

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



исследовательская группа

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

# Обзор рынка катализаторов нефтепереработки в России

4 издание

Москва  
июль, 2018

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/18/437>

Общее количество страниц: 168 стр.

Стоимость отчета – 96 000 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

АННОТАЦИЯ.....	10
ВВЕДЕНИЕ.....	12
<b>1. Классификация катализаторов и основные направления использования каталитических процессов в нефтепереработке.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Номенклатура выпускаемых в России катализаторов нефтепереработки и сырье для их производства .....</b>	<b>24</b>
<b>3. Производство катализаторов нефтепереработки в РФ в 2006-2017 гг.....</b>	<b>36</b>
3.1. Мощности по производству катализаторов нефтепереработки.....	36
3.1. Динамика и структура производства катализаторов нефтепереработки ..	38
3.3. Текущее состояние основных российских производителей катализаторов нефтепереработки .....	42
АО "Газпромнефть-Омский нефтеперерабатывающий завод" (г. Омск) .	42
ООО "Салаватский катализаторный завод" (Респ. Башкортостан) .....	48
Компания "КНТ Групп" (Респ. Башкортостан).....	51
ООО "Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов" (ИСХЗК)	51
ООО "Стерлитамакский завод катализаторов" .....	54
ЗАО "Промышленные катализаторы" (Рязанская обл.) .....	55
АО "Ангарский завод катализаторов и органического синтеза" – АЗКиОС (Иркутская обл.) .....	59
ООО "Новокуйбышевский завод катализаторов" (Самарская обл.).....	63
ООО "НПК "Синтез" (г. Барнаул, Алтайский край).....	65
Прочие предприятия.....	66
3.4. Основные научные и научно-производственные организации России, занимающиеся разработкой катализаторов нефтепереработки.....	68
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (г. Новосибирск).....	68
ООО "Компания КАТАХИМ" (г. Москва) .....	69
ООО Научно-производственная фирма "ОЛКАТ" (г. Санкт-Петербург) .	72
ООО "НПП "Нефтехим" (г. Краснодар) .....	74
АО "ВНИИ НП" (г. Москва) .....	76
<b>4. Экспорт-импорт катализаторов нефтепереработки в России в 2006-2018 гг. ....</b>	<b>77</b>
4.1. Объем экспорта-импорта в натуральном и денежном выражении .....	77
4.2. Направления и структура экспортно-импортных поставок .....	80
4.2.1. Экспорт.....	80
4.2.2. Импорт.....	85
4.3. Обзор российских экспортно-импортных цен катализаторов нефтепереработки в 2006-2018 гг. ....	93

4.4. Основные зарубежные компании-производители катализаторов нефтепереработки в Россию .....	99
<i>BASF Catalysts</i> .....	104
<i>Grace, Chevron, ART</i> .....	106
<i>Albemarle Catalysts Company</i> .....	110
<i>UOP</i> .....	111
<i>Criterion Catalyst Company</i> .....	113
<i>Johnson Matthey Catalysts</i> .....	114
<i>Haldor Topsoe</i> .....	115
<b>5. Потребление катализаторов нефтепереработки в России в 2006-2017 гг.</b> .....	<b>116</b>
5.1. Баланс потребления катализаторов нефтепереработки .....	116
5.2. Характеристика и обзор ситуации в нефтеперерабатывающей промышленности РФ .....	121
5.3. Использование катализаторов в основных процессах нефтепереработки на российских НПЗ .....	132
<i>Каталитический крекинг</i> .....	132
<i>Гидропроцессы (гидроочистка, гидрокрекинг, гидродепарафинизация)</i> ..	135
<i>Риформинг, изомеризация, производство ароматических углеводородов</i>	139
<b>6. Прогноз производства и потребления катализаторов нефтепереработки до 2030 г.</b> .....	<b>143</b>
Приложение 1. Установки каталитического крекинга на нефтеперерабатывающих предприятиях России .....	152
Приложение 2. Установки гидроочистки на нефтеперерабатывающих предприятиях России .....	153
Приложение 3. Установки гидрокрекинга на нефтеперерабатывающих предприятиях России .....	159
Приложение 4. Установки депарафинизации нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих предприятиях России .....	160
Приложение 5. Установки риформинга на нефтеперерабатывающих предприятиях России .....	161
Приложение 6. Установки изомеризации на нефтеперерабатывающих предприятиях России .....	163
Приложение 7. Установки получения ксилолов на нефтеперерабатывающих предприятиях России .....	164
Приложение 8. Адресная книга предприятий-производителей катализаторов нефтепереработки в России.....	165
Приложение 9. Адресная книга зарубежных предприятий-производителей катализаторов нефтепереработки .....	166
Приложение 10. Адресная книга основных предприятий-потребителей катализаторов нефтепереработки в России .....	167

## СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1: Основные направления использования каталитических процессов в нефтепереработке
- Таблица 2: Состав технического ксилола, полученного различными способами, % по массе
- Таблица 3: Номенклатура и характеристика основных катализаторов нефтепереработки выпускаемых в РФ
- Таблица 4: Основные виды сырья и поставщики для производства катализаторов нефтепереработки
- Таблица 5: Ж/д поставки алюминиевого сырья на катализаторные предприятия России в 2006-2017 гг., т
- Таблица 6: Мощности по производству катализаторной продукции для нефтеперерабатывающей отрасли в России (на начало 2018 г.)
- Таблица 7: Основные российские производители катализаторов нефтепереработки
- Таблица 8: Производство катализаторов нефтепереработки на российских предприятиях в 2006-2017 гг., тыс. т
- Таблица 9: Финансовые показатели ООО "СКатЗ" в 2010-2016 гг., млн руб.
- Таблица 10: Технические характеристики катализатора ОКТИФАЙН производства ИСХЗК
- Таблица 11: Технические характеристики микросферического катализатора АДАМАНТ производства ИСХЗК
- Таблица 12: Номенклатура катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга, выпускаемых ЗАО "Промышленные катализаторы"
- Таблица 13: Российские установки, работающие на катализаторах, выпускаемых ЗАО "Промышленные катализаторы"
- Таблица 14: Основные финансовые показатели ЗАО "Промышленные катализаторы" в 2007-2016 гг., млн руб
- Таблица 15: Номенклатура катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга, выпускаемых АО "АЗКиОС"
- Таблица 16: Номенклатура катализаторов риформинга и изомеризации, выпускаемых АО "АЗКиОС"
- Таблица 17: Основные финансово-экономические показатели АО "АЗКиОС" в 2010-2016 гг.
- Таблица 18: Номенклатура катализаторов гидроочистки, выпускаемых ООО "Новокуйбышевский завод катализаторов"
- Таблица 19: Основные финансовые показатели ООО "НЗК" в 2007-2016 гг., млн руб.
- Таблица 20: Катализаторы нефтепереработки, разработанные ЗАО "Нижегородские Сорбенты"
- Таблица 21: Основные отечественные разработчики катализаторов нефтепереработки
- Таблица 22: Катализаторы крекинга для установок ТСС, разработанные ООО "Компания КАТАХИМ"

