ручного управления; ΔU – сигнал ошибки; Π – пропорциональная часть регулятора ($k_{\text{п}}\epsilon$, где $k_{\text{п}}$ – коэффициент пропорциональности, ϵ – входной сигнал регулятора); Д – дифференциальная часть регулятора; Σ – сумматор; П1 и П2 – спаренные переключатели (P – ручной режим, A – автоматический режим); ИМ – исполнительный механизм; И – интегратор; ООС – отрицательная обратная связь; ЭС – элемент сравнения.

Рис. 1. Регулятор с безударным переключением режимов работы



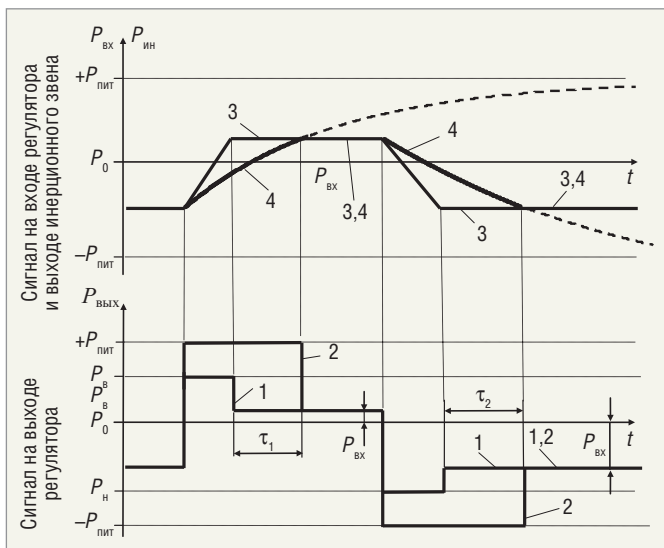
Условные обозначения: $k_{\text{п}}$ – коэффициент пропорциональности; ϵ – входной сигнал регулятора; Σ – сумматор; И-звено – интегратор; $+U_0$ – верхний уровень питания; $-U_0$ – нижний уровень питания.

Рис. 2. Схема кнопочного ручного управления



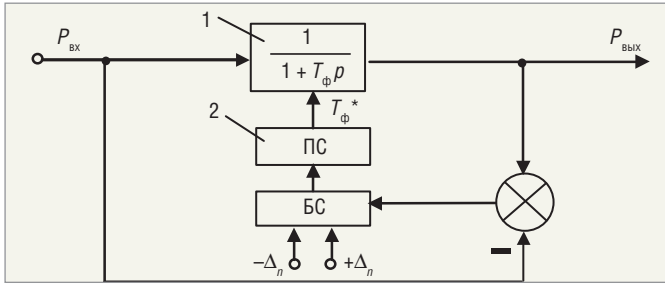
Условные обозначения: 1 – элемент сравнения; 2 – усилитель (коэффициент усиления K_d); 3 – сумматор; 4 – инерционная часть прибора; БС – блок сигнализации; $P_{\text{вх}}$ – входной сигнал БПЗН; $P_{\text{вых}}$ – выходной сигнал БПЗН; ПС – переключатель структуры; T_d^* – постоянная времени, близкая к нулю; $P_{\text{огр}}$ – ограничиваемый параметр; T_d – постоянная времени; P_k – команда; $P_{\text{н}}$ и $P_{\text{в}}$ – допустимые пределы выходного сигнала БПЗН (нижний и верхний пределы соответственно); $P_{\text{ин}}$ – значение выхода инерционного звена; p – входной параметр инерционного звена.

Рис. 3. Структурная схема блока предварения с защитой от насыщения



Условные обозначения: 1 – с защитой от насыщения; 2 – без защиты от насыщения; 3 – входной сигнал БПЗН $P_{\text{вх}}$; 4 – выход инерционного звена $P_{\text{ин}}$; P_0 – начальное значение входного сигнала; $P_{\text{вых}}$ – выходной сигнал БПЗН; $P_{\text{н}}$ и $P_{\text{в}}$ – допустимые пределы выходного сигнала БПЗН (нижний и верхний пределы соответственно); $P_{\text{ин}}$ – значение выхода инерционного звена; $+P_{\text{пит}}$ – $-P_{\text{пит}}$ – верхний и нижний уровень питания; τ_1 или τ_2 – время выравнивания выхода инерционного звена и $P_{\text{вх}}$.

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



Условные обозначения: 1 – инерционное звено; 2 – переключатель структуры ПС; БС – блок сигнализации; $P_{вх}$ – входной сигнал ФПС; $P_{вых}$ – выходной сигнал ФПС; T_{ϕ}^* – постоянная времени фильтра, близкая к нулю; $P_{огр}$ – ограничиваемый параметр; $T_{д}$ – постоянная времени фильтра; $P_{к}$ – команда; p – входной параметр инерционного звена; Δ_n – зона нечувствительности блока БС.

Рис. 5. Структурная схема фильтра с переменной структурой

- ограничение отдельных составляющих выходного сигнала регулятора по верхнему и нижнему уровням (пределам) и защита их от насыщения [2, 3].

РЕГУЛЯТОРЫ С БЕЗУДАРНЫМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

Структурная схема одного из таких регуляторов представлена на рис. 1.

При переходе на ручное управление с помощью блока ручного (дистанционного) управления (БРУ) устанавливаются $U_{ру} = U_{вых} \equiv U$. 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 $\Delta U = U_{вых} - U$, причём выход сумматора регулятора U теперь выполняет функции отрицательной обратной связи ООС, а выход регулятора $U_{вых}$ является заданием для системы. 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 пропорциональной П- ($k_{п, \epsilon}$, где $k_{п}$ – коэффициент пропорциональности, ϵ – входной сигнал регулятора) и дифференциальной 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: $U = U_{вых} \equiv U_{ру}$.

