

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



# Обзор рынка активированного (активного) угля в России, СНГ и мире

**10 издание**

Москва  
февраль, 2021

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/18/169>

Общее количество страниц: 195 стр.

Стоимость отчета – 72 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов Инфомайн, являются надежными, однако Инфомайн не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. 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.....	10
Введение .....	12
<b>1. Краткий обзор мирового рынка активированного угля в 2010-2019 гг.</b>	<b>13</b>
<b>2. Сырье для производства активированного угля, технология производства и оборудование .....</b>	<b>20</b>
2.1. Сырье и технология производства активированного угля .....	20
2.2. Оборудование для производства активированного угля на древесной основе .....	30
<b>3. Производство активированного угля в СНГ .....</b>	<b>33</b>
<b>4. Производство активированного угля в России (2001-2020 гг.).....</b>	<b>37</b>
4.1. Текущее состояние производителей активированного угля .....	39
АО «Сорбент» (Пермь).....	39
ООО «Карбоника-Ф» (Красноярск) .....	51
ЗАО «Экспериментальный химический завод» (Великий Новгород) .....	54
ООО «Техносорб» (Пермь).....	59
ООО «Пермский завод сорбентов «УралХимСорб» (Пермь).....	65
ООО «Тюменский пиролизный завод» (Тюменская обл.) .....	69
ООО «Карбонфильтр» (Санкт-Петербург).....	71
ОАО «Корпорация «Росхимзащита» (Тамбов) .....	74
ОАО «Электростальский химико-механический завод им. Н.Д. Зелинского (ОАО «ЭХМЗ», Московская обл.) .....	76
ОАО «ЭНПО Неорганика» (Московская обл.) .....	79
ООО «НПО ПЗС «Татсорб» (г.Казань) .....	83
ООО «Сорбенты Кузбасса» (г.Кемерово) .....	84
ООО «НПП «Полихим» (Санкт-Петербург) .....	85
ООО «МИУ-Сорб» (Москва) .....	87
4.2. Предприятия, прекратившие выпуск активированного угля .....	89
ОАО «Заря» (Нижегородская обл.).....	89
ОАО «Карбохим» (Нижегородской обл.).....	91
ОАО «Амзинский лесокombинат» (Башкортостан) .....	92
<b>5. Внешнеэкономические операции с активированным углем в СНГ .....</b>	<b>93</b>
5.1. Внешнеэкономические операции России с активированным углем в 2001-2020 гг. ....	93
5.1.1. Экспорт активированного угля.....	95
5.1.2. Импорт активированного угля.....	102
5.2. Внешнеэкономические операции Украины с активированным углем в 2001-2019 гг. ....	112

5.2.1. Экспорт активированного угля.....	114
5.2.2. Импорт активированного угля.....	117
5.3. Внешнеэкономические операции Белоруссии с активированным углем в 2004-2020 гг. ....	127
5.4. Внешнеэкономические операции Казахстана с активированным углем в 2005-2020 гг. ....	130
<b>6. Обзор цен на активированный уголь .....</b>	<b>133</b>
6.1. Цены на активированный уголь на внутреннем рынке России .....	133
6.2. Экспортно-импортные цены России (2001-2020 гг.) .....	136
6.3. Экспортно-импортные цены Украины (2001-2019 гг.).....	147
<b>7. Потребление активированного угля в СНГ .....</b>	<b>151</b>
7.1. Потребление активированного угля в России (2001-2020 гг.).....	151
7.1.1. Баланс потребления активированного угля в России.....	151
7.1.2. Отраслевая структура потребления активированного угля в России.....	155
7.1.3. Основные получатели активированного угля в России в 2007-2020 гг.....	170
7.2. Потребление активированного угля на Украине (2001-2019 гг.) .....	179
<b>8. Прогноз производства и потребления активированного угля в России до 2025 г. ....</b>	<b>182</b>
<b>Приложение 1: Технические характеристики активированных углей российских производителей .....</b>	<b>186</b>
<b>Приложение 2: Контактная информация производителей и потребителей активированного угля .....</b>	<b>192</b>

## СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Крупнейшие мировые экспортеры активированного угля в 2010-2019 гг., тыс. т
- Таблица 2. Крупнейшие мировые импортеры активированного угля в 2010-2019 гг., тыс. т
- Таблица 3. Сорбционная площадь поверхности различных сорбентов
- Таблица 4. Регламентируемые показатели сырья для производства активированных углей
- Таблица 5. Требования и нормы к физико-химическим показателям активного древесного дробленого угля (ГОСТ 6217-74)
- Таблица 6. Марки активированного угля, выпускаемые российскими предприятиями и сырье для их производства
- Таблица 7. Производство активированного угля в России в 2001-2020 гг., т
- Таблица 8. Объемы поставок сырья для производства активированного угля АО «Сорбент» в 2007-2019 гг., т
- Таблица 9. Объем производства активированных углей АО «Сорбент» по видам в 2010-2014 гг., т
- Таблица 10. Поставки активированного угля производства АО «Сорбент» железнодорожным транспортом в 2004-2020 гг., т
- Таблица 11. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности АО «Сорбент» в 2010-2019 гг, млн руб
- Таблица 12. Зарубежные потребители активированного угля производства АО «Сорбент» в 2005-2020 гг., т
- Таблица 13. Технические характеристики сорбента марки АБГ
- Таблица 14. Объемы поставок сырья ООО «Карбоника-Ф» в 2007-2009 гг., т
- Таблица 15. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности ООО «Карбоника-Ф» в 2014-2019 гг, млн руб
- Таблица 16. Марки активированного угля производства ЗАО «Экспериментальный химический завод»
- Таблица 17. Поставки активированного угля производства ЗАО «Экспериментальный химический завод» железнодорожным транспортом в 2012-2016 гг., т
- Таблица 18. Зарубежные потребители активированного угля ЗАО «Экспериментальный химический завод» в 2007-2020 гг., т
- Таблица 19. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности ЗАО «ЭХЗ» в 2006-2019 гг., млн руб
- Таблица 20. Поставки активированного угля производства ООО «Техносорб» железнодорожным транспортом в 2004-2011 гг., т
- Таблица 21. Зарубежные потребители активированного угля ООО «Техносорб» в 2007-2020 гг., т
- Таблица 22. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности ООО «Техносорб» и ООО «ТД Техносорб» в 2009-2019 гг., млн руб
- Таблица 23. Основные технические характеристики активированных древесных углей производства ООО «ПЗС «УралХимСорб»

