

РЕГУЛЯТОРЫ С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ В АСР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Разработка новых и усовершенствование действующих систем регулирования технологических параметров позволяют существенно улучшить качество выпускаемой продукции и получить дополнительный технико-экономический эффект. В данном разделе приводятся примеры использования и результаты испытаний различных типов разработанных супервизорных регуляторов СВР, а также с переменной структурой РПС, защитой от насыщения РЗН и с расширенными функциональными возможностями РФВ для управления химико-технологическими процессами (ХТП) производства метанола [1 - 4].

1. АСР температурного режима в колонне синтеза метанола

На рис. 1 приведена развернутая структурная схема АСР температурного режима отдельного агрегата синтеза метанола.

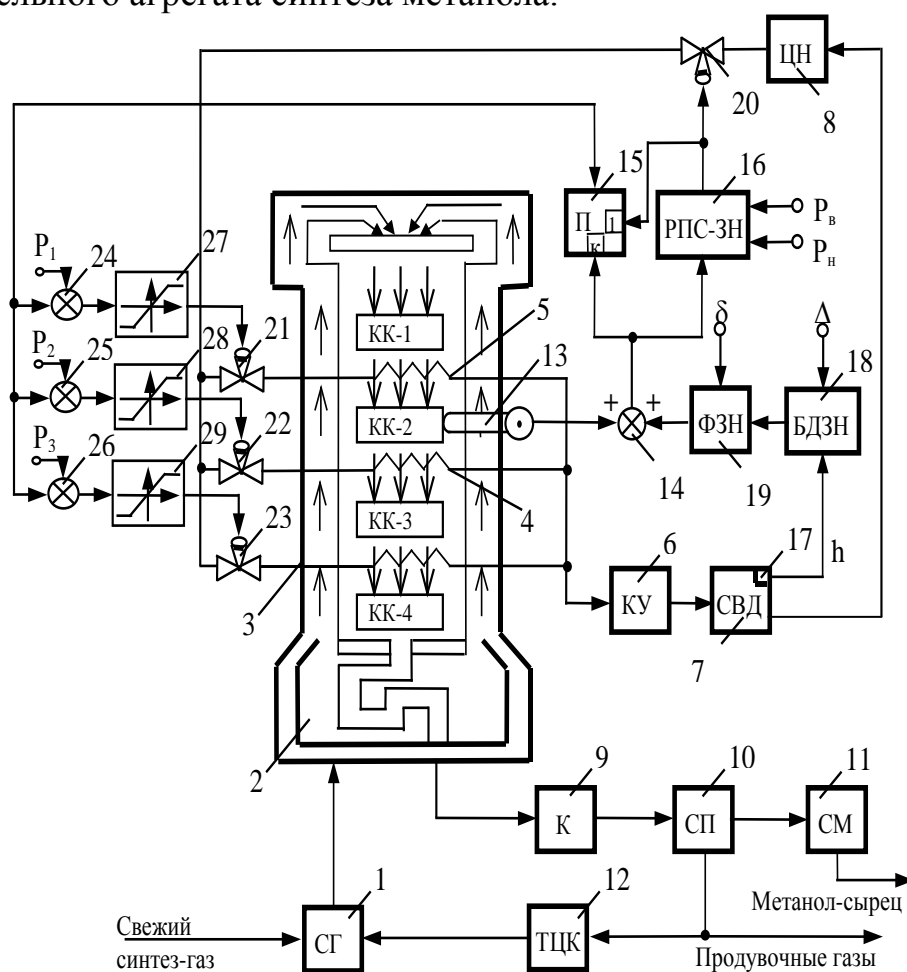


Рис. 1. АСР температурного режима в колонне синтеза метанола

В состав АСР входит объект регулирования, где свежий синтез-газ через смеситель (СГ) 1 поступает в колонну 2 синтеза метанола (КСМ), зона реакции которой состоит из четырех катализаторных корзин (КК-1 – КК-4), разделенных 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 продувочных 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) применены РПС-регуляторы. В 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. 2). 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.