РЕГУЛЯТОРЫ С КОРРЕКЦИЕЙ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

При автоматическом управлении объектами, подверженными действию значительных возмущений, часто требуется оперативно корректировать выходной сигнал регулятора. Например, если о нарушениях технологического процесса известно заранее или ещё до начала изменения регулируемых параметров, то желательно давать упреждающие воздействия на исполнительные механизмы, что позволяет резко улучшить качество регулирования [2].

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. Так как при переводе в автоматический режим используется тот же интегратор, то сразу

после переключения выходной сигнал регулятора сохраняется и обеспечивается безударный переход.

Предложены схемы регуляторов с коррекцией в автоматическом режиме, у которых в интегральном звене создаётся по команде «Больше» или «Меньше» соответствующий перепад $+\Delta$ или $-\Delta$ (вместо максимально возможных уровней сигналов: $+U_0$ – верхний или $-U_0$ – нижний уровень питания на рис. 2). В результате выход интегратора меняется с постоянной скоростью, что приводит к соответствующему изменению выходного сигнала регулятора. 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 трудоёмкого 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 [24].

БЛОКИ ПРЕДВАРЕНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ И ЗАЩИТОЙ ОТ НАСЫЩЕНИЯ

В устройстве (блоке) прямого предупреждения (рис. 3) с защитой от насыщения (БПЗН), содержащем элемент сравнения 1, усилитель 2 с коэффициентом $K_{д}$, сумматор 3, при превышении выходным сигналом $P_{вых}$ установленных пределов срабатывает блок сигнализации БС и в инерционной части 4 прибора с помощью переключателя структуры ПС устанавливается малая постоянная времени $T_{д}^*$, близкая к нулю. При большой скорости изменения входного сигнала выход БПЗН (ограничиваемый параметр $P_{огр}$) вследствие переключений постоянной времени $T_{д}$ по команде $P_{к}$ удерживается (в режиме, близком к скользящему) на границе допустимых пределов $P_{н}$ и $P_{в}$ (нижний и верхний пределы соответственно) [2, 3].

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 $K_{д}$, что не снижает общность изложения. При большой скорости изменения входного сигнала 3 (P_0 – его начальное значение) выходной сигнал 1 БПЗН сразу становится равным верхнему пределу $P_{в}$, а выходной сигнал 2 обычного блока становится равным значению уровня питания $+P_{пит}$.

После того как изменение входного сигнала 3 прекращается, выходной сигнал 1 БПЗН сразу становится равным $P_{вых}$, а выходной сигнал 2 обычного блока остаётся 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 $P_{вых}$. Таким образом, из рис. 4 видно, что применение узла защиты от насыщения позволяет устранить запаздывание в работе устройства предупреждения, которое может быть значительным при большом значении постоянной времени предупреждения и при малых значениях уровня питания $P_{пит}$.

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 решить, применяя фильтры с переменной структурой (ФПС).

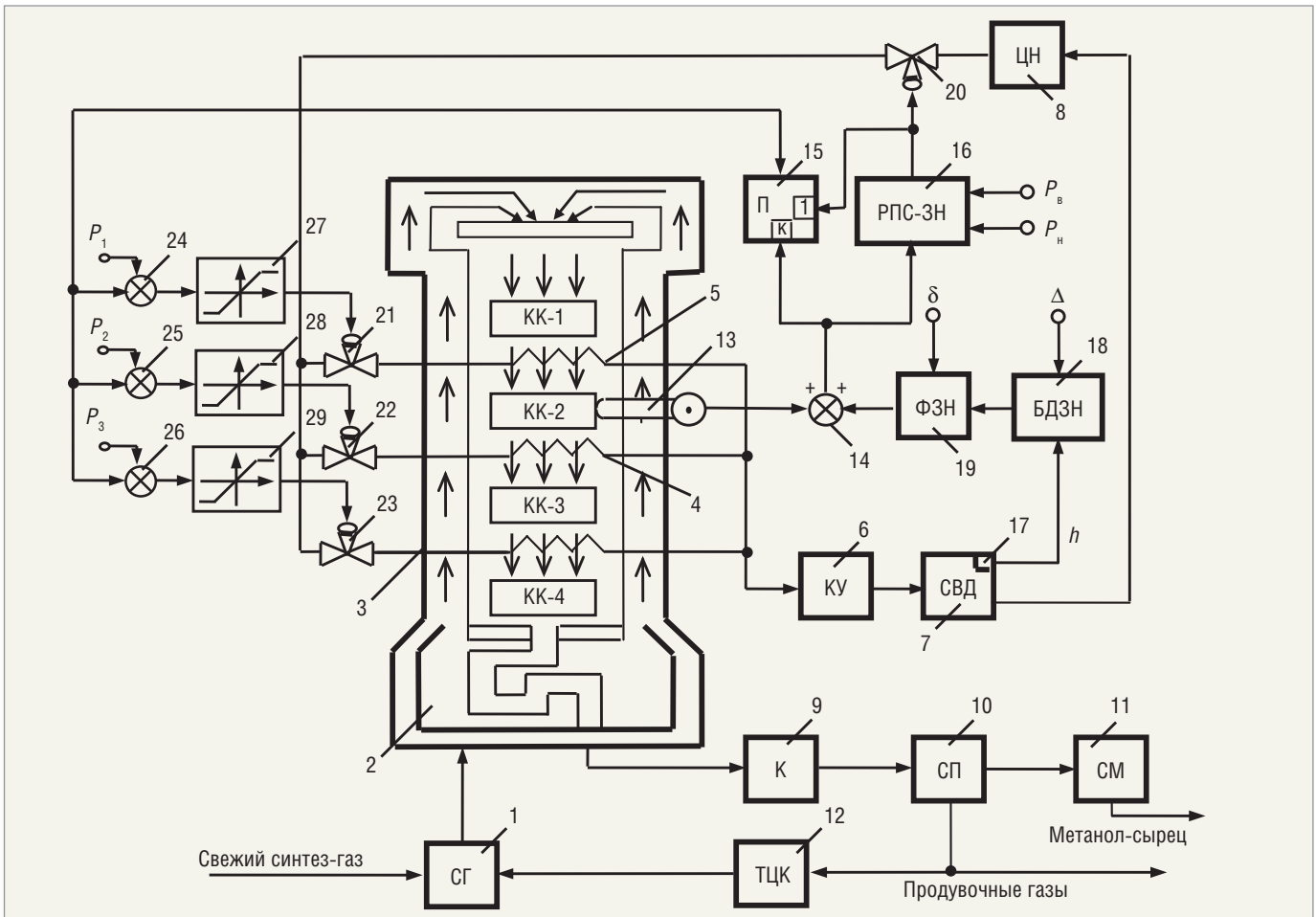
На рис. 5 приведена схема такого фильтра ФПС, в котором при насыщении скачком уменьшается постоянная времени T_{ϕ} инерционного звена 1 по аналогии с блоком предварения БПЗН (рис. 3).