- Таблица 24. Рекомендуемые области применения активированного угля производства ООО «Уралхимсорб»
- Таблица 25. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности ООО «ПЗС «УралХимСорб» и ООО «ТД «УралХимСорб» в 2011-2019 гг., млн руб
- Таблица 26. Зарубежные потребители активированного угля ООО «УралХимСорб» в 2007-2020 гг., т
- Таблица 27. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности ООО «Тюменский пиролизный завод» в 2013-2019 гг., млн руб
- Таблица 28. Физико-химические показатели активированных углей ООО «Карбонфильтр»
- Таблица 29. Основные российские потребители активированных углей ООО «Карбонфильтр» в 2004-2008 гг., т
- Таблица 30. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности ООО «Карбонфильтр» в 2013-2019 гг., млн руб
- Таблица 31. Профильные задачи в области химической защиты человека и виды деятельности предприятий ОАО «Корпорация «Росхимзащита»
- Таблица 32. Марки активированных углей ОАО «ЭХМЗ» и области их применения
- Таблица 33. Зарубежные потребители активированного угля ОАО «ЭХМЗ» в 2005-2008 гг., т
- Таблица 34. Марки активированных углей ОАО «ЭНПО «Неорганика» и области их применения
- Таблица 35. Основные показатели сорбентов МАУ
- Таблица 36. Показатели внешнеторговых операций России с активированным углем в 2001-2020 гг., т, тыс. \$, S/кг
- Таблица 37. Объемы российского экспорта активированного угля по направлениям в 2001-2020 гг., т
- Таблица 38. Объемы экспортных поставок активированного угля российскими производителями в 2005-2020 гг., т
- Таблица 39. Объем российского импорта активированного угля по направлениям в 2001-2020 гг., т
- Таблица 40. Основные поставщики импортного активированного угля в Россию в 2008-2020 гг., т
- Таблица 41. Основные российские получатели импортного активированного угля в 2006-2020 гг., т
- Таблица 42. Объемы внешнеторговых операций Украины с активированным углем в 2001-2019 гг., т, тыс. \$
- Таблица 43. Объемы экспорта активированного угля Украины по направлениям в 2001-2019 гг., т
- Таблица 44. Объемы импортных поставок активированного угля на Украину по направлениям в 2003-2019 гг., т
- Таблица 45. Основные поставщики импортного активированного угля на Украину в 2005-2019 гг., т

- Таблица 46. Основные украинские получатели импортного активированного угля в 2009-2019 гг., т
- Таблица 47. Объемы импорта активированного угля Белоруссии по направлениям в 2004-2020 гг. (т, тыс. \$, тыс. \$/т)
- Таблица 48. Объемы импорта активированного угля Казахстана по направлениям в 2005-2020 г. (т)
- Таблица 49. Цены на активированные угли АО «Сорбент» в 2010-2020 гг., руб./кг, с НДС
- Таблица 50. Цены на активированные угли ООО «УралХимСорб», руб./кг, без НДС
- Таблица 51. Цены на активированный уголь ОАО «ЭНПО «Неорганика»
- Таблица 52. Средние экспортные цены России на активированный уголь по направлениям в 2001-2020 гг., \$/кг
- Таблица 53. Объемы поставок (т) и средние экспортные цены (\$/кг) на активированный уголь российских производителей по маркам в 2005-2020 гг.
- Таблица 54. Объемы поставок (т) и экспортные цены (\$/кг) на некоторые марки активированного угля российских производителей в 2009-2020 гг.
- Таблица 55. Объемы поставок (т) и средние импортные цены (\$/кг) на активированный уголь в России по направлениям в 2001-2020 гг.
- Таблица 56. Объемы поставок (т) и средние импортные цены (\$/кг) на активированный уголь на Украине в 2001-2019 гг.
- Таблица 57. Баланс производства и потребления активированного угля России в 2001-2020 гг., т, %
- Таблица 58. Объем производства некоторых видов пищевых продуктов в России в 2010-2020 гг.
- Таблица 59. Области применения активированных углей на каменноугольной основе
- Таблица 60. Области применения активированных углей на древесной основе
- Таблица 61. Области применения активированных углей на кокосовой основе
- Таблица 62. Основные получатели активированного угля в России в 2007-2020 гг., т
- Таблица 63. Баланс производства-потребления активированного угля на Украине в 2001-2019 гг., т, %
- Таблица 64. Технические характеристики активированных углей на древесной основе АО «Сорбент»
- Таблица 65. Технические характеристики активированных углей на каменноугольной основе АО «Сорбент»
- Таблица 66. Технические характеристики активированных углей на кокосовой основе АО «Сорбент»
- Таблица 67. Технические характеристики активированных углей ОАО «ЭНПО «Неорганика»

## СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Крупнейшие мировые производители активированного угля, %
- Рисунок 2. Динамика среднегодовых экспортных (Китай, Индия, Филиппины) и импортных (Япония) цен на активированный уголь в 2010-2019 гг., \$/т
- Рисунок 3. Структура потребления активированного угля на мировом рынке, %
- Рисунок 4. Динамика производства древесного угля в России в 1995-2020 гг., тыс. т
- Рисунок 5. Технологический процесс изготовления активированных углей на основе древесного угля-сырца
- Рисунок 6. Технологический процесс изготовления активированных углей на каменноугольной основе
- Рисунок 7. Динамика производства активированного угля в России в 1997-2020 гг., тыс. т
- Рисунок 8. Структура выпуска активированных углей в России по основным производителям в 2001-2020 гг., тыс. т
- Рисунок 9. Региональная структура производства активированного угля в России в 2014-2020 гг., %
- Рисунок 10. Структура производства активированных углей АО «Сорбент» по видам в 2010-2014 гг., %
- Рисунок 11. Динамика производства активированного угля АО «Сорбент» в 1997-2020 гг., тыс. т
- Рисунок 12. Динамика производства активированного угля ООО «Карбоника-Ф» и поставок в адрес «ГМК «Норникель» в 2011-2020 гг., т
- Рисунок 13. Динамика производства активированного угля ЗАО «ЭХЗ» в 2007-2020 гг., т
- Рисунок 14. Динамика производства активированного угля ОАО «ЭХМЗ» в 1997-2020 гг., т
- Рисунок 15. Динамика производства активированного угля ОАО «Заря» в 1997-2005 гг., т
- Рисунок 16. Динамика производства активированного угля ОАО «Карбохим» в 1997-2009 гг., т
- Рисунок 17. Динамика экспорта и импорта активированного угля в России в 2001-2020 гг., тыс. т
- Рисунок 18. Динамика российского экспорта активированного угля в натуральном (тыс. т) и денежном (млн \$) выражении в 2001-2020 гг.
- Рисунок 19. Структура экспорта российского активированного угля по направлениям в 2009-2020 гг., %
- Рисунок 20. Динамика импорта активированного угля в РФ в натуральном (тыс. т) и денежном (млн \$) выражении в 2001-2020 гг.
- Рисунок 21. Динамика и структура российского импорта активированного угля по направлениям в 2007-2020 гг., т
- Рисунок 22. Динамика экспорта и импорта активированного угля на Украине в 2001-2019 гг., т



