

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



Обзор рынка катализаторов из металлов платиновой группы (МПГ) в России

Москва
декабрь, 2019

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/18/617>

Общее количество страниц: 106 стр.
Стоимость отчета – 84 000 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. Инфомайн приложил все возможные усилия, чтобы проверить достоверность имеющихся сведений, показателей и информации, содержащихся в исследовании, однако клиенту следует учитывать наличие неустраняемых сложностей в процессе получения информации, зачастую касающейся непрозрачных и закрытых коммерческих операций на рынке. Исследование может содержать данные и информацию, которые основаны на различных предположениях, некоторые из которых могут быть неточными или неполными в силу наличия изменяющихся и неопределенных событий и факторов. Кроме того, в ряде случаев из-за погрешности при округлении, различий в определениях, терминах и их толкованиях, а также использования большого числа источников, данные могут показаться противоречивыми. Инфомайн предпринял все меры для того, чтобы не допустить очевидных несоответствий, но некоторые из них могут сохраняться.

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 проводит какую-либо последующую работу по обновлению, дополнению и изменению содержания исследования и проверке точности данных, содержащихся в нем. 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.

Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения Инфомайн либо тиражироваться любыми способами. Заказчик имеет право проводить аудит (экспертизу) исследований рынков, полученных от Исполнителя только в компаниях, имеющих членство ассоциации промышленных маркетологов ПРОММАР (<http://www.prommar.ru>) или силами экспертно-сертификационного совета ассоциации ПРОММАР. В других случаях отправка исследований на аудит или экспертизу третьим лицам считается нарушением авторских прав.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн».

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	9
ВВЕДЕНИЕ	11
I. Области применения катализаторов, содержащих металлы платиновой группы	13
I.1. Нефтепереработка	14
I.2. Химия и нефтехимия.....	17
I.3. Очистка газовых выбросов.....	18
I.4. Нейтрализация автомобильных выхлопов.....	19
II. Сырье для производства катализаторов, содержащих металлы платиновой группы: основные поставщики и направления поставок	21
III. Номенклатура выпускаемых в России катализаторов, содержащих металлы платиновой группы	25
IV. Производство катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, в России в 2008-2019 гг.	30
IV.1. Динамика и структура производства.....	30
IV.2. Текущее состояние крупнейших российских производителей катализаторов, содержащих металлы платиновой группы	36
IV.2.1. Крупнейшие предприятия-производители катализаторов нефтепереработки и нефтехимии	36
АО "Ангарский завод катализаторов и органического синтеза" – АЗКиОС (Иркутская обл.).....	36
ЗАО "Промышленные катализаторы" (Рязанская обл.).....	41
ЗАО "Редкинский катализаторный завод" (г. Редкино, Тверская обл.)	46
Прочие предприятия	49
IV.2.2. Крупнейшие предприятия-производители автокатализаторов.....	51
ООО "Экоальянс" (Уральский электрохимический комбинат), (г. Новоуральск, Свердловская обл.).....	51
ООО "Джонсон Матти Катализаторы" (г. Красноярск)	56
Прочие производители нейтрализаторов и систем выпуска отработавших газов (СВОГ)	58
V. Внешнеторговые операции с катализаторами, содержащими металлы платиновой группы, в России в 2008-2019 гг.	60
V.1. Катализаторы нефтепереработки и нефтехимии	60
V.1.1. Основные показатели и тенденции экспорта.....	61
V.1.2. Основные показатели и тенденции импорта	62
V.2. Автокатализаторы	66
V.2.1. Основные показатели и тенденции экспорта.....	69
V.2.2. Основные показатели и тенденции импорта	71

VI. Обзор цен на катализаторы, содержащие металлы платиновой группы	73
VI.1. Внутророссийские цены	73
VI.2. Российские экспортно-импортные цены в 2008-2019 гг.	75
VI.2.1. Катализаторы нефтепереработки и нефтехимии	75
VI.2.2. Автокатализаторы	76
VII. Потребление катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, в РФ в 2008-2019 гг.	77
VII.1. Катализаторы нефтепереработки	77
VII.1.1. Баланс производства-потребления	77
VII.1.2. Основные компании-поставщики	78
VII.1.3. Текущее состояние и перспективы развития нефтеперерабатывающей отрасли России	81
VII.2. Автокатализаторы	86
VII.2.1. Баланс производства-потребления	86
VII.2.2. Ситуация в автомобильной отрасли РФ	87
VIII. Переработка использованных катализаторов, содержащих металлы платиновой группы	90
IX. Прогноз производства и потребления катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, в России на период до 2030 г.	98
IX.1. Катализаторы нефтепереработки и нефтехимии	98
IX.2. Автокатализаторы	101
Приложение 1. Установки риформинга на нефтеперерабатывающих предприятиях России	103
Приложение 2. Установки изомеризации на нефтеперерабатывающих предприятиях России	105
Приложение 3. Адресная книга крупнейших предприятий-производителей/переработчиков катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, в России	106