При постоянном входном полезном сигнале, пока уровень помехи равен зоне нечувствительности Δ_n БС, выход $P_k = 0$ 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 Δ_n блока БС, и на выходе БС формируется логический сигнал $P_k = 1$, который, поступая на ПС, скачком устанавливает в звене 1 малую постоянную времени $T_{\phi}^* \ll T_{\phi}$. В результате скачок полезного сигнала пройдет на

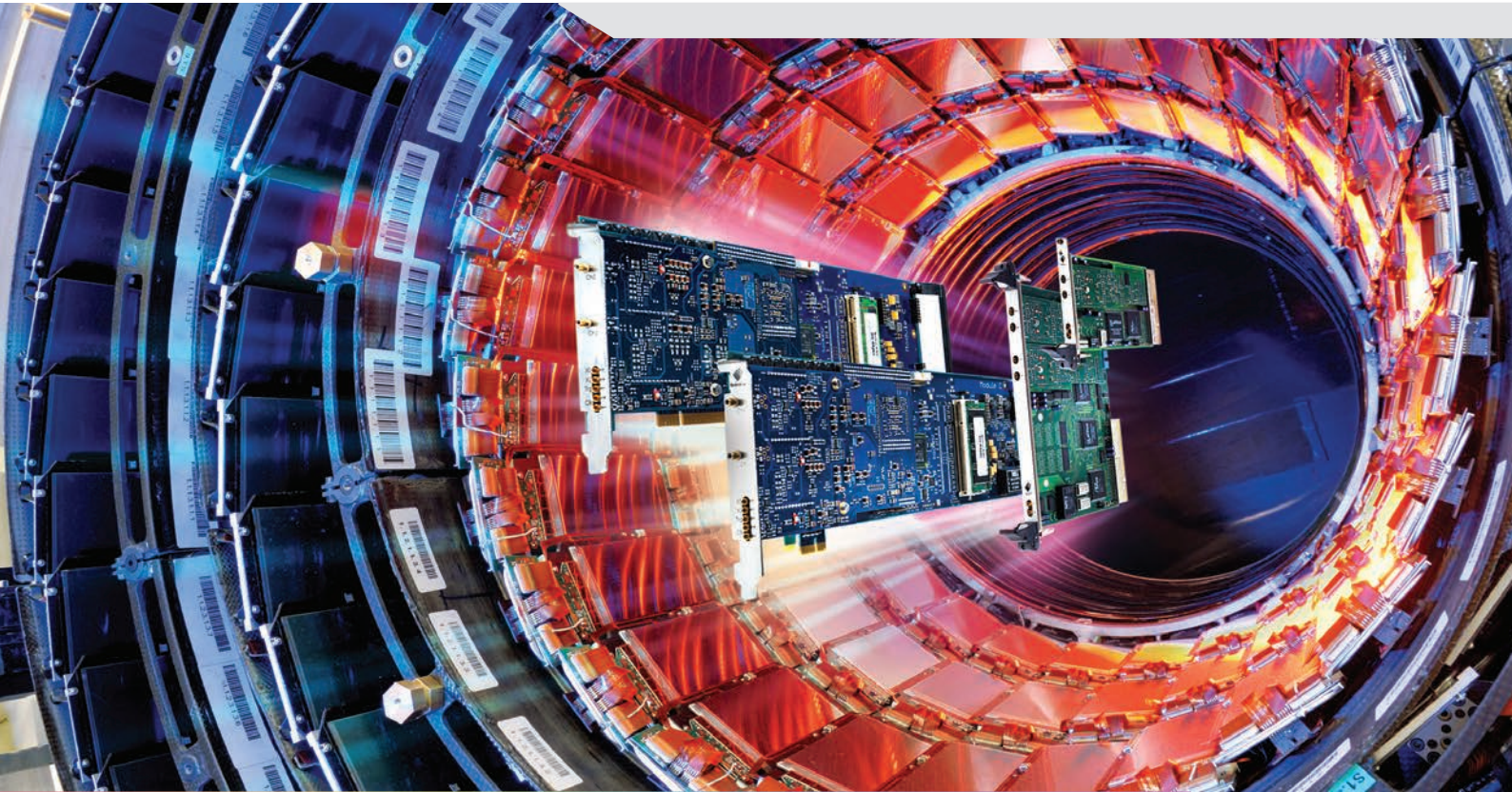
выход звена 1, величина $(P_{вх} - P_{вых})$ снова будет соответствовать ширине зоны нечувствительности БС, выход P_k которого примет значение логического нуля ($P_k = 0$) и в звене 1 установит большую постоянную времени T_{ϕ} . Инерционное звено будет вновь отфильтровывать помеху. При изменении полезного сигнала с большой скоростью сигнал на выходе БС переключается 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. Таким образом, из-за скачкообразного изменения постоянной времени (T_{ϕ}, T_{ϕ}^*) инерционного звена 1 при быстрых изменениях полезного сигнала последний фильтруется практически без искажений.