- Рисунок 23. Динамика экспорта активированного угля на Украине в натуральном и денежном выражении в 2001-2019 гг., т, тыс. \$
- Рисунок 24. Динамика импорта активированного угля на Украине в 2001-2019 гг., т
- Рисунок 25. Географическая структура импорта активированного угля Украины в 2005-2019 гг., %
- Рисунок 26. Динамика импорта активированного угля Белоруссии в 2004-2020 гг., т, млн \$
- Рисунок 27. Региональная структура импорта активированного угля Белоруссии в 2004-2020 гг., %
- Рисунок 28. Динамика импорта активированного угля Казахстана в 2004-2020 гг., тыс. т, млн \$
- Рисунок 29. Региональная структура импорта активированного угля Казахстана в 2005-2019 гг., %
- Рисунок 30. Динамика среднегодовых экспортных и импортных цен на активированный уголь в России в 2001-2020 гг., \$/кг
- Рисунок 31. Динамика среднегодовых экспортных и импортных цен на активированный уголь на Украине в 2001-2019 гг., \$/кг
- Рисунок 32. Динамика производства, экспорта, импорта и потребления активированного угля в России в 2001-2020 гг., тыс. т
- Рисунок 33. Отраслевая структура потребления активированного угля в России в 2013-2020 гг., %
- Рисунок 34. Динамика производства сигарет в РФ (млрд. шт.) и использования активированного угля для этих целей (тыс. т) в 2011-2020 гг.
- Рисунок 35. Индекс производства руд и концентратов золотосодержащих в России в 2009-2020 гг., % к 2008 г.
- Рисунок 36. Динамика импорта и потребления активированного угля на Украине в 2001-2019 гг., тыс. т
- Рисунок 37. Прогноз производства и потребления активированного угля в России до 2025 г., тыс. т

## Аннотация

Настоящий отчет является **десятым переизданием** исследования рынка активированного угля в СНГ.

**Цель исследования** – анализ текущего состояния рынка активированного угля в СНГ и прогноз его развития на период до 2025 г.

**Объектом исследования** является активированный уголь.

**Хронологические рамки исследования:** 2001-2020 гг.

**География исследования:** страны СНГ и мировой рынок; Российская Федерация – комплексный подробный анализ рынка, прочие страны – краткий анализ.

*Отличием данной работы от исследований, представленных в настоящее время на российском рынке, являются более широкие географические и временные рамки – изучен рынок не только России, но и СНГ в период с 2001 г. по 2020 г.*

*Следует отметить, что в настоящее время далеко не все производители активированного угля в России предоставляют отчетность об объемах производства своей продукции в ФСГС РФ (Росстат). Ряд маркетинговых исследований, посвященных изучению рынка активированного угля, рассматривают только данные официальной статистики. В настоящем отчете более точно оценена текущая ситуация на рынке активных углей, т.к. приведена информация в том числе и о предприятиях, не предоставляющих отчетность в ФСГС РФ.*

*Кроме того, в отчете приведены подробные данные о качественных характеристиках активированных углей, выпускаемых российскими производителями.*

*Также настоящий отчет содержит краткую характеристику мирового рынка активированных углей – приведены данные об объемах производства и потребления данной продукции. Рассмотрены торговые операции с активированным углем, определены крупнейшие мировые экспортеры и импортеры, изучена динамика цен на активированный уголь в период 2010-2019 гг.*

Отчет состоит из **8 частей**, содержит **195** страниц, в том числе **67** таблиц, **37** рисунков и **2** приложения.

Данная работа является кабинетным исследованием. В качестве источников информации использовались данные ФСГС РФ (Росстат), Федеральной таможенной службы РФ, статистики железнодорожных перевозок РФ, ГТС Украины, Государственного комитета по статистике стран СНГ, отраслевой и региональной прессы, а также интернет-сайтов предприятий-

производителей активированного угля. Кроме того во время работы над отчетом проводились телефонные интервью участников рынка.

**Первая** глава отчета посвящена краткому обзору мирового рынка активированного угля.

Во **второй** главе описаны технологии производства активированного угля, его свойства, приведены данные о сырье, используемом в производстве активированного угля, а также об оборудовании для производства.

В **третьей** главе отчета приведены данные об объемах производства активированного угля в СНГ в 2001-2020 гг.

**Четвертая** глава посвящена производству активированного угля в России, в ней приведена информация о текущем состоянии предприятий-производителей активированного угля – объемах производства и характеристиках выпускаемой продукции, направлениях и объемах поставок, а также об основных финансово-экономических показателях деятельности предприятий.

В **пятой** главе отчета проанализированы данные о внешнеэкономических операциях с активированным углем в России (2001-2020 гг.), на Украине (2001-2019 гг.), Белоруссии (2004-2020 гг.) и Казахстане (2005-2020 гг.). Определены основные направления и объемы поставок данной продукции.

В **шестой** главе отчета приведены данные о динамике внутренних цен на активированный уголь в России в 2010-2020 гг., а также изменениях экспортно-импортных цен в России (2001-2020 гг.) и на Украине (2001-2019 гг.).

**Седьмая** глава отчета посвящена анализу внутреннего потребления активированного угля в России в 2001-2020 гг. В ней приведен баланс производства и потребления активированного угля, рассмотрена отраслевая структура потребления, определены крупнейшие потребители данной продукции. Также в этой главе приведен баланс потребления активированного угля на Украине.

В заключительной, **восьмой** главе отчета приводится прогноз производства и потребления активированного угля в России до 2025 г.

В **Приложении 1** приведены технические характеристики активированных углей некоторых российских производителей.

В **Приложении 2** приведены адреса и контактная информация производителей и потребителей активированного угля в СНГ.

## Введение

Активированный уголь – высокопористый углеродный адсорбент, который получают из различных углеродсодержащих материалов органического происхождения.

Характерной особенностью производства активированного угля является разнообразие используемого сырья (древесный и каменный уголь, торф, скорлупа кокосовых орехов, косточки плодовых культур и др.).

Удаление смолистых веществ и создание разветвленной сети пор приводят к образованию высокоразвитой поверхности. В зависимости от технологии изготовления активированный уголь имеет удельную поверхность от 500 до 1500 м<sup>2</sup>/г, благодаря чему обладает очень высокой адсорбционной способностью.

Активированный уголь широко применяется для очистки, разделения и извлечения различных веществ, как жидких, так и газообразных. Особенно хорошо активированный уголь адсорбирует углеводороды и их производные, слабее – спирт, аммиак и другие полярные вещества.

По сравнению с другими адсорбционными материалами (силикагели, цеолиты, алюмогели, иониты и другие), активированные угли являются уникальными адсорбентами в силу своих гидрофобных свойств.

В России, так же как и в мировой практике, наибольшая доля в потреблении активированного угля приходится на водоподготовку – как питьевой, так и технической воды.

Активный уголь является единственным типом сорбента, имеющего высокую адсорбционную способность при извлечении токсичных органических загрязнений из воды. Все питьевое водоснабжение и глубокая (ниже предельно допустимых концентраций) очистка сточных вод базируются на использовании порошковых и зерненных активных углей. На эти цели расходуется не менее 35% мирового производства активного угля.

Активированный уголь идеально соответствует процессам защиты окружающей среды, включая очистку отходящих газов, обезвреживание сточных вод и др.

Активированные угли находят широко применяются в различных отраслях промышленности: в пищевой – для очистки крахмалопаточных растворов, сахарных сиропов, глюкозы, в ликеро-водочном производстве, а также производстве соков и напитков; в химической, нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности – в производстве химических волокон, каучука и ПВХ смол, для очистки паров, газов, аминовых растворов, промышленных стоков и др.; в горно-металлургической – при флотации руд полезных ископаемых, при извлечении золота; на предприятиях энергетики и во многих других отраслях.

