

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



Обзор рынка серы в СНГ

14 издание

Москва
август, 2017

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	12
ВВЕДЕНИЕ	14
I. Мировой рынок серы	16
I.1. Краткая характеристика мирового рынка серы.....	16
I.2. Основные страны-производители серы	23
II. Технология производства серы и используемое в промышленности сырье	26
II.1. Способы получения серы	26
II.1.1. Добыча самородной серы.....	26
II.1.2. Получение серы из сероводородсодержащих газов (в процессе добычи и переработки нефти и природного газа)	28
II.1.3. Получение серы из диоксида серы.....	31
II.2. Формы элементарной серы, применяемой в промышленности	32
II.3. Мощности по производству серы в СНГ	35
II.4. Основные поставщики сырья.....	40
II.4.1. Месторождения самородной серы в СНГ.....	40
II.4.2. Основные типы нефтяных и газовых месторождений в СНГ	42
II.4.2.1. Газовые месторождения	42
II.4.2.2. Нефтяной газ.....	45
II.4.2.3. Переработка нефти	49
II.4.3. Коксовое производство.....	55
II.4.4. Отходящие газы цветной металлургии.....	56
III. Производство серы в странах СНГ	57
III.1. Качество выпускаемой продукции	57
III.2. Оборудование по производству и гранулированию серы, используемое российскими предприятиями.....	62
III.3. Объемы и структура производства серы в СНГ в 1997-2017 гг.	65
III.3.1. Динамика производства серы в России в 1997-2017 гг.	71
III.3.2. Динамика производства серы в Казахстане в 1997-2017 гг.	81
III.3.3. Динамика производства серы в Туркменистане в 2009-2017 гг.	83
III.3.4. Динамика производства серы на Украине в 1998-2017 гг.	85
III.4. Крупнейшие предприятия-производители серы в странах СНГ	88
III.4.1. ООО «Газпром добыча Астрахань» (п. Аксарайский, Астраханская обл., РФ)	90
III.4.2. ООО «Газпром добыча Оренбург» (г. Оренбург, РФ)	98
III.4.3. ПАО «ГМК «Норильский никель» (Норильск, Красноярский край, РФ)	103

III.4.4. ТОО «Тенгизшевройл» (п. Кульсары, Атырауская обл., Казахстан)	110
III.4.5. Газоперерабатывающие заводы «Багтыярлык» (Лебанский велаят, Туркменистан)	115
III.4.6. УДП «Мубарекский ГПЗ» (Мубарек, Кашкадарьинская обл., Узбекистан)	116
IV. Экспорт и импорт серы в СНГ	118
IV.1. Экспорт и импорт серы в России в 1997-2017 гг.	118
IV.1.1. Объем экспорта-импорта серы в РФ	118
IV.1.2. Структура и основные тенденции экспорта серы в РФ	121
IV.1.3. Структура и основные тенденции импорта серы в РФ	127
IV.2. Экспорт и импорт серы на Украине в 1998-2016 гг.	130
IV.2.1. Объем экспорта-импорта серы на Украине	130
IV.2.2. Структура и основные тенденции экспорта-импорта серы на Украине	132
IV.3. Экспорт и импорт серы в Казахстане в 1999-2016 гг.	135
IV.4. Экспорт и импорт серы в прочих странах СНГ в 2008-2016 гг.	138
V. Обзор цен на серу (Россия, Украина, Казахстан)	141
V.1. Обзор внутренних цен на серу в РФ в 2004-2017 гг.	141
V.2. Динамика экспортно-импортных цен	145
V.2.1. Динамика экспортно-импортных цен в России в 1997-2017 гг.	145
V.2.2. Динамика цен на серу на Украине в 1999-2016 гг.	149
V.2.3. Динамика экспортно-импортных цен в Казахстане в 2004-2016 гг.	151
VI. Потребление серы в СНГ	155
VI.1. Баланс потребления серы (Россия, Украина, Казахстан)	155
VI.1.1. Баланс потребления серы в России в 1997-2017 гг.	155
VI.1.2. Баланс потребления серы на Украине в 1998-2017 гг.	157
VI.1.3. Баланс потребления серы в Казахстане в 1999-2017 гг.	159
VI.2. Структура потребления серы в России	160
VI.3. Текущее состояние и перспективы развития основных отраслей-потребителей серы в России	164
VI.3.1. Химическая промышленность (производство фосфатных минеральных удобрений)	164
VI.3.2. Целлюлозно-бумажная промышленность	171
VI.3.3. Прочие отрасли промышленности	174
VI.4. Крупные российские предприятия-потребители и их проекты	177
VI.4.1. ПАО «ФосАгро»	177
АО «ФосАгро-Череповец» (г. Череповец, Вологодская обл.)	179
Балаковский филиал АО «Апатит» (г. Балаково, Саратовская обл.)	182
VI.4.2. АО МХК «ЕвроХим»	185
ООО «ПГ «Фосфорит» (г. Кингисепп, Ленинградская обл.)	187

