Исследование процесса адсорбционной очистки природных газов на цеолите СаХ

Юсубов Ф. В.¹, Байрамова А. С.²

¹Юсубов Фахраддин Вали оглы / Yusubov Fakhreddin Vali oglu - доктор технических наук, профессор;

²Байрамова Айгюн Сеймур кызы / Bayramova Aygun Seymur qizi - докторант, инженер, кафедра нефтехимической технологии и промышленной экологии, химико-технологический факультет,

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: исследованы коэффициенты диффузии D_i при различных значениях высоты слоя адсорбента СаХ. С увеличением высоты слоя адсорбента значение коэффициента диффузии D_i существенно возрастает. По высоте адсорбера изменяются также значения технологических параметров адсорбционной очистки природных газов, определяющих оптимальный режим процесса.

Ключевые слова: природные газы, адсорбция, цеолит СаХ, тонкая очистка, модель, высота работающего слоя, коэффициенты диффузии.

Как известно, представители 195 стран поддержали новое рамочное климатическое соглашение ООН, которое закрепляет основные принципы и архитектуру глобальных действий на период с 2020 года. Правила выполнения соглашения предстоит разработать в течение нескольких лет.

Это начало нового этапа глобальных действий по выбросам парниковых газов и адаптации к изменениям климата. Согласно климатическому соглашению ООН требует в промышленных предприятиях внедрения. Сначала отчетность о выбросах парниковых газов и стимулирующее внедрение наилучших доступных технологий [1].

В свете сказанного особую роль играют процессы очистки природных газов, в частности адсорбционных процессов в неподвижном слое адсорбента СаХ. Высота работающего слоя является важным показателем адсорбционного процесса, определяющим степень обработки емкости слоя адсорбента. Увеличение скорости потока, исходной концентрации адсорбтива, температуры процесса и диаметра зерна сопровождается возрастанием высоты работающего слоя [2]. Высота слоя адсорбента лимитируется прочностью гранул и сопротивлением слоя адсорбента [3 - 6].

Увеличение высоты слоя адсорбента улучшает показатели установки. Однако при увеличении высоты слоя адсорбента более 10 м, растет гидравлическое сопротивление.

Данная статья посвящена математическому моделированию адсорбционной очистки природных газов на цеолите СаХ.

При проведении практических расчетов, оптимизации и проектировании адсорбционных процессов важную роль играет расчет значения коэффициентов диффузии. Расчет значения коэффициента диффузии определяется по закону Фика: $\dot{m} = -D_i \cdot F \cdot \rho \frac{\partial X}{\partial \tau}$

где, ρ - плотность, X – концентрация адсорбата, F – поверхность пор адсорбента СаХ.

Таблица 1. Зависимость коэффициента диффузии D_i от времени

	τ , мин	H ₂ S	CO ₂	NO _x
		Коэффициент диффузии $\cdot 10^{-15}$, см ² /мин		
	20	196	162	28
	40	152	135	21
	60	124	101	17
	80	105	82	15
	100	87	74	13
	120	76	43	11
	140	57	36	9
	160	33	21	6
	180	18	10	3
0	200	8	3	1

Таблица 2. Численные значения коэффициента диффузии D_i при различных значениях высоты слоя адсорбента (для H₂S)

	τ , мин	50	100	150
		Высота работающего слоя, см ($D_i \cdot 10^{-15}$, см ² /мин)		
	20	122	196	302

	40	106	152	291
	60	87	124	274
	80	74	105	233
	100	58	87	199
	120	47	76	174
	140	29	57	139
	160	12	33	96
	180	5	18	49
0	200	1	8	18

Численные значения коэффициента диффузии D_i в зависимости от времени приведены в таблице 1. Видно, что в зависимости от времени значения коэффициента диффузии D_i изменяются в широких пределах. Исследованы также коэффициенты диффузии D_i при трех значениях высоты слоя адсорбента 50, 100, 150 см. Численные значения коэффициента диффузии D_i при трех значениях высоты слоя адсорбента приведены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что с увеличением высоты слоя адсорбента значение коэффициента диффузии D_i существенно возрастает. Численные значения коэффициента диффузии D_i увеличиваются в следующих последовательностях по компонентам: NO_x , CO_2 , H_2S . Самое высокое численное значение коэффициента диффузии D_i имеет H_2S , а самый низкий NO_x . Следовательно, по высоте адсорбера также изменяются значения технологических параметров адсорбционной очистки природных газов, определяющих оптимальный режим процесса. Это, безусловно, необходимо учитывать при проектировании и оптимизации самого процесса.

Литература

1. Конференция ООН по проблемам климата. Париж. 12.12.2015.
2. Владимиров А. И., Молоканов Ю. К., Скобло А. И., Щелкунов В. А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. Москва: Недра, 2000. 677 с.
3. Горбатенко Ю. А. Адсорбция примесей токсичного газа из загрязненного воздуха. Екатеринбург, 2014. 47 с.
4. Chunfeng Song, Yasuki Kausha, Masanori Oshizuka, Qian Fu, Atsushi Tsutsuni. Chemical Engineering and Processing. Process Intensification 2015.
5. Benjamin S. F., Roberts C. A. Three-dimensional modeling of NO_x and particulate traps using CFD: A porous medium approach Applied Mathematical Modeling 31 (2007) 2446-2460 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cep.2015.03.008>.
6. Max Hefti, Dorian Marx, Lisa Joss, Marco Massotti. Adsorption equilibrium of binary mixtures of Carbon dioxide and nitrogen on zeolites ZSM-5 and 13X Microporous and Mesoporous Materials, 6 june 2015-11-11.