В СССР максимальный объем производства активированных углей пришелся на конец 1980-х гг. и составил 40 тыс. т/год. После 2000 г. выпуск активированных углей в России не превышал 7 тыс. т/год и только с 2016 г. начался заметный рост объемов производства.

## 1. Краткий обзор мирового рынка активированного угля в 2010-2019 гг.

Основным драйвером роста рынка активированного угля является растущее загрязнение окружающей среды, связанное с промышленным производством.

Мировое потребление активированного угля в 2006 г. оценивалось в 1 млн т, в настоящее время данный показатель приближается к XX млн т/год.

Опережающие темпы роста потребления активных углей характерны для развивающихся стран, в первую очередь, в Азиатском регионе в связи с ростом численности населения, потребности в питьевой воде, а также ростом загрязнения природы.

В течение последних нескольких лет средний ежегодный прирост мирового потребления активированного угля составлял около 5,5% и в 2017 г. оценивался в 1,7 млн т, по итогам 2019 г. данный показатель составлял порядка 1,85-1,9 млн т.

В стоимостном выражении мировой рынок активированных углей, по оценке Fortune Business Insights, в 2019 г. составил 2,86 млрд \$.

Согласно прогнозам, в перспективе до 2027 г. рынок будет расти в среднем на 4,8% и достигнет 4,06 млрд \$ к 2027 г.

Крупнейшим сегментом рынка активированного угля являются страны Азиатско-Тихоокеанского региона, данный рынок оценивался в 2018 г. в 1,12 млрд \$, в 2019 г. – в 1,19 млрд \$.

Фактором риска для дальнейшего роста рынка активированного угля является ограниченность ряда сырьевых материалов, используемых для его производства, в частности, скорлупы кокосового ореха. Это, в свою очередь, ведет к росту цен на активированный уголь.

Особенностью мирового рынка активированного угля является транснациональный характер основных мировых производителей – производственные мощности крупных компаний расположены в разных странах и даже на разных континентах.

Кроме того, для мирового рынка активированного угля характерен высокий уровень концентрации – за последние несколько лет крупные производители активированного угля совершили ряд сделок по приобретению более мелких компаний и тем самым укрепили свои позиции на рынке.

В тройку крупнейших мировых производителей активированного угля входят XXX Co, Ltd. (XXXX Carbon Corporation), XXX Corporation и XXX Carbons, суммарно на долю этих компаний приходится порядка 45% мирового производства (рис. 1).

На долю крупнейшего мирового производителя – компании XXXX Carbon Corporation (<http://www.calgoncarbon.com/>) приходится около 16% от всего объема, компания производит порядка XX тыс. т/год активированного угля (\$415 млн).

XXX Carbon Corporation в начале 2016 г. объявила о завершении сделки по приобретению бизнеса компании СЕСА по производству активированного угля и фильтрационных материалов на основе минерального сырья (the Activated Carbon and Filter Aid Business).

В свою очередь, XXX Carbon Corporation в марте 2018 г. была приобретена крупным производителем химической продукции XXX Co, Ltd. (Япония) за 1,093 млрд \$.

По данным XXX Co, Ltd, в 2020 г. продажи активированных углей, несмотря на ограничения, связанные с пандемией COVID-19, сохранились на стабильном уровне, особенно в сегменте продуктов для очистки воды, поскольку это связано с базовыми потребностями повседневной жизни людей.

В связи с растущим спросом на активированный уголь компания планирует расширять мощности Calgon Carbon в США (высококачественный активированный уголь) и в Бельгии (реактивированный уголь для промышленности).

### **Рисунок 1. Крупнейшие мировые производители активированного угля, %**

*Источник: данные компании Roskill*

На втором месте по объемам производства активированного угля компания XXX Corporation, США Norit (мировой производитель специальных химических продуктов и материалов) с объемом производства XX тыс. т (\$360 млн), из которых около XX тыс. т/год приходится на производство активированного угля на основе кокосовой скорлупы.

Холдинг XX Group (Нидерланды), основанный в 1918 г, является крупнейшим в Европе и одним из крупнейших в мире производителем активированного угля. В 2012 г группа XX была приобретена XX Corporation и переименована в XX XX Activated Carbon.

XX XX производит более 300 марок углей различного назначения, а также разрабатывает решения и специальные марки углей под специфические требования заказчиков.

Группа компаний XX также производит различное оборудование для водоподготовки (например ультрафильтрационных мембран, центробежных насосов производительностью до 360.000 м3/час, а также оборудования для производств использующих сверхчистые потоки в жидкой фазе в фармацевтике и других отраслях: клапаны, станции смешения и промывок и др.

Компания ХХ использует в производстве активированного угля все известные виды сырья (торф, каменный уголь, дерево, кокосовую скорлупу, оливковые косточки), типы активирования и другие производственные процессы, такие, как экструдирование, дополнительная классификация, промывки, импрегнирование различными веществами. Это позволяет компании Norit предложить потребителям широчайшую линейку продуктов под конкретные задачи, а в отдельных случаях, разработать продукты под определенные «узкие» цели.

ХХ Carbons является крупнейшим в мире производителем активированного угля на основе кокосовой скорлупы, мощности компании по выпуску данной продукции, как минимум в 2 раза превышают мощности других производителей.

В 2011 г. ХХХ Carbons приобрела французского производителя активированного угля – компанию PISA, таким образом, были увеличены производственные мощности и расширен ассортимент выпускаемой продукции.

Штаб квартира ХХХ Carbons находится в Швеции, производственные мощности (20 заводов по производству и 5 по реактивации активированного угля) расположены во Франции, Германии, Италии, США, Вьетнаме, Шри-Ланке, Индии и Китае. Ежегодный объем производства активированного угля компанией составляет около ХХх тыс. т.

В 2014 г. компанию ХХх Carbons приобрела Osaka Gas Chemicals Co., Ltd. (OGC), которая, в свою очередь, является подразделением Osaka Gas Co., Ltd.

Ранее в состав Osaka Gas Chemicals Co. входила японская JEC (Japan EnviroChemicals) – крупнейший поставщик активированного угля на японский рынок с долей 20%. Объединение мощностей Jacobi Carbons и JEC увеличило долю компании на мировом рынке до 13%.

В 2015 г. ХХХ Carbons открыла новый завод по производству активированного угля на Филиппинах мощностью ХХХ тыс. т/год.

Основные мировые мощности по производству активированного угля сосредоточены в Китае, США, Бельгии, Франции, Германии, Индии, Филиппинах, Шри-Ланке и некоторых других странах, богатых сырьем для производства данной продукции. При этом США, европейские страны ориентированы, в первую очередь, на производство активных углей среднего и высокого качества, в то время как Китай производит, преимущественно, продукцию среднего и низкого качества и, соответственно, более низкой ценовой категории.

Тем не менее, Китай является крупнейшим мировым производителем активированного угля – в натуральном выражении на эту страну приходится около 43% мировых производственных мощностей. Объем производства активированного угля в Китае в 2014 г. оценивался в ХХХтыс. т, при этом около 65% от суммарного объема производства приходится на активированный уголь на древесной основе, остальную часть составляет продукция на каменноугольной основе.

