

УДК 541.128.542.973+66.092

## Новые катализаторы каталитического крекинга серии «Люкс»: опыт разработки, производства и эксплуатации на ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ»

А. В. Глазов, В. Н. Генералов, В. И. Горденко, В. П. Доронин, И. В. Дубков

*АЛЕКСАНДР ВИТАЛЬЕВИЧ ГЛАЗОВ — первый заместитель Генерального директора ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ». Область научных интересов: глубокая переработка нефти, производство топлив, масел, нефтепродуктов.*

644040 Омск, пр. Губкина, 1, тел. 8(3812)69-00-08, факс 8(3812) 63-11-88,  
E-mail GlazovAV@omsk.gazprom-neft.ru

*ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ ГЕНЕРАЛОВ — главный технолог ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ». Область научных интересов: технологии переработки нефти и газа, получения моторных топлив, масел и других нефтепродуктов.*

644040 Омск, пр. Губкина, 1, тел. 8(3812)69-03-50, факс 8(3812) 63-11-88,  
E-mail GeneralovVN@omsk.gazprom-neft.ru

*ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ГОРДЕНКО — главный специалист-технолог ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ». Область научных интересов: технология производства катализаторов крекинга.*

644040 Омск, пр. Губкина, 1, тел. 8(3812)69-06-01, факс 8(3812) 63-11-88,  
E-mail GordenkoVI@omsk.gazprom-neft.ru

*ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ ДОРОНИН — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем переработки углеводородов СО РАН. Область научных интересов: научные основы приготовления катализаторов, технология производства катализаторов.*

644040, Омск, ул. Нефтезаводская, 54, Институт проблем переработки углеводородов СО РАН,  
тел. 8(3812)67-23-65, факс 8(3812)64-61-56, E-mail doronin@ihcp1.oscsbras.ru

*ИГОРЬ ВЛАДИМИРОВИЧ ДУБКОВ — заместитель главного инженера производства глубокой переработки нефти ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ». Область научных интересов: технология глубокой переработки нефти, каталитический крекинг нефтяного сырья.*

644040, Омск, пр. Губкина, 1, тел. 8(3812)69-04-66, факс 8(3812) 63-11-88,  
E-mail DubkovIV@omsk.gazprom-neft.ru

### Введение

На Омском нефтеперерабатывающем заводе функционируют две установки каталитического крекинга суммарной мощностью по сырью 3,5 млн. т/год: реконструированная установка 43/103 и секция 200 комплекса глубокой переработки мазута КТ-1/1. Общий бензиновый пул предприятия содержит до 40% бензина крекинга. До 2004 года обе установки эксплуатировались с использованием катализаторов серии КМЦ. Достиженные показатели работы этих установок приведены в [1–4].

Специалистами Института проблем переработки углеводородов СО РАН и ОАО «Сибнефть-ОНПЗ» разработана и внедрена в практику в 2004 году новая серия катализаторов крекинга на основе ультраста-

бильного цеолита — серия «Люкс». По сравнению с модификациями катализаторов КМЦ-96 и КМЦ-99 новые катализаторы обладают повышенной активностью, термостабильностью, улучшенными механическими свойствами и обеспечивают получение бензиновой фракции с повышенным октановым числом.

В основу новой технологии производства этих катализаторов крекинга заложен ряд принципов, а именно:

— использование ультрастабильного цеолита специальной морфологии и размеров кристаллов с регулируемым катионным составом;

— использование полусинтетической матрицы с применением природной бентонитовой глины, обеспечивающей открытую пористую структуру для дос-

тпности кристаллов цеолита реагирующим молекулам сырья;

— регулирование активности матрицы за счет изменения соотношения в ее составе протонных и апротонных кислотных центров при изменении содержания в композиции матрицы аморфного алюмосиликата и гидроксида алюминия.

Технология производства катализаторов крекинга серии «Люкс» предусматривает раздельную обработку компонентов катализатора для придания каждому из них оптимальных свойств [5]. Технология «омского» производства катализаторов крекинга включает стадии приготовления растворов из сырья и реагентов, синтеза компонентов, смешения компонентов, распылительной сушки катализаторной композиции и термопаровой обработки микросферических катализаторов.

Для приготовления катализаторной композиции в качестве компонентов используются: стабилизированный цеолит НРЗЭУ, аморфный диспергированный алюмосиликат и алюминийсодержащий компонент, состоящий из переосажденного гидроксида алюминия и суспензии бентонитовой глины (монтмориллонита).

Введение в состав матрицы аморфного алюмосиликата, кроме придания матрице кислотных свойств, что необходимо для первичного крекинга тяжелых молекул сырья, позволяет получать катализаторы, оказывающие минимальное эрозионное воздействие на материал аппарата крекинга. Это свойство катализаторов позволяет увеличить межремонтный пробег установок крекинга до 2,5 лет.

По технологии, внедренной на катализаторном производстве ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ», выпускаются катализаторы крекинга для производственных потребностей завода с учетом качества сырья и желательного материального баланса процесса. Результаты эксплуатации новой серии катализаторов крекинга на установке 43-103 и секции 200 комплекса глубокой переработки мазута КТ-1/1 подтверждают эффективность созданных катализаторов.

#### Производство катализаторов на установке секции 200 комплекса глубокой переработки мазута КТ-1/1

В табл. 1 приведены характеристики промышленных серий катализаторов крекинга, вырабатываемых в ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ».

Необходимо отметить значительное увеличение селективности по бензину у катализаторов серии «Люкс» по сравнению с катализаторами крекинга серии КМЦ и аналогичными катализаторами, выпускаемыми ведущими фирмами зарубежных стран. Повышение селективности по бензину обусловлено применением цеолита с увеличенным решеточным модулем и специальным компонентным составом матрицы.

Катализатор Люкс-1 догружается в установку с января 2004 года при высокой загрузке установки по сырью. В первый год эксплуатации произошла полная замена системы новым катализатором. Решеточный модуль цеолита равновесного катализатора составляет от 18 до 20.

В качестве сырья используется гидроочищенный вакуумный газойль из смеси нефтей Западной Сибири. Характеристика качества сырья приведена в табл. 2. Вакуумный газойль имеет высокую конечную температуру кипения (98% выкипает до 570 °С) при относительно небольшой коксуемости сырья и при малом содержании тяжелых металлов, что отражается и на невысоком содержании металлов в равновесном катализаторе. В целом сырье крекинга по групповому углеводородному составу благоприятно для получения высоких отборов бензиновой фракции.

Таблица 1

Характеристики катализаторов серии КМЦ и «Люкс»		
Параметр	КМЦ-99	Люкс
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	720	680—720
Химический состав, %(масс.)		
оксиды РЗЭ	2,0—2,5	1,8—2,1
оксид натрия	0,3—0,5	0,3—0,45
оксид железа	0,5—0,7	0,6—0,7
оксид алюминия	29—34	34—36
Содержание цеолита в катализаторе, %	16—18	18—20
Решеточный модуль цеолита	4,8—5,2	8,0—9,0
Объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,4—0,5	0,4—0,5
Гранулометрический состав (содержание частиц в % масс.)		
крупнее 0,160 мм, не более	3—4	3—4
меньше 0,100 мм, не менее	80—82	80—81
меньше 0,040 мм, не более	16	16
меньше 0,020 мм, не более	1—2	1—2
Стабильная активность после обработки паром при 775 °С, %(масс.)	46	51
Селективность по бензину, %(масс.)	78—80	82—84
Микроактивность по ASTM D-3907, %	74	78

Таблица 2

#### Характеристики качества сырья, используемого в крекинге на секции 200

Параметр	Значение параметра
Плотность, г/мл	0,89-0,91
Коксуемость, %(масс.)	0,10-0,30
Содержание серы, %(масс.)	0,15-0,30
Содержание металлов, ppm	
ванадий	0,5
никель	0,4
Фракционный состав, т. кип. в °С	
начало кипения	310—320
перегоняется 10%	360—370
50%	435—445
90%	520—525
96%	545—555
98%	560—570
Групповой состав, %(масс.)	
парафино-нафтеновые углеводороды	48,0—49,1
легкие ароматические вещества	17,5—18,0
средние ароматические вещества	6,6—7,4
тяжелые ароматические вещества	24,4—25,3
смолы	2,4—2,8

Таблица 3

**Условия проведения процесса крекинга на установке секции 200**

Параметр	Значение параметра
Температура процесса крекинга, °С	525—530
Температура регенератора, %	670—690
Температура подогрева сырья, %	320—335
Кратность циркуляции катализатора, т/т	6,5—8,5
Содержание кокса на регенерированном катализаторе, %(масс.)	0,05—0,07

Условия проведения процесса крекинга с использованием катализатора Люкс-1 приведены в табл. 3. Выбранный режим крекинга характеризуется умеренной жесткостью по температуре и кратности циркуляции катализатора. Содержание кокса на регенерированном катализаторе составляет менее 0,07%(масс.), что указывает на хорошую регенерируемость катализаторов и стабильность работы регенератора.

Предыдущий катализатор КМЦ-99 имел более высокое содержание РЗЭ и предназначался для получения максимального отбора светлых фракций. При среднем отборе бензиновой фракции выход светлых фракций превышает 70%(масс.).

Катализатор Люкс-1 отличается повышенной долей активного компонента — ультрастабильного цеолита — при умеренной активности матрицы и предназначен для получения максимального отбора бензиновой фракции при высоких ее октановых характеристиках. Потенциальный отбор бензиновой фракции с октановым числом 81,5 (по моторному методу) составляет 56—57%(масс.). Достигнутые показатели при эксплуатации катализатора Люкс-1 на секции 200 комплекса КТ-1/1 приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Достигнутые показатели работы секции 200 комплекса КТ-1/1**

Параметр	Значение параметра
Достигнутый отбор бензина (конечная температура кипения 215 °С), %(масс.)	55,0—56,5
Октановое число	
по моторному методу	81,5
по исследовательскому методу	92,3
Максимальный выход, %(масс.)	
пропан-пропиленовая фракция	6,2
бутан-бутиленовая фракция	10,5
Расход катализатора, кг/т сырья	0,33

Состав пропан-пропиленовой фракции характеризуется повышенным содержанием пропилена — до 81%(масс.), а содержание бутиленов в бутан-бутиленовой фракции составляет 57%(масс.).

В процессе крекинга с использованием катализатора Люкс-1 скорость реакций переноса водорода снижается, на что указывает более высокое содержание олефинов в отмеченных фракциях.

Отличительной особенностью катализатора Люкс-1 является достижение повышенного октанового числа

бензиновой фракции за счет увеличения содержания в бензине олефиновых и ароматических углеводородов.

**Производство катализаторов на установке 43-103**

Установка 43-103 работает на негидроочищенном сырье с вовлечением до 40% в сырье продуктов вторичного происхождения (деасфальтизат, экстракты масляного производства, гачи и петролатумы). Конечная температура кипения сырья 570 °С. Содержание серы в сырье составляет 0,7—0,9%(масс.). Несмотря на невысокую коксуемость сырья, в целом из-за большого содержания в нем ароматических углеводородов (более 60%) сырье неблагоприятно для получения высоких отборов бензиновой фракции.

В систему установки с марта 2004 года загружался катализатор марки Люкс-2; расход катализатора 0,45—0,60 кг/т сырья.

В табл. 5 приведен усредненный материальный баланс работы установки при температуре крекинга 520—525 °С и кратности циркуляции катализатора 6,5—7,0. Октановое число бензиновой фракции, получаемой при таких условиях, достигает 81,5 по моторному методу и 92 по исследовательскому методу.

Таблица 5

**Усредненный материальный баланс установки 43-103 (в % масс.)**

Продукты	Отбор продукта
Бензин (конечная температура кипения 205 °С)	50,0
Легкий газойль	13,7
Тяжелый газойль	10,5
Рефлюкс	15,4
Сухой газ	4,0
Кокс выжигаемый	5,6

**Заключение**

При сотрудничестве Института проблем переработки углеводородов СО РАН и ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ» разработаны эффективные катализаторы крекинга нефтяного сырья.

Внедрение и совершенствование новых технологий катализаторов крекинга на действующем производстве позволяют систематически обновлять ассортимент катализаторов крекинга.

Важным показателем оптимальной конструкции катализаторов является минимальный эрозионный износ аппаратуры установок, что позволяет их эксплуатировать до 2,5 лет без капитального ремонта.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Генералов В.Н. Нефтепереработка и нефтехимия, 2000, № 11, с. 43—46.
2. Храпов В.В. Там же, 2000, № 11, с. 47—49.
3. Болгов А.Я., Храпов В.В. Там же, 2001, № 11, с. 40—41.
4. Доронин В.П., Горденко В.И., Храпов В.В. и др. Катализ в промышленности, 2003, № 2, с. 37—48.
5. Горденко В.И. Нефтепереработка и нефтехимия, 2001, № 11, с. 12—17.