- Таблица 23: Предприятия, использующие катализаторы нефтепереработки производства ООО "Компания КАТАХИМ"
- Таблица 24: Внедрение на российских НПЗ технологии "Изомалк-2" и поставки катализаторов изомеризации СИ-2
- Таблица 25: Основные характеристики катализаторов риформинга ООО "НПП "Нефтехим"
- Таблица 26: Внешняя торговля катализаторами нефтепереработки в РФ в 2006-2018 гг., т, тыс. \$
- Таблица 27: Основные страны-получатели катализаторов нефтепереработки из России в 2006-2015 гг., т
- Таблица 28: Поставки катализаторов нефтепереработки из России по видам в 2006-2018 гг., т
- Таблица 29: Российские компании-поставщики катализаторов нефтепереработки в 2006-2018 гг., т
- Таблица 30: Направления поставок импортных катализаторов нефтепереработки в Россию в 2006-2018 гг., т
- Таблица 31: Поставки импортных катализаторов нефтепереработки в Россию по видам в 2006-2018 гг., т
- Таблица 32: Основные российские получатели импортных катализаторов нефтепереработки в 2006-2018 гг., т
- Таблица 33: Среднегодовые экспортные цены РФ на катализаторы нефтепереработки различных видов в 2006-2018 гг., \$/кг
- Таблица 34: Среднегодовые импортные цены РФ на катализаторы нефтепереработки различных видов в 2006-2018 гг., \$/кг
- Таблица 35: Среднегодовые импортные цены на различные виды катализаторов нефтепереработки, приобретенные российскими НПЗ в 2010-2018 гг., \$/кг
- Таблица 36: Среднегодовые цены на катализаторы нефтепереработки различных видов, поставленных в Россию в 2010-2018 гг. основными западными компаниями, \$/кг
- Таблица 37: Основные зарубежные производители катализаторов нефтепереработки, поставляющие их в Россию в 2009-2018 гг., т
- Таблица 38: Распределение поставок основных видов катализаторов нефтепереработки в Россию по компаниям-поставщикам в 2010-2018 гг., т
- Таблица 39: Импортёры катализаторов нефтепереработки BASF Catalysts в 2009-2018 гг., т
- Таблица 40: Российские потребители катализаторов компаний Grace, ART и Chevron в 2009-2018 гг., т
- Таблица 41: Российские потребители катализаторов компании Axens в 2009-2018 гг., т
- Таблица 42: Российские потребители катализаторов Albemarle Catalysts Company в 2009-2018 гг., т
- Таблица 43: Российские потребители катализаторов компании UOP в 2009-2018 гг., т
- Таблица 44: Российские потребители катализаторов Criterion Catalyst Company в 2009-2018 гг., т

- Таблица 45: Российские потребители катализаторов Johnson Matthey Catalysts в 2009-2018 гг., т
- Таблица 46: Российские потребители катализаторов компании Haldor Topsoe в 2009-2018 гг., т
- Таблица 47: Объемы потребления катализаторов нефтепереработки в России в 2008-2017 гг., тыс. т, %
- Таблица 48: Объемы потребления катализаторов нефтепереработки в России по видам в 2010-2017 гг., тыс. т, %
- Таблица 49: Доля импорта в потреблении катализаторов нефтепереработки различных видов в РФ (усредненный показатель за 2010-2015 гг. и 2016-2017 гг.), %
- Таблица 50: Выпуск основных видов нефтепродуктов в России в 1990-2017 гг., млн т
- Таблица 51: Объемы первичной переработки нефти российскими компаниями в 2011-2017 гг., млн т
- Таблица 52: Состав технологических процессов российской и зарубежной нефтепереработки (% от общего объема первичной переработки сырой нефти) по состоянию на 2015 г.
- Таблица 53: Ввод в эксплуатацию установок вторичной переработки сырья российскими НПЗ в 2011-2018 гг.
- Таблица 54: Перенос сроков ввода в эксплуатацию установок нефтепереработки российскими НПЗ (по состоянию на середину 2018 г.)
- Таблица 55: Изменение мощностей по переработке нефти в 2005-2018 гг. в России, млн т
- Таблица 56: Оценка состояния обеспечения катализаторами нефтепереработки предприятий РФ
- Таблица 57: Объем инвестиций в модернизацию нефтеперерабатывающей промышленности России до 2030 г., млрд руб
- Таблица 58: Ввод новых мощностей и установок вторичной переработке нефти в России до 2020 г.
- Таблица 59: Хронология закупок катализаторов нефтепереработки по видам и по нефтяным компаниям в 2010-2014 гг. и прогноз закупок на период до 2020 г.
- Таблица 60: Потребление катализаторов нефтепереработки в РФ по видам в 2010-2015 гг. и прогноз на период до 2025 г., т
- Таблица 61: Производство катализаторов нефтепереработки в РФ по видам в 2017 г. и прогноз увеличения мощностей на период до 2025 г., т

## СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1: Структура выпуска катализаторов России по предприятиям в 2006-2017 гг., %
- Рисунок 2: Структура выпуска катализаторов нефтепереработки по видам в 2013-2017 гг., %
- Рисунок 3: Динамика производства катализаторов нефтепереработки в России в 2006-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 4: Динамика производства катализаторов нефтепереработки в АО "Газпромнефть-Омский НПЗ" в 2006-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 5: Схема строящегося производства катализаторов крекинга, гидроочистки и гидрокрекинга АО "Газпромнефть-Омский НПЗ"
- Рисунок 6: Динамика производства катализаторов в ООО "СКатЗ" в 2006-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 7: Динамика производства катализаторов в ООО "ИСХЗК" в 2010-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 8: Производство катализаторов АО "АЗКиОС" в 2003-2017 гг., т
- Рисунок 9: Схема промышленной установки по производству катализаторов гидроочистки ООО "НПК "Синтез"
- Рисунок 10: Динамика экспортно-импортных поставок катализаторов нефтепереработки в РФ в 2006-2018 гг., т
- Рисунок 11: Динамика экспорта из России отработанных катализаторов нефтепереработки в 2006-2018 гг., т
- Рисунок 12: Динамика российского экспорта катализаторов нефтепереработки в натуральном (т) и стоимостном (тыс. \$) выражении в 2006-2018 гг.
- Рисунок 13: Географическая структура экспорта российских катализаторов нефтепереработки в 2006-2015 гг., %
- Рисунок 14: Структура экспортных поставок российских катализаторов нефтепереработки, % (усредненная за 2006-2018 гг.)
- Рисунок 15: Динамика российского импорта катализаторов нефтепереработки в натуральном (т) и стоимостном (тыс. \$) выражении в 2006-2018 гг.
- Рисунок 16: Структура импортных катализаторов нефтепереработки в натуральном и стоимостном выражении, % (усредненная за 2006-2018 гг.)
- Рисунок 17: Динамика российского импорта катализаторов нефтепереработки по видам в 2006-2018 гг., т
- Рисунок 18: Структура российских получателей катализаторов нефтепереработки в 2006-2018 гг., %
- Рисунок 19: Суммарные поставки катализаторов нефтепереработки непосредственно нефтеперерабатывающим заводам и нефтяным компаниям России в 2006-2018 гг., тыс. т
- Рисунок 20: Сравнение импортных и экспортных цен катализаторов гидропроцессов в 2006-2018 гг., \$/кг
- Рисунок 21: Поставки катализаторов нефтепереработки западными компаниями в РФ в 2006-2017 гг., т



- Рисунок 22: Распределение поставок в Россию катализаторов нефтепереработки по компаниям-поставщикам в 2006-2018 гг., %
- Рисунок 23: Распределение поставок в Россию основных видов катализаторов нефтепереработки по компаниям-поставщикам (усредненное за 2010-2018 гг.), %
- Рисунок 24: Динамика внутреннего потребления катализаторов нефтепереработки в России (тыс. т) и доля импорта (%) в 2006-2017 гг.
- Рисунок 25: Динамика внутреннего потребления катализаторов нефтепереработки (по видам) в России в 2010-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 26: Структура потребления катализаторов нефтепереработки по видам (усредненная за 2010-2017 гг.), %
- Рисунок 27: Доли компаний на катализаторном рынке России в 2017 г., %
- Рисунок 28: Объем переработки нефти российскими НПЗ (млн т) и глубина переработки нефти (%) в 1998-2017 гг.
- Рисунок 29: Структура автомобильного бензина по экологическим классам в 2011-2017 гг., %
- Рисунок 30: Основные российские НПЗ по объемам переработки нефти в 2017 г., млн т
- Рисунок 31: Суммарное количество введенных и реконструированных установок вторичной переработки нефти в РФ в 2011-2017 гг., штук
- Рисунок 32: Потребление отечественных катализаторов крекинга, импортных катализаторов компаний Grace и BASF российскими НПЗ в 2006-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 33: Потребление катализаторов гидроочистки (в т.ч. гидрокрекинга) зарубежного производства российскими НПЗ в 2006-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 34: Потребление катализаторов риформинга зарубежного производства российскими НПЗ в 2006-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 35: Прогноз производства и потребления катализаторов нефтепереработки в РФ до 2025-2030 гг., тыс. т

## АННОТАЦИЯ

Настоящий отчет является **четвертым изданием** готового исследования рынка катализаторов нефтепереработки в России.

**Цель исследования** – анализ российского рынка катализаторов нефтепереработки.

**Объектом исследования** являются катализаторы процессов каталитического крекинга, гидропроцессов (гидроочистка, гидрообессеривание, гидрокрекинг, гидродепарафинизация, риформинг, изомеризация).

Работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат), статистики железнодорожных перевозок, таможенной статистики, базы данных "Инфомайн". Также были привлечены материалы отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов предприятий-производителей и потребителей катализаторов, а также научно-техническая литература.

**Хронологические рамки исследования:** 2006-2017 гг.; прогноз – 2018-2030 гг.

**География исследования:** Россия.

**Объем исследования:** отчет состоит из 6 частей, содержит **168** страниц, в том числе **61** таблицу, **35** рисунков и **10** приложений.

**Первая глава** отчета посвящена описанию классификации катализаторов нефтепереработки и выявлению основных направлений использования каталитических процессов в нефтепереработке.

**Во второй главе** дана развернутая номенклатура производимых в России катализаторов нефтепереработки и их краткая характеристика. Проведен обзор основных сырьевых компонентов, необходимых для выпуска катализаторов нефтепереработки.

**Третья глава** посвящена производству катализаторов нефтепереработки в России. Даны статистические и оценочные данные по объемам выпуска данных катализаторов в России в 2006-2017 гг., выявлена структура выпуска катализаторов по видам. Дан обзор российских предприятий-производителей катализаторов нефтепереработки, а также организаций, занимающихся разработкой и внедрением этих катализаторов.

**Четвертая глава** посвящена анализу внешнеторговых операций России с катализаторами нефтепереработки в 2006-2017 гг. и за 5 мес. 2018 г. Кроме того, дано описание основных зарубежных компаний-поставщиков этих катализаторов на российский рынок. В этой главе приведены также сведения об уровне экспортно-импортных цен на катализаторы нефтепереработки различных видов в 2006-2015 гг. и за 5 мес. 2018 г. (крекинг, гидроочистка, гидрокрекинг, риформинг и изомеризация).

