

Торайғыров университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Торайғыров университета

---

# ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

---

№ 1 (2022)

Павлодар

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Торайгыров университета**

**Химико-биологическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ84VPY00029266

выдано  
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

**Тематическая направленность**  
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,  
сельскохозяйственных наук, медицины

**Подписной индекс – 76134**

<https://doi.org/10.48081/RXEB7205>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Ержанов Н. Т.  
*д.б.н., профессор*

Заместитель главного редактора  
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*  
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

|                 |                                    |
|-----------------|------------------------------------|
| Яковлев Р.В.,   | <i>д.б.н., профессор (Россия);</i> |
| Титов С. В.,    | <i>доктор PhD;</i>                 |
| Касанова А. Ж., | <i>доктор PhD;</i>                 |
| Шокубаева З. Ж. | <i>(технический редактор).</i>     |

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

**СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»**

МРНТИ 61.31.57

<https://doi.org/10.48081/UPQH4727>**\*К. Х. Жапаргазинова<sup>1</sup>, Я. Сергеев<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар<sup>2</sup>ТОО «ПНХЗ», Республика Казахстан, г. Павлодар**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРНОЙ СИСТЕМЫ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА НОВУЮ КАТАЛИТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ**

Технологический процесс каталитического крекинга предназначен для превращения фракций тяжелой нефти в более легкие и более ценные продукты при высокой температуре и умеренном давлении в присутствии высокодисперсного катализатора с матрицей из кремнезема или оксида алюминия. Использование цеолитсодержащих катализаторов на установках каталитического крекинга с начала 60 годов прошлого века стало одним из важнейших достижений в истории развития каталитического крекинга. Цеолитные катализаторы позволили добиться получения большей прибыли при малых капиталовложениях. По сути, цеолитные катализаторы были и остаются экономически наиболее выгодными для использования в нефтепереработке. Постоянное развитие технологий катализаторов позволяет нефтепереработчикам удовлетворять растущий спрос при минимальных капиталовложениях.

Цеолитные катализаторы являются более активными и более селективными по сравнению с аморфным алюмосиликатным катализатором. Большая степень активности и селективности означает больший выход жидкого продукта и дополнительную производительность крекинга.

Цеолит часто именуется молекулярным ситом ввиду особенностей структуры и наличия микропор. Диаметр пор современных катализаторов каталитического крекинга составляет порядка 8 Ангстрем. Современный катализатор каталитической системы состоит из:

- матрицы;
- цеолита;
- связующего;
- наполнителя.

*Установка каталитического крекинга является уникальным объектом с точки зрения поддержания теплового равновесия системы, вырабатывая столько кокса, сколько требуется для замыкания теплового баланса.*

*Ключевые слова: каталитический крекинг, катализатор каталитического крекинга, цеолит, микроактивность, выход кокса.*

### **Введение**

В данной статье авторами рассматривается промышленный опыт эксплуатации катализаторов каталитического крекинга 2 различных марок и опыт перехода на новую каталитическую систему. В соответствии с вводными данными исследования, Катализатор 1 – исходная каталитическая система, Катализатор 2 – новая каталитическая система. Характеристики катализатора 1 и катализатора 2 представлены в Таблице 1 [1].

Таблица 1 – Свойства сравниваемых катализаторов

| № п/п | Наименование                           | Катализатор 1 | Катализатор 2 |
|-------|----------------------------------------|---------------|---------------|
| 1     | Прогнозируемый ИОЧ бензина             | 91,8          | 91,3          |
| 2     | Площадь поверхности, м <sup>2</sup> /г | 330           | 280           |
| 3     | Насыпная плотность, г/мл               | 0,91          | 0,73          |
| 4     | Микроактивность, МАТ                   | 78            | 82            |
| 5     | Оксид алюминия, вес. %                 | 41            | 43            |
| 6     | Оксиды редкоземельных металлов, % вес. | 1,5           | 3,1           |

Как следует из Таблицы 1, Катализатор 2 обладает большей микроактивностью по МАТ (82 против 78 пунктов), содержит существенно больше оксидов редкоземельных металлов (3,1 против 1,5 % вес.). После тестирования Катализатора 1 и 2 на идентичном сырье (гидроочищенном вакуумном газойле) на пилотной установке.