Регуляторы и устройства с расширенными функциональными возможностями довольно просто реализуются на микропроцессорных контроллерах типа ПРОТАР и Ремиконт Р-130 [4]. Далее приводятся примеры использования и результаты испытаний различных типов регуляторов с расширенными функциональными возможностями (РФВ) для управления химико-технологическими процессами (ХТП) производства метанола [5–7].



Условные обозначения: 1 – смеситель газа (СГ); 2 – колонна синтеза метанола (КСМ) и четыре катализаторные корзины (КК-1...КК-4); 3, 4, 5 – змеевики системы охлаждения; 6 – котёл-утилизатор (КУ); 7 – сосуд высокого давления (СВД); 8 – циркуляционный насос (ЦН); 9 – конденсатор (К); 10 – сепаратор СП; 11 – сборник метанола (СМ); 12 – турбоциркуляционный (дожимающий) компрессор (ТЦК); 13 – датчик температуры; 14 – сумматор; 15 – пропорциональный (П) регулятор с контрольной точкой (вход 1 – с коэффициентом передачи, равным единице) и входом К (с коэффициентом передачи К); 16 – основной регулятор с переменной структурой и защитой от насыщения (РПС-ЗН); 17 – датчик уровня воды в СВД; 18 – блок дифференцирования с защитой от насыщения БДЗН; 19 – фильтр с защитой от насыщения ФЗН; 20 – общий клапан в системе охлаждения; 21, 22, 23 – клапаны регулирования расхода воды в системе охлаждения; 24, 25, 26 – сумматоры с корректирующими сигналами P_1, P_2, P_3 ; 27, 28, 29 – звенья ограничения.

Рис. 6. Структурная схема автоматической системы регулирования температурного режима в колонне синтеза метанола



Для широкого спектра решений по сбору данных и генерации сигналов

PCI/PCI-X и PCI Express

- Свыше 200 моделей плат
- До 16 синхронных каналов
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Частота опроса до 1 ГГц
- Встроенная память до 4 Гбайт
- Тактирование и многомодульная синхронизация

6U CompactPCI

- Около 80 вариантов модулей
- До 16 каналов
- Разрешение до 16 бит
- Частота опроса до 500 МГц

3U PXI

- Более 45 моделей
- Соответствие стандарту PXI
- Межмодульная синхронизация
- Тактирование 10 МГц
- Память до 512 Мбайт

Программное обеспечение



- Собственное ПО SBench 6
- Поддержка ОС Windows, Linux
- Разработка систем сбора и записи данных по ТЗ заказчика
- Индивидуальное консультирование по выбору оборудования для конкретных применений

LXI-системы сбора сигналов



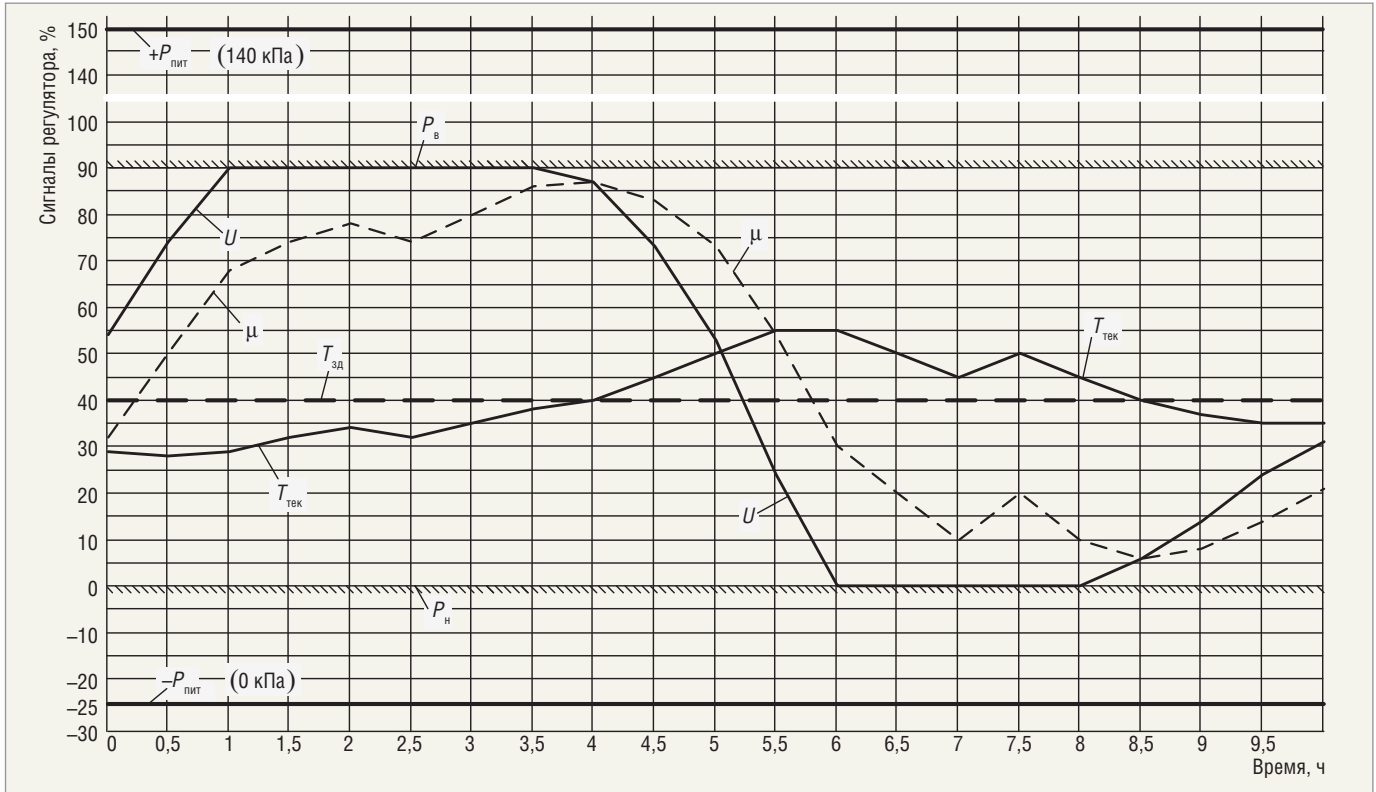
- Более 60 моделей
- Соответствие стандарту LXI
- Число каналов 2-48
- Частота опроса до 500 МГц
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Полоса частот от 100 кГц до 250 МГц