ООО «ЕвроХим-Белореченские минеральные удобрения» (Краснодарский край).....	189
VI.4.3. АО ОХК «УРАЛХИМ».....	190
АО «Воскресенские минеральные удобрения» (г. Воскресенск, Московская обл.).....	191
VII. Прогноз производства и потребления серы в СНГ на период до 2025 г.	194
VII.1. Прогноз производства серы в России и СНГ до 2025 г. с разбивкой по типам производства и крупным производителям.....	194
VII.2. Прогноз потребления серы в СНГ.....	198
VII.3. Прогноз цен на серу на период до 2025 г.	200
Приложение 1. Адресная книга крупнейших предприятий-производителей серы в СНГ	202
Приложение 2. Адресная книга основных российских предприятий-потребителей серы	206

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Мировые цены на серу в 2016-2017 гг., \$/т
- Таблица 2. Основные показатели рынка серы в США в 2004-2016 гг., тыс. т, %
- Таблица 3. Условная классификация различных форм элементарной серы
- Таблица 4. Предприятия СНГ, располагающие мощностями по выпуску серы, и применяемые ими технологии
- Таблица 5. Принадлежность к холдингам основных предприятий, производящих серу в СНГ (на начало 2016 г.)
- Таблица 6. Характеристика разрабатываемых сероводородсодержащих месторождений природного газа в СНГ
- Таблица 7. Характеристика нефтеперерабатывающих заводов в СНГ, выпускающих серу (по состоянию на середину 2017 г.)
- Таблица 8. Коксохимические заводы Украины, производящие серу
- Таблица 9. Химический состав медных и никелевых концентратов, получаемых на Норильской и Талнахской фабрике из богатых руд, %
- Таблица 10. Формы серы, выпускаемой ведущими производителями в СНГ
- Таблица 11. Требования к качеству технической серы (согласно ГОСТ 127-93)
- Таблица 12. Физико-химические показатели жидкой технической серы (согласно ГОСТ Р 56249-2014)
- Таблица 13. Физико-химические показатели комовой технической серы (согласно ГОСТ Р 56249-2014)
- Таблица 14. Физико-химические показатели гранулированной технической серы (согласно ГОСТ Р 56249-2014)
- Таблица 15. Физико-химические показатели молотой технической серы для шинной и резинотехнической промышленности (согласно ГОСТ Р 56249-2014)
- Таблица 16. Физико-химические показатели молотой технической серы для сельского хозяйства (согласно ГОСТ Р 56249-2014)
- Таблица 17. Физико-химические показатели модифицированной технической серы для производства сероасфальтобетона (согласно ГОСТ Р 56249-2014)
- Таблица 18. Физико-химические показатели модифицированной технической серы для производства серобетона (согласно ГОСТ Р 56249-2014)
- Таблица 19. Предприятия РФ, выпускающие гранулированную серу, используемое ими оборудование
- Таблица 20. Производство серы в странах СНГ в 1997-2017 гг., тыс. т
- Таблица 21. Объемы производства серы в СНГ в 2000-2017 гг. с разбивкой по способам получения, тыс. т
- Таблица 22. Производство серы в России по предприятиям в 2002-2017 гг., тыс. т
- Таблица 23. Производство жидкой, комовой, гранулированной и прочей серы предприятиями РФ в 2009-2016 гг., т
- Таблица 24. Предприятия, выпускавшие серу на Украине в 1998-2017 гг., тыс. т
- Таблица 25. Крупнейшие производители серы в СНГ в 2007-2016 гг., тыс. т

