

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



Обзор рынка синтетических цеолитов в СНГ

4 издание

Москва
октябрь, 2018

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/18/175>

Общее количество страниц: 135 стр.
Стоимость отчета – 60 000 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	9
Введение.....	11
1. Краткая характеристика мирового рынка синтетических цеолитов.....	16
2. Способы производства синтетических цеолитов	19
2.1. Синтез порошкообразных цеолитов	19
2.1.1. Синтез цеолитов типа А и X.....	19
2.1.2. Синтез цеолитов типа Y.....	22
2.2. Синтез поликристаллических сростков цеолита, гранул, не содержащих связующих веществ	24
3. Сырье для производства синтетических цеолитов: крупнейшие поставщики и направления поставок	25
4. Производство синтетических цеолитов в СНГ	26
4.1. Требования к качеству синтетических цеолитов	26
4.2. Мощности предприятий СНГ по производству синтетических цеолитов ...	31
4.3. Объемы производства синтетических цеолитов предприятиями России в 2001-2017 гг.	32
4.4. Текущее состояние крупнейших предприятий по производству синтетических цеолитов.....	34
4.4.1. Компания КНТ Групп (Knt Group)	35
ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов» (г. Ишимбай, Республика Башкортостан)	36
ООО «Стерлитамакский завод катализаторов» (г. Стерлитамак, Республика Башкортостан)	38
4.4.2. ООО «Салаватский катализаторный завод» (г. Салават, Республика Башкортостан)	45
4.4.3. ООО «Завод молекулярных сит «Реал Сорб» (Ярославская обл.)	53
4.4.4. ЗАО «Нижегородские сорбенты» (г. Нижний Новгород)	62
4.4.5. Прочие предприятия	65
АО «Ангарский завод катализаторов и органического синтеза» («АЗКиОС», г. Ангарск, Иркутская обл.).....	67
ОАО «Синтез-Каучук» (г. Стерлитамак, Башкортостан).....	69
ОАО «Химико-металлургический завод» (г. Красноярск)	69
5. Экспорт-импорт синтетических цеолитов.....	70
5.1. Экспорт-импорт синтетических цеолитов в РФ в 2001-2018 гг.	70
5.1.1. Объемы экспорта-импорта синтетических цеолитов	70
5.1.2. Основные направления экспортно-импортных поставок цеолитов.....	72

5.1.3. Тенденции и особенности экспортно-импортных поставок предприятиями	77
5.2. Экспорт-импорт синтетического цеолита на Украине в 2006-2017 гг.....	82
6. Обзор цен на синтетические цеолиты	86
6.1. Внутренние цены на синтетические цеолиты.....	86
6.2. Экспортно-импортные цены на синтетические цеолиты в 2011-2018 гг.....	89
7. Потребление синтетических цеолитов в странах СНГ	94
7.1. Баланс и структура потребления синтетических цеолитов в РФ	94
7.1.1. Баланс потребления синтетических цеолитов в РФ в 2001-2017 гг.	94
7.1.2. Структура потребления синтетических цеолитов в РФ.....	97
7.2. Потребление синтетических цеолитов в странах СНГ	102
7.3. Основные отрасли-потребители цеолитов в России	103
7.3.1. Химическая и нефтехимическая промышленность	103
Производство синтетических моющих средств (СМС)	103
Производство катализаторов нефтепереработки.....	106
Производство технических газов.....	113
Производство полимеров.....	118
7.3.2. Добыча и переработка природного газа и нефти	119
7.3.3. Прочие отрасли потребления.....	125
7.4. Крупнейшие предприятия-потребители цеолитов	126
ООО «Газпром добыча Оренбург» (г. Оренбург).....	126
АО «Газпромнефть-Омский нефтеперерабатывающий завод» (г. Омск) ...	129
Филиал ООО «Реккит-Бенкизер» (г. Клин, Московская обл.)	131
ООО «Проктер энд Гэмбл-Новомосковск» (Тульская обл.)	132
8. Прогноз и перспективы производства и потребления синтетических цеолитов в России до 2025 г.	133
Приложение 1. Адресная книга крупнейших предприятий-производителей синтетических цеолитов в РФ	134
Приложение 2. Адресная книга крупнейших предприятий-потребителей синтетических цеолитов в РФ	135

