Нижегородский государственный технический университет

На правах рукописи

БОГОМОЛОВА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА

УДК 541 183 26

АДСОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЭТИЛЕНА ИЗ

ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ СОРБЕНТАМИ

НА ОСНОВЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ

Специальность: 05.17.01 - Технология неорганических веществ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ксандров Н.В.

Иваново 2002

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЬЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

ИССЛЕДОВАНИЯ 6

Е1. Оценка ресурсов этилена в отходящих газах 6

1.2. Возможность применения основных методов разделения газовых

смесей для извлечения этилена из отходящих газов 9

1.3. Медь-и серебро-содержащие абсорбенты этилена 14

1.4. Модификация промышленных адсорбентов солями меди 25

1.5. Применение адсорбционного выделения этилена из газовых

смесей в промышленности 38

1.6. Основные характеристики адсорбционных процессов 43

1.7. Выводы из обзора литературы. Цель и задачи планируемого

исследования 49

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ 51

2.1. Приготовление образцов адсорбентов, содержащих медь 51

2.2. Исследование статической емкости адсорбентов 55

2.3. Методика исследования динамики адсорбции этилена 58

2.4. Использованные аналитические методики 60

3. ПОЛУЧЕНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ АДСОРБЕНТОВ ЭТИЛЕНА 64

3.1. Исследование влияния концентрации купрохлоридного раствора

на емкость адсорбентов по меди от времени насыщения 64

3.2. Подготовка адсорбентов к опытам по поглощению этилена

из газовой фазы 74

з

4. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ

МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СОРБЕНТОВ ПО ЭТИЛЕНУ ОТ УСЛОВИЙ АДСОРБЦИИ 83

4.1. Выбор наиболее перспективных адсорбентов для поглощения

этилена из газовых смесей 83

4.2. Влияние парциального давления этилена и температуры

адсорбции на адсорбционную емкость адсорбентов 84

4.3. Выбор расчетных уравнений, описывающих зависимость адсорб¬ционной емкости от Рс2н4 и температуры адсорбции 91

4.4. Адсорбционная емкость сорбентов по этилену при его

поглощении из влажных газов 95

4.5. Адсорбция этилена из смеси с диоксидом углерода 107

4.6. Исследование десорбции этилена из насыщенных адсорбентов .... 112

4.7. Изучение кинетики и динамики адсорбции этилена 117

5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ УЧАСТКА РЕГЕНЕРАЦИИ ПОТАШНОГО

РАСТВОРА ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛЕНОКСИДА 122

ВЫВОДЫ 129

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 131

Приложение А 150

Приложение Б 154

ВЫВОДЫ

1. Предложены сорбенты на основе неорганических носителей, пропитан¬ных купрохлоридным раствором для адсорбции этилена из отходящих газов, обеспечивающего селективное извлечение примеси этилена из влажного диоксида углерода.

2. Изучено влияние времени импрегнирования носителей и концентрации КХРа на емкость сорбентов по меди. Определены оптимальная концен¬трация КХРа 60 г/л и минимальное время импрегнирования, необходи¬мое для его модифицирования носителей.

3. Изучено равновесие газ-сорбент. Определены значения равновесной ад-сорбционной емкости. Получены изотермы и изобары адсорбции этиле¬на сорбентами на основе неорганических носителей, отмечена наи¬большая емкость по этилену у сорбентов на основе цеолита NaA и алю¬могеля. Установлено, что максимальная сорбционная емкость достига¬ется при температурах, на 2-3 К превышающих точку росы газа.

4. Исследовано влияние состава газа на адсорбционную емкость сорбен¬тов. Установлено уменьшение сорбционной емкости образцов по этиле¬ну в присутствии в отходящих газах диоксида углерода и паров воды.

5. Изучена изотермическая регенерация сорбентов при вакуумировании до

1-2 кПа и температуре 323 К. Исследованием десорбции этилена, по-глощенного из смесей с диоксидом углерода, установлено, что содер¬жание этилена в газе десорбции при Рс2н4 до 10 кПа достигает 23 % при десорбции этилена из образцов, насыщенных этиленом и 13 % - из об¬разцов, насыщенных этиленом до величин, отвечающих его проскоку.

6. Определены значения коэффициента диффузии ((3,5-8)-10" см/с) и ки-нетической константы процесса (0,046±0,02 мин"1).

7. Выполнены исследования динамики процесса адсорбции этилена. Опре-делено время защитного действия сорбента и высота работающего слоя сорбента. При концентрации этилена в исходной газовой смеси 1 %об. и

HCJI=60 см эти величины соответственно равны: для цеолита 725 сек и 12 см; для алюмогеля 565 сек и 15,3 см.

Предложена принципиальная технологическая схема процесса очистки отходящих газов от этилена. Ожидаемый предотвращенный ущерб ок¬ружающей среде при введении данной технологии составит по этилену 13,3 млн. рублей/год, по диоксиду углерода 377 млн. рублей/год. Эко¬номический эффект внедрения технологии очистки отходящих газов от этилена с последующим использованием чистого диоксида углерода со¬ставит 169 млн. рублей в год