

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности



исследовательская группа

[www.infomine.ru](http://www.infomine.ru)

**Обзор рынка  
катализаторов  
крекинга (процесс FCC)  
В России и мире**

Москва  
сентябрь, 2017

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/18/527>

Общее количество страниц: 79 стр.

Стоимость отчета – 72 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО "ИГ «Инфомайн»" исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО "ИГ «Инфомайн»".

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>АННОТАЦИЯ</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>1. Классификация катализаторов процесса FCC</b> .....  | <b>14</b> |
| <b>2. Технология производства катализаторов крекинга FCC и используемое в промышленности сырье</b> .....                | <b>15</b> |
| 2.1. Технология производства .....  | 15        |
| 2.2. Основные сырьевые компоненты .....   | 15        |
| 2.2.1. <i>Силикат натрия</i> .....  | 15        |
| 2.2.2. <i>Алюминат натрия</i> .....   | 16        |
| 2.2.3. <i>Каолин</i> .....  | 16        |
| 2.2.4. <i>Редкоземельные металлы (РЗМ)</i> .....  | 17        |
| 2.3. Основные поставщики сырья .....  | 20        |
| <b>3. Краткая характеристика крупнейших мировых компаний-производителей катализаторов крекинга FCC</b> .....            | <b>21</b> |
| 3.1. Grace Catalysts Technologies (США) .....   | 21        |
| 3.2. BASF (Германия) .....  | 23        |
| 3.3. Albemarle (США) .....  | 25        |
| 3.4. Johnson Matthey (Intercat) (Великобритания).....   | 27        |
| 3.5. JGC C&C (Япония) .....   | 29        |
| 3.6. Sinopec (Китай) .....  | 30        |
| 3.7. CNPC (Китай).....  | 31        |
| 3.8. Yueyang Sciensun Chemical (Китай).....   | 33        |
| <b>4. Ценовой анализ мирового рынка катализаторов крекинга FCC в 2012-2017 гг. и прогноз на период до 2023 г.</b> ..... | <b>35</b> |
| 4.1. Структура себестоимости производства катализаторов крекинга FCC....  | 35        |
| 4.2. Цены на катализаторы крекинга FCC в 2012-2017 гг. ....   | 36        |
| 4.3. Прогноз цен на период до 2023 г. ....  | 38        |
| <b>5. Объемы и структура продаж катализаторов крекинга (процесс FCC) на мировом рынке в 2012-2017 гг.</b> .....         | <b>39</b> |
| 5.1. Динамика объемов продаж и выручки от продаж.....   | 39        |
| 5.2. Структура объемов продаж и выручки от продаж .....   | 40        |
| 5.2.1. <i>По ключевым игрокам</i> .....   | 40        |
| 5.2.2. <i>По регионам мира</i> .....  | 43        |
| 5.2.3. <i>По видам катализаторов</i> .....  | 46        |
| 5.2.4. <i>По сферам применения</i> .....  | 49        |
| 5.3. Краткая характеристика крупнейших регионов мира, потребляющих катализаторы крекинга FCC .....                      | 50        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.3.1. Северная Америка .....   | 50        |
| 5.3.2. Европа.....  | 54        |
| 5.3.3. Китай .....  | 58        |
| 5.3.4. Прочие страны Азии.....  | 62        |
| 5.3.5. Ближний Восток.....  | 66        |
| 5.3.5. Южная Америка .....  | 70        |
| 5.3.6. Россия и страны СНГ.....   | 74        |
| <b>6. Прогноз объемов глобальных продаж на период до 2023 г. ....</b>   | <b>76</b> |
| <b>Приложение 1. Основные мировые компании-потребители катализаторов крекинга FCC.....</b>                              | <b>78</b> |
| <b>Приложение 2. Основные мировые дистрибьюторы крупнейших компаний-производителей катализаторов крекинга FCC .....</b> | <b>79</b> |

## СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1: Средние мировые цены на РЗМ в 2011-2016 гг., \$/т
- Таблица 2: Основные мировые поставщики сырья для производства катализаторов крекинга FCC
- Таблица 3: Базовая информация о компании Grace Catalysts Technologies
- Таблица 4: Базовая информация о компании BASF
- Таблица 5: Катализаторы крекинга FCC, выпускаемые компанией BASF для различных видов сырья
- Таблица 6: Базовая информация о компании Albemarle
- Таблица 7: Катализаторы крекинга FCC, выпускаемые компанией Albemarle для различных видов сырья
- Таблица 8: Базовая информация о компании Johnson Matthey
- Таблица 9: Базовая информация о компании JGC S&C
- Таблица 10: Базовая информация о компании Sinopet
- Таблица 11: Базовая информация о компании CNPC
- Таблица 12: Базовая информация о компании Yueyang Sciensun Chemical
- Таблица 13: Технические характеристики активаторов катализаторов FCC производства компании Yueyang Sciensun Chemical
- Таблица 14: Структура себестоимости производства катализаторов крекинга FCC в мире, %
- Таблица 15: Цены на катализаторы крекинга FCC по регионам мира в 2012-2017 гг., \$/т
- Таблица 16: Цены на катализаторы крекинга FCC по компаниям-производителям в 2012-2017 гг., \$/т
- Таблица 17: Объемы глобальных продаж катализаторов крекинга (FCC) по ключевым игрокам в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 18: Объемы выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) ключевых игроков в 2012-2017 гг., млн \$
- Таблица 19: Объемы глобальных продаж катализаторов крекинга (FCC) по регионам мира в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 20: Объемы выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) по регионам мира в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 21: Объемы глобальных продаж катализаторов крекинга (FCC) по видам в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 22: Объемы выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) по видам в 2012-2017 гг., млн \$
- Таблица 23: Объемы глобальных продаж катализаторов крекинга FCC по сферам применения в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 24: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Северной Америке по основным компаниям-производителям в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 25: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Северной Америке по видам в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 26: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Северной Америке по сферам применения в 2012-2017 гг., тыс. т

- Таблица 27: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Европе по основным компаниям-производителям в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 28: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Европе по видам в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 29: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Европе по сферам применения в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 30: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Китае по основным компаниям-производителям в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 31: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC по видам в Китае в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 32: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Китае по сферам применения в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 33: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в странах Азии (кроме Китая) по основным компаниям-производителям в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 34: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC по видам в странах Азии (кроме Китая) в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 35: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в странах Азии (кроме Китая) по сферам применения в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 36: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в странах Ближнего Востока по основным компаниям-производителям в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 37: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC по видам в странах Ближнего Востока в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 38: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в странах Ближнего Востока по сферам применения в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 39: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Южной Америке по основным компаниям-производителям в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 40: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC по видам в Южной Америке в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 41: Объемы продаж катализаторов крекинга FCC в Южной Америке по сферам применения в 2012-2017 гг., тыс. т
- Таблица 42: Технические характеристики микросферического катализатора крекинга ОКТИФАЙН производства ИСХЗК (по ТУ 2177-023-94262278-2013)
- Таблица 43: Распределение выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) по регионам мира в 2012-2023 гг., млн \$, %
- Таблица 44: Глобальные продажи катализаторов крекинга (FCC) по сферам применения в 2012-2023 гг., тыс. т

## СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1: Внешний вид микросферического катализатора крекинга FCC
- Рисунок 2: Среднегодовые цены на каолин в США в 2007-2016 гг., \$/т
- Рисунок 3: Структура мировой добычи и производства PЗМ по регионам в 2016 г., %
- Рисунок 4: Распределение и добыча PЗМ в мире
- Рисунок 5: Динамика мировых цен на PЗМ в 2011-2016 гг., \$/т
- Рисунок 6: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства Grace Catalysts Technologies в 2012-2017 гг.
- Рисунок 7: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства BASF в 2012-2017 гг.
- Рисунок 8: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства Albemarle в 2012-2017 гг.
- Рисунок 9: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства Johnson Matthey в 2012-2017 гг.
- Рисунок 10: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства JGC S&C в 2012-2017 гг.
- Рисунок 11: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства Sinopet в 2012-2017 гг.
- Рисунок 12: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства CNPC в 2012-2017 гг.
- Рисунок 13: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) производства Yueyang Sciensun Chemical в 2012-2017 гг.
- Рисунок 14: Динамика среднегодовых мировых цен на катализаторы крекинга FCC в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 15: Динамика среднегодовых цен на катализаторы крекинга FCC по регионам мира в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 16: Прогноз среднегодовых мировых цен на катализаторы крекинга FCC на период 2017-2023 гг., \$/т
- Рисунок 17: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) в мире в 2012-2017 гг.
- Рисунок 18: Структура глобальных продаж катализаторов крекинга (FCC) по ключевым игрокам в 2012-2017 гг., %
- Рисунок 19: Структура выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) по ключевым игрокам в 2012-2017 гг., %
- Рисунок 20: Доли крупнейших компаний-производителей в общем объеме продаж и выручке от продаж катализаторов крекинга (FCC) в мире в 2016 г., %
- Рисунок 21: Структура глобальных продаж катализаторов крекинга (FCC) по регионам мира в 2012-2017 гг., %