Список таблиц

- Таблица 1. Основные группы синтетических цеолитов
- Таблица 2. Российская и зарубежная классификация основных промышленных типов цеолитов общего назначения
- Таблица 3. Свойства и области применения основных промышленных типов цеолитов
- Таблица 4. Основные виды сырья для производства синтетических цеолитов и поставщики
- Таблица 5. Требования к качеству синтетического цеолита NaX (13X) (согласно ТУ 38.10281-88)
- Таблица 6. Требования к качеству синтетического цеолита NaX-K (кислород) (13 X) (согласно ТУ 2163-009-05766557-2000)
- Таблица 7. Требования к качеству синтетического цеолита NaX ГДО (13X) (согласно ТУ 2163-017-94262278-2011)
- Таблица 8. Требования к качеству синтетического цеолита NaA-У (улучшенный) (4A) (согласно ТУ 2163-003-15285215-2006)
- Таблица 9. Требования к качеству синтетического цеолита CaA-У (улучшенный) (5A) (согласно ТУ 2163-004-05766557-97)
- Таблица 10. Требования к качеству синтетического цеолита KA-У (улучшенный) (3A) (согласно ТУ 2163-006-15285215-2006)
- Таблица 11. Мощности предприятий по производству синтетических цеолитов в СНГ
- Таблица 12. Объемы производства синтетических цеолитов предприятиями РФ в 2001-2017 гг., т
- Таблица 13. Марки цеолитов, выпускаемых ООО «ИСХЗК»
- Таблица 14. Поставки некоторых видов сырья на предприятия КНТ Групп в 2013-2017 гг., т
- Таблица 15. Ж/д поставки синтетических цеолитов ООО «ИСХЗК» и ООО «СКЗ» российским потребителям в 2008-2017 гг., т
- Таблица 16. Крупнейшие зарубежные потребители синтетических цеолитов ООО «ИСХЗК» и ООО «СКЗ» в 2008-2017 гг., т
- Таблица 17. Основные финансовые показатели деятельности предприятий КНТ Групп в 2012-2016 гг., млн руб
- Таблица 18. Марки цеолитов производства ООО «Салаватский катализаторный завод»
- Таблица 19. Ж/д поставки сырья ООО «СкатЗ» в 2005-2017 гг., т
- Таблица 20. Основные финансовые показатели деятельности ООО «Салаватский катализаторный завод» в 2010-2016 гг., млн руб
- Таблица 21. Ж/д поставки синтетических цеолитов ООО «Салаватский катализаторный завод» потребителям в 2008-2016 гг., т
- Таблица 22. Марки цеолитов, выпускаемых ООО «ЗМС «Реал Сорб»
- Таблица 23. Марки модифицированных синтетических цеолитов производства ООО «ЗМС «Реал Сорб»