**В пятой главе** отчета рассматривается потребление катализаторов нефтепереработки в России. В данном разделе приведен баланс производства и потребления этой продукции в 2006-2017 гг., структура потребления по видам.

Также дана характеристика нефтеперерабатывающей промышленности РФ и обзор использования катализаторов нефтепереработки в различных процессах.

**В шестой главе** приводится прогноз развития российского рынка катализаторов нефтепереработки на период до 2030 г.

**В приложениях** приведен список действующих и проектируемых установок крекинга, гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, изомеризации, гидродепарафинизации, получения ксилолов в России.

Также даны адреса и контактная информация предприятий, выпускающих и потребляющих катализаторы нефтепереработки.

**Целевая аудитория исследования:**

- участники рынка катализаторов нефтепереработки – производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

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

## ВВЕДЕНИЕ

**Катализаторами** называют вещества, которые, вступая в промежуточное химическое взаимодействие с реагентами, вызывают увеличение скорости химических реакций, но восстанавливают свой химический состав при окончании каталитического акта и не входят в состав конечных продуктов.

подавляющее большинство химических процессов (более 90%) протекает с применением катализаторов. При этом каждой химической реакции соответствует индивидуальный катализатор, зачастую подобранный эмпирическим путем. Это обстоятельство обуславливает огромное количество известных на сегодня катализаторов, превышающее 1000 наименований.

С точки зрения химического состава катализаторы отличаются неоднородностью, обусловленной нанесением активной части на так называемую основу, в качестве которой используют различные природные и синтетические соединения, устойчивые в условиях процесса (активированные угли, оксид алюминия, силикагель и др.).

Для производства катализаторов используют различные методы – осаждение из растворов, пропитку, смешение и сплавление с последующим выщелачиванием неактивной части и др. При этом многие катализаторы перед использованием подвергаются специальной обработке (активации), в ходе которой происходит образование активного вещества и формирование пористой структуры.

Выбор катализатора для того или иного процесса определяется в основном технологическими и экономическими соображениями. Для оценки эффективности катализатора учитывают производительность (активность), селективность, ожидаемый срок службы, стоимость и др.

Катализаторы характеризуются стабильностью, определяемой целесообразностью их промышленного использования в том или ином процессе и обуславливающей срок службы. В среднем 15-20% используемых катализаторов ежегодно заменяются новыми. При этом в ряде случаев существует возможность регенерации катализаторов, в результате которой соединения приобретают утраченные свойства и направляются для повторного использования.

Катализаторы относятся к малотоннажным функциональным материалам и являются наукоемкой продукцией широкого межотраслевого применения, включая нефтепереработку, химию и нефтехимию, пищевую и фармацевтическую промышленности, экологию и энергетику.

**В данном отчете рассматриваются только катализаторы нефтепереработки, на долю которых приходится около 35-40% от всех применяемых в России катализаторов.**

Отметим, что мировой рынок катализаторов нефтепереработки отличается высокой конкурентностью. Важнейшими игроками на нем являются крупные транснациональные корпорации: W.R. Grace & Co., Albemarle Corporation, BASF, Axens S.A., Haldor Topsøe, Honeywell (UOP), Shell (Criterion Catalysts & Technologies), Sinopec, Johnson Matthey. При этом производство катализаторов нефтепереработки в абсолютном большинстве случаев не является единственным направлением деятельности этих корпораций.

Зачастую, помимо катализаторов для различных процессов переработки нефти, портфолио данных компаний включает катализаторы для иных химических и нефтехимических процессов, а также услуги технологического лицензирования.

Особенностью рынка катализаторов является корпоративная форма организации бизнеса, поскольку развитая научно-производственная база корпораций, а также значительные финансовые ресурсы позволяют разрабатывать эффективные инновационные решения, роль которых в обеспечении конкурентоспособности производства весьма высока. Также немаловажным фактором конкурентоспособности корпораций на мировом рынке данной продукции является узнаваемость их брендов, что обеспечивает доверие к продукции.

Для укрепления позиций на мировом рынке компании-производители катализаторов развивают так же сотрудничество с другими компаниями, производящими такую же продукцию, компаниями-поставщиками сырья, компаниями-потребителями продукции, независимыми научно-исследовательскими организациями. Роль стратегических альянсов в сфере исследований и разработок особенно велика, т.к. они позволяют объединять ресурсы, осуществлять информационный обмен и распределять риски. Примерами сотрудничества могут служить: компания ART (совместное предприятие по выпуску катализаторов W.R. Grace & Co. и Chevron); стратегический альянс корпорации Albemarle с компанией UOP и Axens. Примерами сотрудничества в сфере исследований и разработок с поставщиками сырья являются: сотрудничество Criterion с американской компанией Zeolyst International, а BASF – с японской Sumitomo Metal Mining. Тесное взаимодействие с независимыми организациями в сфере НИОКР осуществляет компания Haldor Topsøe. Все ведущие мировые производители катализаторов для нефтепереработки разрабатывает свою продукцию в тесном сотрудничестве с клиентами и быстро реагирует на меняющуюся ситуацию на рынке, зачастую создавая для клиентов индивидуальные решения, отвечающие их конкретным потребностям.

Таким образом, корпоративные стратегии ведущих мировых производителей катализаторов нацелены на укрепление их рыночных позиций посредством активизации инновационной деятельности и развития кооперации.

Характерной особенностью российского рынка катализаторов для процессов нефтепереработки является *значительная степень зависимости от импортных поставок продукции зарубежных компаний* (Grace, BASF, UOP, Axens и др.).

Такое положение не отвечает национальным интересам и экономической безопасности России. Поэтому разработка новых отечественных катализаторов, обновление их ассортимента, расширение использования в различных областях нефтепереработки является насущной задачей развития рынка данной продукции.