- Рисунок 22: Структура выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) по регионам мира в 2012-2017 гг., %
- Рисунок 23: Структура глобальных продаж катализаторов крекинга (FCC) по регионам мира в 2016 г., %
- Рисунок 24: Структура выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) по регионам мира в 2016 г., %
- Рисунок 25: Структура глобальных продаж катализаторов крекинга (FCC) по видам в 2012-2017 гг., %
- Рисунок 26: Структура выручки от продаж катализаторов крекинга (FCC) по видам в 2012-2017 гг., %
- Рисунок 27: Структура продаж на мировом рынке катализаторов крекинга (процесс FCC) по видам в 2016 г., %
- Рисунок 28: Структура выручки от продаж на мировом рынке катализаторов крекинга (процесс FCC) по видам в 2016 г., %
- Рисунок 29: Структура глобальных продаж катализаторов крекинга FCC по сферам применения в 2012-2017 гг., %
- Рисунок 30: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в Северной Америке в 2012-2017 гг.
- Рисунок 31: Динамика среднегодовых цен на катализаторы крекинга FCC в Северной Америке в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 32: Доли компаний-поставщиков в общем объеме продаж катализаторов крекинга FCC в Северной Америке в 2016 г., %
- Рисунок 33: Структура объемов продаж катализаторов крекинга FCC в Северной Америке по видам в 2016 г., %
- Рисунок 34: Прогноз объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в Северной Америке в 2017-2023 гг.
- Рисунок 35: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в Европе в 2012-2017 гг.
- Рисунок 36: Динамика среднегодовых цен на катализаторы крекинга FCC в Европе в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 37: Доли компаний-поставщиков в общем объеме продаж катализаторов крекинга FCC в Европе в 2016 г., %
- Рисунок 38: Прогноз объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в Европе в 2017-2023 гг.
- Рисунок 39: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в Китае в 2012-2017 гг.
- Рисунок 40: Динамика среднегодовых цен на катализаторы крекинга FCC в Китае в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 41: Доли компаний-поставщиков в общем объеме продаж катализаторов крекинга FCC в Китае в 2016 г., %
- Рисунок 42: Прогноз объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в Китае в 2017-2023 гг.
- Рисунок 43: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в странах Азии (кроме Китая) в 2012-2017 гг.



- Рисунок 44: Динамика среднегодовых цен на катализаторы крекинга FCC в странах Азии (кроме Китая) в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 45: Доли компаний-поставщиков в общем объеме продаж катализаторов крекинга FCC в странах Азии (кроме Китая) в 2016 г., %
- Рисунок 46: Прогноз объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в странах Азии (кроме Китая) в 2017-2023 гг.
- Рисунок 47: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в странах Ближнего Востока в 2012-2017 гг.
- Рисунок 48: Динамика среднегодовых цен на катализаторы крекинга FCC в странах Ближнего Востока в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 49: Доли компаний-поставщиков в общем объеме продаж катализаторов крекинга FCC в странах Ближнего Востока в 2016 г., %
- Рисунок 50: Прогноз объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в странах Ближнего Востока в 2017-2023 гг.
- Рисунок 51: Динамика объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в Южной Америке в 2012-2017 гг.
- Рисунок 52: Динамика среднегодовых цен на катализаторы крекинга FCC в странах Ближнего Востока в 2012-2017 гг., \$/т
- Рисунок 53: Доли компаний-поставщиков в общем объеме продаж катализаторов крекинга FCC в Южной Америке в 2016 г., %
- Рисунок 54: Прогноз объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга FCC в странах Ближнего Востока в 2017-2023 гг.
- Рисунок 55: Доли компаний-производителей катализаторов крекинга FCC, представленных на рынке РФ в 2016 г., %
- Рисунок 56: Прогноз динамики объемов продаж (тыс. т) и выручки от продаж (млн \$) катализаторов крекинга (FCC) в мире в 2017-2023 гг.

