

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии
и техногенной безопасности

Каталитическая изомеризация пентан-гексановой фракции нефти

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки _____ 4 _____ курса _____ 431 _____ группы

Направления _____ 18.03.01 «Химическая технология»
код и наименование направления, специальности

Института химии

Ибрагимовой Мадина Сай-Алиевны

Научный руководитель

д.х.н. профессор

должность, уч. ст., уч. зв

дата и подпись

Кузьмина.Р.И

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н. профессор

должность, уч. ст., уч. зв

дата и подпись

Кузьмина.Р.И

инициалы, фамилия

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что с ужесточением требования к экологическим характеристикам автомобильного бензина возникает необходимость сокращения содержания ароматических углеводородов, что снижает октановое число топлива. Для компенсации октанового числа моторного топлива необходимо введение в его состав углеводородов изостроения, обладающих значительным октановым числом и высокими экологическими характеристиками. Поэтому процесс каталитической изомеризации пентан-гексановой фракции приобретает все большую актуальность в нефтепереработке

Целью дипломной работы является технологический расчет реактора блока гидроочистки установки «ИЗОМАЛК-2».

Работа состоит из следующих структурных элементов:

- Введение
- Литературный обзор
- Технологическая часть
- Выводы
- Список использованных источников.

Литературный обзор

В мировой практике применяется несколько модификаций процесса изомеризации, отличающихся используемыми катализаторами и условиями процесса [4].

Прямогонные бензиновые фракции, получаемые при первичной переработке нефти и газового конденсата, обычно содержат значительное количество линейных парафинов с низким октановым числом и поэтому не пригодны для использования в качестве автомобильного бензина без дополнительного облагораживания [5, 6].

Повышения октанового числа бензиновых фракций можно добиться, подвергая их процессу изомеризации.

Ранние промышленные процессы изомеризации были предназначены для получения изобутана из н-бутана на хлористом алюминии, промотированном хлороводородом, при мягком температурном режиме [7,8]. Процессы осуществлялись при $50 - 150^{\circ}\text{C}$ в газовой и жидких фазах. Изобутан далее алкилировали бутиленами, получая изооктан. Большой расход катализатора, малая селективность процессов и сильная коррозия оборудования (необходимое условие катализа на AlCl_3 – присутствие сокатализатора – протонной кислоты, промотирование может осуществляться и водой, в присутствии которой идет гидролиз с образованием соответствующего галогенводорода) привели к тому, что уже в 1950-х годах эти процессы имели ограниченное применение.

Целевым назначением процессов каталитической изомеризации в современном нефтеперерабатывающем процессе является получение высокооктановых изокомпонентов автобензинов или сырья нефтехимии, прежде всего изопентана, для синтеза изопренового каучука.

Высокая эффективность процессов изомеризации заключается в том, что в качестве сырья используются низкооктановые компоненты нефти – фракции начала кипения – 62°C и рафинаты каталитического риформинга, содержащие в основном н-пентаны и н-гексаны. Это сырье (а также фракции C_5 и C_6 , получаемые с газофракционирующей установки) изомеризуется в

среде водорода в присутствии бифункциональных катализаторов. Высокие детонационная стойкость и испаряемость продуктов изомеризации углеводородов C_5 и C_6 обуславливают их исключительную ценность в качестве низкокипящих высокооктановых компонентов неэтилированных автобензинов. Для обеспечения требований к сырью блока изомеризации предлагается традиционная схема блока гидроочистки с циркуляцией водородсодержащего газа. Реакторный блок представлен одним реактором. Процессы гидрирования серо-, азот-, хлор- и кислородсодержащих компонентов сырья протекают на никель-молибденовом катализаторе ДС-20 или другом катализаторе, обеспечивающем требуемую глубину очистки. Циркуляция водородсодержащего газа (ВСГ) по блоку гидроочистки обеспечивается поршневым компрессором (один рабочий, один резервный).