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1: Основные направления использования катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, в промышленности РФ
- Таблица 2: Сравнение катализатора ПР-51 с зарубежными аналогами
- Таблица 3: Основные характеристики катализаторов риформинга (диаметр зерен 1,8-2,8 мм; средний коэффициент прочности – 13 Н/мм)
- Таблица 4: Номенклатура выпускаемой предприятиями РФ товарной продукции, содержащей МПП
- Таблица 5. Основные виды сырья для производства катализаторов из МПП и поставщики
- Таблица 6. Поставки российским предприятиям керамических носителей (субстратов) для производства автомобильных катализаторов в 2008-2019, гг., тыс. шт
- Таблица 7: Химический состав сплавов, применяемых для производства платиноидных катализаторов в СССР
- Таблица 8: Характеристика катализаторных сеток из "Сплава №1"
- Таблица 9: Номенклатура и характеристика основных российских катализаторов, содержащих металлы платиновой группы
- Таблица 10: Производство катализаторов нефтепереработки, содержащих металлы платиновой группы, на российских предприятиях в 2008-2019 гг., тыс. т
- Таблица 11: Производство автокатализаторов по предприятиям РФ в 2008-2019 гг., тыс. шт
- Таблица 12: Номенклатура катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, выпускаемых АО "АЗКиОС"
- Таблица 13: Основные финансово-экономические показатели АО "АЗКиОС" в 2010-2016 гг.
- Таблица 14: Номенклатура катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, выпускаемых ЗАО "Промкатализ"
- Таблица 15: Российские установки, работающие на катализаторах, выпускаемых ЗАО "Промышленные катализаторы"
- Таблица 16: Основные финансовые показатели ЗАО "Промышленные катализаторы" в 2007-2016 гг., млн руб
- Таблица 17: Номенклатура катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, выпускаемых ЗАО "Редкинский катализаторный завод"
- Таблица 18: Палладийсодержащие катализаторы, разработанные АО "СКТБ "Катализатор" (г. Новосибирск)
- Таблица 19: Основные отечественные разработчики катализаторов нефтепереработки
- Таблица 20. Импорт сырья ООО "Экоальянс" (УЭХК) в 2002-2019 г., т, шт.
- Таблица 21. Некоторые финансово-экономические показатели деятельности ООО "Экоальянс" в 2012-2018 гг., млн руб.
- Таблица 22. Некоторые финансово-экономические показатели деятельности ООО "Джонсон Матти Катализаторы" в 2012-2018 гг., млн руб.

- Таблица 23: Внешняя торговля катализаторами нефтепереработки и нефтехимии, содержащими МПП, в РФ в 2008-2019 гг., т, тыс. \$
- Таблица 24: География поставок российских катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, в 2008-2019 гг., т
- Таблица 25: Российские компании-поставщики катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, в 2008-2019 гг., т
- Таблица 26: География российского импорта катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, в 2008-2019 гг., т
- Таблица 27: Поставки импортных катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, в Россию по видам в 2008-2019 гг., т
- Таблица 28: Поставки импортных катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, в Россию по видам в 2008-2019 гг., т
- Таблица 29: Основные российские получатели импортных катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, в 2008-2019 гг., т
- Таблица 30: Внешняя торговля автокатализаторами в РФ в 2008-2019 гг., т, тыс. \$
- Таблица 31. Российские предприятия-экспортеры катализаторных блоков для автомобильных нейтрализаторов в 2008-2019 гг., тыс. т
- Таблица 32. Направления российского экспорта катализаторных блоков для автомобильных нейтрализаторов в 2008-2019 гг., тыс. т
- Таблица 33. Зарубежные получатели российских катализаторных блоков для автомобильных нейтрализаторов в 2008-2019 гг., тыс. т
- Таблица 34. Направления российского импорта катализаторных блоков для автомобильных нейтрализаторов в 2008-2019 гг., тыс. т
- Таблица 35. Крупнейшие российские предприятия-получатели импортных катализаторных блоков для автомобильных нейтрализаторов в 2008-2019 гг., тыс. т
- Таблица 36: Среднегодовые экспортные цены РФ на катализаторы нефтепереработки и нефтехимии, содержащие МПП, в 2008-2019 гг., \$/кг
- Таблица 37: Среднегодовые импортные цены РФ на катализаторы нефтепереработки и нефтехимии, содержащие МПП, в 2008-2019 гг., \$/кг
- Таблица 38. Экспортно-импортные цены на автокатализаторы в 2008-2019 гг., \$/кг
- Таблица 39: Объемы потребления катализаторов нефтепереработки, содержащие МПП, в России в 2008-2019 гг., тыс. т, %
- Таблица 40: Российские получатели импортных катализаторов нефтепереработки, содержащих металлы платиновой группы, по компаниям-поставщикам в 2009-2019 гг., т
- Таблица 41: Выпуск основных видов нефтепродуктов в России в 2008-2019 гг., млн т
- Таблица 42: Изменение мощностей по переработке нефти в 2005-2018 гг. в России, млн т
- Таблица 43: Баланс производства-потребления автокатализаторов (катализаторных блоков) в России в 2008-2019 гг., тыс. шт., %
- Таблица 44. Производство автомобилей в России в 2007-2018 гг., тыс. штук

