

Отчет о проведении работ по настройке контуров регулирования на предприятии химической отрасли



Статья представляет собой отчет, в котором описываются работы по настройке контуров регулирования на одном из заводов нефтехимической отрасли с использованием станции инженерного сопровождения САР «P.I.D.–expert», разработанной «НПО ТЕХНОКОНТ».

ООО «НПО ТЕХНОКОНТ», г. Москва

Итог выполненных работ

В ходе проведенных работ по настройке регуляторов удалось добиться значительного улучшения качества регулирования:

▸ В контуре регулирования уровня конденсата были устранены незатухающие колебания, отклонения регулируемой переменной от задания (как суммарные, так и среднестатистические) сократились более чем в 30 раз.

▸ В контуре регулирования расхода гликолесодержащего конденсата удалось значительно улучшить динамические показатели работы САР (время переходного процесса сократилось с 40 минут до 40 секунд).

▸ В контуре регулирования уровня удалось улучшить качество стабилизации (среднемодульное отклонение регулируемой переменной от задания сократилось в 6,8 раза) и минимизировать суммарный ход исполнительного механизма.

Общие положения

С 23 по 24 апреля сотрудниками цеха КИПиА предприятия при

участии специалистов «НПО ТЕХНОКОНТ» проводились работы по настройке следующих регуляторов:

▸ LIC-9050 – уровень конденсата в емкости F-950;

▸ FIC-2009 – расход гликолесодержащего конденсата в сборнике F-221;

▸ LIC-5120 – уровень в колонне D-570.

Система управления реализована на базе АСУ ТП.

Для расчета настроечных коэффициентов, статистического анализа и проведения имитационного моделирования использовалась станция инженерного сопровождения САР «P.I.D.–expert» разработки «НПО ТЕХНОКОНТ».

Получение значений переменных для последующей обработки осуществлялось по OPC-технологии с помощью встроенного в «P.I.D.–expert» OPC-клиента. OPC-клиент был удаленно подключен к OPC-серверу, находящемуся на архивной станции PHD41 системы управления. Это позволило производить отображение переменных в режиме

реального времени в виде графиков, непрерывное архивирование значений переменных и их последующую обработку на отдельном компьютере, не относящемся к системе управления. Особо необходимо отметить, что OPC-клиент, входящий в состав «P.I.D.–expert», работает только в режиме чтения и никоим образом не может повлиять на работу системы управления.

Для настройки регуляторов были делегированы контуры регулирования, не участвующие в основной технологической цепочке получения конечного продукта, работа которых носит вспомогательный характер. Настройка контуров регулирования проводилась в штатных технологических условиях работы установки.

Описание выполненных работ

Контур регулирования уровня конденсата LIC-9050

Анализ действующей системы регулирования

Исходными настройками регулятора являлись $K=1$; $T_i=1$ минута,

фильтрация отсутствовала. В системе наблюдались незатухающие гармонические колебания с периодом 2 часа 50 минут. Амплитуда колебаний регулируемой переменной составляла 3%, амплитуда колебаний положения исполнительного механизма – более 60%. Предпринимавшиеся ранее попытки настроить этот регулятор вручную не приводили к желаемому результату: при смене настроек регулятора изменялась лишь амплитуда колебаний и их период. Избавиться же от самих колебаний не удавалось.

Расчет настроек

Для определения характеристик объекта управления был проведен эксперимент по снятию кривой разгона. Результат идентификации в «P.I.D.-expert» показал следующие параметры объекта: запаздывание $\tau = 20$, постоянная времени $T_0 = -47000$. Рассчитанные настройки регулятора для этого объекта с учетом фильтра 40 секунд составили: $K_p = 439$; $T_i = 4,64$ минуты. В системе управления существует ограничение на максимально возможное значение коэффициента пропорциональности регулятора, равное 240. С учетом этого ограничения в «P.I.D.-expert» было произведено ослабление первоначально рассчитанных настроек регулятора до значений: $K_p = 240$; $T_i = 8$ минут. Эти настройки и были установлены в регулятор.

Результат

После установки в регулятор рассчитанных настроек регулятора ($K_p = 250$; $T_i = 8$ минут; $T_f = 0,67$ минуты) в системе регулирования полностью прекратились незатухающие гармонические колебания, наблюдавшиеся ранее (рис. 1).

График регулируемой переменной практически полностью слился с графиком задания регулятору (рис. 2). Исполнительный механизм стал более интенсивно реагировать как на мелкие, так и на крупные возмущения, тем самым компенсируя их, не позволяя регулируемой переменной отклониться от задания.

