



# ТРИ ПРИЧИНЫ ДЛЯ НАСТРОЙКИ КОНТУРОВ УПРАВЛЕНИЯ ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ

ЭД БУЛЛЕРДИЕК (ED BULLERDIEK)

Настройка ПИД-регулятора — ключевой навык для специалистов по управлению, которому часто уделяется мало внимания. Чем оправданы инвестиции в этот важнейший навык? Зачем настраивать контуры управления?

Простой ответ на вопрос, почему необходимо настраивать контуры управления, заключается в том, что различные контуры по-разному реагируют на управление. Проточные контуры реагируют быстро и поэтому нуждаются в так же действующем контроллере. Температурные контуры реагируют медленно (обычно), поэтому им нужен медленно откликающийся контроллер. Пропорционально-интегрально-дериwативный (ПИД) регулятор — практически универсальный инструмент для управления процессами, но он должен быть к ним адаптирован. Подгонка ПИД-регулятора к процессу называется настройкой.

Настройка ПИД-регулятора имеет большое значение. Управление процессом и соответствующая настройка ПИД-регулятора — это:

- безопасность, прежде всего;
- защита оборудования, младший брат безопасности;

- эффективность процесса;
- более высокая производительность процесса;
- меньше отходов;
- более высокая энергоэффективность.

## РАСШИРЕНИЕ МАСШТАБОВ, УСЛОЖНЕНИЕ

В начале моей карьеры типичный оператор системы управления технологическим процессом должен был следить за работой от 100 до 200 ПИД-регуляторов.

У оператора системы управления технологическим процессом также не было приложений для расширенного управления технологическим процессом (АРС), за которыми можно было бы наблюдать, или систем безопасности. Если системы безопасности и существовали, то они, как правило, находились в полевых условиях. Для управления перенапряже-

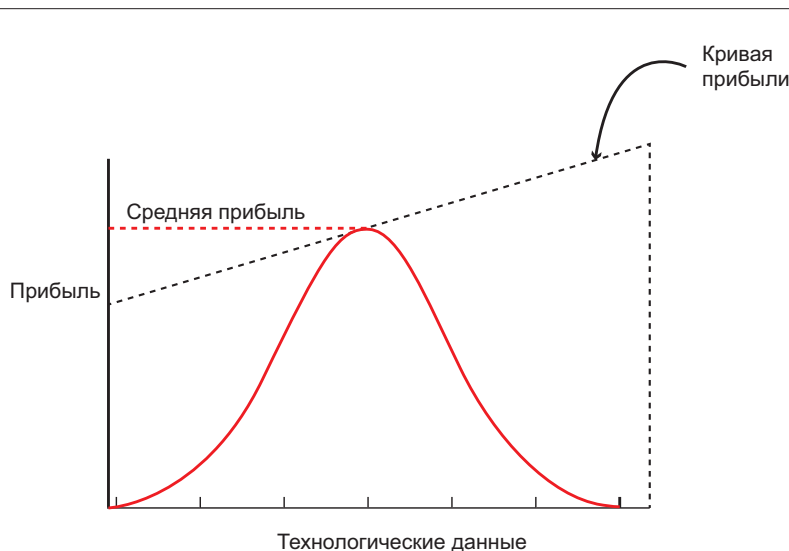
нием компрессора использовались специализированные пакеты, которые также устанавливались на месте.

По сегодняшним меркам оператор управления технологическим процессом не должен был много наблюдать.

За прошедшие годы обязанности оператора по управлению технологическим процессом значительно усложнились. Современный оператор управления технологическим процессом должен следить за работой до 500 ПИД-регуляторов, а также систем безопасности, систем управления компрессорами и приложений АРС. Системы управления, применяемые в технологических установках, тоже стали намного сложнее, они содержат многоуровневые каскадные контуры и другие сложные логические схемы.

Профессионалы в области управления добились больших успехов, размещая перед операторами более качественную графику, а также не заваливая помещение бесполезными и сбивающими с толку сигналами тревоги. Все это было необходимо, но недостаточно. Проще говоря, от оператора системы управления технологическим процессом больше нельзя ожидать, что он будет взаимодействовать с неработающими системами управления. Хорошая настройка контроллера больше не является необязательной.

Посмотрите на это с другой точки зрения: в те времена, когда оператор управления технологическим процессом должен был следить за 100 ПИД-регуляторами, он мог работать (допустим) с 30 плохо функционирующими регуляторами (30%).



**РИС. 1.** ►  
Распределение данных процесса до завершения усовершенствования системы управления

У оператора было время. Если из 500 ПИД-регуляторов 30% работают плохо — а это 150 регуляторов — у оператора больше нет времени следить за всеми ними. Для специалиста по управлению гораздо важнее убедиться, что все контроллеры процесса действуют должным образом.