## Материалы и методы

Заявленными целями замещения каталитической системы являлось увеличение выхода кокса на промышленной установке с целью замыкания теплового баланса, общая длительность промышленного замещения каталитической системы составила порядка 15 месяцев. По итогам замещения каталитической системы отмечается достижение заявленных целей. Изменений операционных параметров установки (таких как температура, давление в реакторе и регенераторе, температуры сырья и далее) не проводилось.

## Результаты обсуждения

Как отмечается на рисунке 1, в результате перехода на новую каталитическую систему на промышленной установке наблюдается увеличение выхода стабильного бензина приблизительно на 0,5 масс.

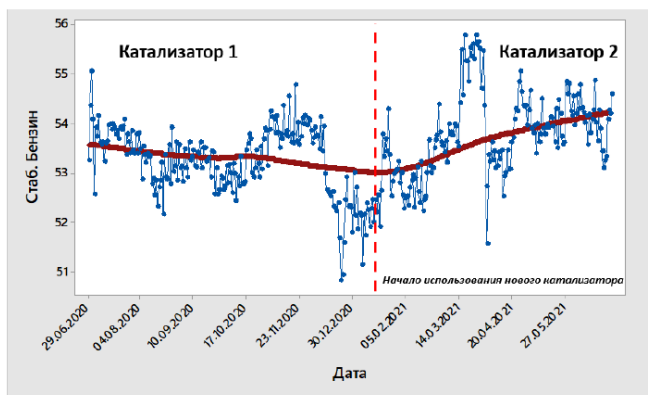


Рисунок 1 – Динамика изменения выхода стабильного бензина

На фоне увеличения выхода бензина, наблюдается незначительное снижение октанового числа (моторным методом), отмечаемое на рисунке 2.

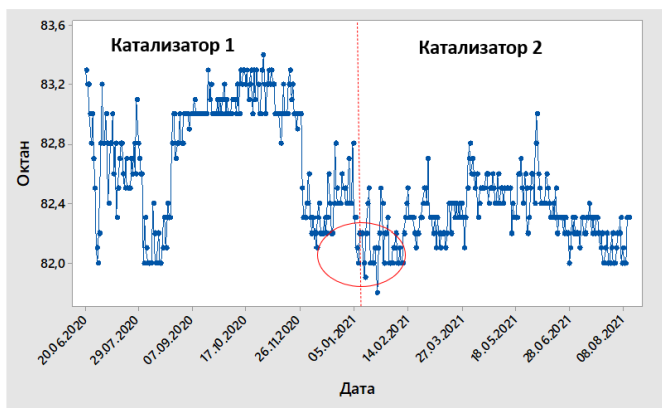


Рисунок 2 – Динамика изменения октанового числа (моторный метод)

Балансовый выход кокса также увеличился, что отмечается на рисунке 3.

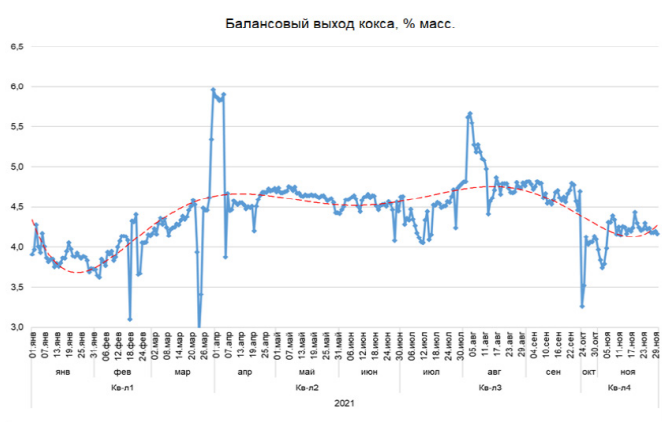


Рисунок 3 – Динамика изменения балансового выхода кокса

Анализ свойств равновесного катализатора также подтверждает наблюдаемые изменения в материальном балансе установки, а также позволяет оценить эффективность замещения системы [2, 3]. Основными отслеживаемыми параметрами являются:

- микроактивность (МАТ)
- коксовый фактор;
- содержание редкоземельных элементов;
- общая площадь поверхности.

