

Пикулин Юрий Георгиевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»

г. Москва

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСХОДА ХЕМОСОРБЕНТА

Аннотация: в представленной статье исследователем приведены результаты анализа рациональных значений расхода хемосорбента в процессе абсорбции диоксида углерода при моделировании процесса очистки газа.

Ключевые слова: абсорбция, расход раствора, хемосорбция, энергозатраты.

Очистка газов от кислых компонентов на крупных производствах производится как в технологической линии получения какого-либо продукта, так и хвостовых газов промышленного производства. Одним из часто применяемых является циркуляционный способ очистки, в котором насыщенный абсорбент отправляют на стадию регенерации, где поглощённый компонент выделяется в чистом виде.

При очистке газов от диоксида углерода применяют водные растворы хемосорбентов, например, моноэтаноламин (МЭА) [4].

Поглотитель подбирают в зависимости от необходимой степени очистки газа. Одним из недостатков аминовой очистки является высокий расход энергии на стадии регенерации абсорбента. Снижение энергозатрат на процесс очистки связано с проведением процесса при определённых параметрах.

При рассмотрении всех параметров процесса, можно отметить конкретные параметры, изменение которых может привести к значительному снижению энергетических затрат на процесс очистки практически без существенных материальных (капитальных) затрат. Это – температура поглотителя в абсорбере и время контакта фаз.

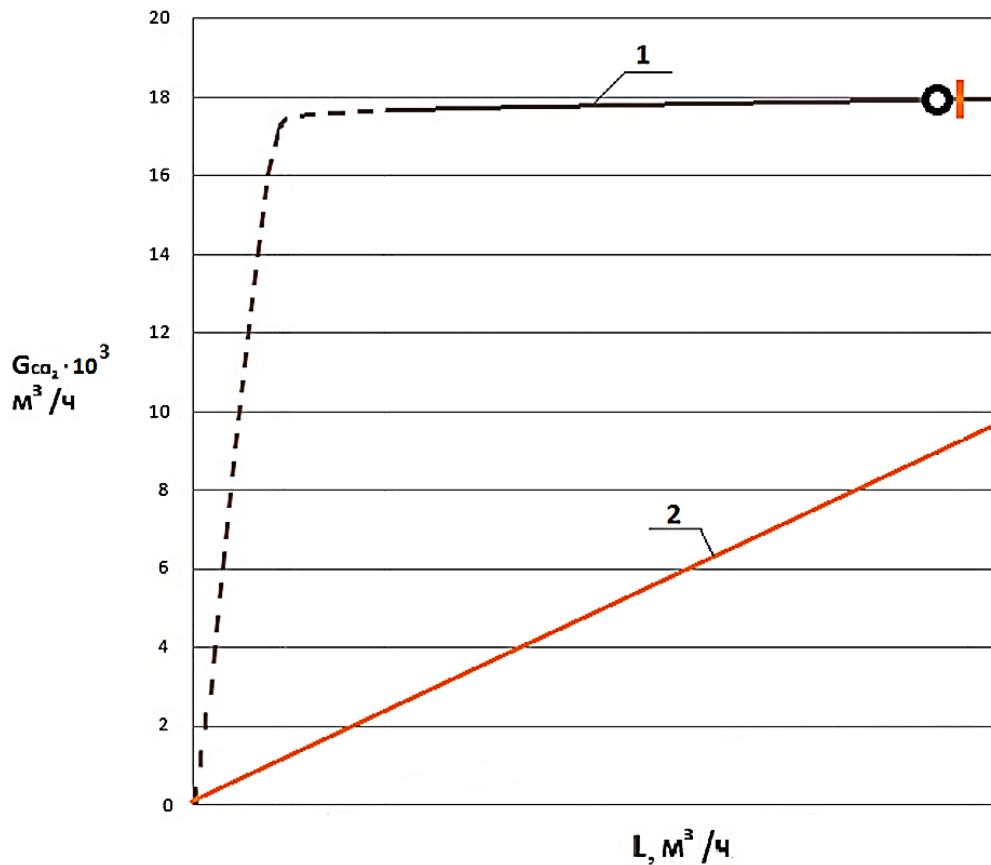
Влияние температуры абсорбции рассмотрено подробно в [3].