Статистический анализ работы САР за сутки с новыми настройками по сравнению с работой САР за сутки со старыми настройками показал, что среднемодульное отклонение от задания сократилось в 31

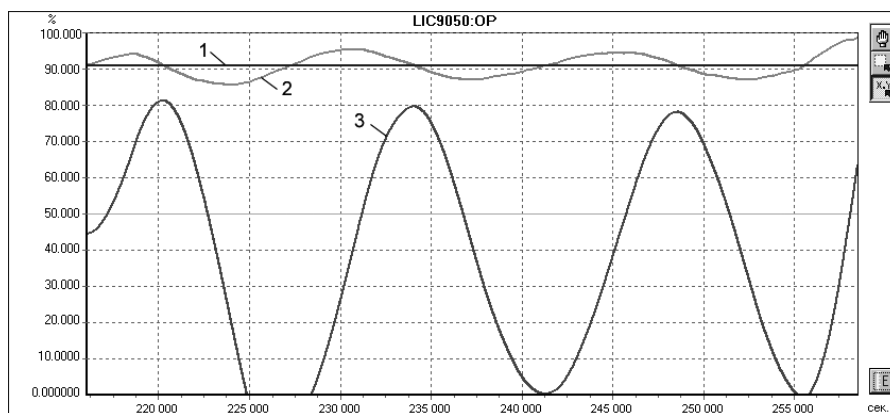


Рис. 1. Контур регулирования LIC-9050 со старыми настройками (1 график – задание, 2 – регулируемая переменная, 3 – управление положением клапана)

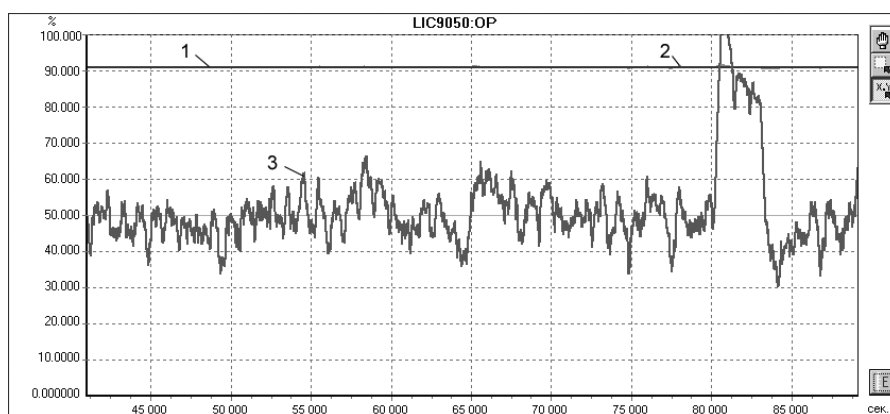


Рис. 2. Контур регулирования LIC-9050 с новыми настройками (1 график – задание, 2 – регулируемая переменная (практически полностью слился с графиком задания), 3 – управление положением клапана)

раз. В то же время суммарный ход исполнительного механизма увеличился в 12 раз.

Если бы качество стабилизации регулируемой переменной в этом контуре было бы важно для технологии, подобный результат был бы более чем отличным. Но поскольку технология не предъявляет жестких требований к качеству стабилизации в этом контуре, можно порекомендовать провести работу по корректировке настроек регулятора в сторону их ослабления. Качество стабилизации при этом ухудшится, зато уменьшится интенсивность работы исполнительного механизма, что позволит экономить на его ресурсе.

Контур регулирования расхода гликолесодержащего конденсата FIC-2009

Анализ действующей системы регулирования

К моменту начала работ по настройке регулятор этого контура был отключен, оперативный персонал вел процесс вручную, управ-

ляя положением клапана. Установленными настройками регулятора являлись: $K = 0,65$; $T_i = 3$ минуты; $T_f = 0,7$ минуты, но в автоматическом режиме регулятор не эксплуатировался продолжительное время.

После переключения регулятора в автоматический режим работы выяснилось, что к заданному значению регулируемая переменная идет от 40 минут до полутора часов (в зависимости от характера возмущения). Это при том, что расход жидкости относится к классу малоинерционных объектов и переходный процесс должен заканчиваться в считанные секунды. Возможно, это и являлось причиной нежелания оперативного персонала использовать этот регулятор в автоматическом режиме работы.

