

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Галенков А.А.

Нижегородский государственный технический университет

Дзержинск, Россия

gaa123@mail.ru

Процесс ректификации относится к широко применяемым процессам химической технологии. Показателями эффективности процесса являются составы выходных потоков (кубовая жидкость, дистиллят), содержащих целевой продукт. Применительно к непрерывному процессу ректификации поддержание заданного по технологическому регламенту состава целевого потока является целью управления процессом. Состав потока, не содержащего целевого продукта, может меняться в определенных пределах вследствие изменения состава и скорости подачи исходного питающего потока.

В качестве объекта управления имеем ректификационную установку для разделения бинарной смеси, состоящую из насадочной ректификационной колонны, выносного кипятильника, дефлегматора, теплообменника для подогрева питающей смеси и сборника конденсата.

Ректификационная установка является сложным многомерным объектом управления со значительной инерционностью и временем запаздывания по каналам регулирования. Так, воздействие на расход пара в кипятильник вызывает изменение состава кубовой жидкости и дистиллята, а также давления в колонне и уровня кубового остатка. Кроме того, для данного объекта имеет место распределение состава потоков и температур по высоте колонны. Возмущающими воздействиями являются изменения параметров питающего потока, тепло- и хладоносителей, изменения свойств теплопередающих поверхностей. Наиболее сложным случаем управления ректификационной установкой является случай, когда целевыми потоками являются как поток дистиллята, так и поток кубовой жидкости. В таком случае требуется поддерживать заданный состав обоих потоков, а воздействие на состав кубовой жидкости или косвенно на ее температуру приводит к возмущению состава дистиллята через изменение расхода пара из кипятильника и, наоборот, воздействие на расход флегмы с целью стабилизации состава дистиллята влияет на состав кубовой жидкости. Взаимное влияние управляющих воздействий по обоим каналам на управляемые параметры вызывают дестабилизацию режима работы ректификационной колонны.

Трудности в одновременной стабилизации состава кубовой жидкости и дистиллята могут быть преодолены двумя способами. Первый способ состоит в автономном регулировании обоих параметров путем воздействия не только по основному каналу регулирования, например, изменением расхода греющего пара в кипятильник, но и компенсируя возмущение по перекрестному каналу, например, изменением расхода флегмы. Настроить такие контуры регулирования при соблюдении полной автономности довольно трудно. Второй способ состоит в управлении по возмущению с использованием математической модели насадочной

ректификационной колонны. При использовании этого способа необходимо измерять состав и расход питающего потока (возмущающие параметры). Для текущих значений расхода и состава питающего потока находятся с помощью математической модели производительность кипятильника и расход флегмы, при которых обеспечиваются требуемые составы кубовой жидкости и дистиллята. Требуемый расход флегмы выдается в качестве задания регулятору расхода флегмы, а требуемая производительность кипятильника обеспечивается заданием по давлению греющего пара в рубашке кипятильника.

Давление по высоте ректификационной колонны неодинаковое, в кубе колонны давление более высокое, чем в ее верхней части. Стабилизация давления в какой-либо точке по высоте производится изменением расхода хладоносителя в дефлегматор в том случае, если в составе газофазного потока, выходящего из колонны, отсутствуют инерты, то есть неконденсирующиеся в дефлегматоре компоненты. Если инерты имеются в составе газового потока, то дефлегматор не является конденсатором полной конденсации и давление в колонне может быть поддержано только сдувкой инертных газов. В этом случае расход хладоносителя, подаваемого в дефлегматор, изменяется по температуре дистиллята.

Подогреватель питающего потока должен нагреть питающий поток до температуры кипения, которая устанавливается на высоте ввода питания в колонну. Обеспечить выполнение этого условия можно с помощью каскадного регулирования температуры. Внутренним регулятором является регулятор температуры питающего потока изменением подачи теплоносителя в теплообменник, а задание этому регулятору дает пропорциональный регулятор, на вход которого поступает сигнал от датчика температуры, установленного на месте ввода питания.

Внешний регулятор обязательно должен иметь только пропорциональную составляющую управляющего воздействия, поскольку работает в разомкнутом контуре со статической ошибкой. Изменением его коэффициента регулирования и задания добиваются, чтобы оба регулятора имели одинаковое показание, равное температуре на питающей тарелке.

Уровень кубовой жидкости может быть стабилизирован изменением скорости выгрузки кубовой жидкости. При таком регулировании уровня не вносится возмущающего воздействия по составу кубовой жидкости, так как выгружаемый поток имеет тот же состав, что и поток в кубовой части колонны.

Кроме регулирования уровня в кубе колонны необходимо регулировать уровень в сборнике конденсата изменением выгрузки дистиллята на склад.