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SPECTRUM

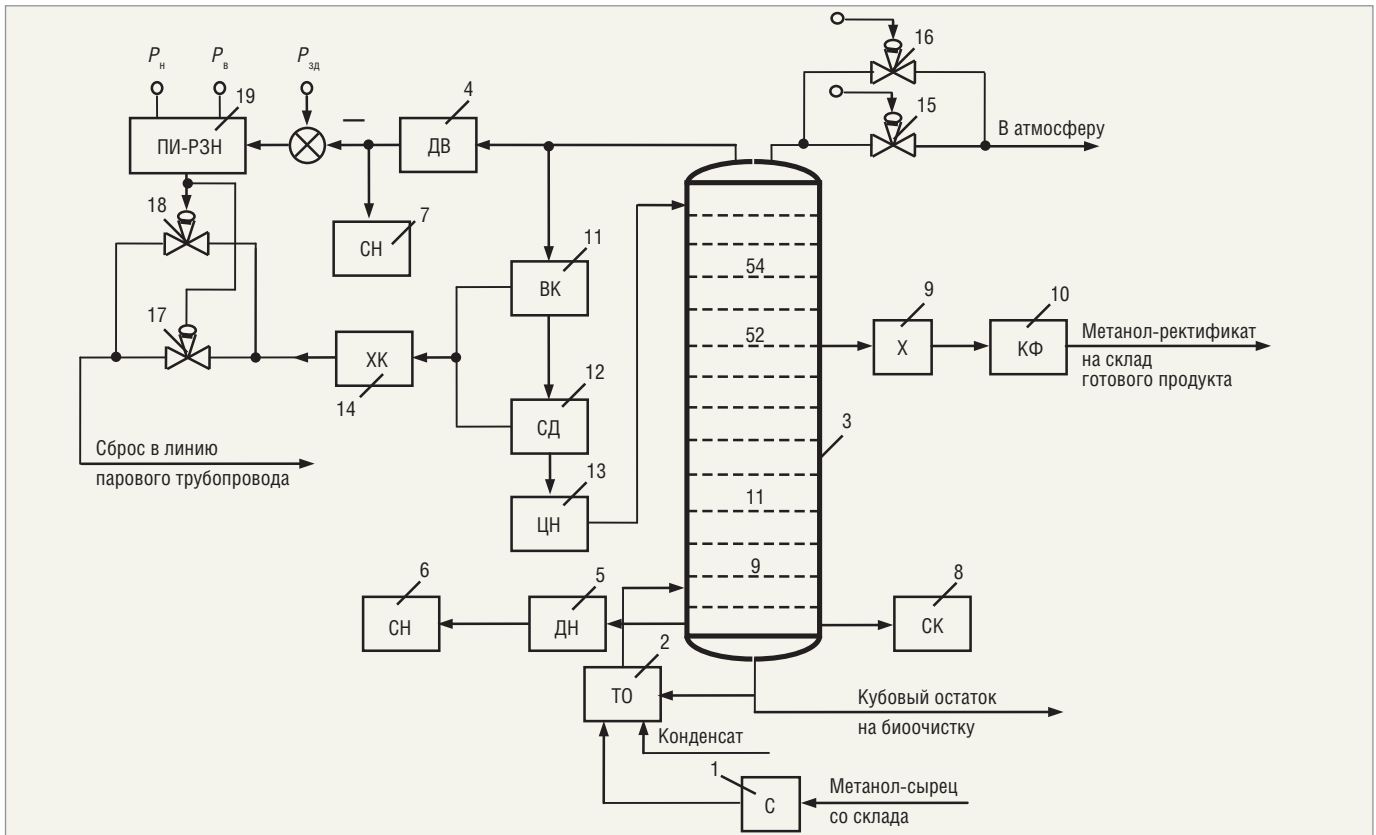


МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Условные обозначения: $T_{зд}$, $T_{тек}$ – заданное и текущее значения температуры; U , μ – выходы регулятора и интегратора; $P_в$, $P_н$ – уровни ограничения выхода регулятора.

Рис. 7. Диаграммы процесса регулирования температуры в колонне синтеза метанола



Условные обозначения: 1 – сборник (С); 2 – теплообменник (ТО); 3 – колонна ректификации метанола (КРМ) с питающими тарелками 9–54; 4, 5 – датчики давления в КРМ (вверху ДВ и внизу ДН); 6, 7 – сигнализаторы (СН); 8 – сборник конденсата (СК); 9 – холодильник (Х); 10 – катионные фильтры (КФ); 11 – воздушный и водяной конденсаторы (ВК); 12 – сборник дистиллята (СД); 13 – центробежный насос (ЦН); 14 – холодильник-конденсатор (ХК); 15, 16 – предохранительные клапаны; 17, 18 – регулирующие клапаны; 19 – пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор с защитой от насыщения ПИ-РЗН, у которого $P_в$, $P_н$ – уровни ограничения выходных сигналов регулятора (только сверху) и интегратора (только снизу), $P_{зд}$ – заданное значение регулируемого параметра (давление верха колонны ректификации метанола).