## 1. Классификация катализаторов и основные направления использования каталитических процессов в нефтепереработке

До настоящего времени не разработано единой систематизации выпускаемых промышленностью катализаторов. В связи с этим классификация соединений осуществляется на основании следующих параметров:

а) *тип катализируемой реакции*, в соответствии с которым выделяются кислотно-основные и окислительно-восстановительные катализаторы;

б) *природа активного вещества*, на основании которой различаются металлические, сульфидные, металлоорганические, комплексные и др. катализаторы;

в) *группы каталитических процессов* или особенности их аппаратурно-технологического оформления (например, крекинга нефтепродуктов, синтеза аммиака и т.д.).

Именно последний вариант классификации представляется наиболее комплексным, поскольку предусматривает ориентацию на отраслевую структуру народного хозяйства страны.

В соответствии с выбранным подходом, каталитические процессы могут быть отнесены к одной из двух важнейших сфер их проведения: нефтеперерабатывающей или химической/нефтехимической промышленности.

В первом случае катализаторы используются в таких процессах нефтепереработки (таблица 1), как:

- *крекинг*, основная цель которого сводится к получению моторных топлив, а также химического сырья в результате распада тяжелых углеводородов;

- *гидроочистка* – процесс селективного гидрирования содержащихся в нефтепродуктах органических сернистых, азотистых и кислородных соединений, которые, присоединяя водород, образуют соответственно, сероводород, аммиак и воду и в таком виде удаляются из очищаемого продукта;

- *риформинг* – переработка бензиновых и лигроиновых фракций нефти с получением высокооктановых бензинов и ароматических углеводородов;

- *изомеризация* – процесс увеличения октанового числа легких бензиновых фракций.

***Каталитический крекинг нефтяных фракций*** является одним из наиболее крупнотоннажных процессов нефтепереработки. Сущность его основана на расщеплении высокомолекулярных углеводородных соединений на более мелкие молекулы с перераспределением освобождающегося по месту разрыва связи "углерод-углерод" водорода в присутствии *микросферического цеолитсодержащего катализатора*.

Этот процесс актуален ещё и потому, что, являясь вторичным, существенно влияет на глубину переработки нефти и позволяет получить суммарный выход светлых нефтепродуктов до 85-87% за счёт выработки компонентов высокооктанового бензина, дизельного топлива, бутан-бутиленовой и пропан-пропиленовой фракций, а так же сухого газа (фр. C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>), используемого в качестве топлива для нужд НПЗ.

**Таблица 1: Основные направления использования каталитических процессов в нефтепереработке**

Каталитические процессы		Основной тип катализаторов
Крекинг		Микросферические и шариковые цеолитсодержащие алюмосиликаты, в том числе с добавками окислов редкоземельных элементов
Гидрогенизационные процессы	Гидроочистка	Алюмокобальтмолибденовые и алюмоникельмолибденовые соединения с добавками цеолитов и алюмосиликатов
	Гидрообессеривание	Алюмокобальтмолибденовые и алюмоникельмолибденовые соединения с добавками цеолитов и алюмосиликатов
	Гидрокрекинг	Модифицированный цеолит с гидрирующим металлом [металлы Pt-группы или оксиды никеля (кобальта), вольфрама (молибдена)] и связующим ( $Al_2O_3$ )
Риформинг		Платина (0,2-0,6%) на окиси алюминия с добавками хлора, фтора и редких металлов
Изомеризация		Платина на фторированном оксиде алюминия или цеолите, возможно на цирконийсодержащем носителе

Источник: "Инфолайн"

Каталитический крекинг значительно 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, в т.ч. и цеолитсодержащие). В основном эти катализаторы содержат редкоземельные металлы (РЗМ), главным образом лантан.

Достигнутый прогресс обеспечил вовлечение в переработку все более тяжелого сырья. За последние годы увеличивается число установок, использующих в качестве сырья нефтяные остатки: мазуты, деасфальтизаты и их смеси с вакуумными дистиллятами (наиболее распространенный вариант в настоящее время – вакуумные газойли).

Для обеспечения максимального выхода целевых продуктов и минимального количества побочных, а также для достижения высоких технико-экономических показателей процесса катализатор крекинга должен иметь следующие основные свойства:

- высокую активность, определяющую большую глубину превращения исходного сырья при прочих равных условиях;
- высокую избирательность, которая оценивается способностью катализатора ускорять реакции в требуемом направлении, снижать скорость побочных реакций;
- стабильность активности, избирательности и механических свойств (особенно важна в системах с кипящим слоем катализатора, где катализатор

должен быть стойким к истиранию, растрескиванию и давлению вышележащих слоев, а также не должен изнашивать аппаратуру);

- высокую степень регенерации, характеризующуюся способностью быстро и многократно восстанавливать свою активность и избирательность при окислительной регенерации без нарушения поровой структуры и разрушения частиц.

**В РФ катализаторы каталитического крекинга выпускают ХХ предприятия (раздел отчета 3.3). При этом доля российских катализаторов в общем объеме потребления данного вида катализаторов составляет в настоящее время порядка ХХ %.**

*Гидрогенизационные процессы* – термокаталитическое преобразование нефтяного сырья под действием водорода. В зависимости от глубины и назначения воздействия водорода различают следующие разновидности гидрогенизационных процессов: *гидроочистка, гидрообессеривание и гидрокрекинг.*

Между тем, не всегда возможно разделить процесс гидроочистки и собственно гидрообессеривания. На действующих в настоящее время на российских НПЗ установках гидрооблагораживания нефтяного сырья протекают процессы обессеривания, деазотирования, гидрирования непредельных и полиядерных ароматических углеводородов и др.

На *катализаторы гидроочистки* (гидроочистка бензина, дизельных и реактивных топлив) приходится около 40% мирового рынка катализаторов для нефтепереработки. В ближайшие годы следует ожидать прогрессирующего ухудшения качества нефти, в переработку будет поступать все больше тяжелой и сернистой нефти. В связи с этим, а также из-за возрастания спроса на высококачественные топлива, обусловленного ужесточением экологических требований, возрастает роль каталитических процессов гидроочистки. Следовательно, будет возрастать и спрос на катализаторы гидроочистки.

