

PID-EXPERT — АВТОМАТИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

ИЛЬЯ ВАРЛАМОВ

info@insat.ru

ПАВЕЛ ЗУБОВ

zubovpa@zsk.gpp.gazprom.ru

Когда говорят об автоматизации, обычно имеют в виду системы автоматического управления различными производственными процессами, включающие в себя множество составляющих: мониторы, серверы, контроллеры, датчики и исполнительные устройства. Эффективность такой системы всегда стремятся повысить — и этот процесс на самом деле тоже можно автоматизировать. Об успешном опыте повышения эффективности работы системы автоматического управления на заводе по стабилизации конденсата им. В. С. Черномырдина (Сургутский ЗСК) пойдет речь в данной статье.

Сургутский ЗСК — крупнейший завод в России по переработке газового конденсата. Предприятие предлагает широкую номенклатуру продукции на основе углеводородов (в том числе автомобильные бензины, дизельное топливо, авиационный керосин), а также является единственным в структурах ПАО «Газпром» производителем топлива для реактивных двигателей марки ТС-1. Это относительно молодое предприятие (вся его история составляет немногим более тридцати лет) оснащено самым современным оборудованием и является предприятием высокой культуры производства.

В рамках стратегии ООО «Газпром переработка», направленной на повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности, руководство предприятия задалось целью найти способы повышения эффективности работы действующего оборудования без привлечения капитальных

затрат. В поисках путей решения данной задачи был изучен мировой опыт, демонстрирующий улучшение показателей эффективности за счет оптимизации работы систем автоматического регулирования. В результате анализа стало понятно, что необходимо пересмотреть подход к вопросу настройки регуляторов и привлечь инновационные технологии для оптимизации их работы. Более того, это может послужить основой оптимизации всего технологического процесса.

Несмотря на то, что предприятие располагает собственными квалифицированными кадрами, владеющими навыком настройки регуляторов, для совершенствования имеющихся компетенций и внедрения новых технологий настройки было решено привлечь к сотрудничеству компанию «ИнСАТ», специалисты которой имеют богатый опыт в области оптимизации работы систем ПИД-регулирования.

Компания «ИнСАТ», основанная в 1988 г., занимается производством различного программного обеспечения (ПО) для автоматизации, среди которого SCADA-системы, OPC-серверы, средства программирования контроллеров, а также программный пакет PID-expert, предназначенный для настройки ПИД-регуляторов и оптимизации работы систем автоматического регулирования (САР).

Для осуществления пилотного проекта по оптимизации контуров регулирования на Сургутском ЗСК была выбрана установка по производству моторных топлив (УМТ). Это было продиктовано требованием времени: в последние годы сильно ужесточились технические требования к качеству моторных топлив.

Данная установка достаточно сложная. Основная колонна имеет дополнительное циркуляционное орошение и две стриппинг-колонны. Кроме этого, в состав установки входят испаритель, три печи и мно-

го другого технологического оборудования с большим количеством рециркуляционных связей, что обуславливает сильное взаимовлияние процессов друг на друга и существенно осложняет как процесс настройки регуляторов, так и эксплуатацию установки.

Для осуществления работ в рамках проекта по оптимизации была создана команда, состоящая из опытного технолога, инженера АСУ ТП и специалиста по регулированию. Они тщательно продумали план последовательности настройки. В ходе настройки регуляторов в большинстве случаев требуется нанесение тех или иных возмущений, что на действующей установке может повлечь негативные последствия в виде раскачивания зависимых контуров или даже вывода процесса за границы регламента. Поэтому в первую очередь была запланирована настройка на вспомогательных и второстепенных контурах. По мере перехода к основным контурам работы проводились по ходу технологической цепочки — начиная от первичной подготовки сырья.

Настройка регуляторов проводилась с помощью программного пакета PID-expert — специализированного ПО, предназначенного для проведения комплекса работ по повышению эффективности систем автоматического регулирования. Программа подключается к действующей АСУ ТП в качестве OPC-клиента, получает от нее текущие значения технологических параметров и ведет собственный архив. PID-expert содержит инструменты визуального анализа, идентификации параметров объекта, расчета настроек регуляторов, имитационного моделирования, статистического анализа и другие средства, необходимые для качественного сопровождения САР (рис. 1).

ЧТО ДАЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПО?