Рис. 8. АСР давления в колонне ректификации метанола



WIND RIVER

- Операционная система реального времени VxWorks 653 для интегрированной модульной авионики, сертифицируемая по DOC-178B/C
- Средства разработки и конфигурирования, соответствующие DOC-178B/C и поддерживающие процессы DOC-279
- Готовые пакеты сертификационной и квалификационной документации

БЕЗОПАСНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ — ОСНОВА МОДУЛЬНОЙ АВИОНИКИ

LDRA
Software Technology

- Инструментарий трассировки требований, анализа и автоматизированного тестирования ПО авионики, сертифицированный по DOC-178B/C
- Полуавтоматическая генерация сертификационных документов
- Система поддержки сертификационного процесса DOC-178B/C и взаимодействия с аудитором

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИЙ WIND RIVER И LDRA

PROSOFT[®]

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru

АСР ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В КОЛОННЕ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

На рис. 6 приведена развёрнутая структурная схема АСР температурного режима отдельного агрегата синтеза метанола.

В состав АСР входит объект регулирования, где свежий синтез-газ через смеситель газа (СГ) 1 поступает в колонну 2 синтеза метанола (КСМ), зона реакции которой состоит из четырёх катализаторных корзин (КК-1...КК-4), разделённых змеевиками 3, 4, 5 системы охлаждения, которая состоит из котла-утилизатора (КУ) 6, сосуда высокого давления (СВД) 7 и циркуляционного насоса (ЦН) 8.

Производительность и устойчивость технологического режима колонны существенно зависит от температуры газовой смеси в катализаторной зоне, а также от расхода циркуляционного газа, давления газа в зоне реакции и расхода продуктивных газов из системы. Наиболее ответственная часть задачи управления КСМ – поддержание теплового режима на заданном уровне для конкретных условий ведения технологического процесса.

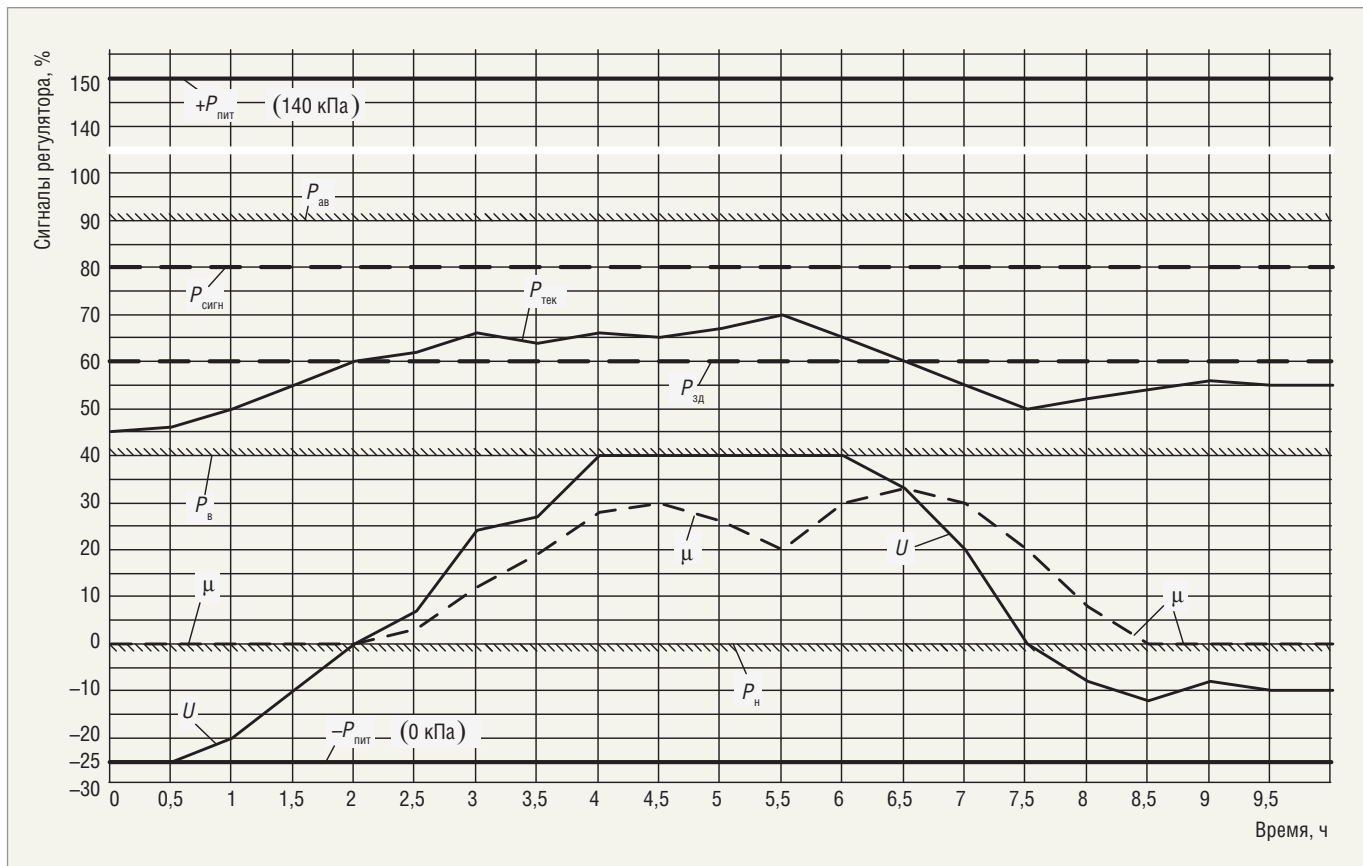
В локальных АСР температурного режима на каждой колонне синтеза метанола (КСМ) для повышения качества регулирования температуры применены регуляторы 16 с переменной структурой (РПС) и с защитой от насыщения (РПС-ЗН). В этих регуляторах используются устройства защиты от насыщения, которые ограничивают выходные сигналы U как сверху на уровне $P_B = 90\%$, так и снизу на уровне $P_H = 0\%$ (рис. 7). Ограничение сверху на уровне $P_B < 100\%$ необходимо для установки минимального расхода воды через змеевики системы охлаждения и обеспечения их сохранности. Ограничением снизу повышается готовность АСР к работе.