В дизельных и бензиновых фракциях присутствие соединений содержащих серу, азот и кислород крайне нежелательно, поскольку ведет к ухудшению работы двигателей, вызывая образование нагаров и, так называемых, лаковых пленок. Содержание этих соединений нежелательно и с экологической точки зрения. Гидроочистке подвергаются не только товарные целевые фракции, но и сырьевые компоненты для других установок, в которых недопустимо или нежелательно присутствие сернистых, азотосодержащих, кислородосодержащих соединений и тяжёлых металлов.

*Гидрообессериванию* подвергаются, главным образом, высокосернистые тяжелые нефтяные фракции (пределы выкипания 540-580°C) и остаточные продукты дистилляции нефти (мазут, гудрон, деасфальтизаты) с целью подготовки сырья к каталитическому крекингу и гидрокрекингу, а также производству малосернистых электродного кокса и котельного топлива.

При содержании в сырье до 5% (по массе) смолисто-асфальтеновых веществ и до 200 г/т металлов (в составе металлоорганических соединений) процесс проводят в стационарном слое катализатора. При наличии в сырье



свыше 5% смолисто-асфальтеновых веществ и 200-300 г/т металлов процесс ведется в движущемся или в кипящем слое катализатора.

В результате гидрообессеривания может быть снижено содержание серы в продуктах с 2,5-3,0 до 0,1-0,2%, азота – с 0,4-0,6 до 0,05-0,1%, смолисто-асфальтеновых веществ (с 5-10 до 1-2%), металлов (V + Ni) с 200-300 до 5-15 г/т.

*Гидрокрекинг* является одним из основных углубляющих процессов, используемых в промышленной практике для получения моторных топлив из вакуумного газойля (ВГО) и тяжелых газойлей вторичных процессов. Аппаратурное оформление и технологический режим установок гидрокрекинга различаются в зависимости от задач, обусловленных технологической схемой конкретного НПЗ, и используемого сырья.

Гидрокрекинг сочетает каталитический крекинг и каталитическое гидрирование. В катализаторах гидрокрекинга должны сочетаться гидрирующие и кислотные функции. *В промышленности получили распространение катализаторы гидрокрекинга двух типов: аморфные и цеолитсодержащие.* В качестве гидрирующих металлов они содержат никель, кобальт, молибден. Для усиления расщепляющей активности в катализаторы вводят аморфный алюмосиликат или цеолитсодержащий компонент. Расщепляющие и гидрирующие свойства катализаторов регулируют варьированием количества и природой соответствующих компонентов.

Одним из преимуществ процесса "глубокого" гидрокрекинга является высокое качество получаемых продуктов: керосина и дизельного топлива (низкосернистое, с небольшим количеством полициклических ароматических соединений). Кроме того, изменением условий протекания процесса можно регулировать выход различных видов топлива, исходя из сезонных колебаний спроса и рыночной конъюнктуры. В настоящее время отсутствуют российские технологии производства катализатора "глубокого" гидрокрекинга вакуумного газойля. Отечественные катализаторы, используемые в процессах "мягкого" гидрокрекинга, не могут использоваться в установках "глубокого" процесса.

**Вместе с тем, с внедрением процессов гидрокрекинга на российских НПЗ связана в частности реализация задач получения масел, отвечающих современным экологическим и эксплуатационным характеристикам.**

Наряду с процессами гидроочистки важное значение приобрели процессы *депарафинизации* нефтепродуктов, применяемые для удаления парафинов и церезинов из дистиллятных и остаточных фракций нефти с целью снижения температуры застывания нефтепродукта.

Депарафинизацию светлых нефтепродуктов можно проводить с помощью карбамида (карбамидная депарафинизация) или на цеолитах (адсорбционная депарафинизация). Депарафинизация темных нефтепродуктов (дистиллятных и остаточных масел) проводится с использованием экстрактивной кристаллизации.

При этом процесс физической депарафинизации (удаление парафинов с помощью растворителя) надо не путать с каталитической гидродепарафинизацией (деструктивной парафинизацией). В первом случае получают жидкие алканы, которые являются нефтехимическим сырьем,

используемым для получения синтетических моющих веществ, во втором – идет крекинг и изомеризация парафинов.

Для РФ особенно важным вопросом является развитие процессов, позволяющих улучшать низкотемпературные характеристики дизельного топлива (предельная температура фильтруемости, температура застывания), что может быть реализовано за счет процесса каталитической депарафинизации, основанного на селективном гидрокрекинге парафиновых углеводородов нормального строения, или за счет процесса изодепарафинизации н-парафиновых углеводородов в структуры разветвленного строения.

*Гидроизодепарафинизация* является наиболее сложным и дорогостоящим среди гидропроцессов и применяется для производства как зимнего и арктического дизельного топлива, так и минеральных масел.

В мировой нефтепереработке для гидроизодепарафинизации дизельных и масляных фракций используют *бифункциональные катализаторы*, активными компонентами которых являются: платина, обладающая гидрирующей/дегидрирующей функцией, а также носитель, обладающий кислотными свойствами. В состав носителя могут входить силикоалюмофосфаты, цеолиты, аморфные алюмосиликаты.

Процесс проводится в проточных реакторах под давлением водорода при 300-400°C. В качестве побочных продуктов образуются газообразные и жидкие углеводороды меньшей молекулярной массы – продукты гидрокрекинга. Повышения селективности процесса можно добиться путем варьирования физико-химических свойств кислотного носителя для достижения оптимального сочетания гидрирующих/дегидрирующих и изомеризирующих свойств катализатора.

В настоящее время процессы гидроизодепарафинизации дизельных топлив и сырья для производства базовых масел целиком основаны на использовании импортных катализаторов. Однако разработка таких катализаторов в РФ также ведется (раздел отчета 5.3.).

**В целом выпуск катализаторов гидрогенизационных процессов в нефтепереработке ведут XX предприятия (раздел отчета 3.3). Доля отечественной продукции в общем объеме потребления данного вида катализаторов составляет порядка XX %.**

*Процесс каталитического риформирования* широко используется для повышения детонационной стойкости бензинов и производства ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилола). Важнейшим продуктом процесса каталитического риформинга является также водород, который может быть использован на нефтеперерабатывающих предприятиях в процессах гидроочистки и других процессах гидрирования.