- Таблица 26. Крупнейшие получатели серы ООО «Газпром добыча Астрахань» в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 27. Крупнейшие получатели серы ООО «Газпром добыча Оренбург» в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 28. Объемы и направления ж/д поставок серы производства ПАО «ГМК «Норильский никель» потребителям в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 29. Объем экспорта-импорта серы РФ в натуральном (тыс. т) и денежном (млн \$) выражении в 1997-2017 гг.
- Таблица 30. Направления российского экспорта серы в 2003-2017 гг., тыс. т
- Таблица 31. Российские предприятия-экспортеры серы в 2003-2017 гг., тыс. т, %
- Таблица 32. Структура российского экспорта по пунктам отгрузки в 2013 г., 2015-2016 гг., тыс. т, %
- Таблица 33. Географическая структура импорта серы РФ в 2003-2017 гг., тыс. т
- Таблица 34. Крупнейшие российские потребители импортируемой серы в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 35. Объем экспорта-импорта серы Украиной в натуральном (тыс. т) и денежном (млн \$) выражении в 1998-2016 гг.
- Таблица 36. Направления украинского импорта серы в 2003-2016 гг., тыс. т
- Таблица 37. Крупнейшие украинские потребители импортируемой серы в 2005-2016 гг., тыс. т
- Таблица 38. Направления украинского экспорта серы в 2003-2016 гг., тыс. т
- Таблица 39. Экспорт серы украинскими предприятиями в 2004-2016 гг., тыс. т, %
- Таблица 40. Объем экспорта-импорта серы Казахстаном в натуральном (тыс. т) и денежном (млн \$) выражении в 1999-2016 гг.
- Таблица 41. Направления экспорта серы Казахстаном в 2004-2016 гг., тыс. т
- Таблица 42. Объемы (т, тыс. \$) и направления экспорта-импорта серы в прочих странах СНГ в 2008-2016 гг., экспортно-импортные цены (\$/т)
- Таблица 43. Среднемесячные цены на серу предприятий-производителей в России в 2006-2017 гг., руб/т (без учета НДС)
- Таблица 44. Среднегодовые цены на серу по РФ и федеральным округам в 2006-2017 гг., руб./т без НДС
- Таблица 45. Экспортные цены российских производителей серы и трейдеров в 2004-2017 гг., \$/т
- Таблица 46. Основные финансовые показатели экспорта серы РФ в 2004-2017 гг., млн \$, \$/т
- Таблица 47. Основные финансовые показатели импорта серы Украиной в 2004-2016 гг., млн \$, \$/т
- Таблица 48. Основные финансовые показатели экспорта серы Казахстаном в 2004-2016 гг., млн \$, \$/т
- Таблица 49. Основные показатели рынка серы в России в 1997-2017 гг., тыс. т
- Таблица 50. Основные показатели рынка серы на Украине в 1998-2017 гг., тыс. т, %

- Таблица 51. Основные показатели производства и потребления серы в Казахстане в 1999-2017 гг., тыс. т, %
- Таблица 52. Сравнение объемов «кажущегося» и реального потребления серы в РФ в 2004-2017 гг., тыс. т
- Таблица 53. Отраслевая структура потребления серы в России в 2004-2016 гг., тыс. т
- Таблица 54. Темпы роста производства в отдельных отраслях промышленности России в 2005-2016 гг., % к предыдущему году
- Таблица 55. Производство фосфатных удобрений в РФ по предприятиям в 2011-2016 гг., тыс. т, %
- Таблица 56. Поставки серы крупнейшим российским предприятиям химической промышленности в 2008-2017 гг., тыс. т
- Таблица 57. Железнодорожные поставки серы крупнейшим российским предприятиям целлюлозно-бумажной промышленности в 2008-2017 гг., т
- Таблица 58. Ж/д поставки серы российским предприятиям каучуковой, резино-технической и шинной промышленности в 2008-2017 гг., т
- Таблица 59. Основные вехи развития сернокислотного производства и производства минеральных удобрений в АО «ФосАгро-Череповец»
- Таблица 60. Поставки сырья в АО «ФосАгро-Череповец» в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 61. Основные вехи развития сернокислотного производства и производства минеральных удобрений в Балаковском ф-ле АО «Апатит»
- Таблица 62. Поставки серы в БФ АО «Апатит» в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 63. Основные вехи развития сернокислотного производства и производства минеральных удобрений в ООО «ПГ «Фосфорит»
- Таблица 64. Поставки серы в ООО «ПГ «Фосфорит» в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 65. Поставки серы в АО «Воскресенские минеральные удобрения» в 2005-2017 гг., тыс. т
- Таблица 66. Прогноз производства серы в странах СНГ до 2025 г., млн т
- Таблица 67. Прогноз производства серы крупнейшими в СНГ производителями на период до 2025 гг., тыс. т
- Таблица 68. Прогноз потребления серы в России на период до 2025 г., тыс. т, %

