



УДК 662.7+665.656.2+519.876.2

## НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ИЗОМЕРИЗАЦИЯ ПЕНТАН-ГЕКСАНОВОЙ ФРАКЦИИ

### LOW-TEMPERATURE ISOMERIZATION OF PENTANE-HEXANE FRACTION

**Рамазанов Айбулат Ринатович**

магистрант,  
Уфимской государственной технической университет  
chai-di@mail.ru

**Якупов Наиль Владиславович**

магистр,  
Уфимской государственной технической университет

**Лапшин Игорь Геннадиевич**

инженер-лаборант,  
Уфимской государственной технической университет  
klods2010@yandex.ru

**Гильмутдинов АмирТимирьянович**

докт. техн. наук,  
Уфимской государственной технической университет  
ammir2020@mail.ru

**Аннотация.** Произведен литературный обзор процесса изомеризации и проведено обсуждение результатов работы низкотемпературной изомеризации на циркониевом и цеолитсодержащем катализаторе.

**Ключевые слова:** изомеризация, бензин, катализатор, цеолит, платина.

**Ramazanov Aibulat Rinatovich**

Undergraduate,  
Ufa State Petroleum Technological University  
chai-di@mail.ru

**Yakupov Nail Vladislavovich**

Undergraduate,  
Ufa State Petroleum Technological University

**Lapshin Igor Gennadievich**

Laboratory engineer,  
Ufa State Petroleum Technological University  
klods2010@yandex.ru

**Gilmutdinov Amir Timiryayovich**

Doctor of Technical Sciences,  
Ufa State Petroleum Technological University  
ammir2020@mail.ru

**Annotation.** A literature review of the isomerization process has been made and the results of low-temperature isomerization on a zirconium and zeolite-containing catalyst have been discussed.

**Keywords:** isomerization, gasoline, catalyst, zeolite, platinum.

Каталитическая изомеризация n-парафинов в присутствии водорода относится к одной из наиболее перспективных способов улучшения характеристик бензина, и поэтому требует постоянного совершенствования – снижения капитальных затрат, повышения надежности эксплуатации, а также улучшения экологических характеристик установок изомеризации легких фракций.

По стандарту Евро-5 допустимое количество в автомобильных бензинах ароматических соединений ограничено величиной 35 % об., а содержание бензола не более 1 % об. Также с этим увеличивается требование по октановому числу (не менее 95 пунктов по исследовательскому методу).

Доступность на НПЗ сырьевого резерва в виде легких бензиновых фракций является стимулом к расширению объема производства бензина-изомеризата. Процесс изомеризация превращает легкие алканы C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> в изопарафины с высоким октановым числом [1].

Характеристика исходного углеводородного сырья пентан-гексановой фракции (табл. 1).

Процесс проводился на лабораторной установке каталитических процессов. В ходе лабораторных исследований был проведен аналитический анализ продуктов и полученных пробиизомеризата.

**Таблица 1** – Характеристика исходного углеводородного сырья пентан-гексановой фракции

Компонент	Выход, % масс.
n-C <sub>5</sub> -C <sub>6</sub>	94,13
Изо-C <sub>5</sub> -C <sub>6</sub>	5,87
Итого	100

Характеристика полученных проб изомеризата процесса низкотемпературной изомеризации на цирконий содержащем катализаторе (табл. 2).

Характеристика полученных проб изомеризата процесса низкотемпературной изомеризации цеолитсодержащим катализатором (табл. 3).



Испытание проб на циркониевом и цеолитсодержащем катализаторе в процессе изомеризации проводили с использованием пентан-гексановой фракции под давлением водорода 25 бар изб., мольном соотношении водород : углеводород = 2 : 1, объемной скорости подачи сырья 1,5ч-1, в интервале температур на входе в реактор 150–200 °С.

**Таблица 2** – Характеристика полученных проб изомеризата процесса низкотемпературной изомеризации на цирконий содержащем катализаторе

Температура, °С	150	160	180	200
Компонент, % масс.				
Углеводороды C <sub>1</sub> –C <sub>4</sub>	0,25	0,87	1,15	8,60
Н-пентан	27,77	24,35	20,04	18,03
Изо-пентан	30,09	33,21	38,42	35,25
Н-гексан	19,86	18,24	14,36	13,16
Изо-гексан	18,64	20,17	24,29	23,34
C <sub>7</sub> и выше	4,39	3,16	1,74	1,62
Итого	100	100	100	100
Конверсия, %	50,46	60,99	63,46	66,87
Селективность, %	91,31	92,28	95,59	85,15

**Таблица 3** – Характеристика полученных проб изомеризата процесса низкотемпературной изомеризации цеолитсодержащим катализатором