Среди крупнейших китайских производителей активированного угля на древесной основе такие компании, как Fujian Yuanli Active Carbon, Fujian Xinsen Carbon, Fujian Zhixing Activated Carbon, Jiangsu Zhuxi Activated Carbon и др. Продажи лидера отрасли – компании Fujian Yuanli Active Carbon – в 2014 г. составили 53,5 тыс. т, увеличившись на 11,2% относительно предыдущего года.

Производство активированного угля на каменноугольной основе сосредоточено в районах с развитой сырьевой базой – провинциях Shanxi, Ningxia и Внутренняя Монголия. Крупнейшими производителями активированного угля на каменноугольной основе являются компании Xinhua Activated Carbon, Huahui Carbon, Shenhua Ningxia Coal Industry Group и Xingtai Coal Chemical, каждая с производственной мощностью свыше XXX тыс. т/год.

В связи с ужесточением требований по охране окружающей среды и экологической безопасности, темпы увеличения спроса на активированный уголь в Китае будут превышать средний мировой показатель и составят 6%.

Китайская Народная Республика является и крупнейшим экспортером активированного угля, страна увеличила поставки данной продукции с XXX тыс. т в 2010 г. до XXX тыс. т в 2018 г. (табл. 1).

Основными направлениями поставок китайской продукции являются Япония (XX тыс. т в 2013 г., XX тыс. т в 2019 г.) и Южная Корея (XX тыс. т в 2013-2019 гг.), более XX тыс. т активированного угля Китай ежегодно экспортирует в США, Нидерланды, Бельгию, Италию.

В тройку лидеров по объемам экспорта активных углей также входят Индия (XX тыс. т в 2019 г.) и Филиппины (XX тыс. т).

**Таблица 1. Крупнейшие мировые экспортеры активированного угля в 2010-2019 гг., тыс. т**

Страна	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Китай	220,8									
Индия	20,2									
Филиппины	32,3									
США	61,9									
Бельгия	52,2									
Германия	28,0									
Нидерланды	46,5									
Шри-Ланка	31,6									
Индонезия	24,8									
Великобритания	16,4									
Малайзия	19,7									
Вьетнам	4,5									
Франция	15,8									
Австралия	16,0									
Канада	3,3									
Япония	8,2									

Источник: данные UN trade

Среди основных мировых импортеров активированного угля – США, Япония, Германия, Корея и Бельгия. Наиболее крупные партии данной продукции в течение 2011-2013 гг. закупила Япония – в страну ежегодно



поступало более XX тыс. т активированного угля. В последующие годы импорт Японии сократился до XX тыс. т/год, а лидирующую позицию заняли США с показателями импорта активированного угля в объеме XX тыс. т/год (табл. 2).

**Таблица 2. Крупнейшие мировые импортеры активированного угля в 2010-2019 гг., тыс. т**

Страна	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
США	75,6									
Япония	84,1									
Германия	51,3									
Корея	44,9									
Бельгия	39,1									
Китай	12,4									
Италия	31,4									
Франция	31,3									
Великобритания	25,7									
Нидерланды	18,8									
Индия	8,1									
Канада	18,3									
Испания	11,6									
Россия	15,4									
Мексика	8,8									
Индонезия	5,8									
Южная Африка	7,9									
Австралия	9,1									
Венгрия	6,6									

*Источник: данные UN trade*

Динамика цен на активированный уголь рассмотрена для крупнейшего экспортера – Китая, основного импортера – Японии, а также других крупных игроков на мировом рынке данной продукции. Экспортные цены Индии и Филиппин изменялись разнонаправленно в широких пределах, цены Китая и Японии демонстрировали схожую динамику. Следует отметить, что среднегодовые цены китайских экспортеров с 2014 г. остаются заметно более низкими, чем цены Индии и Филиппин. В 2018 г. был отмечен рост всех ценовых показателей, при этом экспортные цены Индии и Филиппин практически сравнялись с импортными ценами Японии (рис. 2).

Осенью 2020 г. один из лидеров мирового рынка активных углей компания XXX Activated Carbon объявила, что с 1 октября повышает цены во всем мире на все продукты с активированным углем. Рост цен будет варьировать от 3 до 8%, в зависимости от конкретного продукта и региона.

По данным компании, повышение цен стало необходимым из-за роста затрат на рабочую силу, эксплуатацию, соблюдение экологических требований и фрахт. Повышение цен позволит XXX поддерживать постоянные инвестиции в разработку продуктов и приложений. Кроме того, это гарантирует, что Cabot останется надежным, долгосрочным поставщиком высококачественных продуктов и услуг с активированным углем для своих клиентов.

**Рисунок 2. Динамика среднегодовых экспортных (Китай, Индия, Филиппины) и импортных (Япония) цен на активированный уголь в 2010-2019 гг., \$/т**

*Источник: «Инфомайн» на основе данных UN trade*

По экспертным оценкам, в 2015 г. около XX% от всего объема конечного потребления активированного угля приходилось на использование в жидкой фазе, наибольшую часть в этом сегменте составляет очистка воды (в промышленном, коммерческом и бытовом сегменте), это вообще крупнейшая область применения активированного угля. Около XX% от всего объема потребления активированного угля приходилось на применения в газовой фазе, прогнозировалось, что в течение ближайших лет доля этого сегмента будет увеличиваться.

По оценкам Fortune Business Insights, на очистку воды в 2019 г. приходилось порядка XX% от мирового потребления активированного угля, около XX% потребления составила очистка воздуха и газов, XX% составила доля пищевой промышленности (рис. 3).

Следует отметить, что в разных географических точках мира структура конечного потребления активированного угля существенно отличается. К примеру, в Австралии до XX% всего объема потребления активированного угля приходится на золотодобывающую промышленность, в то время как в странах Европы доля этого применения ничтожна.

## **2. Сырье для производства активированного угля, технология производства и оборудование**

### **2.1. Сырье и технология производства активированного угля**

В 1900-1901 гг. была запатентована современная технология производства активированных или активных углей. По этой технологии в 1909 г. была выпущена первая промышленная партия порошкового активированного угля.

Во время первой мировой войны был впервые применен активный уголь из скорлупы кокосового ореха в качестве адсорбента в противогазах. Благодаря этому опыту появилось много разработок и исследований в этой области, что привело к интенсивному росту производства и использования активированных углей во всех сферах жизни человека.

Активированные угли могут быть получены из разнообразного углеродсодержащего сырья – древесины, каменного и бурого угля, торфа, скорлупы кокосовых орехов, косточек плодовых культур и т.п.

Наилучшим по качеству очистки и сроку службы считается активированный уголь, изготовленный из скорлупы кокоса, а благодаря высокой прочности его можно многократно регенерировать. Россия, однако, не располагает сырьевыми ресурсами для его производства.

Для получения активированного угля сырье сначала подвергают карбонизации – обжигу при высокой температуре в инертной атмосфере без доступа воздуха. Однако полученный карбонизат обладает плохими адсорбционными свойствами, поскольку размеры его пор невелики и внутренняя площадь поверхности мала. Поэтому карбонизат подвергают активации для получения специфической структуры пор и улучшения адсорбционных свойств.