В схемы локальных АСР температурного режима дополнительно введена коррекция входного сигнала РПС-регулятора по скорости изменения уровня воды h в расширительном сосуде 17 системы охлаждения. Уровень воды h быстрее реагирует на возмущения температурного режима в КСМ, чем основная регулируемая величина. Использование этой дополнительной информации позволяет повысить качество регулирования температуры. Для этого в канале коррекции установлены блоки БДЗН и ФЗН. Ограничение выходного сигнала БДЗН необходимо для исключения больших значений сигналов стабилизации по уровню воды. Высокочастотные колебания уровня воды устраняются фильтром ФЗН с настраиваемой зоной нечувствительности [5–6].

АСР ДАВЛЕНИЯ В КОЛОННЕ РЕКТИФИКАЦИИ МЕТАНОЛА

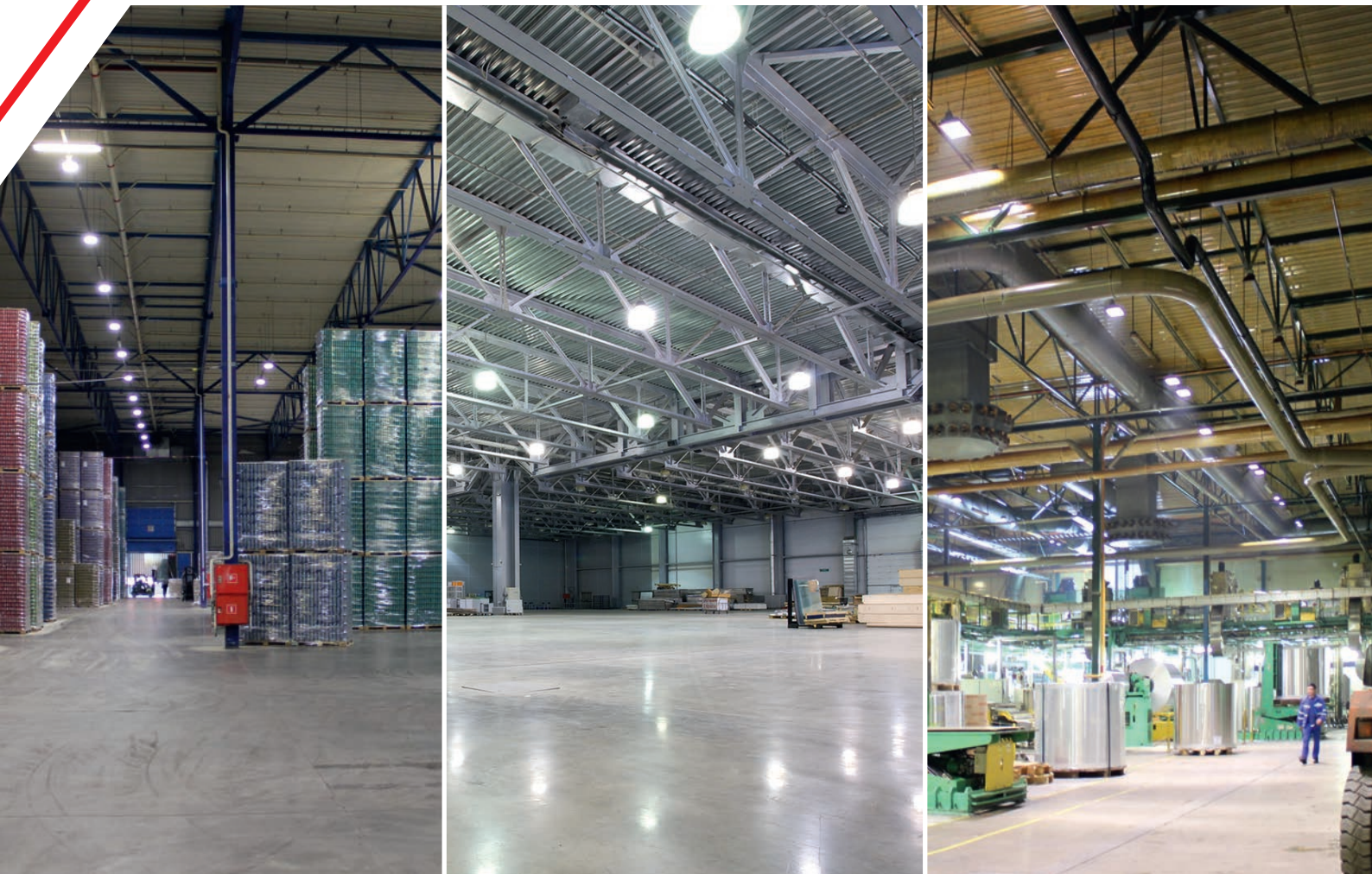
Эта АСР (рис. 8) с защитой от насыщения поддерживает в заданных пределах давление в колонне ректификации метанола (КРМ). При выходе давления $P_{тек}$ за эти пределы при $P_{тек} > P_{сигн}$ вначале срабатывает сигнализация. При $P_{тек} > P_{ав} > P_{сигн}$ аварийно срабатывают предохранительные клапаны 15, 16, и всё содержимое КРМ (ценный газообразный продукт – метиловый спирт) выбрасывается в атмосферу, что приводит к большим экономическим потерям.

