Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего

профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

БУЙ ЧОНГ ХАН

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКООКТАНОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ

БЕНЗИНОВ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ

АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Специальность 05.17.07 -

«Химия и технология топлив и специальных продуктов»

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор

Ахметов Арслан Фаритович

Уфа-2008

СОДЕРЖАНИЕ

л

Список терминов, условных обозначений и сокращений 5

ВВЕДЕНИЕ 6

Глава 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 8

1.1 Токсичность нефтепродуктов и выхлопных газов автотранспорта 8

t

1Л.1 Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами и продуктами их

сгорания 8

1Л.2 Влияние наиболее токсичных компонентов в выхлопных газах на организм человека 11

1.2 Влияние содержания ароматических углеводородов на работу

двигателя внутреннего сгорания 13

1.3 Технология производства высокооктановых автомобильных

бензинов 14

1.3.1 Каталитический риформинг 16

1.3.2 Каталитический крекинг 19

1.3.3 Алкилирование изопарафиновых углеводородов 22

1.3.4 Процессы производства оксигенатов 23

1.3.5 Изомеризация легких бензиновых фракций 24

1.3.6 Полимеризация олефинов 26

1.3.7 Процесс селективного гидрокрекинга бензиновых фракций 27

1.4 Перспективные технологии производства высокооктановых

автобензинов с улучшенными экологическими характеристиками 31

1.5 Биотоплива 34

1.6 Мировое состояние производства высокооктановых автомобильных

бензинов 37

1.7 Состояние нефтеперерабатывающей промышленности Вьетнама 39

Глава 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 41

2.1 Сырье и катализаторы 41

з

л

2.2 Описание схем экспериментальных установок исследования 42

2.2.1 Описание схемы импульсной установки исследования 42

2.2.2 Описание схемы лабораторной проточной установки 43

2.3 Хроматографический анализ углеводородов 44

2.4 Стандартные анализы 45

Глава 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОВМЕСТНОЙ . ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИИ ГОЛОВНЫХ ФРАКЦИЙ РИФОРМАТА И ЛЕГКОЙ ПРЯМОГОННОЙ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ 46

3.1 Сырье процесса совместной гидроизомеризации головных фракций

риформата и легкой прямогонной бензиновой фракции 48

3.2 Термодинамический расчет равновесной глубины гидроизомеризации

бензола и толуола 52

3.3 Расчет перепада температуры в адиабатном реакторе при

гидрировании ароматических углеводородов в сырьё совместной гидроизомеризации головных фракций риформата и прямогонной бензиновой фракции н.к. — 85°С 58

3.4 Сравнительный анализ различных схем изомеризации пентан¬гексановой фракции 61

3.4.1 Расчет равновесного состава изомеризата на различных схемах 64

3.4.2 Экспериментальное исследование процесса изомеризации пентан-гексановой фракции по схеме с колонной деизогексанизации 79

3.5 Экспериментальное исследование совместной гидроизомеризации

головных фракций риформата и легкой прямогонной бензиновой фракции 82

3.6 Принципиальное технологическое оформление процесса совместной гидроизомеризации головных фракций риформата и легкой прямогонной

бензиновой фракции 95

3.6.1 Варианты процесса совместной гидроизомеризации головных фракций риформата и легкой прямогонной бензиновой фракции 95

Л

3.6.1.1 Вариант 1 95

3.6.1.2 Вариант 2 98

3.6.1.3 Вариант 3 102

3.7 Экономическая эффективность и социальное значение процесса совместной гидроизомеризации головных фракций риформата и легкой

прямогонной бензиновой фракции 106

Выводы по главе 3 109

Глава 4 ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ГИДРОКРЕКИНГА И РИФОРМИНГА ТЯЖЕЛОЙ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ 112

4.1 Сырье процесса гидрокрекинга тяжелой бензиновой фракции 113

4.2 Экспериментальное исследование процесса гидрокрекинга тяжелой

бензиновой фракции 114

4.3 Принципиальное технологическое оформление комбинированного

процесса гидрокрекинга и риформинга тяжелой бензиновой фракции 119

Выводы по главе 4 124

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ 125

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 127

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1 Разработан процесс совместной гидроизомеризации легкой прямогонной бензиновой фракции (н.к. - 85°С) и бензолтолуолсодержащих фракций (н.к.-85°С, н.к.-105°С, н.к—115°С) риформата с целью снижения содержания АУ, в т.ч. бензола, в товарном бензине.

2 Установлено, что процесс совместной гидроизомеризации смешанного сырья — головных бензолтолуолсодержащих фракций (н.к.-105°С или н.к.-115°С) риформата с головной прямогонной бензиновой фракцией н.к.-85°С - необходимо проводить в двух последовательных реакторах: в первом происходит гидрирование АУ, во втором — изомеризация полученного гидрогенизата.

Показано, что для смешанного сырья - бензолсодержащей фракции н.к.-85°С риформата с прямогонной бензиновой фракцией н.к.-85°С, из-за пониженного содержания АУ в сырье (до 8% масс.), можно проводить совместную гидроизомеризацию на катализаторе изомеризации без стадии предварительного гидрирования.

3 Установлено, что добавление бензолсодержащей фракции н.к.-85°С риформата в сырье изомеризации не ухудшает детонационные свойства гидроизомеризата по сравнению с использованием в качестве сырья прямогонного бензина и позволит снизить содержание бензола до 0,3% масс. Добавление бензолтолуолсодержащей фракции н.к.-115°С риформата снижает октановое число гидроизомеризата на 5 пунктов. Однако, при получении бензина путем смешения гидроизомеризата с остаточной фракцией 115°С—к.к. риформата такое уменьшение составляет только 1,4 пункта при снижении содержания АУ на 9% масс., в т.ч. бензола до 0,0 %.

4 Внедрение совместной низкотемпературной гидроизомеризации легкой прямогонной бензиновой фракции н.к—85°С и головных фракций риформата позволит производить товарные бензины с ОЧИМ не менее 92 и содержанием АУ менее 40% масс., в т.ч. бензола менее 1% масс, (в случае использования бензолсодержащей фракции н.к.-85°С риформата), и менее 35% масс., в т.ч. бензола 0,5% масс, (в случае использования бензолтолуолсодержащей фракции н.к.-105°С или н.к.-115°С риформата), что удовлетворяет стандартам Евро - 3 и Евро - 4.

5 Показано, что при получении бензина с ОЧИМ 92 и содержанием АУ 39% масс, на основе изомеризата и риформата, в случае использования продукта процесса совместной гидроизомеризации головных фракций риформата и легкой прямогонной бензиновой фракции н.к—85°С себестоимость полученного бензина на 13% ниже, чем в случае использования высокооктанового алкилата. Кроме того, происходит удаление бензола, что существенно улучшает экологические характеристики бензина.

6 Показано, что на катализаторе на основе оксида циркония,

л

модифицированного анионами SO4 " с содержанием платины 0,3% масс., можно проводить гидрокрекинг тяжелой бензиновой фракции 140-180°С при относительно низких температурах от 250 до 280°С и объемной скорости подачи сырья 2ч"1. При этом можно получить до

30% масс, на сырье изокомпонента с ОЧИМ 80,1, выход газа составляет 15,53% масс, на сырье.

7 Установлено, что внедрение комбинированного процесса гидрокрекинга и каталитического риформинга при переработке бензиновой фракции 85-180°С позволит снизить содержание АУ в полученном бензине на 9,2% масс, при снижении октанового числа на 2 пункта и выхода целевого продукта на 4% масс, по сравнению с традиционным процессом каталитического риформинга.