## АННОТАЦИЯ

Настоящий отчет является **первым изданием** готового исследования мирового рынка катализаторов крекинга FCC.

**Цель исследования** – анализ мирового рынка катализаторов крекинга FCC.

**Объектом исследования** являются катализаторы процесса флюид-каталитического крекинга нефти в псевдоожигенном слое (процесс FCC).

Работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные публикаций исследовательского центра QYR Chemical & Material Research Center, материалы годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов предприятий-производителей и потребителей катализаторов.

**Хронологические рамки исследования:** 2012-2016 гг.; прогноз – 2017-2023 гг.

**География исследования:** Россия, СНГ, мир.

**Объем исследования:** отчет состоит из **6** частей, содержит **79** страниц, в том числе **44** таблицы, **56** рисунков и **2** приложения.

**Первая глава** отчета посвящена описанию классификации катализаторов крекинга нефтяного сырья в псевдоожигенном слое катализатора (процесс FCC) и выявлению основных видов перерабатываемого сырья и направлений проведения процесса в зависимости от желаемого результата.

**Во второй главе** дано описание технологии производства, основных сырьевых компонентов для производства катализаторов FCC, а также даны направления поставок сырья.

**Третья глава** посвящена характеристике основных компаний-производителей рассматриваемой продукции.

**Четвертая глава** посвящена анализу мировых цен на катализаторы крекинга FCC в 2012-2016 гг. Приведена структура себестоимости производства данной продукции, а также прогноз мировых цен на период до 2023 г.

**В пятой главе** отчета рассматривается рынок глобальных продаж катализаторов крекинга FCC в 2012-2016 гг. Представлена динамика объемов продаж и выручки от продаж, а также структура продаж по ключевым игрокам, по регионам мира и др. Кроме того, в главе представлены краткие характеристики основных регионов потребления катализаторов FCC,

**В шестой главе** дан прогноз развития рынка на период до 2023 г.

**В приложениях** приведен список крупнейших компаний-потребителей катализаторов флюид-каталитического крекинга нефти в псевдоожигенном слое и основных компаний-дистрибьюторов.

**Целевая аудитория исследования:**

- участники рынка катализаторов катализаторов флюид-каталитического крекинга нефти в псевдооживленном слое (процесс FCC) – производители, потребители, трейдеры;

- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке катализаторов.

## ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим процессом нефтепереработки является *каталитический крекинг*. Крекинг углеводородов – наиболее многотоннажный промышленный каталитический процесс. С помощью крекинга из нефти получается жидкое моторное топливо: бензин, дизельное и реактивное топливо.

За длительный период своего развития, начиная с 20-х годов, процесс каталитического крекинга совершенствовался, как в отношении способа контакта сырья и катализатора (в стационарном слое, в движущемся слое шарикового катализатора, в «кипящем» слое микросферического катализатора), так и в отношении применяемых катализаторов (таблетированные катализаторы на основе природных глин, шариковые синтетические алюмосиликаты, микросферические алюмосиликаты).

Первые установки с кипящим слоем микросферического катализатора (процесс FCC) появились в 1949 г. В 80-х гг. с переходом промышленности на новое сырье (вакуумный газойль вместо фракций дизельного топлива) процесс каталитического крекинга с флюидизированным катализатором FCC, взвешенным в нефтяных парах или газе и действующем как жидкость, стал главным среди прочих разновидностей данного процесса.

В настоящее время процесс FCC обеспечивает выработку 40-50% бензина в мире. Использование хорошо подобранного FCC катализатора позволяет нефтеперерабатывающему заводу максимизировать выход высокоценных топлив из высококипящего диапазона тяжелых нефтяных остатков.