На *микроактивность* оказывает влияние суточный расход свежего катализатора загрузка установки и каталитические яды, адсорбирующиеся на поверхности равновесного катализатора, а также, качество и начальная активность свежего катализатора.



Рисунок 4 – Динамика изменения микроактивности равновесного катализатора

*Коксовый фактор* – способность катализатора производить кокс – увеличился на 0,1 пункт после перехода на новую каталитическую систему (Катализатор 2). Динамика изменения коксового фактора представлена на рисунке 5.

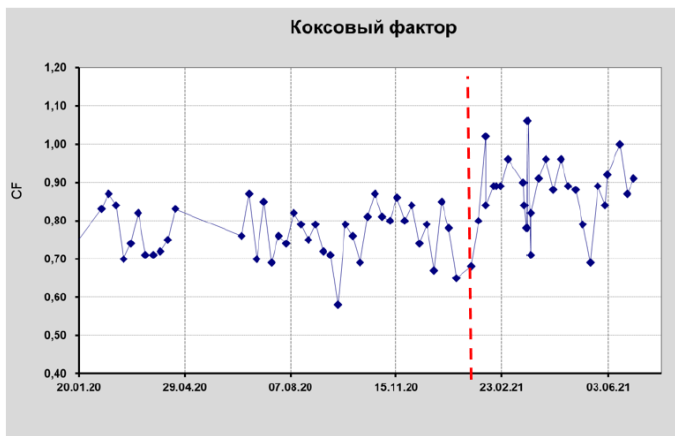


Рисунок 5 – Динамика изменения коксового фактора равновесного катализатора

*Оксиды редкоземельных металлов* вовлекаются в структуру цеолита при производстве свежего катализатора для увеличения активности и стабильности (предотвращение реакций деалюминирования цеолита) и контроля селективности катализатора. По содержанию *редкоземельных металлов* также отслеживается степень замещения каталитической системы. Динамика изменения доли оксидов редкоземельных металлов представлена на рисунке 6.





Рисунок 6 – Динамика изменения доли оксидов РЗЭ

## Выводы

По результатам промышленного опыта замещения каталитической системы установки каталитического крекинга отмечается достижение основной поставленной цели – замыкание теплового баланса установки.

## Список использованных источников

- 1 **Задегбейджи, Р.** Каталитический крекинг в псевдооживленном слое катализатора. Справочник по эксплуатации, проектированию и оптимизации установок ККФ : справочник / Р. Задегбейджи; пер. с англ. яз. под ред. О. Ф. Глаголевой. – 3-е изд. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2014. – 384 с.
- 2 **James Clark, Duncan Macquarrie** Handbook of Green chemistry and technology. – Blackwell Science, 2002. – 560 p.
- 3 **Серебрянский, А. Я.** Управление установками каталитического крекинга / А. Я. Серебрянский. – М. : Химия, 1983. – 189 с.
- 4 **Прокопюк, С. Г.** Промышленные установки каталитического крекинга / С. Г. Прокопюк, Р. М. Масагутов. – М. : Химия, 1974. – 173 с.
- 5 **Колесников, И. М.** Моделирование и оптимизация процессов нефтепереработки / И. М. Колесников. – Москва : МИНХ и ГП им. И. М. Губкина, 1982. – 113 с.
- 6 **Гуревич, И. Л.** Технология переработки нефти и газа. Ч. 1. Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа / И. Л. Гуревич. – М. : Химия, 1972. – 361 с.

7 **Масагутов, Р. М.** Регенерация катализаторов в нефтепереработке и нефтехимии / Р. М. Масагутов. – М. : Химия, 1987. – 141 с.

8 **Колесников, И. М.** Кинетика и катализ в гомогенных и гетерогенных углеводородосодержащих системах / И. М. Колесников. – М. : МИНГ им. И. М. Губкина, 1990. – 91 с.

