

УДК 665.644.2.097.3

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПОДГОТОВКИ КАТАЛИЗАТОРА КРЕКИНГА НА ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ****Т.М.Абуль-Футух, Ф.Ф.Мамедов, Х.М.Джалилова, Э.А.Гусейнова, Багиева Н.Н.**

*Азербайджанская государственная нефтяная академия  
AZ 1010 Баку, пр.Азадлыг, 20; e-mail: tarekfetouh@yahoo.com*

*На основе анализа публикаций последних лет приводятся устоявшиеся представления о механизмах разрушения гранул шариковых катализаторов. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что механические напряжения, нескомпенсированные в процессе производства в основной массе гранул, являются ключевым фактором, обуславливающим последующий механизм их разрушения. Приведены пути улучшения механической прочности, активности и сохраняемости катализатора каталитического крекинга цеокар-2.*

**Ключевые слова:** крекинг, катализатор, цеокар-2

Развитие процесса каталитического крекинга ведется как в направлении усовершенствования технологии процесса, разработки и внедрения новых катализаторов, так и совершенствования уже существующих, проявляющих высокую активность, селективность и стабильность каталитических систем.

На установках крекинга катализатор подвергается воздействию среды, высоких температур, механических нагрузок; в результате свойства его существенно изменяются. Уменьшается активность, изменяется пористая структура, ухудшаются избирательность, прочность, регенерируемость и другие показатели. Все эти изменения приводят к уменьшению выхода, ухудшению качества и увеличению себестоимости целевых продуктов [1, 2]. При

этом возникает необходимость ужесточения эксплуатации катализатора, увеличения его расхода, что связано с дополнительными эксплуатационными расходами.

Согласно литературным данным, разрушение гранул происходит при догрузке свежего катализатора в общую массу, в момент контактирования катализатора, нагретого до 650-680°C с сырьем, имеющим температуру 280-360°C, а также во время регенерации коксовых отложений [3-5].

В данной работе представлены результаты исследования основных показателей качества катализатора каталитического крекинга ЦЕОКАР-2, а также путей улучшения эксплуатационных характеристик в условиях эксплуатации.

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА**

Исследования каталитической активности образцов ЦЕОКАР-2 были проведены как на укрупненной лабораторной установке со стационарным слоем катализатора, так и в "кипящем" слое катализатора. Продукты реакции анализировались методом газожидкостной хроматографии.

Прочность гранул катализатора на раздавливание определяли на приборе ИПГ-1.

Сохранность катализатора до и после обработок оценивали по количеству (в

%) сохранившихся гранул по следующей методике: образец прокаливали при 600°C в течение 1 ч, после чего насыщали водой эксикаторным методом. Далее отобранную пробу кипятили в дистиллированной воде в течение 15 мин. Истирание гранул определяли как изменение фракционного состава отработанного катализатора к его первоначальному показателям.

Износ гранул определяли по сохранности гранул по окончании процесса контактирования сырья и катализатора.

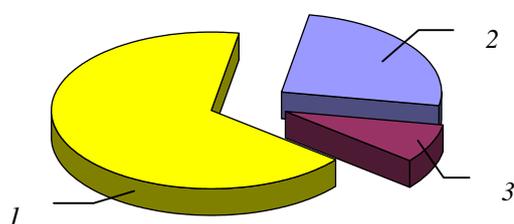
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ранее представленных работах [6,7] показано, что проведение процесса каталитического крекинга в присутствии ЦЕОКАР-2 сопровождается высоким выходом бензина.

Для свежего образца катализатора характерна исключительно высокая прочность гранул на раздавливание – 330 Н/гранулу, однако сохранность составила всего 35%, т.е. около 65% шариков при за-

грузке в систему крекинга должна растрескиваться.

Результаты исследования фракционного состава катализатора ЦЕОКАР-2 показали, что в процессе каталитического крекинга образуется 25% и 8% пыли (от общего количества потерь, составляющее 9%) со средним диаметром частиц 0.1 мм и 0.2 мм соответственно, (вследствие истирания шариков), и 67% частиц со средним размером 0.35 мм (крошка) (рис.1).

