Чжао Линь. Становление и развитие процесса каталитического риформинга : диссертация ... кандидата технических наук : 05.17.07, 07.00.10.- Уфа, 2002.- 167 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/820-2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ЧЖАО ЛИНЬ

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

05.17.07- Химия и технология топлив и специальных продуктов 07.00.10 - История науки и техники





Научный руководитель доктор технических наук, с.н.с. Абдульминев К.Г.

Уфа 2002

СОДЕРЖАНИЕ

с.

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. Химические основы процесса каталитического риформинга 6

1. [Реакции нафтеновых углеводородов 7](#bookmark2)
2. [Реакции парафиновых углеводородов 11](#bookmark7)
3. [Реакции ароматических углеводородов 14](#bookmark16)

ГЛАВА 2. Сырье и продукты каталитического риформинга. 16

1. [Сырье и его подготовка 16](#bookmark18)
2. [Фракционный состав сырья 16](#bookmark19)
3. [Химический состав сырья 18](#bookmark20)
4. [Подготовка сырья 20](#bookmark21)
5. [Продукты риформинга 21](#bookmark22)
6. [Бензины риформинга— 22](#bookmark23)
7. [Ароматические углеводороды 23](#bookmark24)
8. [Водородсодержащий газ 25](#bookmark25)

ГЛАВА 3. Основные технологические параметры процесса.. 27

* 1. Температурный режим процесса 27
  2. [Рабочее давление в реакторах 29](#bookmark26)
  3. [Объемная скорость подачи сырья 30](#bookmark27)
  4. Соотношение циркулирующего

водородсодержащего газа (ВСГ) и сырья 30

* 1. [Распределение объема катализатора по реакторам 32](#bookmark29)

ГЛАВА 4. Катализаторы риформинга 33

1. Состав и характеристики катализаторов риформинга 33
2. Этапы разработки и совершенствования

катализаторов риформинга 37

[4.2.1 .Окисные катализаторы 37](#bookmark31)

1. [Моноплатиновые катализаторы 38](#bookmark32)
2. [Би-и полиметаллические катализаторы 39](#bookmark33)
3. [Катализаторы риформинга России 55](#bookmark34)
4. Катализаторы риформинга Китая 64

[ГЛАВА 5. Промышленные установки каталитического риформинга 72](#bookmark35)

1. [Процессы каталитического риформинга с использованием окисных катализаторов 73](#bookmark37)
2. Процессы риформинга с стационарным слоем катализатора 73
3. [Процессы риформинга с движущимся слоем катализатора 75](#bookmark36)
4. Процессы каталитического риформинга с использованием платиновых катализаторов 79
5. [Процесс нерегенеративного каталитического риформинга 81](#bookmark39)
6. Процесс риформинга с периодической

регенерацией катализатора (ПРК) 81

1. Процессы риформинга с цикличной •

регенерацией катализатора (ЦРК) 97

1. Процессы риформинга с

непрерывной регенерацией катализатора (НРК) 99

1. [Риформинг с НРК по технологии ЮОПи 100](#bookmark43)
2. Риформинг с НРК по технологии ФИН 107
3. [Процессы каталитического риформинга России 113](#bookmark44)
4. [Процессы каталитического риформинга Китая 125](#bookmark45)

ГЛАВА 6. Производство моторных топлив с улучшенными

экологическими свойствами • 135

1. Современные требования к бензинам 135
2. Основные процессы производства компонентов бензинов 142

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 156

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 157

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт является основным источником загрязнения окружающей среды токсичными продуктами сгорания топлив. В России, как и в большинстве развитых стран, ужесточаются требования к автомобильным бензинам по содержанию серы (не более 0,05% масс.), бензола (не более 5% об.), ароматических углеводородов (не болеё 45% об.) и олефиновых углеводородов (не более 20% об.), базовым компонентом которых является катализат риформинга.

Всё возрастающее потребление высокооктановых неэтилированных бензинов и индивидуальных ароматических углеводородов требует увеличения объема производства высококачественных риформатов, что, в свою очередь, связано с совершенствованием самого процесса.

Установки каталитического риформинга перерабатывают различные прямогонные бензиновые фракции с получением целевых продуктов: высокооктановый компонент бензина, бензол, толуол, ксилолы и водородсодержащий газ. '

Со времени пуска первой промышленной установки гидроформинга в 1940г. по настоящее время процесс претерпел значительное усовершенствование и модернизацию как в технологии, так и в используемых катализаторах: прошёл путь развития от стационарного до движущегося слоя катализатора, от монометаллического до би- и полиметаллического катализаторов, что способствовало улучшению экономических показателей. В настоящее время освоено в мире свыше 10 видов различных технологий, в которых используются свыше 100 типов, би- и полиметаллических катализаторов. ’

Мощности каталитического риформинга в России составляют 9,3% от суммарной мощности первичной переработки нефти, и она занимает второе место в мире, уступая по этому показателю только США. В компонентом составе бензинового фонда содержание риформата достигает 54,1%, то есть

процесс каталитического риформинга занимает ведущее место в производстве высокооктановых бензинов на российских предприятиях.

Таким образом, каталитический риформинг, постоянно совершенствуясь, прошел несколько этапов развития, которые связаны как с изменением состава и свойств катализатора, так и с изменением технологии процесса.

В диссертации рассмотрены современное состояние и генезис процесса каталитического риформинга: проанализированы и обобщены химические основы, характеристики сырья и продуктов, этапы становления и совершенствования режимных параметров, катализаторов, технологических установок, а также основная тенденция их развития.

В работе проанализированы и обобщены технические возможности установок риформинга, производящие компоненты высокооктановых бензинов с улучшенными экологическими свойствами. .

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. В результате проведенной работы определены основные исторические этапы становления и развития процесса каталитического риформинга в мировой практике. Установлена принципиальная сущность каждого исторического этапа развития.
2. Показано развитие производства • катализаторов, технологии риформинга и их влияние на выход и качество получаемой продукции.
3. Показано, что общей тенденцией совершенствования каталитического риформинга является повышение температуры и снижение рабочего давления в системе, причем на установках с ПРК давление снижено с 4,0 до 1,2 МПа, а на установках с НРК - с 1,22 до 0,35 МПа.
4. Перспективным направлением развития риформинга является технология с движущимся слоем и непрерывной регенерацией катализатора при низком и ультранизком давлении.
5. Модернизация установок каталитического риформинга позволила увеличить выход бензина и его октановое число с 78-80 до 87-90 % и с 89-91 до 97-100 пунктов по и.м. соответственно.
6. Проведен анализ современных требований к реформу лированным автомобильным бензинам. Показано, что для расширения производства топлив с улучшенными экологическими свойствами необходимо увеличить, особенно в России и Китае, мощности процессов изомеризации, алкилирования и получения оксигенатов.