Активация углей осуществляется посредством обработки водяным паром, реже специальными химическими реагентами (соляной кислотой). Активация водяным паром проводится при температуре 800-1000 °С в строго контролируемых условиях. При этом на поверхности пор происходит химическая реакция между водяным паром и углем, в результате чего образуется развитая структура пор и увеличивается внутренняя поверхность угля. С помощью такого процесса можно получать угли, обладающие различными адсорбционными свойствами.

Процесс активации угля, а также выбор сырья являются ключевыми (но не единственными) факторами образования в корне разных поровых структур активированного угля.

Активация водяным паром позволяет получать угли с внутренней площадью поверхности до 1500 м<sup>2</sup> на грамм угля. Благодаря этой огромной площади поверхности, активированные угли являются прекрасными адсорбентами. Тем не менее, не вся эта площадь может быть доступна для адсорбции, поскольку крупные молекулы адсорбируемых веществ не могут проникать в поры малого размера.

В соответствии с классификацией Международного союза теоретической и прикладной химии (IUPAC) по размеру пор различают субмикропоры с диаметром до 0,4 нм; микропоры – 0,4-2,0 нм; мезопоры – 2,0-50 нм; макропоры – более 50 нм (1 нм =  $10^{-9}$  м).

Микро- и мезопоры составляют большую часть поверхности активированных углей. Соответственно, именно они вносят наибольший вклад в их адсорбционные свойства. Микропоры особенно хорошо подходят для адсорбции молекул небольшого размера, а мезопоры – для адсорбции более крупных органических молекул. Удельная поверхность микропор достигает 800-1000 м<sup>2</sup>/г, мезопор – составляет 100-200 м<sup>2</sup>/г. Макропоры, удельная поверхность которых обычно не превышает 0,5-0,2 м<sup>2</sup>/г, в процессе адсорбции не заполняются, а выполняют роль транспортных каналов для доставки адсорбата к поверхности адсорбирующих пор.

Определяющее влияние на структуру пор активированных углей оказывают исходные материалы для их получения. Активные угли на основе скорлупы кокоса характеризуются большей долей микропор, а активированные угли на основе каменного угля характеризуются большей долей мезопор. Большая доля макропор характерна для активированных углей на основе древесины.

Эффективность активированного угля зависит от его достигаемой площади поверхности. В идеале, в угле должно быть большое число пор, которые по размеру сопоставимы с адсорбируемыми молекулами (лишь немного крупнее). Более мелкие поры недостижимы, а более крупные поры дают относительно небольшую площадь поверхности.

По сравнению с другими сорбционными материалами активированный уголь обладает большей сорбционной площадью поверхности, что определяет его уникальные сорбционные свойства (табл. 3).

**Таблица 3. Сорбционная площадь поверхности различных сорбентов**

Сорбент	Сорбционная площадь поверхности, м <sup>2</sup> /г
Активированные угли СКТ	1200-1500
Активированные угли Лидеркарбон	1150-1300
Активированный уголь АГ, АР	800-1000
Активированные угли БАУ, ОУ	600-900
Силикагель	500-600
Белый уголь	400
Диоксид кремния высокодисперсионный	300
Энтеросгель	150
Сорбент МИУ-С	120
Смекта	100
Полифепан, лактофилтрум	18-20
Березовый древесный уголь	10-15

Источник: данные ЗАО «Экспериментальный химический завод»

Углеродсодержащее сырье для производства активированного угля должно удовлетворять определенным требованиям (табл. 4).

**Таблица 4. Регламентируемые показатели сырья для производства активированных углей**

Сырье, стандарт	Показатель	Значение
<b>на каменноугольной основе (типа АГ и АР)</b>		
Карбонизат каменноугольный ТУ 6-16-0206514-3-88	Выход летучих веществ, %	4-12
	Зольность, %, не более	7
	Массовая доля влаги, %, не более	22
Смола каменноугольная марка А, сорт 1 ТУ 14-7-100-89	Массовая доля, % влаги, не более	3
	кокса	фиксируется
Смола древесная препарированная (связующее) ГОСТ 22989-78	Массовая доля, % влаги, не более	3
	пека	55-67
	кокса	10-15
	механических примесей, не более	0,3
<b>на торфяной основе (типа СКТ)</b>		
Торф фрезерный или торфяная технологическая смесь ГОСТ 13672-78	Зольность, %, не более	6
<b>на древесной основе (типа БАУ и ОУ)</b>		
Уголь древесный ГОСТ 7657-84	Зольность, %, не более	6
	Массовая доля, % влаги, не более	6
	нелетучего углерода, не менее	88

*Источник: «Активные угли. Эластичные сорбенты. Катализаторы, осушители и химические поглотители на их основе» Каталог под ред. В.И.Мухина*

Важными факторами, позволяющими сделать выбор марки активированных углей для определенных целей, являются:

- гранулометрический состав;
- площадь внутренней поверхности (объем пор);
- сорбционные свойства;
- распределение пор по размерам;
- природа и содержание примесей.

Некоторые вещества слабо адсорбируются на поверхности обычных активированных углей. К числу таких веществ относятся аммиак, диоксид серы, пары ртути, сероводород, формальдегид, хлор и цианистый водород. Для эффективного удаления таких веществ используются активные угли, импрегнированные специальными химическими реагентами. Импрегнированные активированные угли используются в специализированных областях применения воздухо- и водоочистки, в респираторах, для военных целей, в атомной промышленности и др.

Так, при использовании активированных углей импрегнированных серой повышается адсорбционная емкость по ртути. Угли импрегнированные

йодистым калием и гидроксидом калия используются для удаления  $H_2S$  и меркаптанов в присутствии кислорода и воды, угли со специально модифицированной поверхностью (например, угли серии RGM производства Norit Group) применяются для удаления  $H_2S$  в отсутствие кислорода. Таким образом, под конкретные задачи должна выбираться определенная марка угля.

По форме и размеру частиц активированные угли могут быть порошкообразными, дроблеными (частицы неправильной формы) и гранулированными (цилиндрические гранулы).

К *порошкообразным* относятся активированные угли с размером частиц менее 0,1 мм. Этот вид активных углей используется главным образом для жидкой фазы, его тщательно смешивают с очищаемой жидкостью. После адсорбции примесей уголь удаляют из раствора фильтрацией или осаждением.

Распределение частиц по размеру, которое можно тщательно контролировать с помощью современных процессов измельчения, имеет сильное влияние на скорость адсорбции, фильтрации и осаждения.

Также порошковые активированные угли используются при очистке топочного газа для эффективного удаления диоксинов.

К *дробленным и гранулированным* активированным углям относятся угли с размером частиц от 0,5 мм до 5 мм. Данные виды активных углей используются в качестве фильтрующей загрузки в адсорберах, через которые проходит поток очищаемой жидкости или газа. Распределение частиц имеет большое значение для перепада давления и кинетики адсорбции.

Качественные характеристики активированного угля регламентируются рядом ГОСТ. В частности, на территории РФ действуют следующие нормативные документы:

- ГОСТ 20464-75. Уголь активный АГ-3. Технические условия;
- ГОСТ 20777-75. Уголь активный АГ-5. Технические условия;
- ГОСТ 23998-80. Уголь активный АГ-2. Технические условия;
- ГОСТ 6217-74. Уголь активный древесный дробленый. Технические условия;
- ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия;
- ГОСТ 8703-74. Уголь активный рекуперационный. Технические условия;
- ГОСТ 30268-95. Угли активные импрегнированные. Технические условия.
- ГОСТ 33614-2015. Угли активированные. Номенклатура показателей качества.