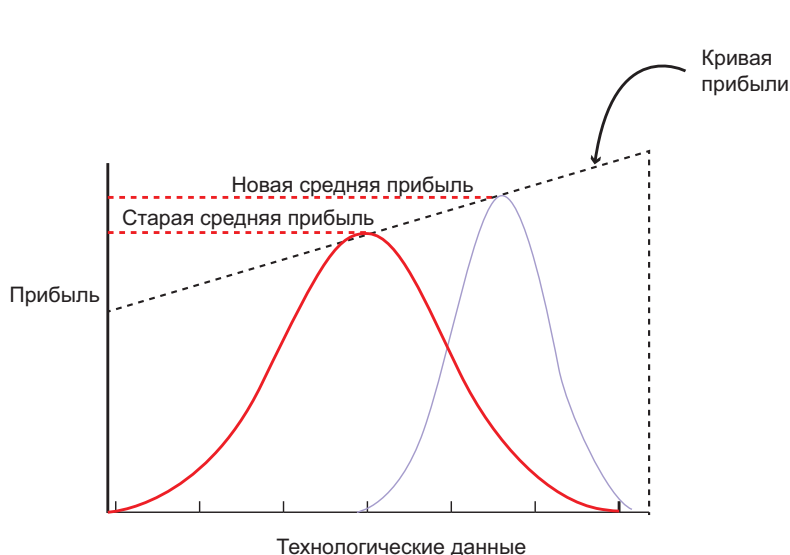
### ВЫГОДНОСТЬ ПРАВИЛЬНО НАСТРОЕННЫХ КОНТУРОВ

Для большинства химических процессов максимальная рентабельность обычно требует работы с ограничениями процесса. К ним относятся ограничения по качеству продукта (например, чистота), ограничения по работе установки (например, ограничения по затоплению дистилляционной колонны) и ограничения по оборудованию (например, амперы двигателей насосов и воздуходувок). За превышение этих ограничений обычно предусмотрены серьезные санкции — например, за некондиционный продукт, который нельзя продать, или отключение оборудования (и последующие сбои в процессе). Для тех, кто работает с экзотермическими реакциями, неспособность контролировать процесс в пределах допустимого может привести к незапланированному демонтажу (также известному как «спонтанный демонтаж»; никто не хочет ни того, ни другого).

На технологических установках с плохо настроенными контурами управления или, что еще хуже, с управлением, оставленным в ручном режиме, поскольку им нельзя доверять, операторы склонны вести процесс далеко от пределов. Это приводит к потере значительной прибыли. Типичная ситуация выглядит так, как показано на рис. 1.

Колоколообразная кривая представляет собой нормальное распределение данных процесса. Хвост колоколообразной кривой заканчивается чуть ниже любых пределов процесса — почти вертикальная пунктирная синяя линия справа. Кривая прибыли — это пунктирная синяя линия сверху. Теоретический максимум прибыли находится в правом верхнем углу, где пересекаются линии прибыли и пределов процесса. Однако, чтобы не нарушать лимиты, процесс работает далеко от них, и поэтому среднее значение данных процесса находится значительно левее точки максимальной прибыли. Процесс приносит меньше денег, чем мог бы.

Для того чтобы заработать больше денег, нужно изменить процесс



и сжать колоколообразную кривую, тогда правый конец кривой уйдет от границ процесса, а затем вся кривая должна сдвинуться вправо, чтобы конец кривой оказался там, где она начиналась. Когда все это будет выполнено, получится ситуация, представленная на рис. 2.

Синяя колоколообразная кривая стала более узкой, и кривая сдвинулась так, что ее правый конец находится вблизи пределов процесса. Новая рентабельность теперь выше, чем была раньше.

Удобный для менеджера способ сказать это заключается в том, что правильная настройка обеспечивает снижение вариативности, а также усиление ограничений.

Многие говорят, что снижение вариативности само по себе повысит рентабельность. Обычно это не так (если только вы не делаете что-то совсем неправильно). Повышение рентабельности требует, чтобы процесс был приближен к ограничениям. Процесс может изменяться очень незначительно, но при этом находиться далеко от желаемого оптимума.

К сожалению, заставить операторов сдвинуть ограничения — это самая сложная часть работы специалиста по управлению. Операторы (как и положено) скептически относятся к ярким молодым инженерам, которые говорят им, что они должны сделать что-то, что, как они знают, рискует усложнить их работу. Однако операторы готовы работать с инженерами, которые открыто и честно рассказывают о своих предложениях. Предыдущие победы могут добавить доверия. Операторы должны верить, что их работа может стать проще или по крайней мере не сложнее.

### ЛИЧНАЯ ИСТОРИЯ О ЗНАЧЕНИИ НАСТРОЙКИ КОНТУРА

Недавно бывший начальник сказал мне: «Что я узнал от тебя, так это то, сколько свободных денег лежит вокруг нефтеперерабатывающего завода». Далее он рассказал историю о ценности настройки контура. Когда я работал у него, он просил вице-президента по переработке приобрести новый компрессор мокрого газа для установки каталитического крекинга (FCC) на заводе. Мой босс надеялся увеличить производительность примерно на 20%.

Вице-президент отказался.

Тем временем я занимался настройкой и очисткой систем управления, а инженер-технолог работал с операторами, чтобы заставить их довести FCC до предела. За несколько лет мы добились повышения коэффициента загрузки примерно на 20%, и тогда вице-президент сказал моему боссу: «Вот видите, я сэкономил компании деньги».

Эта история повторилась на всем нефтеперерабатывающем заводе, хотя никогда не была столь драматичной. Мы установили новую систему управления, починили множество приборов и клапанов и настроили контроллеры. Работа включала установку передовых (на тот момент) систем управления технологическими процессами и исправление некоторых базовых ошибок. В основном усовершенствование технологических процессов на НПЗ сводилось к снижению вариативности, настройке ПИД-регуляторов и побуждению операторов к предельным нагрузкам. Улучшение настройки контура управления лежало в основе этого процесса. ●

**РИС. 2.** ◀ Распределение данных процесса после завершения усовершенствования системы управления и корректировки работы в соответствии с рабочими ограничениями. Рентабельность повышается без превышения эксплуатационных ограничений