Количество абсорбента в системе очистки газа зависит от его поглотительной ёмкости по абсорбату. При физической абсорбции количество извлекаемого компонента из газа значительно ниже, чем при химической. Как правило, хемосорбенты имеют высокую поглотительную способность, в 3–20 раз и более чем у воды.

Недостатком аминовой очистки является повышенный расход энергии на стадии регенерации абсорбента. В то же время использование параметра «время пребывания» (время пребывания обратно пропорционально расходу жидкости) как возможности получения экономического эффекта не рассматривается вовсе.

Физическую абсорбцию реализуют, как правило, при максимально возможном орошении для обеспечения максимального поглощения компонента – поэтому и рассчитывают абсорбер на максимальную нагрузку по жидкости, на уровне «захлёбывания» аппарата, что соответствует минимальному времени соприкосновения фаз. Применение же хемосорбента позволяет существенно увеличить абсорбционную ёмкость раствора, что, в свою очередь, должно привести к сокращению расхода хемосорбента и, следовательно, к некоторому увеличению времени пребывания. Это особенно целесообразно применять при окончании процесса очистки промышленного газа.

Количество диоксида углерода, извлечённого из газа, отнесенное к постоянному объёму абсорбера называется интенсивностью процесса очистки и косвенно характеризует его скорость. Ниже на рисунке приведена зависимость количества извлечённого диоксида углерода из промышленного газа от нагрузки по жидкости, которая получена при расчёте по предложенной математической модели [1,2]. Кружочком на рисунке отмечена нагрузка действующего промышленного абсорбера. Пунктирная прямая (до перегиба) зависимости 1 соответствует увеличенной ёмкости раствора по CO_2 по сравнению с водой.



Зависимость количества CO_2 , выделенного из газа, от расхода по жидкости (расчёт): 1 – для водного раствора МЭА; 2 – для физического абсорбента (воды); ---- – при $\alpha > 0,5$ моль CO_2 /моль МЭА

Как видно из рисунка, после перегиба линии 1 дальнейшее повышение расхода по жидкости (L) практически не приводит к значительному увеличению количества поглощаемого из газа диоксида углерода. Современные предприятия, где проводится очистка промышленных газов от CO_2 , работают в зоне, несколько правее промышленных данных при расходе раствора абсорбента, близкому к захлабыванию аппарата. Зависимость 2, приведенная на рисунке, соответствует расчётным значениям при использовании воды в качестве физического абсорбента для поглощения CO_2 при условии обеспечения такой же эффективности массообменного процесса, как и при хемосорбции CO_2 водным раствором МЭА.

Если сравнивать воду с раствором МЭА в условиях работы промышленного абсорбера, то количество извлекаемого диоксида углерода различается всего

лишь в два раза, в то время как затраты на регенерацию хемосорбента значительно превосходят энергозатраты на регенерацию физического абсорбента – воды.

Таким образом:

- проведено сравнение физического абсорбента (воды) и хемосорбента (раствора МЭА) для промышленного абсорбера для очистки газа от CO₂;
- показана возможность снижения расхода абсорбента на циркуляцию практически без существенного ухудшения качества очистки, что позволит реально снизить энергозатраты на процесс очистки газа в целом.

Список литературы

1. Гуреев А.О. Создание математической модели процесса очистки промышленных газов от диоксида углерода / А.О. Гуреев, Ю.Г. Пикулин // Техника и технология современных производств: Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2014. – С. 40–43.

2. Гуреев А.О. Апробация математической модели абсорбции диоксида углерода для расчёта нагрузки по жидкости / А.О. Гуреев, Ю.Г. Пикулин // Интернет-журнал «Науковедение». – М.: Науковедение, 2014. – №2 (21) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/145TVN214.pdf>

3. Никифорова М.И. К вопросу определения рационального значения температуры абсорбции диоксида углерода / М.И. Никифорова, Ю.Г. Пикулин // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 11 дек. 2016 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016.

4. Очистка технологических газов / Под ред. Т.А. Семеновой; И.Л. Лейтеса. – М.: Химия, 1977. – 488 с.