- Таблица 24. Ж/д поставки синтетических цеолитов ООО «ЗМС «Реал Сорб» потребителям в 2008-2014 гг., т
- Таблица 25. Зарубежные потребители синтетических цеолитов ООО «ЗМС «Реал Сорб» в 2008-2017 гг., т
- Таблица 26. Основные финансово-экономические показатели деятельности ГК «Реал Сорб» в 2011-2016 гг., млн руб
- Таблица 27. Характеристика цеолитов, выпускаемых ЗАО «Нижегородские сорбенты»
- Таблица 28. Основные финансово-экономические показатели деятельности ЗАО «Нижегородские сорбенты» в 2012-2016 гг., млн руб
- Таблица 29. Основные финансово-экономические показатели деятельности ООО «Компонент» в 2015-2016 гг., млн руб
- Таблица 30. Характеристика цеолитов, выпускаемых ОАО «Корпорация «Росхимзащита», и области их применения
- Таблица 31. Марки цеолитов производства «АЗКиОС»
- Таблица 32. Объемы внешнеторговых операций РФ с продукцией на основе синтетических цеолитов в 2001-2018 гг., т
- Таблица 33. Импорт синтетического цеолита и продукции на его основе в РФ в 2001-2018 гг., т
- Таблица 34. Характеристика цеолитсодержащей продукции, поставляемой российским потребителям крупнейшими зарубежными компаниями в 2011-2017 гг.
- Таблица 35. Экспорт синтетического цеолита в РФ в 2001-2018 гг., т
- Таблица 36. Крупнейшие российские получатели импортных цеолитов в 2008-2018 гг., т
- Таблица 37. Экспорт синтетических цеолитов российскими предприятиями в 2003-2018 гг., т
- Таблица 38. Импорт продукции на основе синтетического цеолита на Украине в 2006-2017 гг., т
- Таблица 39. Основные получатели цеолитовой продукции на Украине в 2015-2017 гг., т
- Таблица 40. Объем экспортных поставок Украины по направлениям в 2015-2017 гг., т
- Таблица 41. Цены на некоторые марки цеолитов российских производителей в 2016-2018 гг., руб/кг с НДС
- Таблица 42. Цены на синтетические цеолиты, реализуемые компанией Sorbis Group, руб/кг
- Таблица 43. Среднегодовые импортные цены РФ в разрезе производителей в 2011-2018 гг., \$/кг
- Таблица 44. Среднегодовые экспортные цены российских производителей цеолитовой продукции в 2004-2018 гг., \$/кг
- Таблица 45. Показатели рынка синтетических цеолитов в РФ в 2001-2017 гг., т, %
- Таблица 46. Направления использования синтетических цеолитов

Таблица 47. Характеристика цеолитов, используемых в производстве промышленных катализаторов

Таблица 48. Номенклатура и характеристика цеолитсодержащих катализаторов, выпускаемых в РФ

Список рисунков

- Рисунок 1. Схема получения гранулированных цеолитов
- Рисунок 2. Технологическая схема получения порошкообразного цеолита NaY силикатным методом
- Рисунок 3. Динамика производства синтетических цеолитов в России в 2001-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 4. Динамика производства синтетических цеолитов ОАО «ИСХЗК» и ООО «СЗК» в 2001-2017 гг., т
- Рисунок 5. Динамика производства синтетических цеолитов ООО «СкатЗ» в 2001-2017 гг., т
- Рисунок 6. Динамика производства синтетических цеолитов ООО «ЗМС «Реал Сорб» в 2001-2017 гг., т
- Рисунок 7. Динамика производства синтетических цеолитов ЗАО «Нижегородские сорбенты» в 2001-2017 гг., т
- Рисунок 8. Импорт продукции на основе синтетических цеолитов РФ в 2001-2018 гг., т
- Рисунок 9. Динамика экспорта молекулярных сит различных марок производства ООО «Недекс-Украина» в 2007-2018 гг., т
- Рисунок 10. Динамика производства, экспорта-импорта и «видимого» потребления синтетических цеолитов в РФ в 2001-2017 гг., т
- Рисунок 11. Структура потребления синтетических цеолитов в России в 2012-2017 гг., %
- Рисунок 12. Структура потребления импортных синтетических цеолитов по направлениям использования в России в 2012-2017 гг., т
- Рисунок 13. Динамика производства синтетических моющих средств (СМС) в России в 1997-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 14. Динамика потребления катализаторов крекинга российскими предприятиями в 2006-2017 гг., млн т
- Рисунок 15. Динамика выпуска катализаторов крекинга в России в 2002-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 16. Динамика добычи нефти, включая газовый конденсат (млн т) и газа (млрд м³) в РФ в 2001-2017 гг.
- Рисунок 17. Динамика добычи попутного нефтяного газа в России в 2006-2017 гг., млрд м³
- Рисунок 18. Динамика производства и потребления синтетических цеолитов в России в 2008-2017 гг. и прогноз на период до 2025 г., тыс. т

Аннотация

Настоящий отчет является **четвертым изданием** готового исследования рынка синтетических цеолитов в странах СНГ.

Мониторинг рынка ведется с сентября 2003 г.

Цель исследования – анализ российского и стран СНГ рынков синтетических цеолитов.

Объектами исследования являются синтетические цеолиты.