9 **Гутыря, В. С.** Каталитические процессы в нефтепереработке и нефтехимии / В. С. Гутыря – Киев : Наукова думка, 1988. – 376 с.

10 **Колесников, И. М.** Кинетика и катализ в гомогенных и гетерогенных углеводородосодержащих системах / И. М. Колесников – М. : МИНГ им. И. М. Губкина, 1990. – 91 с.

11 **Смидович, Е. В.** Технология переработки нефти и газа. Ч. 2. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов / Е.В. Смидович – М. : Химия, 1980. – 328 с.

## References

1 **Zadegbejdzhi, R.** Kataliticheskij kreking v psevdoozhizhennom sloe katalizatora. Spravochnik po e'kspluataczii, proektirovaniyu i optimizaczii ustanovok KKF : spravochnik / R. Zadegbejdzhi ; per. s angl. yaz. pod red. O. F. Glagolevoj. [Fluidized catalytic cracking. Handbook for the operation, design and optimization of FCC installations: a reference book / Zadegbeiji, R.; transl. from English. lang. ed. O. F. Glagoleva]. – 3-e izd. – St. Petersburg : TsOP «Professiya», 2014. – 384 p.

2 **James Clark, Duncan** Macquarrie Handbook of Green chemistry and technology. – Blackwell Science, 2002. – 560 p.

3 **Serebryansky, A. I.** Upravlenie ustanovkami kataliticheskogo krekinga / [Controlling the installation of catalytic cracking units] A. Ya. Serebryanskij – Moscow : Khimiya, 1983. – 189 p.

4 **Prokopyuk, S. G.** Promyshlennye ustanovki kataliticheskogo krekinga [Industrial units of catalytic cracking]. – Moscow : Khimiya, 1974. – 173 p.

5 **Kolesnikov, I. M.** Modelirovanie i optimizaciya processov neftepererabotki [Modeling and optimization of oil refining processes]. – Moscow : MINKh i GP im. I. M. Gubkina, 1982. – 113 p.

6 **Gurevich, I. L.** Tekhnologiya pererabotki nefiti i gaza. Ch. 1. Obshhie svoystva i pervichny'e metody` pererabotki nefiti i gaza [Technology of oil and gas refining. Part 1. General properties and primary methods of oil and gas processing]. – Moscow : Khimiya, 1972. – 361 p.

7 **Masagutov, R. M.** Regeneraciya katalizatorov v neftepererabotke i neftekhimii [Catalysts regeneration in Oil refinery and Chemistry] – 1987. – 141 p.

8 **Kolesnikov, I. M.** Kinetika i kataliz v gomogennykh i geterogenny'kh uglevodorodosoderzhashhikh sistemakh [Kinetics and Catalysis in Homogeneous and Heterogeneous Hydrocarbon-Containing Rust Systems]. – Moscow : MINKh i GP im. I. M. Gubkina, 1990. – 91 p.

9 **Gutyrya, V. S.** Kataliticheskie processy v neftepererabotke i neftekhimii [Catalytic processes in oil refining and oil chemistry] – Kiev : Naukova Dumka, 1988. – 376 p.

10 **Kolesnikov, I. M.** Kinetika i kataliz v gomogennykh i geterogennykh uglevodorodosoderzhashhikh sistemakh [Kinetics and Catalysis in Homogeneous and Heterogeneous Hydrocarbon-Containing Rust Systems] – Moscow : MINKh i GP im. I. M. Gubkina, 1990. – 91 p.

11 **Smidovich, E.V.** Tekhnologiya pererabotki nefti i gaza. Ch. 2. Kreking neftyanogo sy'r'ya i pererabotka uglevodorodny'kh gazov [Technology of oil and gas refining. Part 2. Cracking of petroleum feed materials and processing of hydrocarbon gases] – Moscow : Khimiya, 1980. – 328 p.

Материал поступил в редакцию 11.03.22.

\*К. Х. Жапаргазиева<sup>1</sup>, Я. Сергеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Торайгыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

<sup>2</sup>«ПМХЗ» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 11.03.22 баспаға түсті.