Рассчитать настройки регулятора можно и без применения программных средств. Существует множество академических методик настройки, но на практике эти способы трудно применимы и используются редко. Чаще всего настройка ведется интуитивно: инженеры изменяют коэффициенты регулятора в ту или иную сто-

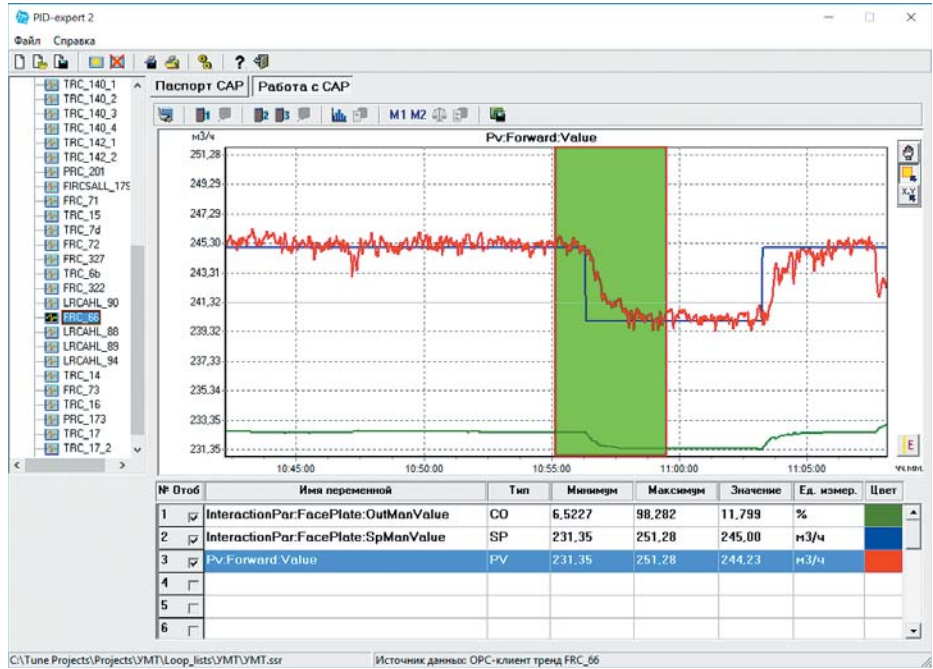


РИС. 1. ▲ Интерфейс программы PID-expert: выделен переходный процесс для расчета

рону и затем наблюдают за процессом. Обычно такой подход требует немало времени. Особенные затруднения при интуитивной настройке вызывают регуляторы уровня, где по внешнему виду процесса невозможно сделать выводы о том, как нужно менять настройки. С помощью PID-expert требуемые настройки можно получить за несколько кликов — нужно лишь один раз «качнуть» процесс, изменив задание регулятору или положение клапана, и выделить на тренде переходный процесс (рис. 2).

«Мы и раньше настраивали регуляторы», — говорит начальник цеха АСУ ТП Игорь Болдырев. — Но этот процесс занимал достаточно длительное время. На настройку некоторых контуров уходило недели, а то и месяцы. Теперь мы увидели, что с помощью PID-expert можно настраивать по несколько контуров в день. Производительность усилий по настройке контуров регулирования на порядок выросла, что позволило вывести работу регуляторов на качественно новый уровень».