Расчет настроек

Для определения параметров объекта фильтр был отключен, настройки регулятора изменены эмпирически (усилена интегральная

составляющая и ослаблена пропорциональная составляющая) с целью получения более или менее адекватных переходных процессов. Затем была проведена серия активных экспериментов по получению переходных процессов путем изменения задания регулятору. По этим переходным процессам была произведена идентификация объекта управления. Результат идентификации в «P.I.D.–expert» показал следующие параметры объекта: запаздывание $\tau = 3$, постоянная времени $T_0 = 0$ (что соответствует классу малоинерционных объектов), $K_0 = 180$. Рассчитанные настройки регулятора для этого объекта составили: $K_p = 0,06$; $T_i = 0,01$ минуты. При этих настройках регулятора переходный процесс после нанесения возмущения полностью заканчивался в течение 5 секунд. В статике наблюдались сильные биения регулируемой переменной, амплитуда которых составляла 150 кг/ч, связанные с отсутствием зоны нечувствительности в регуляторе. С целью уменьшения биений было принято решение включить на регулируемой переменной фильтр, переведя тем самым совокупный объект (объект+фильтр) из разряда малоинерционных в разряд апериодических, и пересчитать настройки регулятора с учетом этого фильтра. Окончательные значения рассчитанных настроек составили: $K_p = 0,325$; $T_i = 0,1$ минуты; $T_f = 0,15$ минуты.

Результат

В результате настройки регулятора удалось значительно улучшить динамические показатели работы САР: время переходного процесса сократилось с 40 минут до 40 секунд. Однако в связи с отсутствием в штатном регуляторе системы управления зоны нечувствительности в статике не удалось полностью избавиться от колебаний регулируемой переменной около заданного значения, амплитуда которых достигает 30–35 кг/ч.

Несмотря на то что динамические характеристики улучшились многократно, статистический анализ работы САР за 16 часов с новыми настройками по сравнению с работой САР за 16 часов со старыми настройками показал, что

среднемодульное отклонение от задания увеличилось с 7 до 13,5 кг/ч, суммарный ход исполнительного механизма увеличился с 341 до 629%. Это обусловлено тем, что естественные возмущения в этом контуре встречаются редко, а на статистические характеристики большее влияние оказывает характер поведения САР в статике. Как было рассмотрено выше, в статике наблюдаются колебания около заданного значения, которые при старых настройках были «задавлены» сильным фильтром.

Со стороны «НПО ТЕХНО-КОНТ» ответственным лицам предприятия рекомендуется рассмотреть вопрос о внесении изменений в действующую систему управления, а именно: в дополнение к штатным функциям регулятора, входящего в состав АСУ ТП, дополнительно реализовать «классическую» зону нечувствительности на входе регулятора. Такая зона нечувствительности необходима для каждого регулятора, работающего в контуре с объектом с самовыравниванием.

После проведения вышеуказанных мероприятий настройку регулятора потребуются произвести заново. Это позволит еще на порядок улучшить динамические характеристики переходных процессов, а также значительно улучшить статистические показатели работы контура в статике.

Контур регулирования уровня LIC-5120 Анализ действующей системы регулирования

Исходными настройками регулятора являлись: $K = 5$; $T_i = 0,5$ ми-

нуты, фильтрация отсутствовала. Забегая вперед, необходимо отметить, что к чести наладчиков, занимавшихся настройкой этого регулятора ранее, найденные ими коэффициенты оказались очень близки к рассчитанным в «P.I.D.–expert». Регулятор обеспечивал хорошее качество стабилизации (в связи с тем что в этом контуре естественные возмущения практически отсутствуют, о характере работы регулятора приходилось судить по переходному процессу при смене задания). В контуре наблюдались высокочастотные колебания регулируемой переменной вблизи заданного значения, вызванные физическими особенностями клапана (погрешностью позиционирования, гистерезисом и т.д.) и характерные для любого объекта с интегральными свойствами. Период этих колебаний составлял 4 секунды, амплитуда колебаний по регулируемой переменной – 3...4%, по положению исполнительного механизма – 12%. Целью настройки является минимизация этих колебаний без существенного ухудшения качества стабилизации.

Расчет настроек

Для определения характеристик объекта был получен переходный процесс, возникший при изменении задания регулятору. Результат идентификации в «P.I.D.–expert» показал следующие параметры объекта: запаздывание $\tau = 3$, постоянная времени $T_0 = -120$ секунд. Рассчитанные настройки регулятора для этого объекта составили: $T_f = 0,14$ секунды, $K_p = 5$; $T_i = 0,9$ минуты. С целью исключения

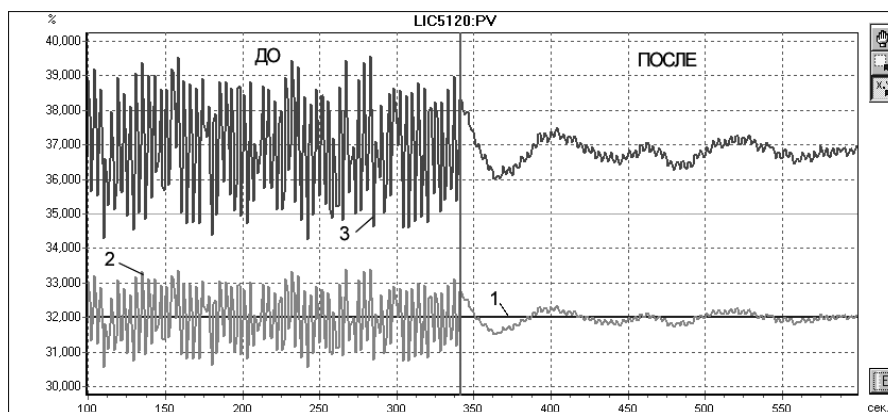


Рис. 3. Контур регулирования LIC-5120. Установка новых настроек в регулятор (1 график – задание, 2 – регулируемая переменная, 3 – управление положением клапана, вертикальная линия – момент изменения настроек)