## КАТАЛИЗАТОР ЖҮЙЕСІ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӘСЕРІН ТАЛДАУ ЖАҢА КАТАЛИТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕГЕ ӨТКЕН КАТАЛИТИКАЛЫҚ КРЕКИНГ ЗАТТАР

*Каталитикалық крекинг процесі кремнеземді немесе алюминий тотығы матрицасы бар жоғары дисперсті катализатордың қатысуымен жоғары температурада және қалыпты қысымда ауыр мұнай фракцияларын жеңіл және бағалы өнімдерге айналдыруға арналған. 1960 жылдардың басынан бастап каталитикалық крекинг қондырғыларында құрамында цеолиті бар катализаторларды қолдану каталитикалық крекинг тарихындағы ең маңызды жетістіктердің біріне айналды. Цеолит катализаторлары аз капиталды инвестициялау арқылы жоғары пайдаға қол жеткізуге*

мүмкіндік берді. Шындығында, цеолит катализаторлары мұнай өңдеуде пайдалану үшін экономикалық жағынан ең тиімдісі болды және болып қала береді. Катализатор технологиясының ұдайы дамуы мұнай өңдеушілерге аз капитал салымдарымен өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыруға мүмкіндік береді.

Аморфты алюмосиликатты катализаторға қарағанда цеолит катализаторлары белсендірек және селективті. Белсенділік пен селективтіліктің негүрлым жоғары деңгейі өнімнің көбірек шығымдылығын және қосымша крекинг қабілеттілігін білдіреді.

Цеолит құрылымдық ерекшеліктеріне және микрокеуектерінің болуына байланысты көбінесе молекулалық елеуіш деп аталады. Қазіргі каталитикалық крекинг катализаторларының кеуектерінің диаметрі 8 ангстромға тең. Қазіргі каталитикалық жүйе катализаторы мыналардан тұрады:

- матрицалар;
- цеолит;
- байланыстырғыш;
- толтырғыш.

Каталитикалық крекер жүйенің жылулық тепе-теңдігін сақтау тұрғысынан бірегей болып табылады, жылу балансын жабу үшін қанша қажет болса, сонша кокс шығарады.

Кілтті сөздер: каталитикалық крекинг, каталитикалық крекинг катализаторы, цеолит, микроактивтілік, кокс шығымы.

\*K. H. Zhapargazina<sup>1</sup>, Ya. Sergeevs<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

<sup>2</sup>POCR LLP, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 11.03.22.

## ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE PROPERTIES OF THE CATALYST SYSTEM CATALYTIC CRACKING PLANTS IN TRANSITION TO A NEW CATALYTIC SYSTEM

*The use of zeolite-containing catalysts in catalytic cracking units since the early 1960s has become one of the most important achievements in the history of catalytic cracking. Zeolite catalysts have made it possible to achieve higher profits with little capital investment. In fact, zeolite catalysts have been and remain the most economically advantageous for use in oil*

*refining. The constant development of catalyst technology allows refiners to meet growing demand with minimal capital investment.*

*Zeolite catalysts are more active and more selective than amorphous aluminosilicate catalyst. A greater degree of activity and selectivity means more liquid product yield and additional cracking capacity.*

*Zeolite is often referred to as a molecular sieve due to its structural features and the presence of micropores. The pore diameter of modern catalytic cracking catalysts is on the order of 8 Angstroms. A modern catalytic system catalyst consists of:*

- matrices;*
- zeolite;*
- binder;*
- filler.*

*The catalytic cracker is unique in terms of maintaining the thermal equilibrium of the system, producing as much coke as is required to close the thermal balance.*

*Key words: catalytic cracking, catalytic cracking catalyst, zeolite, microactivity, coke yield.*

Теруге 11.03.2022 ж. жіберілді. Басуға 25.03.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,86 МБ RAM

Шартты баспа табағы 8,75.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісібойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Т. К. Оразалинова

Тапсырыс № 3962

Сдано в набор 11.03.2022 г. Подписано в печать 25.03.2022 г.

Электронное издание

2,86 МБ RAM

Усл. п. л. 8,75. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Т. К. Оразалинова

Заказ № 3962

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-pm.tou.edu.kz