



УДК 544.478.13

ПРЕВРАЩЕНИЕ СТАБИЛЬНОГО КАТАЛИЗАТА УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА НА КАТАЛИЗАТОРЕ R-98

Т. В. Аниськова, С. Б. Ромаденкина, Р. И. Кузьмина

Аниськова Татьяна Владимировна, доцент кафедры нефтехимии и техногенной безопасности, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, кандидат химических наук. E-mail: aniskovatv@mail.ru

Ромаденкина Светлана Борисовна, доцент кафедры нефтехимии и техногенной безопасности, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, кандидат химических наук. E-mail: gomadenkina@yandex.ru

Кузьмина Раиса Ивановна, зав. кафедрой нефтехимии и техногенной безопасности, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, доктор химических наук. E-mail: kuzminaraisa@mail.ru

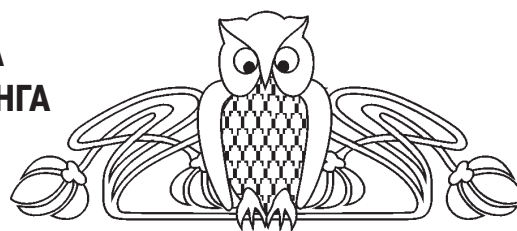
Одной из важнейших задач современных нефтеперерабатывающих заводов является модернизация существующих установок с целью увеличения объемов производства и улучшения качества товарного продукта. В связи с этим проведено исследование каталитической активности промышленного катализатора процесса риформинга R-98 (содержащего в своем составе платину и рений, в количестве 0,25 масс. % каждого) в превращении стабильного катализата. Стабильный катализат выходит из стабилизационной колонны реакторного блока установки каталитического риформинга. Серия опытов осуществлена на лабораторной установке проточного типа в интервале температур 400–550 °С (с шагом 50 °С) при атмосферном давлении и подаче водородсодержащего газа в систему. В результате экспериментов получены газообразные и жидкие продукты превращения. Анализ газообразных и жидких продуктов осуществлен с привлечением хроматографических методов исследования. Полученные данные позволяют говорить об увеличении октанового числа в среднем на 6 пунктов, при уменьшении суммарного содержания углеводородов ароматического ряда. При этом необходимо отметить, что с ростом температуры содержание бензола растет и максимальное его значение отмечено при температуре 550 °С и соответствует 4,4 масс. %.

Ключевые слова: стабильный катализат, превращение, октановое число, каталитический риформинг.

DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-4-394-396

В связи с неуклонным ростом потребления высококачественных моторных топлив и исчерпанием запасов нефти остается актуальным модернизация существующих технологий и процессов по производству высокооктановых бензинов [1–6].

В настоящее время процесс каталитического риформинга остается одним из основных про-



цессов современной нефтеперерабатывающей промышленности, который позволяет получать товарные продукты – бензины с высокой детонационной стойкостью и сырьё для нефтехимической промышленности – ароматические углеводороды.

Целью данной работы явилась разработка предложения по усовершенствованию существующей установки каталитического риформинга за счет введения рецикла между колонной стабилизации (К-7) и первым реактором реакторного блока Р-2 установки каталитического риформинга.

Исходным сырьем для опытов служил стабильный катализат, выходящий из стабилизационной колонны реакторного блока установки каталитического риформинга.

Превращения стабильного катализата проводили на лабораторной установке проточного типа в интервале температур от 400 до 450–500–550 °С, объемной скорости подачи сырья 0,35 ч⁻¹, при атмосферном давлении, в качестве катализатора использовался катализатор R-98 (табл. 1).

Таблица 1
Характеристики стабильного катализата

Класс углеводородов	Содержание масс. %
Парафины	9,3
Изопарафины	21,1
Ароматические соединения	51,8
Олефины	4,4
Нафтены	6,4
Октановое число (ИМ/ММ)	101/85

Активация катализатора происходила в токе воздуха при атмосферном давлении в течение двух часов. Опыт проводился при подаче водородсодержащего газа.

В результате конверсии стабильного катализатора на исследуемом катализаторе получены жидкие продукты сложного многокомпонентного состава с количеством углеродных атомов в цепи от C₁ до C₁₅ и газы, содержащие в своем составе водород, моно- и диоксид углерода и углеводороды C₁ – C₅, анализ которых осуществлялся на



хроматографах Кристалл-5000 и Кристалл-2000 с линейным программированием температуры с 35°C до 250°C. Расчет производили с помощью программы «Хроматэк Аналитик», позволяющей установить детальный состав углеводородных смесей (вес., об., моль. %), относительную плотность, фракционный состав и октановое число продукта.

Основными критериями качества получаемого продукта в процессе риформинга являются

показатель октанового числа (ОЧ) и содержание ароматических углеводородов.

В данном случае при превращении стабильного катализата на катализаторе с ростом температуры увеличивается показатель октанового числа при уменьшении суммарного содержания ароматических углеводородов. Максимальное значение октанового числа отмечено при температуре 550°C 112 пунктов по исследовательскому методу (табл. 2).

Таблица 2

Результаты превращения стабильного катализата на катализаторе R-98

T, °C	ОЧ		Содержание, масс. %				
	ИМ	ММ	C ₁ -C ₃	аром. углев.	C ₆ H ₆	изопараф.	парафин.
400	106	90	4,6±0,3	41,3±0,3	2,5±0,1	19,9±0,3	1,4±0,2
450	108	91	22,5±0,1	32,7±0,2	2,8±0,1	19,8±0,2	0,6±0,2
500	107	90	21,0±0,1	26,7±0,1	4,0±0,2	9,7±0,1	0,2±0,1
550	112	94	34,6±0,2	23,2±0,2	4,4±0,3	8,7±0,3	0,2±0,3

С ростом температуры наблюдается интенсификация реакций крекинга, о чем свидетельствует увеличение суммарного содержания газообразных продуктов масс. % с 4,6 до 34,6 для ΣC_1-C_3 и с 11,2 до 40,7 % ΣC_1-C_5 .