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве источников информации использовались данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ, статистики железнодорожных перевозок РФ, Агентства Республики Казахстан по статистике, Государственной таможенной службы Украины; использованы материалы отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов предприятий-производителей синтетических цеолитов и цеолитсодержащей продукции.

Кроме того, при работе над отчетом проводились интервью сотрудников предприятий, выпускающих и использующих цеолиты.

Хронологические рамки исследования: 2001-2017 гг.; прогноз – 2018-2025 гг.

География исследования: Российская Федерация – комплексный подробный анализ рынка; Республика Казахстан, Украина – общий ретроспективный анализ рынка.

Отчет состоит из **8** частей, содержит **135** страниц, в том числе **18** рисунков, **48** таблиц и **2** приложения.

В **первой главе** отчета приведена краткая характеристика мирового рынка синтетических цеолитов.

Во **второй главе** отчета дана краткая характеристика способов производства порошкообразных цеолитов типа А, X, Y, а также поликристаллических сростков и гранул цеолита, не содержащих связующих веществ.

Третья глава отчета посвящена сырью для производства синтетических цеолитов, представлены сведения о крупнейших поставщиках основных видов сырья и направлениях поставок.

В **четвертой главе** рассмотрено производство синтетических цеолитов в России и СНГ. Представлены данные о требованиях к качеству выпускаемой продукции, мощностях и объемах производства, описано текущее состояние крупнейших предприятий-производителей синтетических цеолитов.

В **пятой главе** отчета проанализированы данные о внешнеторговых операциях с синтетическими цеолитами в РФ за период 2001-2017 гг. и на Украине – за период 2006-2017 гг.

Шестая глава посвящена ценам на синтетические цеолиты в РФ, а также анализу российских экспортно-импортных цен.

В **седьмой главе** отчета рассматривается потребление синтетических цеолитов в России, на Украине и в Казахстане. В данном разделе приведен баланс производства-потребления, отраслевая структура потребления, представлены основные потребители, а также текущее состояние и перспективы развития крупнейших предприятий-потребителей.

В **восьмой главе** отчета приводится прогноз развития российского рынка синтетических цеолитов на период до 2025 г.

В **приложениях** дана адресная и контактная информация основных предприятий, выпускающих и потребляющих синтетические цеолиты в РФ.

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка синтетических цеолитов и продукции на их основе (адсорбенты и молекулярные сита, катализаторы процессов нефтепереработки, синтетические моющие средства) – производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

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

Введение

Цеолиты (молекулярные сита) – это природные или синтетические алюмосиликаты, общей формулы $Me_{x/n}[Al_xSi_yO_{2(x+y)}]*zH_2O$, где Me – металл, n – его степень окисления, x – число атомов алюминия, y – кремния, z – молекул воды.

Кристаллическая структура цеолитов образована тетраэдрами $[SiO_4]^{4-}$ и $[AlO_4]^{5-}$, объединёнными общими вершинами в трёхмерный каркас, пронизанный полостями и каналами. В полостях и каналах находятся молекулы воды и катионы металлов (I и II групп периодической системы Менделеева – Ca, Na, K, Mg, Ba, Sr и др.), а также аммония, гидрония, тетраалкиламмония и др. введённые катионным обменом поливалентные ионы. Как катионы, так и молекулы воды характеризуются достаточно большой свободой движения, обуславливающей катионный обмен и, во многих случаях, обратимую дегидратацию.

Наличие полостей и каналов в микроструктуре цеолитов, а также достаточно большая свобода движения катионов и молекул воды определяет уникальные свойства цеолитов.

Обезвоженные путем нагревания цеолиты приобретают способность адсорбировать различные вещества, молекулы которых по размеру не превышают диаметр входных пор-окон. В водной среде цеолиты легко обменивают свои катионы на другие, находящиеся в растворе. В процессе адсорбции и ионного обмена цеолиты проявляют тенденцию к избирательному поглощению одних ионов или молекул перед другими. Поэтому их называют **«молекулярными ситами»**.

При изменении внешних условий адсорбированные молекулы могут быть удалены из цеолитов, а обменные катионы заменены другими, в результате чего цеолиты регенерируются и могут работать в многоцикловом режиме.