Температура, °С	150	160	180	200
Компонент, % масс.				
Углеводороды C <sub>1</sub> –C <sub>4</sub>	0,38	2,71	3,20	8,5
Н-пентан	33,66	29,05	21,8	23,86
Изо-пентан	24,20	27,95	35,05	29,0
Н-гексан	16,25	12,24	3,87	4,95
Изо-гексан	28,25	26,00	34,23	32,05
C <sub>7</sub> и выше	4,26	2,05	1,85	1,64
Итого	100	100	100	100
Конверсия, %	54,41	56,14	72,73	69,39
Селективность, %	91,87	92,17	93,21	85,76

Нами была исследована низкотемпературная изомеризация пентан-гексановой фракции на двух катализаторах. В результате проведенного эксперимента на циркониевом и цеолитсодержащем катализаторе было выявлено, что в диапазоне температур 150–200 °С большей селективностью изомеризата обладает циркониевый катализатор при температуре 180 °С.

Наиболее совершенными из низкотемпературных катализаторов изомеризации являются платиновые, нанесенные на сульфатированный оксид циркония. Они устойчивы к примесям и способны подвергаться регенерации [2].

В связи с тем, что цеолитные катализаторы относятся к предыдущему поколению катализаторов изомеризации и не обеспечивают достаточной глубины изомеризации; в настоящее время внедряется более эффективный процесс изомеризации на оксидном катализаторе. Отечественным аналогом такого катализатора является СИ-2 [3].

Катализатор СИ-2 обладает высокой изомеризирующей активностью, не уступающая импортным хлорированным алюмооксидным катализаторам, при более высокой устойчивости к действию каталитических ядов [4].

Преимущества катализатора СИ-2 определяются его каталитическими свойствами:

- 1) низкая рабочая температура (120–140) °С (экономический и экологический эффект по сравнению с среднетемпературной и высокотемпературной изомеризацией);
- 2) катализатор не требует специальной, глубокой осушки сырья;
- 3) не требуется подача каких-либо хлорсодержащих реагентов и соответственно отсутствует блок защелачивания.
- 4) катализатор устойчив к проскокам азота и воды, технологические нарушения не приводят к безвозвратной потере активности.
- 5) катализатор СИ-2 отличается уникальной сероустойчивостью. Поэтому процесс, при необходимости, можно проводить без предварительной гидроочистки сырья.
- 6) катализатор имеет низкую коксуюемость и высокую стабильность. Это обеспечивает межрегенерационный период 2–3 года и общий срок службы 8–10 лет. [5].



**Выводы.** Оптимальная температура изомеризации 180 °С. Конверсия процесса на цеолитсодержащем катализаторе – 72,73 %, на циркониевом катализаторе – 63,46 %, а селективность процесса составил 92,21 % и 95,59 % соответственно.

#### Литература:

1. Строкин А.В., Черкасова Е.И. Основные тенденции процесса изомеризации // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 8. – С. 66–68.
2. Эксплуатация установок изомеризации НПЗ ПАО «НК «Роснефть» (ПАО АНК «Башнефть») / Н.А. Плешакова [и др.] // Химические технологии. – 2018. – № 7. – С. 21–22.
3. Иванова А.А., Гильмутдинов А.Т. Исследование низко и среднетемпературной изомеризации пентан-гексановой фракции // Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 341–347.
4. Казанцев Е.О. Аналитический обзор катализаторов изомеризации легкой бензиновой фракции // Вестник магистратуры. – 2019. – № 1–2 (88). – С. 17–22.
5. Уржунцев Г.А., Ечевский Г.В. Высокоактивный катализатор изомеризации легких бензиновых фракций на основе сульфатированного оксида циркония // Катализ в промышленности. – 2018. – № 1. – С. 60–66.

#### References:

1. Strokin A.V., Cherkasova E.I. The main trends in the process of isomerization // Bulletin of the Kazan Technological University. – 2014. – Vol. 17. – № 8. – P. 66–68.
2. Operation of isomerization units at the refinery of PJSC NK Rosneft (PJSC ANK Bashneft) / N.A. Pleshakova [et al.] // Chemical technologies. – 2018. – № 7. – P. 21–22.
3. Ivanova A.A., Gilmutdinov A.T. Investigation of low and medium temperature isomerization of pentane-hexane fraction // Oil and gas business. – 2013. – № 1. – P. 341–347.
4. Kazantsev E.O. Analytical review of catalysts for the isomerization of light gasoline fraction // Bulletin of the Magistracy. – 2019. – № 1–2 (88). – P. 17–22.
5. Urzhuntsev G.A., Echevsky G.V. Highly active catalyst for the isomerization of light gasoline fractions based on sulfated zirconium oxide // Catalysis in industry. – 2018. – № 1. – P. 60–66.