

Изобретение относится к способам управления процессом карбонизации в производстве соды и может найти применение в химической и других отраслях промышленности для управления процессами с аналогичными физико-химическими превращениями.

Известен способ автоматического управления процессом карбонизации в производстве соды [Авт. св. СССР № 244303, кл. С 01 D 7/18, 1969] путем изменения отбора суспензии в зависимости от суммарного расхода диоксида углерода, подаваемого в колонну и температуры отходящего газа.

Известен также способ автоматического управления процессом карбонизации в производстве соды [Авт. св. СССР № 606815, кл. С 01 D 7/18; G 05 D 27/00, 1978] путем изменения отбора суспензии бикарбоната натрия из карбоколонны в зависимости от количества углекислоты, подаваемой в карбоколонну с коррекцией по температуре газожидкостной среды в абсорбционной части колонны. При этом для повышения устойчивости технологического процесса в переходных режимах изменение отбора суспензии бикарбоната натрия из карбоколонны осуществляют в зависимости от распределения температуры газожидкостной среды в абсорбционной части колонны.

Известен способ автоматического управления процессом карбонизации в производстве соды [Авт. св. СССР № 454173, кл. С 01 D 7/18, 1973] путем изменения отбора суспензии из карбоколонны в зависимости от расхода углекислоты, подаваемой в колонну, с коррекцией задания регулятору отбора суспензии по температуре газожидкостной среды верхней абсорбционной зоны и давлению газожидкостной среды в нижней части холодильной зоны колонны.

Этот способ является наиболее близким к заявляемому по технической сущности.

Процесс карбонизации в производстве соды осуществляется непрерывно в аппаратах колонного типа, сгруппированных, как правило, в серии по пять штук. Это связано с необходимостью поочередного переключения каждого из них в режим промывки по истечении 65-72-часовой эксплуатации в рабочем режиме из-за образования на стенках аппарата слоя осадка, ухудшающего условия протекания в нем хемосорбционных процессов. При этом снижается производительность аппарата и ухудшаются качественные характеристики получаемого продукта.

Процесс карбонизации в производстве соды осуществляют путем обработки аммонизированного рассола поваренной соли газообразным диоксидом углерода. Подача газа в колонну ведется противотоком потоку аммонизированного рассола по двум вводам. По первому вводу в нижнюю часть колонны подают "крепкий" газ с объемной концентрацией диоксида углерода 65-80%. По второму вводу перед холодильной зоной аппарата подают газ известковых печей с объемной концентрацией диоксида углерода 32-40%.

В результате комплекса химических превращений, на выходе из колонны получают суспензию, содержащую выпавшие в осадок кристаллы гидрокарбоната натрия. Поскольку химические реакции сопровождаются выделением тепла, для получения кристаллов правильной формы и необходимых размеров процесс карбонизации ведут с равномерным охлаждением жидкостной среды по высоте колонны.

Таким образом, как правило, управление процессом карбонизации в производстве соды осуществляют с учетом количества диоксида углерода, подаваемого в аппарат, при поддержании в нем заданного уровня газожидкостной среды. При этом отбор суспензии из колонны ведут, в зависимости от количества подаваемого стопроцентного диоксида углерода, с учетом температуры в верхней части абсорбционной зоны аппарата. Кроме того, стабилизируют температуру выходящей из колонны суспензии гидрокарбоната натрия путем изменения подачи в холодильную зону охлаждающей воды. Перечисленные выше приемы так или иначе используются в известных способах управления процессом карбонизации в производстве соды.

Однако указанный способ не обеспечивает требуемого качества процесса карбонизации на протяжении всего времени пробега карбоколонны в осадительном (рабочем) режиме. Это обусловлено тем, что в ходе работы колонны в осадительном режиме на ее контактных элементах и стенках постепенно откладываются кристаллы гидрокарбоната натрия, образуя на них слой твердого осадка. При этом снижается производительность карбоколонны с одновременным ухудшением качества кристаллов гидрокарбоната натрия в выходящей суспензии. Последнее определяется температурным и гидродинамическим режимом работы аппарата. Способ управления по прототипу указанные режимы не корректирует. Использование в качестве корректирующего параметра давления газожидкостной среды в нижней части холодильной зоны не оказывает заметного влияния ни на гидродинамический, ни на температурный режимы работы колонны. Этот параметр однозначно характеризует лишь только уровень столба газожидкостной среды в карбонизационной колонне.

Заявляемый способ позволяет поддерживать требуемое качество процесса карбонизации в ходе всего цикла пробега аппарата в осадительном режиме. Это достигается тем, что осуществляется непрерывная коррекция гидродинамического и температурного режимов работы аппарата. В качестве адаптивного параметра характеризующего эффективность работы карбоколонны предлагается использовать положение исполнительного механизма, установленного на линии отбора суспензии из аппарата. Степень зарастания контактных элементов и стенок колонны твердыми отложениями гидрокарбоната натрия достаточно полно характеризуется указанным параметром.