Реакционная способность некоторых сорбированных молекул резко и избирательно увеличивается, в результате чего цеолиты проявляют каталитическую активность во многих реакциях, лежащих в основе промышленных процессов синтеза и переработки.

Обработка цеолитов растворами кислот, щелочей и солей позволяет модифицировать цеолиты и целенаправленно изменять их свойства применительно к решению той или иной задачи.

Из известных более 40 минеральных видов и разновидностей природных цеолитов только некоторые удовлетворяют требованиям для использования в практических целях, а именно: образуют крупные почти мономинеральные концентрации и одновременно обладают соответствующими полезными свойствами (адсорбционными, ионообменными, кислото- и термостойкостью и др.).

Природные цеолиты нашли применение в промышленности, в сельском хозяйстве, а также в области охраны окружающей среды. Однако природные цеолиты отличаются разнообразием состава и часто содержат большое

количество различных примесей, что ограничивает их промышленное применение в качестве адсорбентов.

Первые попытки получить цеолиты синтетическим путем были сделаны еще в середине 19 века.

Как новый вид промышленных материалов синтетические цеолиты производятся в мире с 1950-х гг.

В России исследования по синтезу цеолитов были начаты в 1957 г. в Грозненском нефтяном научно-исследовательском институте (ГрозНИИ), там же в 1961 г. был осуществлен первый промышленный синтез цеолита.

В дальнейшем работы в области получения синтетических цеолитов были развернуты во Всесоюзном научно-исследовательском институте по переработке нефти газа (ВНИИ НП), институте химии силикатов Академии наук СССР и в НПО «Ярсинтез» (г. Ярославль).

Синтезировано более 100 разновидностей синтетических цеолитов, из которых на практике наиболее широкое применение нашли цеолиты типа А (не имеет природных аналогов), Х (аналог фожазита) и менее распространенная группа Y (табл. 1). Цеолиты типа Y имеют кристаллическую структуру, аналогичную цеолитам типа Х.

В кристаллической решетке цеолитов этих групп в качестве катионов могут присутствовать различные щелочные и редкоземельные металлы (обычно натрий или калий).

Таблица 1. Основные группы синтетических цеолитов

Тип	Размер пор и название	Формула
А	Алюмосиликат натрия с диаметром пор 4А (т.е. 4 нм или $4 \cdot 10^{-8}$ см), цеолит 4А (NaA). Замещение катионов Na на Ca приводит к увеличению диаметра отверстий до 5А; этот цеолит называется 5А (CaA). Аналогично цеолитам с входным отверстием 3А, цеолит 3А (KA) получают замещением натрия калием.	$\text{Na}_{12}[\text{Al}_{12}\text{Si}_{22}\text{O}_{48}] 27\text{H}_2\text{O}$
Х (фожазит)	Данная кристаллическая структура построена с получением более широких входных отверстий. Как и для типа А, исходной структурой является натриевая форма с входным отверстием порядка 10А. Она соответствует молекулярным ситам 13Х (NaX).	$\text{Na}_n[\text{Al}_n\text{Si}_{106}\text{O}_{384}] 260\text{H}_2\text{O}$ ($87 > n > 83$)
Y	Имеет ту же кристаллическую структуру, что и тип Х, но иной химический состав. Тип Y применяют преимущественно в области катализа (каталитический крекинг).	$(\text{Na}_n[\text{Al}_n\text{Si}_{192-n}\text{O}_{384}] 260\text{H}_2\text{O})$ ($75 > n > 56$)

Источник: группа компаний ОАО «Газпром нефтехим Салават»

Цеолиты типа Y также, как и типа X относятся к типу фожазита, и их структура идентична структуре цеолитов типа X. Однако в элементарной ячейке цеолита типа Y содержится вдвое меньше тетраэдров AlO_4 и катионов по сравнению с цеолитом типа X. Мольное соотношение SiO_2/Al_2O_3 в цеолитах типа Y колеблется от 3,1 до 6,0; они отличаются повышенной кислотостойкостью, термостойкостью и каталитической активностью в реакциях крекинга, изомеризации, алкилирования и других процессов. Именно высокая реакционная способность предопределила высокий спрос нефтехимии на этот вид цеолитов.