Для защиты оборудования от коррозии хлорорганическими соединениями, которые могут содержаться в прямогонном сырье, предусмотрена подача воды в газопродуктовую смесь перед воздушными холодильниками в количестве до 3 % масс. от сырья. Отпарная колонна обеспечивает отпарку сероводорода и воды до требований технологии.

Способ гидроочистки нефтяных фракций. Изобретение относится к способам гидрогенизационной переработки нефтяного сырья в присутствии каталитической системы, водорода и может быть использовано в нефтеперерабатывающей промышленности [16].

Техническая часть

Расчёт установки гидроочистки, производительностью $G_C - 300000$ т/г.

Выход гидроочищенного топлива

$$V_{\text{кт}} = 100 - V_{\text{гг}} - \Delta S$$

где, $V_{\text{гг}}$, ΔS – выходы газа гидрирования этилмеркаптана и количества удалённой из сырья серы соответственно масс.% на сырьё.

$$V_{\text{гг}} = \Delta S = 0,00995 \% \text{ масс.}$$

$$V_{\text{кт}} = 100 - 0,00995 - 0,00995 = 98,01\% \text{ масс.}$$

Расход водорода на гидроочистку

$$G_1 = \Delta S * m$$

где m – коэффициент, зависящий от характера сернистых соединений и схемы их гидрогенолиза;

$$m = \frac{M_{\text{H}_2} n_{\text{H}_2}}{M_{\text{S}} n_{\text{S}_i}}$$

где, M_{H_2} – молекулярная масса водорода

n_{H_2} – число молекул водорода, участвующих в гидрогенолизе молекулы

M_{S} – молекулярная масса водорода

n_{S_i} – число атомов серы в соединении.

Для этилмеркаптана:

$$m = \frac{2 * 1}{32 * 1} = 0,0625$$

$$G_1 = 0,00995 * 0,0625 = 0,00062 \% \text{ масс. на сырьё.}$$

Материальный баланс блока гидроочистки

Наименование	% (масс.)	т/год	т/сут	кг/ч
<i>Взято:</i>				
Сырье	100,00	300 000	821,92	34 246,7
ВСГ,	1,36	4 080	11,18	465,8
в т.ч. 100 % H ₂	0,39	1 170	3,2	133,3
Σ	101,36	304 080	833,1	34 712,5
<i>Получено:</i>				
Гидрогенизат очищенный	100,24	300 720	823,9	34 328,9
Сероводород	0,02	60	0,2	6,9
Сухой газ	1,1	3 300	9	376,7
Σ	101,36	304 080	833,1	34 712,5

Диаметр реактора равен

$$D_p$$

Высота цилиндрической части реактора $h_{\text{цил}}$

$$h_{\text{цил}} = 3H_{\text{рз}}/2 = 8,4 \text{ м}$$

Общая высота реактора H

$$H = h_{\text{цил}} + D_p = 11,2 \text{ м.}$$

Расчет потери напора в слое катализатора

Потерю напора в слое катализатора ΔP кгс/м² вычисляют по формуле

$$\frac{\Delta P}{H} = \frac{150(1-\varepsilon)^2 \mu w}{\varepsilon^3 d^2 g} + \frac{1,75 \cdot (1-\varepsilon) \rho w^2}{\varepsilon^3 dg},$$

где, H – высота слоя катализатора, м;

ε – порозность слоя катализатора;

u – линейная скорость движения потока, фильтрующегося через слой катализатора, м/с;

μ – динамическая вязкость, Па·с;

d – средний диаметр частиц, м;

ρ – плотность газа, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, кг/с².