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Динамика мирового производства серы в 2000-2016 гг., млн т
- Рисунок 2. Географическая структура мирового производства серы в 2008 г. 2013 г. и 2016 г., %
- Рисунок 3. Крупнейшие мировые регионы-производители и потребители серы
- Рисунок 4. Отраслевая структура мирового потребления серы
- Рисунок 5. Динамика выпуска серы основными странами-производителями в 2000-2016 гг., млн т
- Рисунок 6. Принципиальная схема процесса Клауса
- Рисунок 7. Увеличение мощностей по производству серы в странах СНГ в 2008-2017 гг. млн т
- Рисунок 8. Доли стран в суммарном потенциале СНГ по производству серы в 2017 г., %
- Рисунок 9. Структура мощностей по выпуску серы в СНГ по способу производству в 2017 г., %
- Рисунок 10. Производство серы в России, Казахстане и СНГ в 1997-2017 гг., млн т
- Рисунок 11. Доли стран СНГ в общем объеме производства серы в 1997-2017 гг., %
- Рисунок 12. Динамика отраслевой структуры производства серы в СНГ в 2000-2016 гг., %
- Рисунок 13. Динамика производства серы в России в 1997-2017 гг., млн т
- Рисунок 14. Поквартальная динамика производства серы в России в 2011-2016 гг., тыс. т
- Рисунок 15. Доли крупнейших предприятий-производителей в суммарном выпуске серы в РФ в 2016 г., %
- Рисунок 16. Загрузка производственных мощностей по выпуску серы крупнейших российских производителей в 2011-2016 гг., %
- Рисунок 17. Распределение производства серы в РФ по холдингам в 2016 гг., %
- Рисунок 18. Изменение структуры производства серы по федеральным округам РФ в 2004-2016 гг., %
- Рисунок 19. Отраслевая структура производства серы в России в 2003-2016 гг., %
- Рисунок 20. Товарная структура производства серы в РФ в 2009-2016 гг., %
- Рисунок 21. Динамика производства серы в Казахстане в 1997-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 22. Динамика производства серы в Туркменистане в 2010-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 23. Динамика производства серы на Украине в 1998-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 24. Доли крупнейших производителей серы в суммарном производстве СНГ в 2016 г., %
- Рисунок 25. Динамика производства серы в ООО «Газпром добыча Астрахань» в 1990-2016 гг., млн т
- Рисунок 26. Товарная структура выпуска серы ООО «Газпром добыча Астрахань» в 2009-2016 гг., %

- Рисунок 27. Динамика производства серы в ООО «Газпром добыча Оренбург» в 1980-2017 гг., млн т
- Рисунок 28. Товарная структура выпуска серы ООО «Газпром добыча Оренбург» в 2009-2016 гг., %
- Рисунок 29. Производственная цепочка Заполярного Филиала ПАО «ГМК «Норильский никель»
- Рисунок 30. Утилизация серы в ПАО «ГМК «Норильский никель» в 1996-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 31. Динамика добычи нефти (с газоконденсатом) и производства серы ТОО «Тенгизшевройл» в 1997-2017 гг., млн т
- Рисунок 32. Производство, продажи и остаток серы на складах ТШО в 2003-2017 гг., млн т
- Рисунок 33. Поквартальная динамика экспорта российской серы в 2007-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 34. Динамика внешнеторговых операций с серой в России в 1997-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 35. Доли основных стран-потребителей в общем объеме экспорта серы РФ в 2007-2016 г., %
- Рисунок 36. Товарная структура экспорта серы РФ в 2007-2016 гг., %
- Рисунок 37. Товарная структура импорта серы РФ в 2007-2016 гг., %
- Рисунок 38. Динамика экспорта-импорта серы на Украине в 1998-2016 гг., тыс. т
- Рисунок 39. Динамика экспорта-импорта серы в Казахстане в 1999-2016 гг., тыс. т
- Рисунок 40. Динамика средних оптовых цен производителей серы в РФ в 2004-2017 гг., руб/т (без учета НДС)
- Рисунок 41. Динамика российских экспортно-импортных цен на серу в 1997-2017 гг., \$/т
- Рисунок 42. Основные финансовые показатели импорта серы РФ в 2000-2016 гг., млн \$, \$/т
- Рисунок 43. Динамика экспортно-импортных цен Украины в 1999-2016 гг., \$/т
- Рисунок 44. Динамика экспортно-импортных цен Казахстана в 2004-2016 гг., \$/т
- Рисунок 45. Сравнительная динамика среднеэкспортных цен на серу в РФ, Казахстане и на Украине в 2004-2016 гг., \$/т
- Рисунок 46. Сравнительная динамика среднеимпортных цен на серу в РФ, Казахстане и на Украине в 2004-2016 гг., \$/т
- Рисунок 47. Динамика производства, «кажущегося» потребления, экспорта и импорта серы в РФ в 1997-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 48. Динамика производства, «кажущегося» потребления, экспорта-импорта серы на Украине в 1998-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 49. Основные сферы применения серы
- Рисунок 50. Отраслевая структура потребления серы в РФ в 2004 г., 2008 г., 2013 г. и 2016 г., %