В исходном катализате в максимальном количестве представлены толуол (16,1 масс.%) и ксилолы (20,1 масс. %).

Вероятно, газообразные продукты образуются за счет деалкилирования толуола и ксилола (об этом свидетельствует уменьшение содержания толуола и ксилола в продуктах превращения до 10,3 и 10,7 масс.% соответственно). Также образование продуктов крекинга возможно за счет разрыва связи С-С алканов и изоалканов, что подтверждается уменьшением содержания данных классов углеводородов с ростом температуры.

С увеличением температуры осуществления процесса суммарное содержание ароматических соединений (бензол, толуол, ксилолы) уменьшается с 41,5 до 23,2 масс. %. Минимальное содержание ароматических углеводородов отмечено при температуре 550 °C, которое соответствует 23,2 масс. %. При данной температуре ароматические соединения представлены в основном толуолом и ксилолами.

При характеристике продуктов превращения немаловажным показателем является содержание бензола. Анализ продуктов превращения показал, что с ростом температуры содержание бензола растет и максимальное его значение отмечено при температуре 550°C и соответствует 4,4 масс. %.

В результате проведенных исследований показано, что введение рецикла с циркуляцией стабильного катализата целесообразно при температуре 450°C. При данной температуре отмечено увеличение октанового числа до 108 пунктов и 91 пункта по исследовательскому и моторному методу соответственно. Также при данной температуре отмечено умеренное содержание бензола в продуктах превращения до 2,8 масс.% при суммарном содержании ароматических углеводородов 32,7%.

Газообразные компоненты, представленные в основном пропан-бутановой фракцией, образующиеся в большом количестве в промышленности, выделяются посредством двух стабилизационных колонн и могут быть использованы в качестве топлива, хладагентов и в качестве ценного реагента в химической промышленности.

Таким образом, показано, что введение рецикла между реактором и стабилизационной колонной в реакторном блоке установки каталитического риформинга позволит увеличить октановое число товарного продукта на 9 пунктов по моторному методу.

Список литературы

1. Кузьмина Р. И., Афонин А. А., Ливенцев В. Т., Аниськова Т. В. Модифицированные высококремнистые цеолитные катализаторы // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2010. Т. 10, вып. 2. С. 23–26.



2. Алиев Р. Р., Ёлиин Н. А. Стратегия усовершенствования процесса гидроочистки нефтяных фракций // Нефтепереработка и нефтехимия. 2013. № 4. С. 8–10.
3. Смирнов В. К., Талисман Е. Л., Капустин В. М., Бабаева И. А. Промышленный опыт среднетемпературной изомеризации легкой бензиновой фракции // Нефтепереработка и нефтехимия. 2005. № 2. С. 14–17.
4. Степанов В. Г., Ионе К. Г. Цеолитные катализаторы в процессах переработки углеводородного сырья в высокооктановые автобензины // Хим. пром-ть. 1996. № 3. С. 59–70.
5. Степанов В. Г., Ионе К. Г. Цеоформинг перспективный процесс производства неэтилированных автомобильных бензинов // Химия и технология топлив и масел. 2000. № 1. С. 8–12.
6. Алиев Р. Р., Трофимова М. В., Целютина М. И., Резниченко И. Д. Синтез катализаторов гидропроцессов переработки нефти : экологические процессы // Экология и промышленность России. 2005. № 7. С. 14–17.

Transformation of a Stable Catalyst of Catalytic Reforming Facility with Using the Catalyst R-98

T. V. Aniskova, S. B. Romadenkina, R. I. Kuzmina

Tatyana V. Aniskova, ORCID 0000-0003-1988-323X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, aniskovatv@mail.ru

Svetlana B. Romadenkina, ORCID 0000-0001-6707-4774, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, romadenkina@yandex.ru

Raisa I. Kuzmina, ORCID 0000-0001-6850-4510, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, kuzminaraisa@mail.ru

One of the most important tasks of modern refineries is the modernization of existing plants to increase production and improve the quality of the commodity. In this connection, the catalytic activity of the industrial catalyst of the reforming process R-98 (containing in its composition platinum and rhenium, in the amount of 0.25% by weight of each) in the conversion of a stable catalyst was studied. Stable catalyst is released from the stabilizer column of the catalytic reforming unit. A series of experiments was carried out on a laboratory installation of flow type in the temperature range 400–550°C (in increments of 50°C) at atmospheric pressure and supply of hydrogen-containing gas to the system. As a result of the experiments, gaseous and liquid conversion products were obtained. Analysis of gaseous and liquid conversion products was carried out by GC. The obtained data indicate an increase in the octane number by 6 points, with a decrease in the content of aromatic hydrocarbons. It should be noted that with increasing temperature, the content of benzene increases and its maximum value is noted at a temperature of 550°C and corresponds to 4.4 w. %.

Key words: stable catalysis, conversion, octane number, catalytic reforming.

Образец для цитирования:

Аниськова Т. В., Ромаденкина С. Б., Кузьмина Р. И. Превращение стабильного катализата установки каталитического риформинга на катализаторе R-98 // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 4. С. 394–396. DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-4-394-396.

Cite this article as:

Aniskova T. V., Romadenkina S. B., Kuzmina R. I. Transformation of a Stable Catalyst of Catalytic Reforming Facility with Using the Catalyst R-98. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2017, vol. 17, iss. 4, pp. 394–396 (in Russian). DOI: 10.18500/1816-9775-2017-17-4-394-396.