Таблица 45: Российские предприятия, имеющие мощности по переработке катализаторов

Таблица 46. Характеристики методов анализа содержания ценных элементов в каталитической пробе

Таблица 47: Оценка состояния обеспечения катализаторами нефтепереработки предприятий РФ

Таблица 48: Объем инвестиций в модернизацию нефтеперерабатывающей промышленности России до 2030 г., млрд руб

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Устройство керамического и металлического автомобильных катализаторов
- Рисунок 2. Динамика импорта керамических носителей и производства автокатализаторов в России в 2005-2019 гг., тыс. шт.
- Рисунок 3. Доли крупнейших производителей автокатализаторов в РФ в 2005-2019 гг., %
- Рисунок 4. Производство катализаторов АО "АЗКиОС" в 2003-2018 гг., т
- Рисунок 5. Производство автокатализаторов ООО "Экоальянс" (УЭХК) в 2002-2019 гг., тыс. штук
- Рисунок 6. Импорт керамических носителей и катализаторных блоков ООО "Джонсон Матти Катализаторы" в 2008-2019 гг., тыс. шт.
- Рисунок 7: Динамика экспортно-импортных поставок катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, в РФ в 2008-2019 гг., т
- Рисунок 8: Поставки российских катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащих МПП, по видам в 2006-2019 гг., т
- Рисунок 9. Динамика экспортно-импортных поставок автокатализаторов в РФ в 2006-2019 гг., т
- Рисунок 10. Динамика экспортно-импортных поставок автокатализаторов (каталитических блоков для автомобильных нейтрализаторов) в РФ в 2006-2018 гг., тыс. шт.
- Рисунок 11. Динамика цен на платину, палладий и золото на Лондонской бирже металлов в 2000-2019 гг. (\$ за унцию)
- Рисунок 12. Динамика потребления катализаторов нефтепереработки, содержащие МПП, в России в 2008-2019 гг., тыс. т
- Рисунок 13. Структура российского рынка катализаторов нефтепереработки, содержащих МПП, по компаниям-производителям в 2018-2019 гг., %
- Рисунок 14: Потребление катализаторов риформинга зарубежного производства российскими НПЗ в 2008-2019 гг., тыс. т
- Рисунок 15: Потребление катализаторов изомеризации зарубежного производства российскими НПЗ в 2008-2019 гг., т
- Рисунок 16. Динамика емкости внутреннего рынка и производства легковых автомобилей в РФ в 2012-2018 гг., млн шт.
- Рисунок 17. Марочная структура российского производства автомобилей в 2018 г., %
- Рисунок 18. Динамика производства автомобилей и потребления автокатализаторов в РФ в 2002-2019 гг., тыс. шт.
- Рисунок 19. Динамика потребления катализаторов нефтепереработки и нефтехимии, содержащие МПП, в России в 2008-2019 гг. и прогноз на период до 2030 г., тыс. т
- Рисунок 20. Производство легковых автомобилей и потребление автокатализаторов в России в 2008-2018 гг., прогноз на период до 2030 г., тыс. шт.

АННОТАЦИЯ

Настоящий отчет является **первым изданием** готового исследования рынка катализаторов из металлов платиновой группы в России.

Цель исследования – анализ российского рынка катализаторов, содержащих металлы платиновой группы (без учета платиновых сеток, используемых в азотной промышленности).