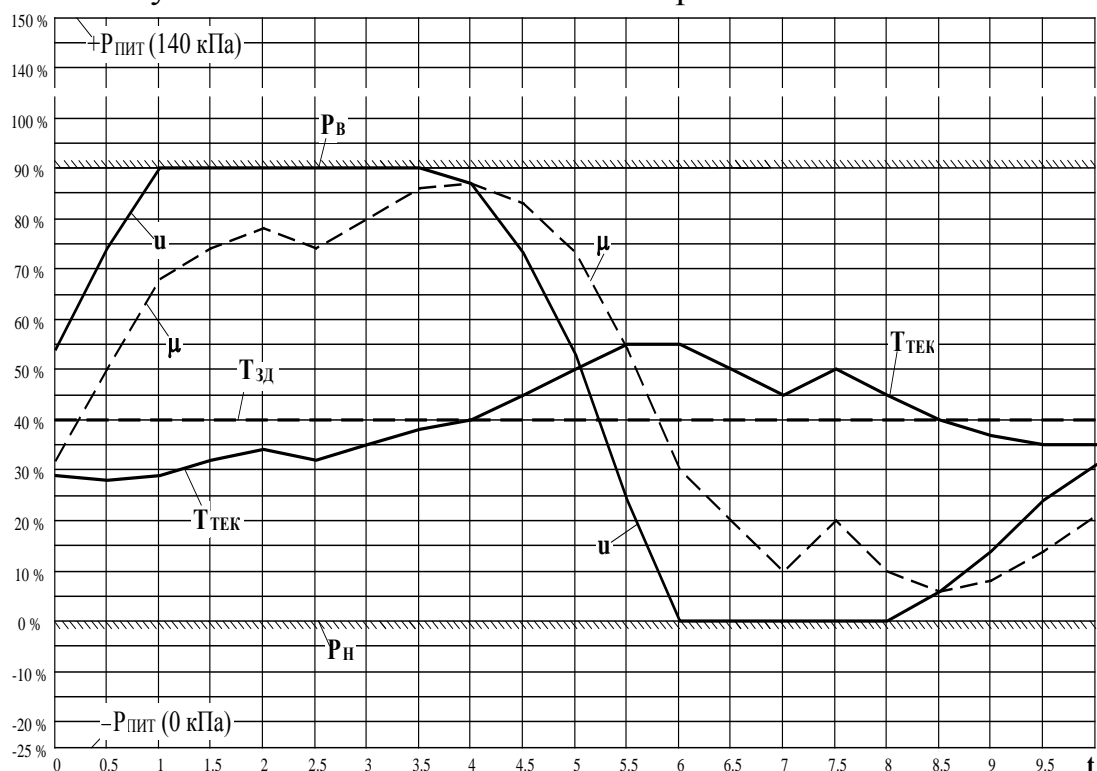


Рис. 2. Диаграммы процесса регулирования температуры в КСМ:

$T_{зд}$, $T_{тек}$ – заданное и текущее значения температуры; u , μ - выходы регулятора и интегратора; P_B , P_H – уровни ограничения выхода регулятора

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 [1 - 3].

2. АСР давления в колонне ректификации метанола

Эта АСР (рис. 3) с защитой от насыщения поддерживает в заданных пределах давление в колонне ректификации метанола (КРМ). При выходе давления

$P_{ТЕК}$ за эти пределы вначале срабатывает при $P_{ТЕК} > P_{СИГН}$ сигнализация. При $P_{ТЕК} > P_{АВ} > P_{СИГН}$ аварийно срабатывают предохранительные клапаны 15, 16, и все содержимое КРМ (ценный газообразный продукт – метиловый спирт) выбрасывается в атмосферу, что приводит к большим экономическим потерям.