В основу классификации синтетических цеолитов, принятой в России, положено двухзначное обозначение; вначале указывается катион, преимущественно входящий в решетку цеолита (K, Na, Ca), а затем тип кристаллической решетки цеолита (A или X). Если калиевая, магниевая или иная форма цеолита получена из натриевой и катионный обмен проведен не полностью, цеолит обозначают KNaA, MgNaA и т. д.

Классификация цеолитов в США и ряде других стран предусматривает указание определяющего размера цеолита (диаметра входного окна). Это соответствие соблюдается, однако, только для цеолитов типа A.

В табл. 2 приведена классификация и характеристика цеолитов общего назначения.

Таблица 2. Российская и зарубежная классификация основных промышленных типов цеолитов общего назначения

Классификация России	KA	NaA	CaA	CaX	NaX
Классификация США	3A	4A	5A	10X	13X
Диаметр входного окна	0,3	0,4	0,5	0,8	0,9

Источник: обзор специальной литературы

Цеолиты являются молекулярными ситами. Они могут быть использованы для разделения веществ не только на основе избирательности адсорбции, но и на основе разницы в размерах и форме поглощаемых молекул. Для того чтобы проникнуть в адсорбционную полость, критический диаметр молекулы адсорбата должен быть меньше размера входного окна.

Размер входных окон, определяющий молекулярно-ситовые свойства цеолитов, зависит от расположения кислородных колец цеолита и от числа атомов кислорода в кольце.

Размер катиона, входящего в состав цеолита, и его расположение также оказывают влияние на размер окна. Катион, расположенный вблизи окна, блокирует вход молекул. При катионном обмене, в котором два катиона натрия замещаются одним катионом кальция, входное окно расширяется; вследствие этого цеолит NaA имеет размер входного окна 0,4 нм, а цеолит CaA – 0,5 нм. Аналогичный обмен в цеолите типа X приводит к некоторому сужению окна.

Классификация цеолитов в соответствии с их молекулярно-ситовым действием была предложена Р.М. Баррером. Объединив для удобства цеолиты X в одну (четвертую) группу с учетом промышленной значимости всех пяти представителей, можно представить эту классификацию следующим образом (табл. 3).

Таблица 3. Свойства и области применения основных промышленных типов цеолитов

Тип цеолита	Свойства, применение
КА	при обычной температуре в значительных количествах поглощает только воду. Это свойство предопределило широкое применение его для осушки нестойких веществ, склонных к реакциям полимеризации
NaA	адсорбирует большинство компонентов промышленных газов, критический размер молекул которых не превышает 0,4 нм: сероводород, сероуглерод, диоксид углерода, аммиак, низшие диеновые и ацетиленовые углеводороды, этан, этилен, пропилен, органические соединения с одной метильной группой в молекуле, а также метан, неон, аргон, криптон, ксенон, кислород, азот, оксид углерода. Последняя группа веществ в значительных количествах поглощается только при низких температурах. Пропан и органические соединения с числом атомов углерода в молекуле более 3 не адсорбируются цеолитом и таким образом при осушке и очистке не подавляют адсорбцию указанных выше примесей.
CaA	адсорбирует углеводороды и спирты только нормального строения (независимо от длины цепи), в связи с чем широко используется в процессах разделения многокомпонентных органических веществ на молекулярно-ситовой основе. Кроме того, цеолитом CaA поглощаются метил- и этилмеркаптаны, органические соединения с числом атомов углерода в молекуле, равным двум, (этиловый спирт, этиламин, диборан и др.). Среди цеолитов общего назначения тип CaA отличается повышенной стойкостью в слабокислой среде и, поэтому его используют в процессах сероочистки и декарбонизации газов.
CaX, NaX	Цеолиты типа X имеют достаточно широкие входные окна и адсорбируют подавляющее большинство компонентов сложных смесей: все типы углеводородов, органические сернистые, азотистые и кислородные соединения (меркаптаны, тиофен, фуран, хинолин, пиридин, диоксан и др.), галогензамещенные углеводороды (хлороформ, четыреххлористый углерод, фреоны), пентаборан и декаборан. Применение цеолитов CaX и NaX основано на избирательности адсорбции, а не на молекулярно-ситовых свойствах. При полном замещении катиона натрия на кальций цеолит CaX, в отличие от цеолита NaX, не адсорбирует ароматические углеводороды или их производные с разветвленными радикалами, например 1,3,5-триэтилбензол и м-дихлорбензол. На этом свойстве основан метод идентификации цеолитов этих двух типов и установление полноты ионного обмена при получении цеолита CaX.