Объектом исследования являются катализаторы, содержащие металлы платиновой группы (катализаторы нефтепереработки и нефтехимии, автокатализаторы).

Работа является кабинетным исследованием. В качестве **источников информации** использовались данные Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат), статистики железнодорожных перевозок, таможенной статистики РФ, 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.

Особенностью настоящего обзора является наличие раздела о переработке катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, в России с оценкой мощностей крупнейших предприятий-переработчиков. Кроме того, перечислены установки вторичных процессов нефтепереработки, действующих на российских НПЗ и использующих рассматриваемые катализаторы.

Хронологические рамки исследования: 2008-2018 гг.; прогноз – 2019-2030 гг.

География исследования: Россия.

Объем исследования: отчет состоит из **9** частей, содержит **106** страниц, в том числе **48** таблиц, **20** рисунков и **3** приложения.

Первая глава отчета посвящена выявлению основных направлений использования катализаторов, содержащих металлы платиновой группы.

Во **второй главе** приведены сведения о сырье, необходимом для производства рассматриваемой продукции, его характеристика. Кроме того, приведены данные об основных поставщиках сырья.

Третья глава содержит развернутую номенклатуру производимых в России катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, и их краткую характеристику.

В **четвертой главе** проанализированы данные о производстве исследуемых катализаторов в 2008-2019 гг. В разделе представлены данные по объемам выпуска рассматриваемой продукции по основным производителям, а также подробно описано текущее состояние этих производителей.

Пятая глава посвящена изучению данных о внешнеторговых операциях с платиноидсодержащими катализаторами в РФ в 2008-2019 гг. Рассмотрены географическая и отраслевая структуры экспорта-импорта, представлены

данные по объемам экспорта-импорта крупнейшими предприятиями-участниками рынка.

В **шестой главе** приведены сведения о ценах на рассматриваемую продукцию на внутреннем рынке, а также об уровне экспортно-импортных цен на катализаторы различных видов (риформинг, изомеризация, гидрирование, газоочистка, автокатализаторы) в 2008-2019 гг.

В **седьмой главе** отчета рассматривается потребление исследуемых катализаторов в России в 2008-2019 гг. В данном разделе приведен баланс производства – потребления этой продукции, текущее состояние и перспективы развития основных потребляющих отраслей (нефтяной промышленности и автомобилестроения).

В **восьмой главе** представлена информация о состоянии утилизации использованных катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, в России, ее перспективы.

Девятая глава посвящена прогнозу развития российского рынка рассматриваемой продукции на период до 2030 г.

В приложениях приведены сведения о действующих в России установках риформинга и изомеризации на предприятиях-потребителях катализаторов, содержащих металлы платиновой группы, а также адреса и контактная информация предприятий, выпускающих и перерабатывающих исследуемые катализаторы.

Целевая аудитория исследования:

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

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

ВВЕДЕНИЕ

Катализаторами в общем случае называют вещества, изменяющие скорость химических реакций посредством многократного промежуточного химического взаимодействия с участниками реакций и не входящие в состав конечных продуктов.

подавляющее большинство химических процессов протекает в условиях применения катализаторов – более 70% всех химических превращений осуществляется с их использованием, тогда как для новых производств подобный показатель превышает 90%. При этом каждой химической реакции соответствует особенный, индивидуальный катализатор, зачастую подобранный эмпирическим путем и отличающийся химическим составом, пористой структурой, размером и формой гранул. Это обстоятельство обуславливает огромное количество известных на сегодня катализаторов, превышающее тысячу наименований.

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

До настоящего времени не разработано единой классификации выпускаемых промышленностью катализаторов. В связи с этим подразделение 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. вещества;

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 целом следует подчеркнуть, что катализу и каталитическим технологиям принадлежит решающая роль в формировании современного состояния топливно-энергетического, нефтеперерабатывающего и химического комплекса России.

Высокую каталитическую активность во многих химических реакциях проявляют некоторые металлы платиновой группы (платина, осмий, иридий, рутений, палладий и родий). Так, платина и палладий часто входят в состав промышленных катализаторов (могут быть как монометаллическими, так и би-, и полиметаллическими).

Чаще всего катализаторы с содержанием металлов платиновой группы (МПП) используют в нефтепереработке и нефтехимии (процессы риформинга, изомеризации, а также гидрирования и дегидрирования), в окислительных

процессах (получение азотной кислоты из оксида азота, окисление СО до СО₂), в газоочистке (промышленных газов).

