Кубанский Государственный технологический университет

КУЗНЕЦОВА Анна Петровна ИЗВЛЕЧЕНИЕ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ ПОЛИМЕРАМИ

Специальность 02.00.13 - нефтехимия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата химических наук

Научный руководитель -

доктор технических наук, профессор

Ю.П. Ясьян

Краснодар - 2006

Содержание

Список условных обозначений и сокращений 5

Введение 6

I Литературный обзор 9

1.1 Жидкостные процессы очистки природного газа от сернистых соединений 9

1.1.1 Хемосорбционные процессы очистки 12

1.1.2 Процессы очистки газа с использованием физических растворителей 24

1.1.3 Абсорбция смешанными растворителями 31

1.1.4 Энергосберегающие процессы 36

1.2 Процессы адсорбционной очистки газа от сернистых соединений 39

1.2.1 Очистка газа на цеолитах 39

1.2.2 Хемосорбционно-каталитическая сероочистка газа 41

1.3 Перспективы развития технологии сероочистки газов 48

1.4 Цель работы и задачи исследования 56

II Экспериментальная часть 57

2.1 Описание схемы и аппаратуры лабораторной установки 57

2.2 Перечень фиксируемых параметров и запланированных анализов 58

2.3 Методика анализов углеводородного газа, сероводорода и связанной серы в отработанном реагенте 59

2.4 Методика изучения структуры азотсодержащего водорастворимого полимера и характеристика исследуемого реагента 62

2.5 Методики проверки технологии сероочистки газа, расчета удельного расходного коэффициента АВП, расчета линейной скорости газа в контакторе и времени его пребывания в зоне

з

фазового контакта 62

III Изучение химических свойств и структуры аминов, триазинов и азотсодержащих водорастворимых полимеров (АВП) 64

3.1 Сравнение химических свойств и структуры аминов, триазинов и азотсодержащего водорастворимого полимера .. 72

3.2 Исследования взаимодействия серы и сероводорода с различными азотсодержащими органическими

соединениями 77

3.3 Взаимодействие серы и серосодержащих веществ с азотсодержащими гетероциклическими соединениями 80

IV Изучение синтеза и свойств азотсодержащего водорастворимого полимера 83

4.1 Определение возможности синтеза продуктов на основе реакции формалина и МЭА 83

4.2 Определение теплового эффекта реакции 84

4.3 Результаты синтеза продуктов взаимодействия параформа и МЭА 85

4.4 Аналитическое обеспечение исследований 86

V Исследование эффективности очистки природного газа от сероводорода азотсодержащим водорастворимым полимером на экспериментальной установке 100

5.1 Методика проведения эксперимента на установке 100

5.2 Основные факторы, влияющие на величину расходного коэффициента азотсодержащего водорастворимого полимера 103

5.3 Особенности технологии доочистки, выявленные при проведении исследований 105

5.4 Оценка результатов заключительных опытов 108

5.5 Особенности разрабатываемой технологии, выявленные в ходе опытов 110

5.6 Обработка и обобщение экспериментальных данных 116

VI Технико-экономическая оценка промышленного внедрения технологии сероочистки газа с использованием азотсодержащего

водорастворимого полимера 124

Выводы 129

Список использованных источников 131

Приложения 141

Выводы

 ВпервыепредложениэкспериментальнообоснованэффективныйсеропоглощающийреагентсинтезированныйнаосновеМЭАмоноэтаноламинаипараформаиспользуемыйдляочисткималосернистыхприродныхгазов

 НаосновесовременныхметодованализаЯМРтонкослойнойхроматографиихроматомассспектроскопииИКспектроскопииизученахимическаяприродаиструктурареагентаприменяемогодлясероочисткиприродногогазаПоказаночтоазотсодержащийводорастворимыйполимерАВПявляетсясмесьюсоединенийосновнуюдолюкоторыхсоставляютсоединениятриазиновойиоксазолидиновойструктурыОбнаруженочтосоотношениетриазиновыхиоксазолидиновыхкомпонентоввреагентеАВПзависитотсоотношенияисходныхреагентовпараформаиМЭАприпроведениисинтеза

 ОпределеныосновныехарактеристикисвежегоиотработанногосеропоглощающегореагентаАВППоказаночтосвежийАВПпредставляетсобойвязкуюмаслянистуюжидкостьсплотностьюнемноговышегсмхорошорастворимуювводенепожароопаснуюактивнореагирующуюссероводородомидругимисернистымисоединенияминевзаимодействующуюсуглекислымгазомнеобразующуютвердойфазыпривзаимодействииссероводородомидругимисернистымисоединениямиВодородныйпоказательсвежегореагентасоставляет

 УстановленочтоотработанныйрастворАВПпредставляетсобойвязкуюмаслянистуюжидкостьянтарногоилисветлокоричневогоцветасослабымзапахомформалинахорошорастворимуювводенеоказывающуютоксическогодействияпривдыханиипаровВодородныйпоказательотработанногоАВПсоставляет

 ИзученыособенностисинтезареагентаАВПивлияниережимныхпараметровнасоставреагентаПоказаночтосинтезАВПпроходитэкзотермичнопритемпературеотдо°СвредныхвыбросовприсинтезенепроисходитПовышениетемпературыдо°СприводиткосмоленнюпродуктаОптимальнымсоотношениеммоноэтаноламинпараформприсинтезеявлялосьПрисоотношениивпродуктесинтезанаблюдаетсябольшеечислокомпонентов

 РезультатыопытовпоказаличтоосновнымифакторамивлияющиминавеличинуудельногорасходногокоэффициентаявлялисьфакторыспособствующиеувеличениюповерхностифазовогоконтактагазаиреагентавязкостьраствораАВПвысотареакционнойзоныобъемнаяилинейнаяскоростигазавремяпребываниягазавзонереакции

 ВрезультатеобработкиэкспериментальныхданныхполученызависимостиудельногообъемногорасходногокоэффициентареагентаАВПотсреднейлинейнойскоростигазавзонефазовогоконтактаПолученныезависимостимогутбытьиспользованыприрасчетахгеометрическихразмеровконтакторовдляустановоксероочисткигазаприлюбойпроизводительности

 ИспользованиеАВПвкомбинацииссуществующейтехнологиейсероочисткигазанагазоконденсатномпромыследаетвозможностьполучатьдополнительнотрикондиционныхтоварныхпродуктасеруколлоиднуюпаступоТУмногофункциональныйреагентАВПдляподавлениясульфатредуцирующихбактерийотработанныйреагентАВПкакингибиторкоррозии

 ВыполненатехникоэкономическаяоценкапромышленноговнедренияпроцессасероочисткигазасиспользованиемреагентаАВПИсследованияпоказаличтореагентАВПобладаетсовокупностьюположительныхтехнологическихитехникоэкономическихсвойствпозволяющихрекомендоватьегодляпромышленнойсероочисткиуглеводородныхмалосернистыхгазовссодержаниемсероводородадогнм