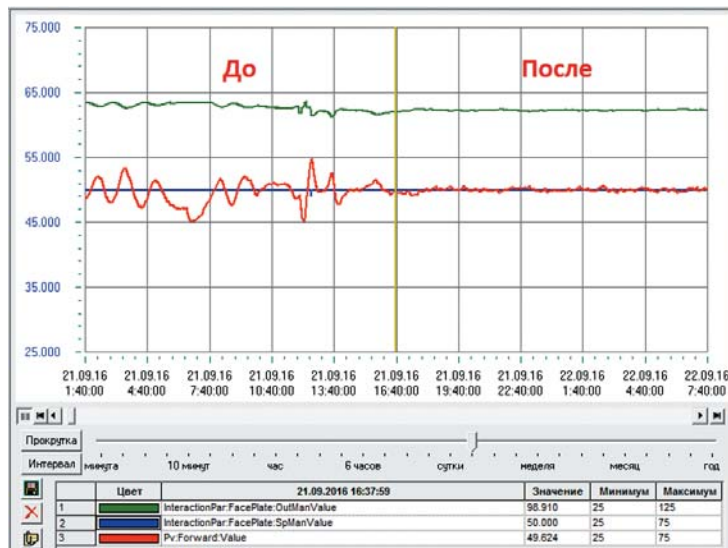


РИС. 2. ◀ Уровень в испарителе до и после настройки

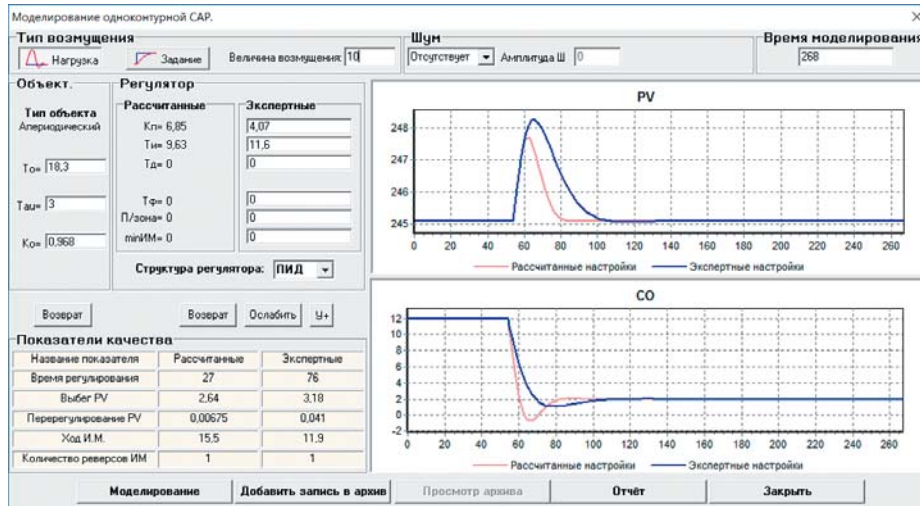


РИС. 3. ▲
Имитационное моделирование

Важным инструментом PID-эксперт является имитационное моделирование (рис. 3). Дело даже не в том, что оно дает возможность «поиграть» с настройками еще до их установки на реально действующую систему регулирования — хотя это тоже важно. Те, кому приходилось сталкиваться с настройкой регуляторов на реальных технологических объектах, наверняка знают, что основной проблемой поиска оптимальных настроек является постоянное изменение свойств объекта. Параметры объекта

меняются от состава сырья, нагрузки, технологического режима, да и просто от погодных условий. Это приводит к тому, что еще вчера хорошо настроенный регулятор сегодня уже работает неудовлетворительно. PID-эксперт запоминает результаты идентифицированных параметров объекта и дает возможность смоделировать поведение контура регулирования с рассчитанными настройками при различных параметрах объекта, полученных в разное время и при разных условиях. Это позволяет подобрать

настройки, подходящие для разных режимов работы установки.

Полученные улучшения не всегда видны невооруженным глазом: случается, что отклонения в абсолютной величине малы или скрыты в обычных флуктуациях регулируемой переменной или шуме. Для оценки изменения качества стабилизации в арсенале PID-эксперт имеются средства статистического анализа, вычисляющие среднемодульное отклонение, распределение значений регулируемой переменной (рис. 4), суммарный ход клапана и другие параметры.

В качестве примера можно привести следующий эпизод. В рамках данного проекта внимание специалистов привлекло практически синхронное изменение всех температур, подобное реакции на какое-то возмущение, но анализ трендов не выявил источник данного возмущения внутри установки. В результате более широкого исследования удалось найти зависимость между отклонениями температур и возмущениями по давлению со стороны заводской линии топочного газа. Сначала это вызвало недоумение ввиду того, что на линии топочного газа на входе в установку стоял клапан с ПИД-регулятором, стабилизирующий давление газа после себя, и его работа никаких нареканий не вызывала — даже кратковременные пиковые отклонения не превышали $0,05 \text{ кг/см}^2$. Тем не менее после перенастройки регулятора средства статистического анализа показали сокращение среднемодульного отклонения с $0,01$ до $0,001 \text{ кг/см}^2$. Это оказало самое непосредственное влияние на другие технологические параметры: возмущения со стороны давления топочного газа перестали оказывать влияние на поведение температур. Таким образом, это наглядный пример того, что можно улучшить работу даже там, где, казалось бы, и так все налажено.