С увеличением слоя отложений изменяется в сторону уменьшения производительности колонны, а следовательно, и положение исполнительного механизма на линии отбора суспензии. При этом, с целью поддержания заданного качества процесса карбонизации корректируются как температурный режим колонны путем изменения задания регулятору температуры газожидкостной среды в абсорбционной зоне, так и гидродинамический режим колонны путем изменения задания регуляторам расхода диоксида углерода в колонну.

Отличительными от прототипа признаками являются: коррекция температурного и гидродинамического режимов колонны в ходе ее пробега в осадительном режиме путем изменения задания регуляторам температуры гидрожидкостной среды в абсорбционной зоне и расхода диоксида углерода в колонну в зависимости от положения исполнительного механизма, установленного на линии отбора суспензии. Эти отличия характеризуют новизну заявляемого способа.

Заявляемый способ поясняется чертежом, на котором представлена схема его реализации.

Схема регулирования содержит карбонизационную колонну 1, датчик температуры газожидкостной среды в абсорбционной зоне 2, регулятор отбора суспензии 3, исполнительный механизм на линии отбора суспензии 4, датчики расхода газа первого и второго ввода 5, 6, регуляторы расхода газа первого и второго ввода 7, 8, исполнительные механизмы на линиях первого и второго ввода газа 9, 10, корректирующие устройства регуляторов температуры газожидкостной среды 11, расхода газа первого ввода 12, расхода газа второго ввода 13, задатчики 14, 15, 16.

Способ осуществляется следующим образом.

Карбонизируемая жидкость подается в верхнюю часть колонны 1, где вступает в реакцию с диоксидом углерода газов первого и второго вводов, движущихся противотоком снизу колонны. В результате комплекса физико-химических превращений, сопровождающих процесс карбонизации жидкостного потока получается суспензия гидрокарбоната натрия, которая выгружается из колонны и направляется в отделение фильтрации.

Температура газожидкостной среды в абсорбционной зоне измеряется датчиком 2 и приводится в соответствие сигналу задания регулятора 3 путем изменения положения исполнительного механизма 4 на линии отбора суспензии из колонны.

Расход диоксида углерода по первому и второму вводам стабилизируется контурами, включающими датчики расхода 5, 6, регуляторы 7, 8 и исполнительные механизмы 9, 10.

При отложении твердого осадка гидрокарбоната натрия на контактных элементах аппарата уменьшается поверхность контакта, что ведет к снижению степени карбонизации жидкости, и, следовательно, удельного количества образующегося гидрокарбоната натрия. В результате понижается температура газожидкостной среды в абсорбционной зоне колонны и регулятор 3 посредством исполнительного механизма 4 уменьшает отбор (расход) суспензии из аппарата до восстановления заданного значения температуры. Заданное значение температуры формируется корректирующим устройством 11 в зависимости от положения исполнительного механизма (косвенного параметра состояния контактных элементов колонны). По положению исполнительного механизма формируются задания регулятором 7, 8 расхода диоксида углерода.

Причем, в случае зарастания контактных элементов и уменьшения производительности колонны, расход диоксида углерода корректируется в сторону уменьшения с целью снижения турбулизации реактивной смеси и предотвращения ухудшения качества кристаллов (сильная турбулизация способствует истиранию и дроблению кристаллов гидрокарбонатов натрия).

Таким образом, в ходе пробега колонны осуществляется непрерывная коррекция температурного и гидродинамического режимов ее работы, что позволяет поддерживать стабильным качество процесса карбонизации при зарастании контактных элементов.

Алгоритм функционирования системы, реализующей способ адаптивного управления процессом карбонизации в производстве соды, можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned}Y_1 &= K_1(Y_t - Y_2) + K_{T1}; \\Y_2 &= K_2(Y_1 - Y_a)/(T_p + 1); \\Y_3 &= K_3(Y_1 - Y_6)/(T_p + 1); \\Y_4 &= K_4(Y_1 - Y_b)/(T_p + 1); \\Y_5 &= K_5(Y_{F1} - Y_3) + K_5' \int_0^1 (Y_{F1} - Y_1)dt + K_{T3}; \\Y_6 &= K_6(Y_{F2} - Y_4) + K_6' \int_0^1 (Y_{F2} - Y_4)dt + K_{T4},\end{aligned}$$

где  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5', K_6'$  – настроечные параметры регулятора;

$K_{T1}, K_{T3}, K_{T4}$  – контрольные точки соответствующих регуляторов;

$Y_t, Y_{F1}, Y_{F2}$  – выходные сигналы соответствующих датчиков;

$Y_1, Y_5, Y_6$  – выходные сигналы соответствующих регуляторов;

$Y_2, Y_3, Y_4$  – выходные сигналы логических (адаптивных) устройств;

$Y_a, Y_b, Y_6$  – выходные сигналы задатчиков;

$1/(T_p + 1)$  – алгоритм демпфирования сигнала  $Y_1$  ( $T$  – постоянная времени,  $p$  – оператор Лапласа).

В результате предлагаемый способ позволит повысить степень карбонизации на 1,5% и улучшить качество кристаллов гидрокарбоната натрия, что, в свою очередь, позволит снизить его влажность в отделении фильтрации на 1%.