Порозность слоя ε :

$$\varepsilon = 1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_k},$$

где, γ_n – насыпная плотность катализатора, равная 640 кг/м³;

γ_k – кажущаяся плотность катализатора, равная 1210 кг/м³.

$$\varepsilon = 1 - \frac{640}{1210} = 0,48.$$

Расчет объема катализатора

Основным уравнением для расчета объема катализатора является уравнение

$$r = \frac{G' dS}{dV} = kS^n.$$

При интегрировании уравнения получаем:

$$V = G' \int_{S_0}^{S_k} dS / r = G' \int_{S_0}^{S_k} dS / (kS^n),$$
$$V = 34246,7 / 663 * 0,5580 = 28,8 \text{ м}^3$$

где, S_0 и S_k – начальное и конечное содержание серы, % масс

ВЫВОДЫ

1. Проведён технологический расчёт параметров реактора гидроочистки установки изомеризации пентан-гексановой фракции.
2. Показано, что количество водорода, необходимого для гидрогенизации серосодержащих соединений пентан-гексановой фракции составляет 0,25% масс. на сырьё, что обеспечивает 99 % очистку сырья изомеризации процесса ИЗОМАЛК-2.
3. Установлено необходимое количество катализатора для блока гидроочистки установки «Изомалк-2», которое составляет 28,8 м³.
4. Определены размеры реактора радиального типа для гидроочистки сырья установки ИЗОМАЛК-2 производительностью 300 тыс.т/г: диаметр реактора 2,8 м., высота цилиндрической части реактора 8,4 м., общая высота реактора 11,2 м.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузьмина Р.И., Ливенцев В.Т., Севостьянов В.П. Каталитические процессы нефтехимии. – Саратов: Изд-во СГУ, 2003.– 180 с.
2. Лapidус А.Л., Ментюков Д.А., Дергачев А.А. и др. Изамеризация н-гексана на Pt-содержащих цеолитах L и эрионите. // Нефтепереработка и нефтехимия, 2005 – № 7. – С. 9-12.
3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учеб. Пособие для ВУЗов. – Уфа: Изд. – «Гилем», 2002. – 672 с.
4. Боруцкий П.Н., Подклетнова Н.М. Каталитические процессы изамеризации и дегидрирования углеводородов для производства изакомпонентов бензинов // Катализ в промышленности, 2003. – №2. – С. 86-88.
5. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учеб.- метод. Комплекс. Ч.1. Курс лекций/ сост. И общ. Ред. С.М. Ткачева.- Новополюкк : ПГУ, 2006 - 392 с.
6. Технологический регламент Комплекс изамеризации пентан-гексановой фракции. Саратов, 2013 – 237 с.
7. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. М. : Химия, 2001 – 568 с.
8. Специальный технический регламент «О требованиях к бензинам, дизельному топливу и отдельным горюче-смазочным материалам», федеральный закон, 2008 – 152 с.
9. Смирнов В.К., Талисман Е.Л., Капустин В.М., Бабаева И.А. Промышленный опыт среднетемпературной изамеризации легкой бензиновой фракции // Нефтепереработка и нефтехимия – 2005. – № 2 – С. 14-17.

10. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Веревкин А.П, Докучаев Е.С., Малышев Ю.М. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа: Учеб. Пособие / Под ред. С.А. Ахметова. – М.: «Химия», 2005 – 736 с.
11. Хаимова Т.Г., Мхитарова Д.А. Изомеризация как эффективный путь производства высокооктановых компонентов бензина // Информационно-аналитический обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2005 – 80 с.
12. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ. ООО "ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка" цех № 2. Установка гидроочистки дизельного топлива П-24-1400/1. Санкт-Петербург 2001 – 256 с.
13. Патент РФ № 2136645. Способ изомеризации н-пентана // Курылев.В.Д., Есипко.Е.А., Хвостенко.Н.Н., Бройтман.А.З. и др. Оpub.10.09.1996.
14. Патент РФ № 2307820. Способ получения высокооктановых компонентов бензина // Боруцкий.П.Н., Марышев.В.Б., Сорокин.И.И., Оpub.10.10.2007.
15. Патент РФ № 2191627. Способ получения катализатора, подходящего для использования при изомеризации углеводородов, катализатор полученный этим способом, и его применение. Хейнерман.Я.Й., Мангнус.П.Й., Оpub.27.10.2002.
16. Патент РФ № 2353644. Способ гидроочистки нефтяных фракций. Елшин.А.И., Сердюк.Ф.И., Кукс.И.В., Оpub.27.04.2009.