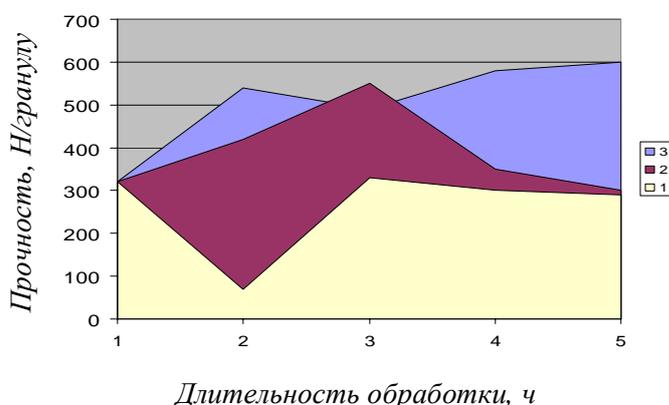


**Рис.1.** Фракционный состав катализаторной пыли (от общего количества потерь): 1- 0.35 мм; 2- 0.1 мм; 3- 0.2 мм.

нами представляется, что основная масса гранул свежего катализатора разрушается из-за наличия в них механических напряжений, нескомпенсированных в процессе производства.

Одним из эффективных способов повышения сопротивляемости шариков свежего катализатора разрушению является термopаровая обработка. На рис.2 показано

влияние условий такой обработки на прочность гранул ЦЕОКАР-2. Как следует из приведенных данных, обработка катализатора паром при 550°C неэффективна. Наблюдаются гранулы округлой формы, расколотые пополам. Когда такая обработка проводится при 670-750°C, прирост прочности гранул по сравнению с исходной достигает 68%.



**Рис.2.** Влияние длительности термopаровой обработки катализатора на его прочностные характеристики при 1- 550°C; 2- 670°C; 3-750

Табл.1. Зависимость сохранности гранул катализатора от

длительности и температуры паровой

Температура процесса, °С	Длительность процесса, ч				
	0	1	2	3	4
550	35	38	40	62	71
670	35	88	91	92	93
750	35	92	94	95	92

тельности и температуры паровой обработки

В таблице 1 приведена зависимость сохранности гранул катализатора от продолжительности его обработки паром. После термопаровой обработки при 550°С в течение 1 ч сохранность свежего катализатора повышается всего лишь на 3%. Как следует из полученных результатов, термопаровая обработка гранул при 550°С даже по прошествии 4 ч не позволяет достичь значительного увеличения сохранности катализатора. Кипячение свежего катализатора в воде приводит к частичному разрушению крупных частиц и дальнейшему уменьшению мелких.

Иная картина складывается после термопаровой обработки при температуре 670 и 750°С: сохранность катализатора резко возрастает, быстро достигая 88 и 92% соответственно. Высокотемпературное

пропаривание влияет на интенсивность изменения размера гранул: приводит к росту числа крупных частиц и резкому снижению мелких. Дальнейшее увеличение продолжительности обработки является необоснованным, так как ведет к понижению сохранности катализатора и дополнительным энергетическим расходам.

Термопаровая обработка образцов катализатора при 670°С в течение 1-3 ч улучшает сохранность гранул, однако каталитическая активность при превращении вакуумного дистиллята не возрастает, а быстро снижается с увеличением времени обработки (рис.3). Максимальные показатели конверсии сырья и выхода целевой бензиновой фракции отмечены при крекинге («кипящий слой»  $T=500^{\circ}\text{C}$ ,  $W=1 \text{ ч}^{-1}$ ) на образце, обработанном при 670°С в течение 2ч.

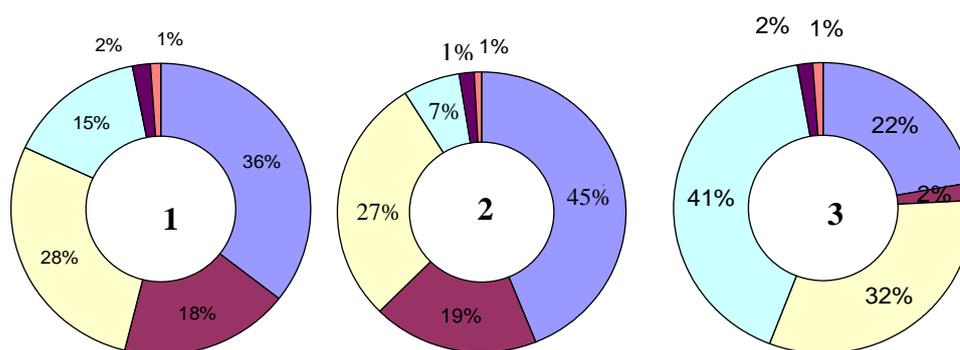


Рис.3. Зависимость фракционного состава продуктов каталитического крекинга вакуумного отгона от условий термообработки (при 670°С) катализатора ЦЕОКАР-2: 1-пропаривание в течение 1 ч; 2- пропаривание в течение 2 ч; 3- пропаривание в течение 3 ч.