Источник: обзор специальной литературы

Синтетические цеолиты нашли более широкое применение в промышленности, чем природные аналоги за счет своей однородной структуры и чистоты.

За счет кристаллической решётки, которая характеризуется наличием больших внутренних полостей, развитой внутренней поверхностью и строго определённым размером для каждого типа цеолитов входных окон, они являются молекулярными ситами, способными избирательно адсорбировать молекулы определённого размера, как в газовой, так и в жидкой фазе. В связи с этим одно из основных направлений использования синтетических цеолитов – их применение в качестве *адсорбентов*.

Синтетические цеолиты нашли широкое применение для глубокой осушки и очистки природного и попутного нефтяного газа, в нефтепереработке – для осушки и очистки циркуляционного водородосодержащего газа (ВСГ) установок риформинга; в криогенных воздухоразделительных установках и при разделении воздуха и газов методом КЦА.

Благодаря своим уникальным катионообменным свойствам синтетические цеолиты используются для смягчения воды, связывая ионы кальция и магния. В связи с этим синтетические цеолиты нашли применение в качестве компонентов синтетических моющих средств.

Кроме того, синтетические цеолиты используются в качестве носителей для катализаторов, для очистки выбросов промышленных газов и различных жидкостей от вредных компонентов (CO_2 , SO_2 и др.), очистки сточных вод от радиоактивных и других промышленных отходов, разделения газовых смесей, для очистки трансформаторных масел и пр.

1. Краткая характеристика мирового рынка синтетических цеолитов

Мировой рынок сорбентов, составлявший по оценкам экспертов в 2015 г. около 3,0 млн \$, в ближайшие годы будет расти со скоростью около 4% в год и к 2023 г. достигнет объема 4,5 млн \$.

Основными драйверами рынка в настоящее время являются законодательное регулирование состояния сточных вод и исходящих газов, охрана окружающей среды, а также технологические усовершенствования производственных процессов.

Основными видами промышленных адсорбентов являются силикагель, активированный уголь, молекулярные сита (цеолиты), активированный глинозем, глины. При этом наибольшая доля мирового рынка адсорбентов принадлежит синтетическим цеолитам (молекулярным ситам).

Синтетические цеолиты (молекулярные сита) используются в мире на протяжении более чем 60 лет.

Появившись как новый класс промышленных материалов в 1954 г., синтетические цеолиты к 2000 г. достигли объема рынка 1,7 млн \$, к 2015 г. – 3,2 млн \$.

Мировой объем производства молекулярных сит в 2014 г. составил XX млн т. При этом XX млн т (около XX % выпуска) было использовано для производства моющих средств, XX тыс. т – в качестве катализаторов процессов нефтепереработки, XX тыс. т – в качестве адсорбентов. Новыми перспективными областями применения синтетических цеолитов является использование в качестве добавок при производстве пластиков и композитных материалов.

Крупнейшими мировыми производителями синтетических цеолитов являются XX, XX, XX, XX, и XX

XX является ведущим международным поставщиком и лицензиаром технологических процессов, катализаторов, адсорбентов, оборудования и консультационных услуг для предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газоперерабатывающей промышленности. XX является дочерней компанией, полностью принадлежащей XX. Компания основана в Чикаго как «Юниверсал Ойл Продактс Компани» в 1914 г. В состав XX вошла в 2005 г.

Компания была пионером в производстве адсорбентов, начав их выпуск с изобретением молекулярных сит в 1949 г.

XX предлагает широчайший выбор продуктов для адсорбционных процессов в различных формах, выпускаемых под маркой XX. Мощности компании по производству адсорбентов расположены в США, Италии, Японии и Китае.