- Рисунок 51. Динамика производства серной кислоты и фосфорсодержащих удобрений в России в 1997-2017 гг., млн т
- Рисунок 52. Приобретение минеральных удобрений российскими сельхозпроизводителями в 2012-2016 гг., тыс. т питательных веществ
- Рисунок 53. Доли крупнейших холдингов в суммарном выпуске фосфатных минеральных удобрений в РФ в 2011 г., 2013 г. и 2016 г., %
- Рисунок 54. Динамика производства целлюлозы, бумаги и картона в России в 2000-2016 гг., млн т
- Рисунок 55. Схема вулканизации полиизопрена (натурального каучука) серой
- Рисунок 56. Корпоративная структура компании «ФосАгро»
- Рисунок 57. Динамика производства серной кислоты и фосфатных минеральных удобрений в АО «ФосАгро-Череповец» в 2000-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 58. Динамика производства серной кислоты и фосфатных минеральных удобрений БФ АО «Апатит» в 2000-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 59. Производственная цепочка МХК «ЕвроХим»
- Рисунок 60. Динамика производства серной кислоты и фосфатных минеральных удобрений в ООО «ПГ «Фосфорит» в 2000-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 61. Схема активов АО «ОХК «УРАЛХИМ»
- Рисунок 62. Динамика производства серной кислоты и фосфатных минеральных удобрений в АО «ВМУ» в 2000-2017 гг., тыс. т
- Рисунок 63. Динамика переработки нефти (млн т) и газа (млрд м³) в России в 1997-2017 гг.
- Рисунок 64. Прогноз производства и потребления серы РФ на период до 2025 г., тыс. т
- Рисунок 65. Прогноз цен (российских и мировых) на серу до 2025 г., \$/т

АННОТАЦИЯ

Настоящий отчет является **четырнадцатым изданием** исследования рынка серы в странах СНГ.

Мониторинг рынка ведется с **2002 года**.

Цель исследования – анализ российского и стран СНГ рынков серы.

Объект исследования – сера.

Представленная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались базы данных ООН (UNdata), Статистических Комитетов стран СНГ (в том числе Росстата, ГКС Украины, Агентства по статистике Республики Казахстан), таможенной статистики РФ и Украины, официальной статистики железнодорожных перевозок РФ; материалы отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов предприятий-производителей и потребителей серы, а также база данных «Инфолайн».

Хронологические рамки исследования: 1997-2016 гг.; прогноз – 2017-2025 гг.

География исследования: Российская Федерация – комплексный подробный анализ рынка; Украина, Республика Казахстан, Белоруссия и др. страны СНГ – общий ретроспективный анализ рынка.

Отчет состоит из **7 частей**, содержит **206 страниц**, в том числе **68 таблиц**, **65 рисунков** и **2 приложения**.

В **первой главе** представлена краткая характеристика мирового рынка серы за период 2000-2016 гг., а также перспективы его развития.

Вторая глава посвящена методам получения серы и используемому в промышленности сырью, в ней рассмотрены направления и объемы поставок сырья ее производителям в СНГ.

В **третьей главе** проанализировано производство серы в СНГ за период с 1998 по 2017 гг. В разделе приведены данные об объемах и структуре производства, прослежена динамика выпуска этой продукции по предприятиям России, Украины и Казахстана, рассмотрено текущее состояние производителей серы в СНГ (приведены данные об имеющейся сырьевой базе, объемах производства, планах по развитию предприятий, а также данные об объемах и направлениях поставок продукции за последние годы).