Каталитический крекинг на установках FCC, как правило, состоит из циклических процессов, включающих отдельные зоны для каталитической реакции, отпарки и регенерации катализатора.

Высокомолекулярное углеводородное сырье превращают в газообразные, низкокипящие углеводороды, которые впоследствии отделяют от катализатора в подходящем сепараторе (например, циклонном).

Катализатор, на тот момент дезактивированный коксом, отложившимся на его поверхности, направляют в отпарную колонну. Дезактивированный катализатор подвергают контактированию с паром для удаления увлеченных углеводородов, которые затем объединяют с парами, выходящими из циклонного сепаратора, с целью получения смеси, которую потом пропускают далее по ходу потока в другое оборудование для дополнительной обработки.

Содержащие кокс частицы катализатора, подаваемые из отпарной колонны, вводят в регенератор, обычно регенератор с псевдоожиженным слоем, где катализатор активируют сжиганием кокса в присутствии кислородсодержащего газа, например, воздуха.

FCC процесс использует мелкий порошок катализатор (рисунок 1), который обеспечивает большую гибкость при эксплуатации установок, перерабатывающих сырье с низким и умеренным содержанием остаточных компонентов, что позволяет увеличить выход ценных продуктов.

**Рисунок 1: Внешний вид  
микросферического катализатора крекинга FCC**



*Источник: обзор специализированной литературы*

Промышленные марки катализаторов FCC, как правило, характеризуются средними размерами частиц, находящимися в пределах от 50 до 150 мкм (предпочтительно от 50 до 100 мкм). В катализаторах крекинга содержится ряд компонентов, каждый из которых предназначен для улучшения общих показателей катализатора. Некоторые компоненты влияют на активность и селективность, в то время как другие оказывают влияние на целостность и удерживающие свойства частиц катализатора.

## 1. Классификация катализаторов процесса FCC

Выход и качество продуктов с установки каталитического крекинга определяется составом сырья, технологическим режимом работы реакторно-регенераторного блока, типом катализаторов крекинга и др.

Технологические режимы эксплуатации катализаторов крекинга могут существенно отличаться в зависимости от требуемого объема и качества производимой продукции. При этом технологический режим может быть направлен на увеличение бензиновой или дизельной фракции, снижение содержания серы и др.

**В зависимости от желаемого результата** выбор катализатора может регламентироваться:

- снижением содержания серы в конечном продукте;
- повышением содержания легких олефинов в газовых продуктах крекинга;
- повышением выхода средних дистиллятов (лигроина);
- увеличением производительности;
- другими критериями.

При разработке технологии и аппаратурного оформления процесса каталитического крекинга *с пониженным содержанием серы в конечном продукте* учитывается ужесточение экологических норм содержания серы в моторном топливе. В связи с этим подчеркивается важность снижения содержания серы непосредственно в установке FCC.

Растущий во всем мире (особенно в Азиатском регионе) спрос на пропилен диктует разработку технологий крекинга *с повышением выхода пропилена*. Обычно это достигается путем использования сложной катализаторной системы на основе редкоземельного сырья в сочетании с жесткими условиями реакции (процесс глубокого каталитического крекинга – DCC).

При стремлении обеспечить высокую активность первичного крекинга и *ограничить вторичный крекинг среднего дистиллята* катализатор должен сочетать в себе максимальную активность и доступность для молекул реагента.

*Для увеличения производительности реактора* используют катализатор, способствующий замедлению процесса образования масляного остатка и загрязнения днища реактора.

К прочим критериям можно отнести снижение коксообразования и др.

**В зависимости от перерабатываемого сырья** катализаторы крекинга для применения в процессе FCC делятся на используемые при переработке:

- вакуумного газойля;
- нефтяных остатков (вакуумный остаток – VR, атмосферный остаток – AR или их смеси с другими дистиллятами);
- прочих нефтяных остатков (атмосферный газойль – AGO и др.).

## 2. Технология производства катализаторов крекинга FCC и используемое в промышленности сырье

### 2.1. Технология производства

Сырьевые компоненты (силикат натрия, тригидрат оксида алюминия и гидроксид натрия) взвешивают и направляют в смесительные резервуары для перемешивания до гомогенного состояния.