Шаг за шагом команда двигалась от второстепенных контуров к более важным. В ежедневном режиме проводились оперативные совещания для быстрого решения возникающих вопросов. Например, если в ходе обследования контура обнаруживались механические проблемы клапана, препятствующие настройке регулятора или его нормальной работе, то соответствующи-

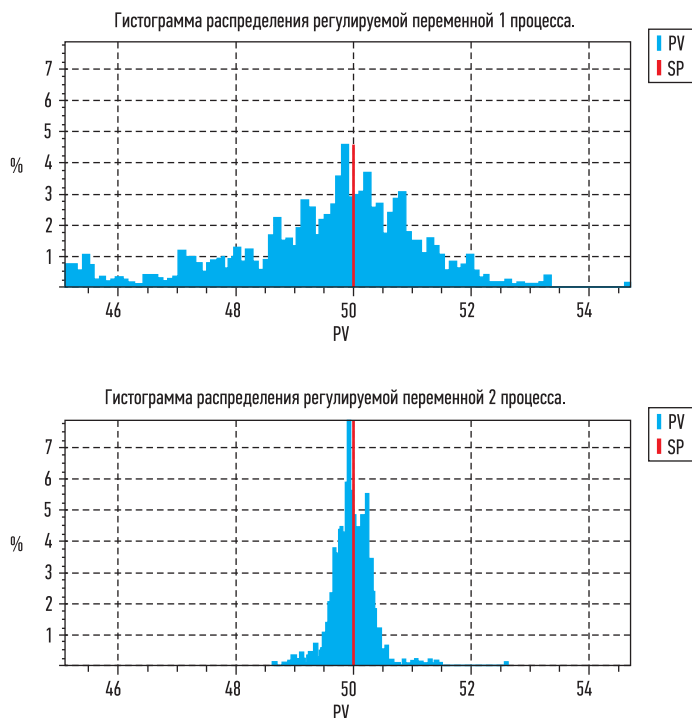


РИС. 4. ►
Гистограмма распределения наглядно демонстрирует разброс значений переменной «до» (сверху) и «после» (снизу)

щей службе давалось поручение устранить неисправность. Так были перенастроены почти все контуры, и команда вплотную подошла к основным контурам, самым непосредственным образом влияющим на качественные и количественные показатели работы установки — регулирование температурных режимов на тарелках и в стриппинговых отборах.

Поскольку имелись определенные сомнения в правильной работе этих контуров, сначала были исследованы динамические зависимости влияния различных управляющих воздействий в обвязке стриппинговых колонн на температуры как самих отборов, так и близлежащих тарелок. Основываясь на полученных динамических характеристиках, специалисты компании «ИнСАТ» предложили изменить схему регулирования температур с целью уменьшения запаздывания в канале управления и улучшения управляемости. Рекомендация была принята, и после изменения схем регуляторы были настроены заново. Для определения параметров объекта и расчета настроек, как и для большинства

других контуров, потребовалось проведение эксперимента с преднамеренным нанесением возмущения. Ранее на такой эксперимент никто бы не решился, но сейчас, когда все смежные и зависимые контуры уже были настроены оптимальным образом, они без проблем отработали нанесенное возмущение и оно не вызвало никаких негативных последствий: все параметры остались стабильны, что и стало значительным результатом всей предшествующей кропотливой работы по оптимизации процессов на установке моторных топлив.

«Произошли существенные изменения, — говорит начальник смены Константин Фролов. — Раньше при сильных возмущениях, вызванных изменением состава сырья или другими факторами, операторам приходилось буквально вылавливать технологический процесс, что держало в напряжении весь персонал. Теперь заданный температурный профиль и обусловленные им точки выкипания стоят как вкопанные».

Итогом всего комплекса проведенных работ стало не только стабильное поведение всей установки

и ее ключевых параметров. За счет стабильного поддержания температур на тарелках технологи получили возможность более точно управлять процессом разделения сырья, что позволило получить увеличение выхода высококипящих фракций на несколько процентов.

Этот результат был получен благодаря применению современных технологий автоматизации в области настройки регуляторов, тесного сотрудничества специалистов разного профиля и четкой организации работ.

«Когда мы начинали этот проект, то не могли точно знать, какие именно улучшения получим в итоге, — говорит главный технолог Антон Стуков. — Но у нас было твердое убеждение, что в оптимизации работы контуров регулирования заложен потенциал по повышению эффективности всего технологического процесса. Теперь, когда мы получили хороший результат, можно с уверенностью сказать, что мы будем и дальше совершенствовать наш подход к оптимизации процессов и переносить полученный опыт на другие установки». ●