Отдельно рассматриваются **автокатализаторы**, представляющие собой особую конструкцию (катализаторный блок) с нанесенным слоем платинового или палладиевого сплава.

Особое место занимают катализаторы, применяемые для окисления аммиака в производстве азотной кислоты и представляющие собой **платиноидные сетки**. Использование именно этого типа катализаторов обусловлено тем обстоятельством, что, несмотря на проявление подавляющим большинством металлов, их сплавов и соединений активности к реакции окисления аммиака, высокий выход оксида азота, превышающий 90%, обеспечивается при температурах 600-1000°С преимущественно платиноидами. Однако данный вид продукции качественно отличается от прочих катализаторов, имеющих в своем составе драгоценные металлы, и в данном обзоре на рассматриваются.

I. Области применения катализаторов, содержащих металлы платиновой группы

Платиновые катализаторы чаще всего используются в процессе каталитического риформинга и изомеризации, а также газоочистке и в автокатализаторах. Палладиевые катализаторы чаще всего находят применение в процессах гидрирования непредельных органических соединений (таблица 1).

**Таблица 1: Основные направления использования катализаторов,
содержащих металлы платиновой группы, в промышленности РФ**

Каталитические процессы	Тип катализаторов
I. Нефтепереработка	
Риформинг	платина (0,2-0,6%) на окиси алюминия с добавками хлора, фтора и редких металлов
Изомеризация	платина на окиси алюминия или цеолите
II. Химия и нефтехимия	
Дегидрирование циклоалканов и циклоалкенов	платиновые, платино-рениевые и платино-палладиевые катализаторы на основе оксида алюминия
Гидрирование жиров, циклических и ароматических углеводородов, олефинов, альдегидов, ацетиленов, кетонов	металлы Pt-группы (платина, палладий); серебро на алюмосиликате
Окисление аммиака в производстве азотной кислоты	металлическая платина (сетка), сплавы платины с некоторыми металлами, реже катализаторы на основе окислов (кобальта, висмута, железа)
III. Очистка газовых выбросов промышленных предприятий	
Каталитическое восстановление оксидов азота	палладиевый катализатор, нанесенный на оксид алюминия
Очистка газовых выбросов от примесей органич. соединений и оксида углерода	алюмопалладиевый катализатор
VI. Нейтрализация автомобильных выхлопов	
Дожигание и обезвреживание выхлопных газов	сотовая (блочная) керамическая или металлическая конструкция с нанесенным слоем платинового или палладиевого сплава

Источник: "Инфолайн"

Наряду с этим, металлы платиновой группы проявляют высокую каталитическую активность в реакциях глубокого окисления органических веществ и оксида углерода, и по своей активности (в расчете на один атом активного вещества) они значительно превосходят другие катализаторы.

Широкому применению благородных металлов в качестве катализаторов глубокого окисления препятствует их высокая стоимость, поэтому чаще используют нанесенные системы. В качестве носителей обычно применяют оксиды алюминия, кремния и алюмосиликаты. Однако такие катализаторы часто теряют свою активность в высокоэкзотермических реакциях, проводимых при высоких температурах. Причинами дезактивации нанесенных систем при высоких температурах может быть низкая термостабильность образцов, спекание и агломерация металлических частиц на носителе. С целью

повышения стабильности металлических катализаторов в качестве носителей могут использоваться кремниевые карбиды и нитриды, имеющие высокую термостабильность.

I.1. Нефтепереработка

В нефтеперерабатывающей промышленности платиновые катализаторы используются на установках *каталитического риформинга*, осуществляемого для повышения детонационной стойкости бензинов и производства ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилола). Важнейшим продуктом каталитического риформинга является также водород, который может быть использован на нефтеперерабатывающих предприятиях для гидроочистки и других процессов гидрирования.

В основе каталитического риформинга лежит превращение нефтяной фракции с интервалом 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.

В России безусловным лидером в области разработки современных катализаторов для процессов каталитического риформинга (ПР-50 и ПР-51) является "Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН". Технология производства катализаторов, разработанная в этом институте, была реализована

в промышленном масштабе в ЗАО "Промкатализ" (Рязань) и АО "Ангарский завод катализаторов и органического синтеза". Эти катализаторы (ПР-50 и ПР-51) в настоящее время с успехом эксплуатируются на установках платформинга АО "Рязанская НПК", ООО "Киришинефтеоргсинтез".

Отечественные катализаторы каталитического риформинга ничуть не уступают зарубежным аналогам (таблица 2), а в ряде технологических показателей, даже превосходят их.

