МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БАШИРОВ РУСТЕМ ФАРИТОВИЧ

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ НА ОТРАБОТАННОМ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Специальность 02.00.13 “Нефтехимия”

диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

научный руководитель д.т.н., профессор

Жирнов Б.С.

Уфа - 2002

с.

ВВЕДЕНИЕ. 5

1 НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТ- 8 ВА НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ.

т

1.1 Основные виды сырья, применяемые в процессе пиролиза. 8

1.2 Модификации процесса пиролиза. 11

1.3 Пиролиз в присутствии гетерогенных катализаторов. 14

1.4 Основные схемы механизмов термического и термокаталитическо- 30 го разложения углеводородов.

1.5 Особенности технологии и аппаратурное оформление процессов 36

^ каталитического пиролиза.

1.6 Выводы. 41

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. 43

2.1 Выбор катализатора и вида сырья. 43

2.2 Выбор типа лабораторных установок для исследований процесса 49 каталитического пиролиза.

2.3 Методика исследования реакций каталитического пиролиза в им- 51 пульсном микрореакторе.

2.3.1 Методика проведения экспериментов. 51

2.3.2 Методика расчета концентраций продуктов пиролиза индивиду- 56 альных углеводородов.

2.4 Методика исследования реакций каталитического пиролиза угле- 58 водородного сырья в проточном реакторе с псевдоожиженным слоем катализатора.

2.5 Выбор условий проведения экспериментальных исследований. 61

2.6 Выводы. 69

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ НА МИКРО- 70 СФЕРИЧЕСКОМ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕМ КАТАЛИЗАТОРЕ,

3.1 Пиролиз легких углеводородов на мнкросферическом цеолитсо- 70 держащем катализаторе.

3.1.1 Исследование изменения активности катализатора при пиролизе 70 н-гептана в импульсном режиме.

3.1.2 Пиролиз легких углеводородов на мнкросферическом цеолитсо- 73 держащем катализаторе в проточном интегральном реакторе.

3.1.2.1 Исследование пиролиза индивидуальных нормальных парафи- 73

НОВЫХ уГЛевОДОрОДОВ С7-С9.

3.1.2.2 Пиролиз прямогонной бензиновой фракции. 83

3.1.2.3 Пиролиз жидких продуктов, получаемых при пиролизе прямо- 90 гонного бензина

3.1.2.4 Пиролиз бензина, получаемого в процессе каталитического 92 крекинга.

3.1.2.5 Пиролиз прямогонного бензина с добавкой нюкомолекулярно- 96

#

го полиэтилена.

3.1.2.6 Пиролиз прямогонного бензина на отечественном микросфери- 98 ческом цеолитсодержащем катализаторе КМЦР.

3.1.2.7 Пиролиз прямогонного бензина на мнкросферическом цеолит- 100 содержащем катализаторе «Спектр-943П» без водяного пара.

3.2 Пиролиз тяжелого углеводородного сырья на мнкросферическом 103

цеолитсодержащем катализаторе «Спектр-943П».

3.2.1 Пиролиз керосиновой фракции. 104

3.2.2 Пиролиз фракции дизельного топлива. 106

3.2.3 Пиролиз вакуумного газойля. 107

Ш

3.3 Вероятностно-статистический метод описания кинетики реакций 110 пиролиза нефтяного сырья.

3.4 Сравнение результатов пиролиза различного углеводородного сы- 117 рья на микросферическом цеолитсодержащем катализаторе «Спектр- 94311».

3.5 Выводы. 119

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ УСТАНОВКИ КАТАЛИ- 121 ШЧЕСКОГО ПИРОЛИЗА

4.1 Основания к разработке технологии процесса каталитического пи- 121 ролиза.

4.2 Принципиальная технологическая схема переработки нефтяного 125 сырья на установке каталитического пиролиза.

4.3 Выводы. 130

5 МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИ- 131 ШЧЕСКОГО ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ.

5.1 Общие сведения по моделированию процессов пиролиза и катали- 131 тического крекинга.

5.2 Математическая модель реакторно-регенераторного блока уста- 132 новки каталитического пиролиза нефтяного сырья.

5.3 Анализ работы реакторно-регенераторного блока на математаче- 139 ской модели.

5.4 Оптимизация процесса каталитического пиролиза нефтяного сы- 149 рья.

5.5 Выводы. 153

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ. 155

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК. 157

ПРИЛОЖЕНИЯ. 175

ОБЩИЕВЫВОДЫ

 ВпервыепроведеныэкспериментальныеисследованияпроцессапиролизанаотработанноммикросферическомцеолитсодержащемкатализатореСпектрПСШАсиспользованиемразличныхвидовуглеводородногосырьяприразличныхтемпературахивремениконтакта

 показаночтосодержаниепропиленавпирогазеприпиролизеиндивидуальныхуглеводородоввозрастаетсувеличениемихмолекулярноймассы

 установленочтоприпиролизепрямогонногобензинасодержаниеолефиновССвразавышечемпригомогенномпиролизе

 показаночтовсоставеолефиновССприпиролизенефтяныхфракцийпрямогонногобензинакеросинадизельноготопливаивакуумногогазойляпосравнениюсгомогеннымпиролизомпреобладаетпропилениегосодержаниедостигаетмасс

 выявленочтоприиспользованиивкачествесырьявакуумногогазойлянарядусвысокимвыходомолефиновполучаетсявысокоароматизированныйпироконденсат

 установленочтозначительноповыситьэффективностьпереработкипрямогонногобензинапозволяетповторноеиспользованиежидкихпродуктовпиролизапрямогоннойбензиновойфракции

 выявленочтоприменениенизкомолекулярногополиэтиленавкачестведобавкимрипиролизепрямогонногобензинапозволяетрешитьпроблемуутилизациинизкомолекулярногополиэтиленаявляющегосямалоценнымотходомпроизводстваполиэтилена

 РазработанаиреализованаусовершенствованнаявероятностностатистическаякинетическаямодельпиролизаПроведеныисследования

кинетикипиролизаразличныхвидовуглеводородногосырьяиопределеныкинетическиепараметры

 РазработанапринципиальнаятехнологическаясхемаустановкикаталитическогопиролизаНаосноверезультатовматематическогомоделированиявыбранынормытехнологическогорежима

 НаосноверазработаннойусовершенствованнойматематическоймоделииалгоритмарасчетапроведеноматематическоемоделированиеиоптимизацияреакторнорегенераторногоблокаустановкикаталитическогопиролизаНаматематическоймоделиустановленовлияниеосновныхпараметровнапроцесскаталитическогопиролиза



 Установленовлияниевидаиспользуемогонефтяногосырьянатехникоэкономическиепоказателипроцессаивыявленочтомаксимальнаяприбыльвпроцессеможетбытьполученаприпиролизесмесипрямогонногобензинаивакуумногогазойлявсоотношениипритемпературевреакторе°С