В основе каталитического риформинга лежит превращение нефтяной фракции с интервалами температур кипения 85-180°C в высокооктановый компонент моторного топлива. В начале 50-х годов было обнаружено, что платина, осажденная на оксид алюминия, является великолепным катализатором риформинга. Первые установки модернизированного процесса, названного

платформинг (из-за использования платиновых катализаторов), работали при давлении 2-3 МПа. Затем начался процесс непрерывного совершенствования катализаторов и технологии риформирования прямогонных бензинов.

Развитие этого процесса переработки нефти шло по следующим основным направлениям:

- улучшение стабильности работы катализатора,
- увеличение степени превращения исходного сырья,
- увеличение селективности процесса, прежде всего, за счет увеличения образования ароматических углеводородов,
- улучшение и оптимизация технологических параметров процесса, прежде всего, в плане снижения давления процесса.

В результате появились полиметаллические катализаторы. В них к платине добавляют рений, кадмий, галлий.

В настоящее время в качестве катализаторов этого процесса применяют, в основном, *металлические платину и рутений, нанесенные на предварительно хлорированный носитель – оксид алюминия*. По существующим представлениям о протекании этого процесса, диспергированный на поверхности носителя металл (платина) является катализатором реакций гидрирования-дегидрирования, а носитель (галоидированный оксид алюминия) – катализатором кислотно-основного типа (изомеризации, крекинга, циклизации). Формы платины в катализаторе являются различными, и от их процентного присутствия зависит селективность процесса.

На сегодняшний день в мировой промышленности используются процессы риформинга *со стационарным слоем катализатора и непрерывной регенерацией катализатора*.

На установках со стационарным слоем регенерация катализатора проводится не чаще 1 раза в год (при стабильной работе производства 1 раз в 2 года) и связана с остановкой производства. На установках с движущимся слоем катализатора его регенерация проводится в специальном аппарате без остановки производства.

Наиболее прогрессивные схемы бензинового риформинга с непрерывной регенерацией катализатора разработаны фирмой UOP и Французским институтом нефти.

Для второго варианта процесса характерны постоянный выход продуктов и высокий коэффициент использования календарного времени. Однако на сегодняшний день большинство российских установок относится к первой группе. Вместе с тем в 2000-х годах на некоторых заводах были введены в строй установки с непрерывной регенерацией (приложение 5), которые технологически более эффективны (возможно получение компонента с октановым числом 98-100).

**В РФ катализаторы риформинга выпускают: АО "ХХ", ЗАО " ХХ ", в меньших объемах – ЗАО " ХХ " и др. Однако доля отечественной продукции в общем потреблении катализаторов риформинга невелика и составляет порядка ХХ %.**

**Изомеризация** бензиновых фракций – это процесс соединения линейных углеводородов в соединения с разветвленной цепью, которые имеют более высокое октановое число. Обычно сопровождается процессы переработки нефтяных продуктов (пиролиз, крекинг).

Установка изомеризации позволяет извлекать из состава бензинов низкооктановые легкие фракции (изомеризат), которые позволяют увеличить выход автомобильных бензинов из перерабатываемой нефти с повышенным октановым числом. Технологический процесс изомеризации предполагает использование катализатора с определенными каталитическими, физико-химическими и устойчивыми к действию каталитических ядов характеристиками.

В настоящее время разработано 3 типа промышленных процессов изомеризации:

- высокотемпературная изомеризация (360-440°C) на алюмоплатиновых фторированных катализаторах;
- среднетемпературная изомеризация (250-300°C) на цеолитных катализаторах;
- низкотемпературная изомеризация на оксиде алюминия, промотированном хлором (120-180°C) и на сульфатированных оксидах металлов (180-210°C).

*Цеолитные катализаторы* наименее активны, однако обладают высокой устойчивостью к отравляющим примесям в сырье и способностью к полной регенерации в реакторе установки. Основными лицензиарами процессов изомеризации на цеолитных катализаторах за рубежом являются UOP (HS-10), Axens (IP-632), Sud Chemie (Hysopar). В России – АО "НПП Нефтехим" (СИ-1, технология Изомалк-1), ООО Научно-производственная фирма "ОЛКАТ" (СИП-2А), АО "ВНИИНефтехим" (ИПМ-02).

Среди цеолитных катализаторов следует выделить катализатор Hysopar, который значительно превосходит все другие катализаторы по устойчивости к действию ядов в сырье (допустимое содержание серы составляет 100 ppm на постоянной основе и 200 ppm – в короткие промежутки времени) и является наиболее прогрессивным на мировом рынке цеолитных катализаторов.

*Катализаторы на основе хлорированной окиси алюминия* наиболее активны и обеспечивают самый высокий выход и октановое число изомеризата. Однако в ходе изомеризации катализаторы теряют хлор, в результате активность снижается. Поэтому предусматривается введение в сырье хлорсодержащих соединений (обычно  $CCl_4$ ) для поддержания высокой активности катализатора, и как следствие необходима щелочная промывка от органического хлорида в специальных скрубберах. Существенным недостатком является то, что данный тип катализатора очень чувствителен к каталитическим ядам (к кислородсодержащим соединениям, включая воду, к азоту) и требует обязательной предварительной гидроочистки и осушки сырья.

Основными лицензиарами этого процесса за рубежом являются UOP и Axens. Катализатор первого поколения у UOP, I-8, впоследствии был усовершенствован в более активный катализатор марки I-80. Последними

разработками компании UOP являются высокоэффективные катализаторы I-8 Plus, I-82, I-84 для процесса Repex и катализаторы I-122, I-124, используемые в процессе Butamer. При разработке новых катализаторов UOP ставит цель уменьшить содержание в них платины, не теряя активности, тем самым, значительно снизить эксплуатационные расходы, что является немаловажным для современной нефтепереработки.