Таблица 2: Сравнение катализатора ПР-51 с зарубежными аналогами

Показатель	ПР-51	Зарубежный аналог
Выход бензин/водород, % по массе	86-88/2,0-2,2	82-85/1,6-2,0
Концентрация водорода в циркулирующем газе, % об.	83-86	73-80
Среднеинтегральная температура, °С	472	480
Суммарный перепад температур, °С	120-140	80-100
Выход ароматических углеводородов, % по массе:		
бензол	3,0	5,5
толуол	15,8	21,3
углеводороды C ₈	26,0	23,0
углеводороды C ₉	18,2	15,1
всего	63,0	64,9

Источник: обзор специализированной литературы

Важным преимуществом катализаторов серии ПР является снижение содержания бензола в бензине с одновременным ростом концентрации ароматических углеводородов C₈ и C₉, имеющих большее чем бензол, октановое число. Это имеет существенное значение при получении товарных бензинов, в которых следует минимизировать содержание бензола и оптимизировать долю других ароматических углеводородов.

Основным путем повышения эффективности процесса каталитического риформинга является снижение давления в реакторном блоке и разработка новых методов синтеза катализаторов этого процесса.

Современные требования к процессу синтеза катализаторов:

- возможность регулировать состав и строение поверхностных соединений платины в соответствии с существующими представлениями о строении активных центров поверхности катализатора;
- возможность регулировать оптимальное распределение активного компонента в пористой структуре катализатора;
- возможность оптимизировать химический состав носителя и его пористой структуры.

В "Институте катализа СО РАН" были разработаны также марки катализаторов риформинга ПР-61 и ПР-71. Свойства этих катализаторов в сравнении с базовым катализатором ПР-51 приведены в таблице 3.

Сравнение активности катализаторов ПР-61 и ПР-71 с базовым катализатором ПР-51 позволило сделать следующие основные выводы:

- катализатор ПР-61 имеет практически одинаковую активность с базовым катализатором, но отличается большей селективностью риформинга;
- на катализаторе ПР-61 выход риформинг-бензина на 2-3% (по массе) выше, чем на ПР-51;

Таблица 3: Основные характеристики катализаторов риформинга (диаметр зерен 1,8-2,8 мм; средний коэффициент прочности – 13 Н/мм)

Марка катализатора	Содержание, % по массе		Насыпная плотность, кг/м ³	Удельная поверхность, мг/г	Объем пор, см ³ /г
	Pt	Re			
ПР-51	0,25	0,30	670	230	0,67
ПР-61	0,24	0,30	670	250	0,68
ПР-71	0,23	0,35	680	280	0,63

Источник: обзор специализированной литературы

- ПР-71 обладает большей активностью по сравнению с ПР-61 и ПР-51;
- с использованием катализатора ПР-71 октановые числа riformата на уровне 95-96 достигаются при температуре 464°C, а октановые числа 98-100 – при 474°C, что на 6-7°C меньше, чем для катализаторов ПР-51 и ПР-61;
- селективность процесса в присутствии ПР-71 занимает промежуточное положение между ПР-51 и ПР-61;
- основным достоинством катализатора ПР-71 является его повышенная активность при большей селективности в сравнении с ПР-61 и ПР-51.

В 2005 г. в ЗАО "Промкатализ" был освоен выпуск катализатора риформинга ПР-71 (катализатор загружен на установках АО "Саратовский НПЗ", АО "РНПК").

В России, где базовым процессом для производства высокооктановых бензинов является каталитический риформинг, отмечается значительное отставание от ведущих зарубежных стран по содержанию изомеризата в бензиновом фонде. С принятием нового технического регламента, в России, начиная с 2002 г. наблюдается период активного ввода в эксплуатацию установок **изомеризации** на НПЗ.

До 2002 г. установки изомеризации действовали только на 4 российских заводах (уфимские заводы) и на Рязанской НПК. В последующие годы установки были внедрены более чем на 20 предприятиях (приложение 2).

На 10 российских предприятиях используют отечественные катализаторы изомеризации СИ-2 (Рязанская НПК, "Уфанефтехим", Уфимский НПЗ, НК НПЗ, Куйбышевский НПЗ, "Киришинефтеоргсинтез", "ЯНОС", Омский НПЗ, Саратовский НПЗ, "Орскнефтеоргсинтез").

Предпочтение отечественным катализаторам на циркониевой основе специалисты объясняют их эксплуатационными характеристиками, которые не уступают зарубежным аналогам.