Также предприятия производят активированный уголь в соответствии с разработанными техническими условиями (ТУ).

Одним из основных видов сырья, используемого в России для производства активированного угля, является *древесный уголь*. Его получают

из древесины (главным образом, березы) путем ее нагрева без доступа или с очень ограниченным доступом воздуха в ретортах или углевыжигательных печах. Особенность древесного угля – низкое содержание таких примесей, как фосфор и сера.

*Дробленый* активированный уголь на основе древесного угля изготавливается в соответствии с ГОСТ 6217-74, определяющим физико-химические показатели угля. Стандарт распространяется на активный древесный уголь, изготовляемый из древесного угля марки А обработкой его водяным паром при температуре выше 800°C и предварительного или последующего дробления.

В зависимости от назначения активный древесный дробленый уголь изготавливают четырех марок:

БАУ-А – в ликероводочном производстве и для адсорбции из растворов и водных сред;

БАУ-Ац – для наполнения ацетиленовых баллонов;

ДАК – для очистки парового конденсата от масла и других примесей;

БАУ-МФ – для адсорбции из водных сред в фильтровальных установках.

По физико-химическим показателям активный древесный дробленый уголь должен соответствовать следующим требованиям и нормам (табл. 5).

**Таблица 5. Требования и нормы к физико-химическим показателям активного древесного дробленого угля (ГОСТ 6217-74)**

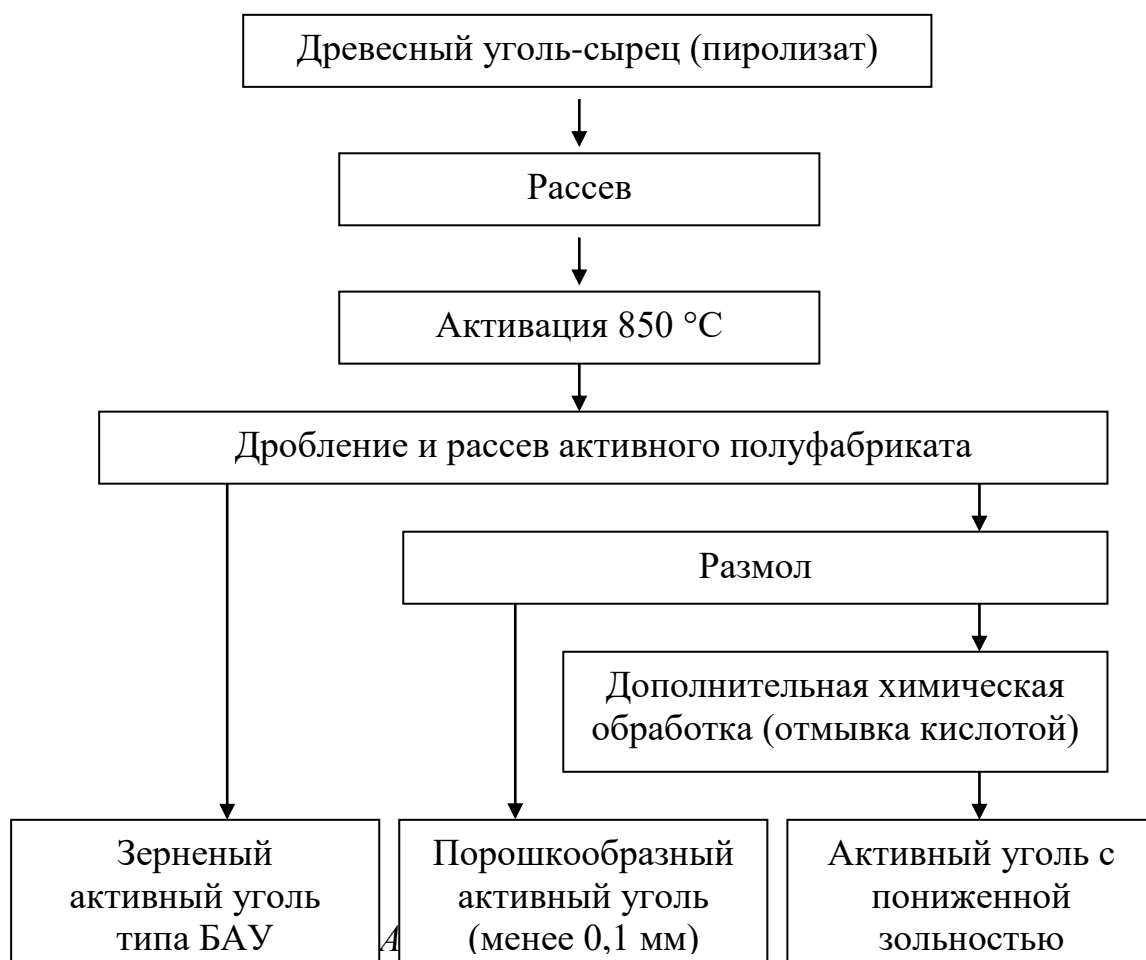
Наименование показателя	Норма для марки				Метод анализа
	БАУ-А	БАУ-Ац	ДАК	БАУ-МФ	
	ОКП 21 6239 0100	ОКП 21 6239 0200	ОКП 21 6239 0300	ОКП 21 6239 0400	
Внешний вид	Зерна черного цвета без механических включений		Зерна черного цвета без механических примесей		визуально
Адсорбционная активность по йоду, %, не менее	60	60	30	70	по п. 4.4. ГОСТ
Суммарный объем пор по воде, см <sup>3</sup> /г, не менее	1,6	1,7	1,4	не норм.	по ГОСТ 17219
Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup>	240	240	не норм.		по ГОСТ 16190
Фракционный состав, массовая доля остатка на сите с полотном:					по ГОСТ 16190
№36, %, не более	2,5	2,5	2,5	-	
№10, %, не менее	95,5	95,5	95,5	-	
на поддоне, %, не более	2,0	2,0	2,0	-	
№15, %, не более	-	-	-	25	
№5, %, не менее	-	-	-	70	
на поддоне, %, не более	-	-	-	5	
Массовая доля золы, %, не более	6	7	6	10	по ГОСТ 12596
Массовая доля влаги, %, не более	10	10	10	10	по ГОСТ 12597
Прочность, %, не менее	-	60	-	-	по п. 4.5. ГОСТ

*Источник: ФГУП «Стандартинформ»*

Крупнейшим российским производителем древесного угля является ЗАО «Верхнесинячихинский лесохимический завод (Свердловская обл.), также в тройку лидеров входят ПАО «Моломский лесохимический завод» (Кировская обл.) и АО «Амзинский лесокombинат» (Республика Башкортостан).

Типичная схема производства активированного угля на древесной основе на предприятиях России включает: просушку сырья, пиролиз, парогазовую активацию, рассев с выделением фракции 1,0-3,6 мм (активированный уголь ДАК, БАУ); размол полученного продукта (активированный уголь ОУ-А, ОУ-Б), упаковку готовой продукции (рис. 5).