● – легкого газойля ● – Бензиновой фракции C<sub>5</sub>-195°С ● – Остаток

● – Газ ● – Потери ● – Кокс

Табл. 2. Влияние термopаровой обработки катализатора на показатели процесса

Показатели процесса	Тип катализатора	
	Образец 1	Образец 2
<i>Выход продуктов, % масс</i>		
Газа по C <sub>4</sub> , всего	15.4	19.2
<i>водорода</i>	0.065	0.052
<i>олефинов</i>	7.38	6.58
Бензиновой фракции C <sub>5</sub> -195°С	43.0	45.3
Легкого газойля	29.6	26.8
Остаток	9.4	6.6
Кокс	1.6	1.1
Потери, % масс.	1.0	1.0
Конверсия, % масс.	61.8	63.9
Селективность по бензину, % масс.	66.5	68.2
Октановое число по (ММ)	89.2	90.0

каталитического крекинга

В таблице 2 приведены сравнительные результаты активности исходного образца (образец 1) и подвергнутого паровой обработке в течение 2 ч (образец 2) при 670°С. Повышение активности термообработанного катализатора в сравнении с исходным, совместно с полученными корреляциями о реальной сохранности гранул, связано с интенсивным изменением размера гранул, агломерацией мелких частиц,

перекристаллизации частиц с образованием более плотного слоя.

Таким образом, проведенная термopаровая обработка свежих образцов катализатора ЦЕОКАР-2 способствует росту содержания крупных частиц при одновременном снижении содержания «мелочи». Такое оптимальное распределение частиц по размерам обеспечивает увеличение каталитической активности, механической прочности и сохраняемости катализатора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рустамов М.И., Абад-заде Х.И. Новая технология получения цеолитсодержащих катализаторов каталитического крекинга с регулируемой пористой структурой. // Процессы нефтепереработки и нефтехимии, 2006. №3. С. 55-60.
2. Владимиров А.Д. Каталитический крекинг с кипящим псевдоожиженным слоем катализатора. Реакторно-регенераторный блок. Москва: Нефть и газ. 1992. 47с.
3. Хаджиев С.Н. Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах. М.: Химия. 1982. 280с.
4. Барсуков О.В., Насиров Р.К., Артемова Н.Б. и др. // ХТГМ. 1998. №4.С.37.
5. Масагутов Р. М. Алюмосиликатные катализаторы и изменение их свойств при крекинге нефтепродуктов. М. : Химия. 1975. 272 с.
6. Абуль-Футух Т.М., Гусейнова А.Д., Аджамов К.Ю., Бабаева Ф.А. Произ-

водство экологически чистых высокооктановых бензинов на базе нефти RabeH-East-2 (Египет). // Нефтепереработка и нефтехимия. 2009. №1. С.15-19.

7. Tarek M.Aboul-Fotouh, Adjamov K. Y., Huseynova A.D. The production of

an environmental and clean high octane number fuel based on the catalytic cracking process. //The 2<sup>nd</sup> International conference on the Future Horizon of Sustainable Development in Arab and African countries-2008.

### ***KREKİŇQ KATALİZATORUNUN HAZIRLANMA REJİMİNİN İSTİSMAR KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNƏ TƏSİRİ***

*T.M.Abul-Futuh, F.F.Məmmədov, X.M.Cəlilova, E.Ə.Hüseynova, N.N.Bağirova*

*Son illərdə dərc olunan məqalələr əsasında şar şəkilli katalizatorların parçalanması mexanizmi haqqında məlumatlar göstərilmişdir. Alınmış təcrübə nəticələrinə əsasən, istehsal prosesində hissəciyələrin əsas kütləsində kompensasiya olunmayan mexaniki gərginlik onların dağılma mexanizmini əmələ gətirən əsas amildir. Zeokar-2 katalitik krekinq katalizatorunun mexaniki möhkəmliyi, aktivliyi və saxlanılmasının yaxşılaşdırılması yolları göstərilmişdir.*

*Açar sözlər: krekinq, katalizator, zeokar-2*

### ***THE INFLUENCE OF CRACKING CATALYST PREPARATION REGIME ON ITS OPERATING PERFORMANCE***

*T.M.Aboul-Fotouh, F.F.Mamedov, H.M.Jalilova, E.A.Guseynova, N.N.Bagirova*

*The analyses of the latest publications make it possible to provide the established views about mechanisms of destruction of granules of ball-shaped catalysts. The results of experimental work show that the effect of mechanical stress, uncompensated in the process of production in the bulk of granules, is a key factor that contributes to the subsequent mechanism of their destruction. This paper presents methods to improve the mechanical strength, activity and storageability of the catalytic cracking catalyst zeokar-2.*

*Keywords: cracking, catalyst, zeokar-2*

*Поступила в редакцию 04.06.2011*