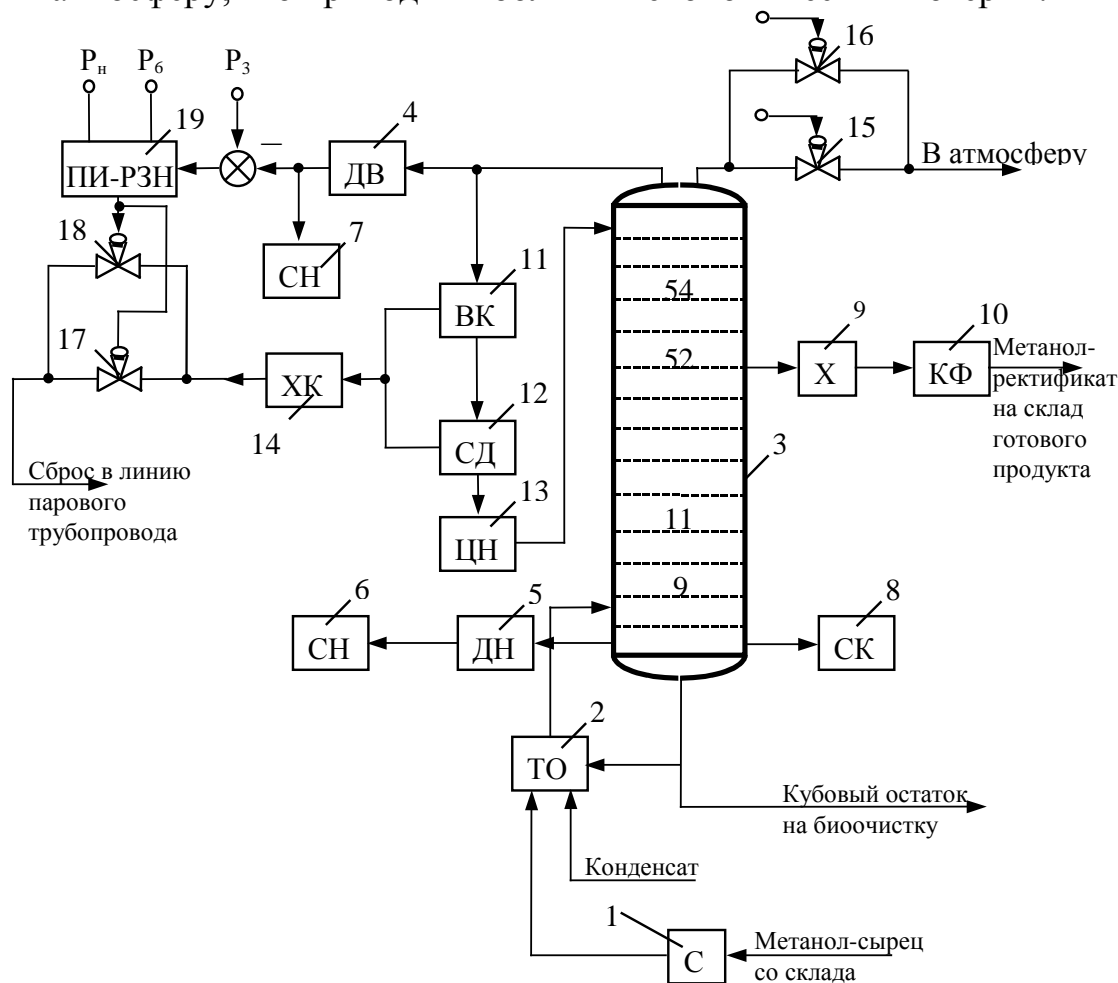


Рис. 3. АСР давления в колонне ректификации метанола

В данной АСР при работе в нормальном режиме оба регулирующих органа (РО) 17, 18 должны находиться в закрытом состоянии (рис. 4). Поэтому нижний предел P_n изменения интегральной составляющей μ регулятора задается на стандартном уровне 0 % (20 кПа), что обеспечивает надежное закрытие РО, так как выход U регулятора находится ниже уровня P_n (см. отрезок времени $t = 0 - 2$ на рис. 4). Таким образом, защита от насыщения по нижнему пределу P_n 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. 4) 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. 4, что привело бы к большой задержке изменения положения РО (до момента времени $t \cong 3$ на рис. 4).

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. 4) для исключения больших потерь ценного продукта, и сразу начинать закрывать оба РО при

начале движения (время $t \geq 6$ на рис. 4) регулируемой переменной $P_{\text{ТЕК}}$ (давления в колонне) к заданному значению $P_{\text{ЗД}}$.

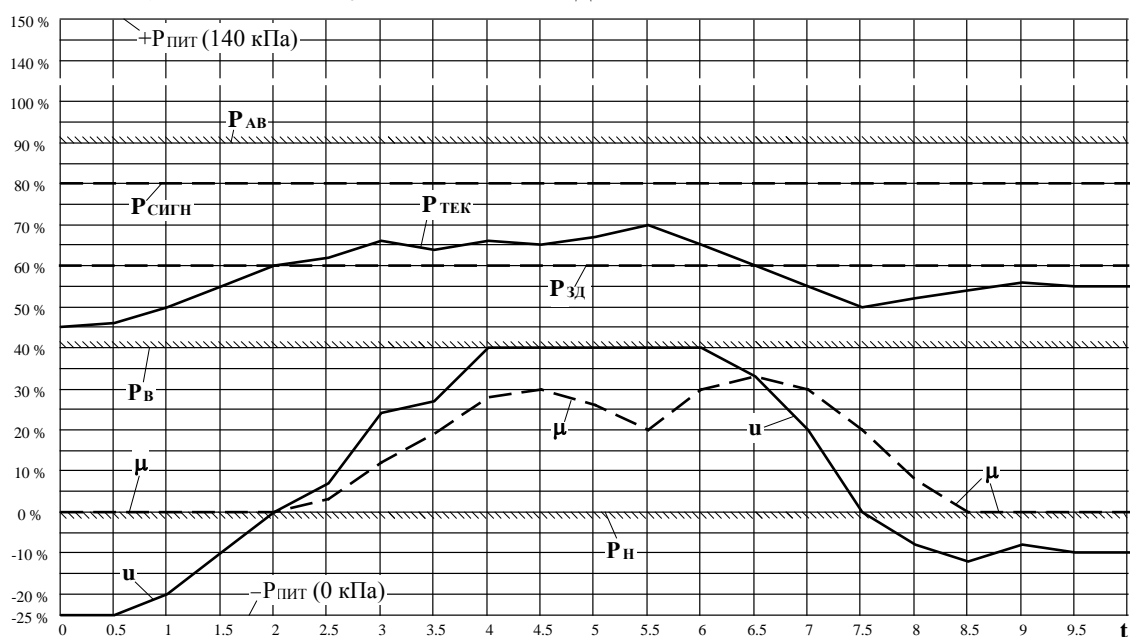


Рис. 4. Диаграммы процесса регулирования давления в КРМ:

$P_{\text{ЗД}}$, $P_{\text{ТЕК}}$ – заданное и текущее значения регулируемого параметра; u , μ – выходы регулятора и его интегральной части; $P_{\text{АВ}}$ – уровень (аварийный) срабатывания предохранительных клапанов в КРМ; $P_{\text{СИГН}}$ – уровень срабатывания сигнализации; $P_{\text{В}}$, $P_{\text{Н}}$ – уровни ограничения выходных сигналов регулятора (только сверху) и интегратора (только снизу)

Выходной сигнал U типового ПИ-регулятора в этом режиме находился бы на верхнем уровне питания $+P_{\text{ПИТ}} = 140$ кПа (150 %). А изменения положения РО начнутся по истечении значительного времени прохождения выходным сигналом U регулятора большого расстояния в 110 % от $+P_{\text{ПИТ}}$ до $P_{\text{В}}$. Таким образом, защита от насыщения АСР давления в КРМ позволяет устранить существенные задержки управляющего воздействия и обеспечить живучесть АСР [4].

Регуляторы с расширенными функциональными возможностями находят применение при проектировании систем управления различными технологическими процессами и объектами:

- АСР температурного режима в колонне синтеза метанола на базе супервизорного регулятора с переменной структурой, с защитой от насыщения и коррекцией входных сигналов всех составляющих закона управления по скорости изменения уровня воды в расширительном сосуде системы охлаждения колонны;

- АСР давления в колонне ректификации метанола со смешанной защитой от насыщения на нижнем пределе по выходу интегратора и на верхнем пределе – по выходу супервизорного регулятора с коррекцией по измеряемому возмущению (давление в нижней части колонны) для всех по отдельности составляющих закона управления;

- АСР температурного режима в конвертере метана с защитой от насыщения и коррекцией выходного и входного сигналов супервизорного регулятора.

- супервизорные АСР для управления электрическим приводом (на базе двигателя постоянного тока) антенны радиолокационной станции;

- каскадная супервизорная АСР температурного режима в помещении для индивидуального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов. В этой АСР используется супервизорный регулятор с коррекцией всех составляющих закона управления по каналу измеряемого возмущающего воздействия, подключенного к датчику температуры наружного воздуха.

Литература по регуляторам с расширенными функциональными возможностями в АСР технологических параметров

1. А.с. 532598 (БИ, 1976, № 39), 695999 (БИ, 1979, № 41), 789478 (БИ, 1980, № 47) СССР. Способ автоматического управления ... процессом (в колонне) синтеза метанола/ А.А. Говоров и др.
2. А.с. 889654, 977450 СССР МКИ С 07 С 31/04. Устройство для регулирования температурного режима в колонне синтеза метанола/ А.А. Говоров и др. - Оpubл. в БИ. - 1981. - № 46; 1982. - № 44. - 4 с.
3. А.с. 679935 СССР МКИ G 05 В 11/01. Устройство для комбинированного регулирования/ А.А. Говоров и др. - Оpubл. в БИ. - 1979. - № 30. - 3 с.
4. А.с. 1671654. Устройство для регулирования давления в колонне ректификации метанола/ А.А. Говоров и др. - Оpubл. в БИ.- 1991.- № 36.- 5 с.
5. Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Говоров А.А. и др. Регуляторы с переменной структурой для непрерывных технологических процессов с запаздыванием// Приборы и системы управления. 1986. - № 4. - с. 23 - 26.
6. Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Говоров А.А. и др. Алгоритмы анализа и оптимизации АСР с расширенными функциональными возможностями для химико-технологических процессов// Теоретические основы химической технологии, Т. 26, 1992, № 4. - М.: РАН, 1992. - С. 562 - 569.
7. Говоров А.А. и др. Пневматические регулирующие устройства с расширенными функциональными возможностями для управления нефтехимическими и химико-технологическими процессами. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991. - 104 с.
8. Баженов В.И., Говоров А.А. и др. Регулирующие устройства с защитой от насыщения: Монография. - М.: ВЗПИ, 1990.- 210 с.
9. Говоров А.А., Говоров С.А. и др. Микропроцессорные контроллеры АСР с расширенными функциональными возможностями. - Тула: ТулГУ, 2003. -172 с.
10. Говоров А.А., Панарин В.М. и др. Малоканальные микропроцессорные контроллеры в АСР. - Тула: ТулГУ, 2005. - 204 с.