**Рисунок 5. Технологический процесс изготовления активированных углей на основе древесного угля-сырца**



*Источник: обзор научно-технической литературы*

Производство активированного угля *из каменного угля* имеет свои особенности, так как при активировании каменного угля следует учитывать сортность углей. Битуминозные угли, с высоким содержанием смолы и летучих компонентов, спекаются при нагревании или вспучиваются, поэтому они требуют предварительной обработки. Антрацит, содержащий значительно меньше летучих соединений, можно сразу активировать в соответствующих

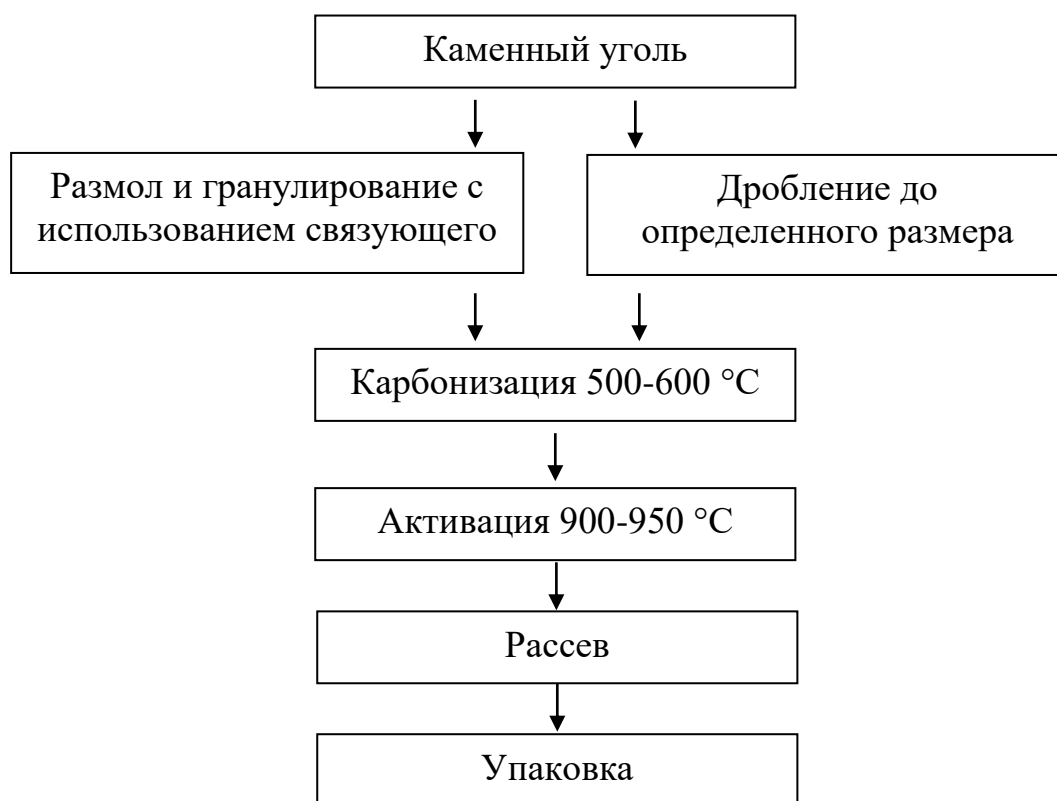


условиях. Его сначала измельчают, затем тонкодисперсный порошок брикетируют со связующим, вновь подвергают измельчению, после рассева по фракциям подвергают карбонизации и активированию. Можно также активировать продукты различных стадий производства формованного кокса.

При производстве гранулированных углей на каменноугольной основе в качестве связующего может использоваться каменноугольная смола.

Технологический процесс изготовления активированных углей на каменноугольной основе схематично представлен на рисунке 6.

**Рисунок 6. Технологический процесс изготовления активированных углей на каменноугольной основе**



*Источник: данные ЗАО «Геосорб»*

Технология получения активированного угля из *бурых углей* разработана специалистами ООО «Карбоника-Ф». Данная технология была реализована в Красноярске в опытно-промышленном масштабе 30 т угля/год, на протяжении 5 лет отработаны все основные технические и технологические решения, проведены исследования процесса на различных углях и наработаны промышленные и опытные партии продукта. В настоящее время компания имеет возможность производить порядка 6 тыс. т/год активированного угля.

В основу технологии «Карбоника-Ф» положен принцип автотермической (без внешнего теплоподвода) неполной газификации угля с использованием открытого в 90-е годы авторами разработки эффекта «обратной тепловой волны» в слое угля. В газификатор подается уголь и воздух, а продуктами

являются только среднетемпературный кокс (полукокс) или активированный уголь и горючий газ.

Технология «Карбоника-Ф» позволяет перерабатывать угли различных марок – 1Б-3Б, Д, ДГ, Г (которые в основном используются в энергетике) для получения дефицитных целевых продуктов, а также, изменяя только технологические параметры, регулировать выход конечных продуктов в зависимости от требований потребителей (выпускать полукокс или сорбент, увеличивать выход горючего газа и т.д.).

Для получения активированного угля *из торфа* лучшим сырьем является богатый углеродом черный торф. Из-за высокого содержания летучих компонентов черный торф подвергают карбонизации перед активированием газами. При химическом активировании этот процесс ведут сразу после осушки торфа.

Для газового активирования выгодно использовать торфяной кокс, получаемый промышленным способом в шахтных печах с внешним обогревом примерно при 850 °С. Торфяной кокс характеризуется содержанием связанного углерода почти 90%, золы – около 2,5-4,5%. Подобно древесному углю он хорошо активируется и дает продукты с удельной поверхностью до 1600 м<sup>2</sup>/г.

Высокими качественными характеристиками отличается активированный уголь *из скорлупы кокосового ореха*. Обычно скорлупа подвергается начальной карбонизации, для чего используются вращающиеся печи, а затем активируется водяным паром. Получаемые зерненные активные угли отличаются высокой прочностью и очень тонкими порами.

*Из скорлупы лесного ореха и косточек плодов* также можно получить прочный активированный уголь. Оливковые косточки представляют собой отходы производства оливкового масла в странах Средиземноморья. Из косточек, обработанных 10-ной серной кислотой и водой, после карбонизации при температуре 830 °С получают продукт с внутренней удельной поверхностью около 500 м<sup>2</sup>/г, содержание кислорода в таких углях составляет 3-5%.

В США активные угли получают также из персиковых косточек. Длительное время американские производители широко использовали отходы бумажного производства (черную золу). Однако это сырье и получаемый из него активированный уголь потеряли спрос с развитием производства активированного угля из бурых и каменных углей. Разработаны также способы получения активного угля из других отходов бумажного производства, например, летучей золы, образующейся при сжигании древесной коры.

В таблице 7 перечислены марки продукции, выпускаемой российскими предприятиями, с указанием исходного сырья для производства активированного угля.

Свойства активных углей, их пористая структура, форма и размер частиц определяют области их применения.

В России нет недостатка в сырье для производства активированного угля на основе древесного, каменного и бурого угля. Вместе с тем российские