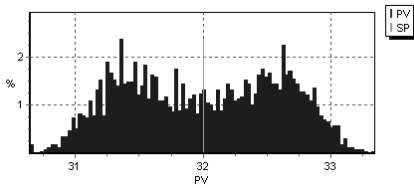


Рис. 4. Контур регулирования LIC-5120. Гистограмма распределения регулируемой переменной при старых настройках регулятора

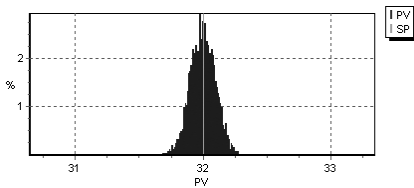


Рис. 5. Контур регулирования LIC-5120. Гистограмма распределения регулируемой переменной при новых настройках регулятора

перерегулирования при изменении задания настройки были скорректированы на следующие: $T_f = 0,14$ секунды, $K_p = 5$; $T_i = 1,4$ минуты.

Результат

После установки в регулятор рассчитанных настроек регулятора ($K_p = 5$; $T_i = 1,4$ минуты; $T_f = 0,14$ минуты) биения в статике сократились примерно в 10 раз (с 4 до 0,4% по регулируемой переменной и с 8...12 до 2% по положению исполнительного механизма). На графике (рис. 3) запечатлен момент установки новых настроек в регулятор.

Статистический анализ работы САР за 40 минут с новыми настройками по сравнению с работой САР за 40 минут со старыми настройками показал, что средне-модульное отклонение регули-

руемой переменной от задания сократилось в 6,8 раза (с 0,528 до 0,0777%), суммарный ход исполнительного механизма за рассматриваемый период уменьшился в 15 раз (с 9667 до 637%), количество реверсов сократилось почти в 10 раз (с 1329 до 135).

Наиболее наглядно улучшение качества стабилизации показывает гистограмма распределения значений регулируемой переменной при старых настройках (рис. 4) в сравнении с аналогичной гистограммой, полученной при новых настройках (рис. 5).

Рекомендации по дальнейшему улучшению качества регулирования

► В контуре регулирования уровня конденсата LIC-9050 четко определить требования к допустимому диапазону отклонений регулируемой переменной. После этого произвести ослабление регулятора таким образом, чтобы, с одной стороны, уменьшился ход исполнительного механизма, с другой — отклонения остались бы в пределах обозначенного диапазона.

► В контуре регулирования расхода гликолесодержащего конденсата FIC-2009 для устранения в статике колебаний регулируемой переменной вблизи заданного значения необходимо реализовать зону нечувствительности на входе регулятора (зона нечувствительности является штатной функцией любого регулятора), после чего произвести настройку регулятора заново.

Мнение специалистов «НПО ТЕХНОКОНТ»

Для настройки были выделены контуры регулирования, работа

которых носит вспомогательный характер. Эти контуры регулирования не участвуют в основной технологической цепочке получения конечного продукта. Также их функционирование не связано с управлением расходом затратных компонентов (например, энергоносителей или сырья). Поэтому проведенные работы носят скорее показательный характер и улучшение качества стабилизации в этих контурах не привело к повышению качества выпускаемой продукции или к экономии каких-либо ресурсов. Но на примере этих контуров видно, что при целенаправленном подходе и использовании современных инструментальных средств и методик в большинстве случаев удается значительно улучшить качество стабилизации регулируемых переменных. Если подобные мероприятия провести на контурах, непосредственно участвующих в основной технологической цепочке, это непременно приведет к повышению качества выпускаемой продукции, снижению вероятности возникновения нештатной ситуации и к экономии затраченных ресурсов. Конечно, вклад одного отдельно взятого регулятора может быть мал и даже незаметен. Но в технологической цепочке современного производства работают несколько сотен регуляторов. Работа каждого из них капля за каплей вносит свой вклад в конечный результат — качество готовой продукции и величину затрат на его производство. Комплексный подход к решению проблемы качественного регулирования создает мультипликативный эффект и приводит к повышению этих показателей.

ООО «НПО ТЕХНОКОНТ», г. Москва,
тел.: (495) 652-9160,
e-mail: info@technocont.ru

Эффективная реклама за разумные деньги

www.isup.ru