В данной АСР при работе в нормальном режиме оба регулируемых органа (РО) 17, 18 должны находиться в закрытом состоянии (рис. 9). Поэтому нижний предел P_H изменения интегральной составляющей μ регулятора задаётся на стандартном уровне 0% (20 кПа), что обеспечивает надёжное закрытие РО, так как выход U регулятора находится ниже



Условные обозначения: $P_{зд}$, $P_{тек}$ – заданное и текущее значения регулируемого параметра; U , μ – выходы регулятора и его интегральной части; $P_{ав}$ – уровень (аварийный) срабатывания предохранительных клапанов в КРМ; $P_{сигн}$ – уровень срабатывания сигнализации; P_B , P_H – уровни ограничения выходных сигналов регулятора (только сверху) и интегратора (только снизу).

Рис. 9. Диаграммы процесса регулирования давления в колонне ректификации метанола



Применяются для освещения

складских комплексов / технических зон / производственных помещений / АЗС / спортивных комплексов

Преимущества

- Высокий световой поток (до 12 000 лм)
- Широкий диапазон рабочих температур $-40...+50^{\circ}\text{C}$
- Степень защиты IP66
- Универсальное крепление с возможностью настройки
- Широкая номенклатура вариантов исполнения
- Высокие экономичность и эффективность
- Гарантия 3 года



уровня P_H (см. отрезок времени $t = 0...2$ на рис. 9). Таким образом, защита от насыщения по нижнему пределу P_H осуществляется по выходу интегратора μ , что позволяет без задержки изменять (в рабочем диапазоне) регулирующее воздействие U только в случае превышения (при $t \geq 2$ на рис. 9) заданного значения $P_{зд}$ регулируемой величиной $P_{тек}$.

В типовом ПИ-регуляторе в этом режиме интегральная составляющая μ находилась бы на нижнем уровне питания $-P_{пит} = 0$ кПа (-25%) и начала изменяться только с момента времени $t = 2$ на рис. 9, что привело бы к большой задержке изменения положения РО (до момента времени $t \cong 3$ на рис. 9).

Верхний граничный предел P_V изменения выходного сигнала регулятора U необходимо задать на уровне $40...50\%$ (см. время $4 \leq t \leq 6$ на рис. 9) для исключения больших потерь ценного продукта и сразу начинать закрывать оба РО при начале движения (время $t \geq 6$ на рис. 9) регулируемой переменной $P_{тек}$ (давления в колонне) к заданному значению $P_{зд}$.

Выходной сигнал U типового ПИ-регулятора в этом режиме находился бы на верхнем уровне питания $+P_{пит} = 140$ кПа (150%). А изменения положения РО начнутся по истечении значительного времени прохождения выходным сигналом U регулятора большого расстояния в 110% от $+P_{пит}$ до P_V . Таким образом, защита от насыщения АСР давления в КРМ позволяет устранить существенные задержки управляющего воздействия и обеспечить живучесть АСР [7].

Регуляторы с расширенными функциональными возможностями находят применение при проектировании систем управления различными технологическими процессами и объектами. Их применение в действующих системах регули-

рования технологических параметров позволяет существенно улучшить качество выпускаемой продукции и получить дополнительный технико-экономический эффект. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Батяшов С.В., Громаков Е.И., Лиепиньш А.В. Безударный переход из ручного режима на автоматический в САР уровня воды барабана парового котла // Автоматизация в промышленности. – 2013. – № 11.
2. Говоров А.А. и др. Пневматические регулирующие устройства с расширенными функциональными возможностями для управления нефтехимическими и химико-технологическими процессами. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991.
3. Говоров А.А. и др. Пневматические устройства предварения с ограничениями выходного сигнала // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1990. – Вып. 6.
4. Говоров А.А., Говоров С.А. и др. Микропроцессорные контроллеры АСР с расширенными функциональными возможностями. – Тула: ТулГУ, 2003.
5. А.с. 889654 СССР МКИ С 07 С 31/04. Устройство для регулирования температурного режима в колонне синтеза метанола / А.А. Говоров и др. – Опубл. 15.12.81, Бюл. № 46. – 4 с.
6. А.с. 679935 СССР МКИ G 05 В 11/01. Устройство для комбинированного регулирования / А.А. Говоров и др. – Опубл. 15.08.79, Бюл. № 30. – 3 с.
7. А.с. 1671654. Устройство для регулирования давления в колонне ректификации метанола / А.А. Говоров и др. – Опубл. 23.08.91, Бюл. № 31. – 5 с.

E-mail: mertsalov@mail.ru

TDK·Lambda

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ TDK-LAMBDA

PROSOFT®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Industrial Ethernet высокого напряжения

Коммуникационное оборудование
для промышленных условий эксплуатации


EtherWAN

IEEE 1613

МЭК 61850



**Управляемый промышленный
модульный коммутатор EX89000**
до 24 портов TX/FX, 4 порта Gigabit Ethernet



HIRSCHMANN



**Ostorus OS20 – промышленный
коммутатор IP67**

- Герметичные разъемы M12 100Base-TX/FX
- Резервирование, удаленное управление



**HiVision Industrial – ПО для управления
промышленной сетью**

- Мониторинг и диагностика сети
- Управление большим количеством коммуникационного оборудования



**Серия RSP – промышленные
коммутаторы МЭК 61850**

- Параллельное и «бесшумное» резервирование
- Синхронизация PTP IEEE 1588 v2



**EAGLE30-0402 – промышленный
межсетевой экран**

- Конфигурируемый стационарный сетевой экран и маршрутизатор
- Оптимизирован для промышленных протоколов



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN, HIRSCHMANN

PROSOFT®

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
АЛМА-АТА
ВОЛГОГРАД
ЕКАТЕРИНБУРГ
КАЗАНЬ
КИЕВ
КРАСНОДАР
Н. НОВГОРОД
НОВОСИБИРСК
ОМСК
САМАРА
УФА
ЧЕЛЯБИНСК

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru