

УДК 665.64.097.3

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ МИКРОСФЕРИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ КРЕКИНГА: РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО И ОПЫТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

© 2014 г. **А.Б. Бодрый**¹,
И.Ф. Усманов², **Г.Ф. Гариева**¹,
Н.С. Карпов¹

¹ ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов»

² ООО «Компания «Новые технологии», г. Ишимбай

Введение

Одной из важнейших проблем современной отечественной нефтепереработки является низкая глубина переработки нефти. Ключевая роль в решении этой проблемы отводится развитию деструктивных процессов переработки тяжелых нефтяных остатков.

Процесс каталитического крекинга является основным процессом, направленным на углубление переработки нефти. Целевым назначением процесса является получение высококачественного компонента автомобильных бензинов, а также производство сырья для нефтехимической промышленности. Сегодня в России эксплуатируется более 20 установок каталитического крекинга, при этом на 80 % из них отдается предпочтение импортным катализаторам. Поэтому приоритетным направлением совершенствования отечественной нефтепереработки является разработка, создание и распространение опыта эксплуатации высокоэффективных конкурентоспособных отечественных катализаторов основных каталитических процессов, в том числе и каталитического крекинга.

С этой целью на площадке ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов» (ООО ИСХЗК), входящего в структуру КНТ Групп (KNT Group), был построен комплекс по производству микросферических катализаторов крекинга производительностью 20 000 т/год, включающий 35 000 м² производственных площадей, 2 100 единиц оборудования лучших мировых производителей, а также собственный научно-исследовательский центр (рис. 1, 2). В 2008 г. был осуществлен пуск комплекса, а с 2009 г. начались поставки пробных партий катализатора, выпускаемого КНТ групп под торговой маркой «Октифайн», на



Рис. 1. Производственная площадка ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов»



Рис. 2. Научно-исследовательский центр ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов»

нефтеперерабатывающие заводы г. Уфы. Благодаря успешной эксплуатации опытно-промышленных партий, ООО ИСХЗК в 2012 г. выиграл тендер на поставку крупной партии микросферического катализатора крекинга на установку Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ.

О катализаторе «Октифайн-480П»

Современные микросферические катализаторы крекинга являются сложными композиционными системами и состоят из цеолита и совокупности компонентов, объединенных общим названием «матрица». Цеолит является главным носителем каталитической активности катализатора. Матрица является той средой, в которой цеолит диспергирован. Она предохраняет активный компонент от воздействия высоких температур и каталитических ядов, обеспечивает предварительное расщепление и диффузию углеводородных молекул к активным участкам крекинга. Помимо указанных компонентов в состав каталитической системы могут быть включены добавки, действие которых направлено на увеличение октанового числа бензина, промотирование дожига CO в CO₂, снижение содержания серы в продуктах крекинга и т.д.

В процессе эксплуатации к микросферическим катализаторам крекинга предъявляется ряд требований. Они должны обеспечивать требуемую структуру отбора продуктов крекинга и их качество, обладать необходимой для транспорта крекируемого сырья системой пор и высокой степенью удерживаемости в системе, хорошо регенерироваться и предотвращать выбросы вредных веществ (SO_x, NO_x, CO) в атмосферу. Эти задачи решаются путем целенаправленного конструирования как цеолитового компонента, так и матрицы катализатора. Однако создание каталитической системы — это только часть задачи, так как один и тот же катализатор не может одинаково эффективно работать на разных установках каталитического крекинга.

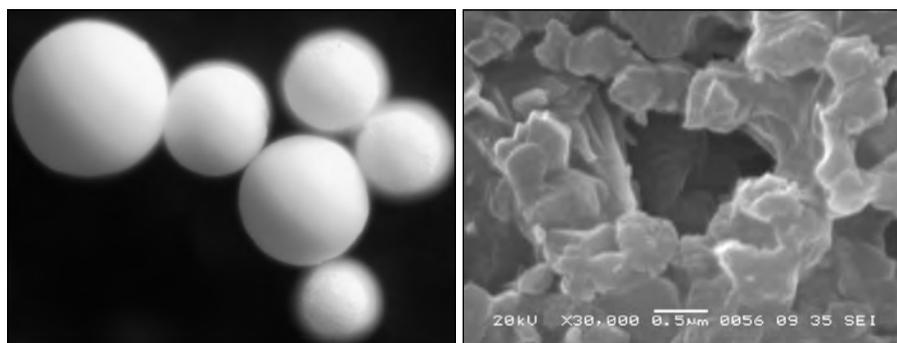


Рис. 3. Электронно-микроскопические снимки микросферического катализатора крекинга «Октифайн-480П»

Таблица 1
Физико-химические характеристики катализатора «Октифайн-480П»

Показатель	Фактическое значение
Содержание оксида натрия, %	0,24–0,32
Содержание оксидов редкоземельных элементов, %	2,0–2,5
Удельная площадь поверхности, м ² /г	Не менее 300
Насыпная плотность, см ³ /г	0,75–0,85
Содержание фракции от 0 до 20 мкм, %	Не более 2
Содержание фракции от 0 до 75 мкм, %	Не менее 55

Разработка каталитической системы под конкретную установку является сложной аналитической задачей и требует проведения большого количества испытаний. В течение нескольких лет специалисты ООО ИСХЗК занимаются разработками в области создания катализаторов и прогнозированием их работы на промышленных установках крекинга. Результатом этой работы явилось создание каталитических систем для ряда установок, эксплуатирующихся как в России, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Так, «Октифайн-480П» является классическим «бензиновым» вариантом катализатора крекинга, действие которого направлено на увеличение выхода бензиновой фракции в процессе крекинга. Такое действие достигается благодаря особенностям строения катализатора: устойчивый к дезактивации ультрастабильный цеолит с уникальной микро/мезопористой структурой в сочетании с высокоселективной матрицей, содержащей в своем составе наноструктурированный оксид алюминия, максимально снижают перекрекинг (расщепление углеводородов до газа и кокса) легких углеводородов и увеличивают селективный крекинг тяжелых фракций.

Электронно-микроскопические снимки катализатора «Октифайн-480П» представлены на рис. 3. Из них видно, что частицы катализатора «Октифайн-480П» обладают практически идеальной сферической формой (фотография слева) и широкопористой структурой (фотография справа).

Некоторые физико-химические характеристики катализатора «Октифайн-480П» приведены в табл. 1.

Результаты эксплуатации катализатора «Октифайн-480П» на установке Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ

26 ноября 2011 г. на установке каталитического крекинга Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ началась плановая замена импортного катализатора на катализатор «Октифайн-480П». Загрузка отечественного катализатора продолжалась до 25 декабря 2012 г. С 17 апреля по 27 мая 2012 г. установка останавливалась на плановый капитальный ремонт.

В целом загрузка катализатора продолжалась 12 мес., за это время в систему было загружено около 900 т катализатора. По оценке специалистов ООО ИСХЗК, по состоянию на 17 апреля 2012 г. содержание «Октифайн-480П» в системе составляло 54,9 %. В ходе пуска установки после капитального ремонта содержание отечественного катализатора в системе снизилось вследствие попадания в нее остатков равновесного катализатора из резервного бункера. По состоянию на конец июня 2012 г. содержание катализатора «Октифайн-480П» в системе снова приблизилось к 50 %.

Динамика изменения содержания катализатора «Октифайн-480П» в системе установки Г-43-107М/1 в 2011–2012 гг. представлена на рис. 4. На момент окончания загрузки содержание отечественного катализатора в системе составляло 79,5 %.

Некоторые параметры технологического процесса на установке Г-43-107М/1 в период с ноября 2011 г. по декабрь 2012 г. представлены в табл. 2.

Таблица 2

Некоторые параметры технологического процесса на установке Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ в 2012 г.

Показатель	Фактическое значение						
	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Характеристика сырья							
Плотность при 20 °С, г/см ³	0,885	0,894	0,903	0,900	0,896	0,896	0,895
Фракционный состав:							
начало кипения при температуре, °С, не выше	262	315	284	288	290	276	284
10 % перегоняется при температуре, °С, не выше	342	365	363	360	356	355	351
50 % перегоняется при температуре, °С, не выше	403	414	423	416	419	412	414
90 % перегоняется при температуре, °С, не выше	465	476	484	479	481	480	476
конец кипения при температуре, °С, не выше	480	491	500	495	496	499	496
Коксуемость по Конрадсону, %	0,10	0,10	0,12	0,12	0,11	0,10	0,11
Технологические параметры							
Температура в реакторе, °С	536	541	539	540	540	543	541
Давление в реакторе, кг/см ²	0,91	0,84	1,00	1,28	1,21	1,09	1,03
Максимальная температура кипящего слоя в регенераторе, °С	644	654	667	685	673	670	659



Рис. 4. Динамика изменения содержания катализатора «Октифайн-480П» в системе установки Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ

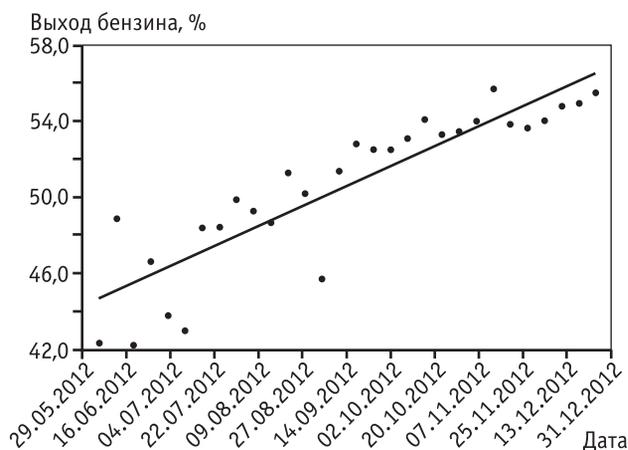
На протяжении всего периода загрузки катализатора «Октифайн-480П» на установке Г-43-107М/1 наблюдался стабильный рост выхода бензиновой фракции. Показатели работы установки в период с июня по декабрь 2012 г. приведены в табл. 3. Динамика изменения выхода и октановых чисел бензина каталитического крекинга представлена на рис. 5–7.

По оценке специалистов КНТ Групп, при рассмотренных режимах работы, характеристиках сырья и постепенном увеличении содержания катализатора «Октифайн-480П» в системе до 95–98 % на установке Г-43-107М/1 наблюдался бы дальнейший рост выхода бензиновой фракции.

Таблица 3

Показатели работы установки Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ в 2012 г.

Наименование	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Содержание «Октифайн-480П» в системе, %	48,6	56,7	62,9	68,3	73,0	76,8	79,5
Норма загрузки свежего катализатора, кг/т	0,52	0,48	0,55	0,54	0,55	0,55	0,54
Выходы основных продуктов (усредненные показатели за месяц), % от сырья							
Пропан-пропиленовая фракция	5,06	4,81	4,69	5,01	5,82	4,86	5,48
Бутан-бутиленовая фракция	13,32	12,26	10,15	9,06	8,02	8,46	8,37
Бензин	44,91	45,28	45,80	51,55	54,26	54,62	54,98
Легкий каталитический газойль	13,92	16,91	19,84	14,96	11,36	10,46	10,40
Октановые числа бензина каталитического крекинга							
МОЧ	82,8	83,1	83,0	83,1	82,8	83,2	83,5
ИОЧ	94,1	94,5	94,7	94,6	94,3	94,3	94,4

**Рис. 5.** Динамика изменения выхода бензина на установке Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ в 2012 г.**Рис. 7.** Динамика изменения октанового числа по исследовательскому методу на установке Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ в 2012 г.**Рис. 6.** Динамика изменения октанового числа по моторному методу на установке Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ в 2012 г.

Опыт эксплуатации катализатора «Октифайн-480П» на зарубежных установках каталитического крекинга

В 2012 г. компанией КНТ Групп была осуществлена поставка 500 т микросферического катализатора крекинга «Октифайн-480П» на установку New FCCU — Phase III «Абаданского НПЗ» (Иран). Загрузка российского катализатора на установке New FCCU началась в сентябре 2012 г., а в январе 2013 г. его содержание в системе достигло 50 %. За это время выход бензиновой фракции на установке увеличился с 38,8 до 46,1 %.

В 2013 г. поставки катализатора «Октифайн-480П» на «Абаданский НПЗ» были продолжены. В настоящее время установка New FCCU продолжает эксплуатироваться с использованием российского продукта.

В марте 2014 г. успешно завершён демонстрационный пробег катализатора «Октифайн-480П» на установке MSCC «Туркменбашинского комплекса НПЗ» (Туркменистан), где ранее эксплуатировался катализатор американской фирмы Grace. За шесть недель в систему установки MSCC было загружено 200 т отечественного катализатора. За это время выход бензиновой фракции увеличился в среднем на 2,1 %. При этом норма загрузки свежего катализатора снизилась с 0,99 до 0,88 кг/т сырья.

Заключение

Следует отметить, что технология производства микросферических катализаторов крекинга, разработанная и применяемая в ООО ИСХЗК, позволяет в широких пределах варьировать их физико-химические свойства и создавать катализаторы, высокоселективные в отношении выхода различных продуктов крекинга (сжиженных газов, бензина, дизельного топлива и пр.).

В настоящее время номенклатура производимой Ишимбайским специализированным химическим заводом катализаторов продукции включает более 10 ма-

рок катализатора «Октифайн». Все они могут применяться как отдельно, так и в сочетании со всевозможными добавками (направленными на увеличение октанового числа бензина, промотирование дожига CO в CO₂, снижение содержания серы в продуктах крекинга и т.д.), применение которых позволяет быстро и гибко реагировать на постоянно меняющиеся требования рынка.

В стоимость поставки микросферических катализаторов крекинга ООО ИСХЗК входят также техническая поддержка и сервисное обслуживание. На протяжении всего периода загрузки осуществляется мониторинг работы установки с выдачей соответствующих отчетов и рекомендаций, а также проводится еженедельный анализ равновесных катализаторов по таким важным параметрам, как микроактивность, газовый и коксовый факторы, химический и фракционный состав, удельная площадь поверхности, насыпная плотность, объем пор и пр.

Таким образом, КНТ Групп — это динамично развивающаяся компания, способная производить высокоэффективные и конкурентоспособные катализаторы, не уступающие современным западным аналогам. Повышение спроса на продукцию КНТ Групп и расширение опыта ее эксплуатации не только снизит потребление импортных катализаторов в России, но и поддержит отечественного производителя.