Катализатор IS-614A – это одна из первых разработок фирмы Axens, впоследствии на его базе был создан более совершенный катализатор – ATIS-2L – продукт совместной работы с фирмой Akzo Nobel. ATIS-2L отличается более высокой активностью (октановое число изомеризата выше на один пункт), более низкой насыпной плотностью (загрузка катализатора снижается на 22%), меньшим на 10% содержанием платины. Следовательно, его применение является экономически наиболее привлекательным решением.

В России лицензиарами этого процесса являются ООО НПФ "ОЛКАТ" (НИП-3А), АО "ВНИИНефтехим" (ИП-05).

*Катализаторы, содержащие сульфатированные оксиды металлов*, в последние годы получили повышенный интерес, так как они сочетают в себе основные достоинства среднетемпературных и низкотемпературных катализаторов: активны и устойчивы к действию каталитических ядов, способны к регенерации.

Основными разработчиками катализаторов, содержащих сульфатированный оксид циркония, являются UOP (технология Par-Isom на катализаторах LPI-100 и PI-242) и АО "НПП Нефтехим" (технология Изомалк-2 на катализаторе СИ-2).

Катализатор СИ-2 по активности превышает PI-242 и отличается уникальной сероустойчивостью: процесс, при необходимости, можно проводить без предварительной гидроочистки сырья. В этом случае октановое число изомеризата снижается на 2 пункта, но общий срок службы (8-10 лет) не меняется, а межрегенерационный период составляет не менее 12 месяцев. Сырье может содержать значительное количество бензола, который эффективно гидрируется на катализаторе.

По лицензии АО "НПП Нефтехим" катализатор СИ-2 производится в ЗАО "Промышленные катализаторы" (г. Рязань) и АО "Ангарский завод катализаторов и органического синтеза".

Более высокая активность и селективность в реакции изомеризации n-алканов, по сравнению с катализатором на сульфатированном оксиде циркония, проявил катализатор Pt/WO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>, разработанный в университете г. Хокайдо (Япония). Превосходство данного типа катализатора объясняется быстрой поверхностной диффузией атомов водорода, которые на льюисовских кислотных центрах превращаются в протоны и гидриды, тем самым увеличивая активность и селективность катализатора.

**В РФ катализаторы изомеризации выпускают АО " XX ", ЗАО " XX ", ЗАО " XX " и др. Доля отечественной продукции в общем потреблении данного вида катализаторов составляет порядка XX %.**

К технологически сложным процессам вторичной нефтепереработки, намеченных к освоению российскими НПЗ, относится в частности каталитическое **алкилирование и трансалкилирование ароматических соединений**. Перспективными катализаторами этих процессов являются цеолиты.

В нефтеперерабатывающей промышленности ароматические углеводороды – бензол, толуол, изомеры  $C_8$ , триметилбензолы и др. выделяют из продуктов каталитического риформинга бензиновых фракций, а также пиролиза газообразных и жидких углеводородов.

Нефтяной ксилол (смесь четырех изомеров  $C_8$ ) используют в основном (75%) для получения изомеров, остальное – в качестве растворителя и компонента бензина. Наиболее применимы из изомеров  $C_8$  орто- и параксилол, другие изомеры  $C_8$  превращают в орто- и параксилол путем каталитической изомеризации.

Применение процесса трансалкилирования ароматических углеводородов способствует повышению содержания различных изомеров ксилолов в техническом продукте (таблица 2).

**Таблица 2: Состав технического ксилола, полученного различными способами, % по массе**

Соединение	Каталитический риформинг бензина	Пиролиз бензина, подвергнутого гидроочистке	Диспропорционирование и трансалкилирование толуола и ароматических углеводородов $C_9$
Этилбензол	15-20	40-45	1-2
о-ксилол	19-23	13-16	23-25
м-ксилол	35-45	25-30	45-50
п-ксилол	18-20	12-18	22-25

*Источник: "Инфолайн" на основе обзора специальной литературы*

Процесс трансалкилирования характеризуется одновременным диспропорционированием нескольких углеводородов, например толуола и триметилбензолов. Кроме того, протекает реакция изомеризации ксилолов и ароматических углеводородов  $C_9$ . Иногда, особенно если необходимо получить большое количество параксилола, процесс изомеризации проводят самостоятельно. С этой целью созданы различные схемы с использованием как алюмосиликатных, так и других катализаторов (в том числе Al-Si-Pt).

Из смеси ксилолов о-ксилол чистоты выше 99% выделяют четкой ректификацией, м-ксилол чистоты выше 98% – экстракцией смесью HF и  $BF_3$ , образующей с ним комплексы, а также сульфированием  $H_2SO_4$  с последующим гидролизом полученной сульфокислоты; п-ксилол чистоты выше 99% выделяют адсорбцией на катионзамещенных цеолитах и низкотемпературной кристаллизацией (адсорбционные способы имеют лучшие технико-экономические показатели). П-ксилол можно получать также селективным алкилированием толуола метанолом в присутствии сверхвысококремнеземных цеолитов.

В зависимости от потребности в ароматических углеводородах и ресурсов толуола и триметилбензолов может быть применена та или иная схема переработки с использованием процессов изомеризации, диспропорционирования

и трансалкилирования на цеолитовом катализаторе, не содержащем благородного металла. Возможно также применение процесса гидродеалкилирования.

В настоящее время на рынке катализаторов процессов получения и очистки параксилола (включая процессы изомеризации ксилолов, трансалкилирования и экстракционной дистилляции) лидирует компания Axens.

В РФ ксилолы выпускают только ХХ НПЗ (см. раздел отчета 5.3.). При этом процесс трансалкилирования ксилолов с применением импортных катализаторов проводят ХХ НПЗ и ХХ.

Катализаторы сернокислотного алкилирования в РФ были разработаны АО " ХХ ". Катализаторы твердокислотного алкилирования разрабатывает АО " ХХ " совместно с ХХ. В 2016 г. было завершено строительство опытно-промышленной установки твердокислотного алкилирования (мощностью ХХ т. алкилата в год) на площадке ПАО " ХХ ". Внедрение данной технологии позволит исключить из технологического процесса опасные и коррозионные компоненты, вовлечь в переработку низкосортное сырье, а также повысить объемы производства компонента высокооктанового бензина ЕВРО-5.