Образовавшийся гель поступает в кристаллизатор. Процесс кристаллизации строго контролируется. После завершения кристаллизации вращающийся фильтр отделяет и промывает кристаллическую суспензию цеолита.

Для катионного обмена (кальций, калий или другие катионы, замещают натрий в кристаллах) кристаллическую массу переносят в разогретый резервуар с раствором соли соответствующего металла. Полученную суспензию промывают и фильтруют таким же образом, как исходную.

После отделения и промывки отфильтрованную массу транспортируют в бункеры, где кристаллы из фильтра смешивают со специально разработанными глинистыми связующими и гранулируют. В результате получают гранулы (экструдаты) или шарики (сферы) размерами около 1,6 мм и 3,2 мм.

Готовый продукт сушат и обжигают во вращающейся печи, чтобы вытеснить воду и активировать молекулярные сита цеолита.

Затем адсорбенты немедленно упаковывают, чтобы предотвратить попадание влаги.

### 2.2. Основные сырьевые компоненты

Катализаторы FCC представляют собой слаборастворимые в воде порошки от светло-желтого до желтого цвета. В их состав обычно входят кремнеземы (силикат натрия) в качестве связующего, глиноземы (алюминат натрия), глина в качестве наполнителя и цеолиты (обычно это редкоземельные элементы, преимущественно соединения лантана). Некоторые виды катализаторов могут также содержать оксид магния, платину и др.

#### 2.2.1. Силикат натрия

Мировой рынок силиката натрия ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) характеризуется небольшим стабильным ростом во всех областях применения (наполнитель в производстве эластомеров, огнеупоров и др., добавка к моющим и косметическим средствам, носители для адсорбентов и т.д.).

Крупнейшими мировыми компаниями-производителями этого сырьевого компонента для производства катализаторов являются:

\* PQ Corporation (США);

- \* WR Grace & Co. (США);
- \* Tokuyama (Япония);
- \* PPG Industries (США);
- \* Nippon Chemical (Япония);
- \* Huber (Германия);
- \* Albemarle (США).

### 2.2.2. Алюминат натрия

В производстве катализаторов растворы алюмината натрия ( $\text{NaAlO}_2$ ) являются промежуточными продуктами при получении цеолитов.

Кроме того, алюминат натрия используют в качестве дополнения к коагулянтам в системах смягчения воды, для ускорения затвердевания бетона в строительстве, для производства огнеупорного кирпича, в целлюлозно-бумажной промышленности и т.д.

Во всех этих секторах поребление данного химиката достаточно стабильно. Рынок и далее будет развиваться без резких скачков.

### 2.2.3. Каолин

Каолины – светлоокрашенные глинистые породы, состоящие преимущественно из каолинита (теоретическое содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 39,5%,  $\text{SiO}_2$  – 46,5%,  $\text{H}_2\text{O}$  – 14,0%) и кварца. Каолины характеризуются инертностью по отношению к кислым и щелочным растворам, высокой огнеупорностью, высокой механической прочностью в сухом состоянии, белым цветом обожженного черепка и способностью образовывать с водой пластичную массу (пластичные разновидности).

Эти свойства определяют применение каолина в качестве сырья для производства тонкой, хозяйственной, санитарной, электро- и радиокерамики, огнеупорных изделий, стекла и ультрамарина. Высокая дисперсность, белый цвет, диэлектрические свойства, химическая инертность, хорошая диспергируемость и смачиваемость определяют широкое использование каолинов в качестве универсального наполнителя при производстве бумаги, резинотехнических, кабельных, пластмассовых изделий и т.д.

Мировые запасы каолина оцениваются более чем в 1 млрд т, при этом основная доля приходится на месторождения США (штаты Джорджия и Южная Каролина), Великобритании (обл. Корнуолл) и Бразилии (в нижней области р. Амазонки).

В настоящее время производство каолинов в мире оценивается в 36-37 млн т в год. Основными производителями каолина в мире являются США (16-17% мирового производства), Германия (8-14%), Чехия (9-11%) и Китай (8-9%).

Средние цены на каолин в США в 2007-2016 гг. представлены на рисунке 2.