В **четвертой главе** отчета рассмотрены внешнеторговые операции с серой в РФ, на Украине и в Казахстане и др. странах СНГ с анализом объемов и направлений экспортно-импортных поставок, а также прочих стран СНГ.

Пятая глава посвящена рассмотрению динамики цен на серу на внутреннем и внешнем рынках РФ, Украины и Казахстана в 2003-2017 гг.

Шестая часть описывает рынок потребления серы в РФ, на Украине и в Казахстане. Здесь подробно анализируется структура потребления, баланс «производства-потребления». Дан обзор основных отраслей потребления, а также описание крупнейших российских предприятий-потребителей данного продукта.

В **седьмой главе** отчета приводится прогноз развития российского рынка серы на период до 2025 г.

В **приложениях** приведены адреса и контактная информация основных предприятий-производителей (в России и СНГ) и потребителей (в России) серы.

Целевая аудитория исследования:

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

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

ВВЕДЕНИЕ

Сера – весьма распространенный в природе химический элемент (среднее содержание в земной коре – 0,05% масс., в воде морей и океанов – 0,09%). Сера и ее соединения существуют в твердом, жидком и газообразном состоянии.

Наиболее широко представлена твердая (самородная) сера и ее минералы – сульфиды металлов, такие как пирит (FeS_2), халькопирит (CuFeS_2), галенит (PbS), сфалерит (ZnS), а также сульфатные породы – барит (BaSO_4) и гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Кроме того, сера входит в состав природного угля и белковых тел. Особенно значительно ее содержание в кератине роговой ткани эпидермы, волос, перьев, а также нейрокератине.

Самым распространенным газообразным соединением серы является сероводород (H_2S). Наименее распространена в природе жидкая сера, представляющая собой сероорганические соединения в составе нефти.

По физическим свойствам сера представляет собой твердое кристаллическое вещество, устойчивое в двух модификациях: ромбической α -S лимонно-желтого цвета плотностью $2,07 \text{ г/см}^3$ ($T_{\text{пл.}} = 112,8^\circ\text{C}$), и моноклинной β -S медово-желтого цвета плотностью $1,97 \text{ г/см}^3$ ($T_{\text{пл.}} = 119,3^\circ\text{C}$). Обе модификации построены из неплоских восьмичленных циклических молекул S_8 в виде короны и отличаются друг от друга лишь взаимной ориентацией молекул кристаллической решетки.

В процессе плавления вещество превращается в подвижную желтую жидкость, которая при температуре выше 160°C бурлит, а около 190°C становится вязкой темно-коричневой массой. В случае вливания тонкой струи расплавленной серы, нагретой до $250\text{-}300^\circ\text{C}$, в холодную воду, образуется коричнево-желтая упругая масса, носящая название *пластической серы*.

Сера плохо проводит тепло и электричество. В воде практически нерастворима, плохо растворима в этаноле, гексане и гептане, несколько лучше – в толуоле и бензоле. Лучшие растворители серы – жидкий аммиак (под давлением), сероуглерод (CS_2) и монохлорид серы (S_2Cl_2). Два последних соединения используют в промышленности (например, S_2Cl_2 – при вулканизации каучука).

Химические свойства серы обусловлены ее переменной валентностью, в связи с чем в зависимости от создаваемых условий вещество выступает то в качестве окислителя, то восстановителя.

Сера представляет собой химически активное вещество, способное соединяться практически со всеми химическими элементами, за исключением N_2 , I_2 , Au, Pt и инертных газов. В присутствии CO_2 на воздухе при температуре выше 300°C она образует окислы: SO_2 – сернистый ангидрит и SO_3 – серный ангидрит, из которых получают, соответственно, сернистую и серную кислоту, а также их соли – сульфиты и сульфаты. В обычных условиях сера соединяется с F_2 , при нагревании взаимодействует с Cl_2 . С бромом S образует только S_2Br_2 .

При повышении температуры до $150\text{-}200^\circ\text{C}$ протекает необратимая реакция с H_2 с получением сернистого водорода. Кроме того, сера образует многосернистые водороды общей формулой H_2S_x (так называемые сульфаны). Известны и многочисленные сероорганические соединения.

В условиях повышения температуры сера взаимодействует с металлами, образуя соответствующие сульфиды. При температуре 800-900°C пары S реагируют с углеродом, образуя сероуглерод CS₂.

Источником вещества в геологическом прошлом Земли служили преимущественно продукты извержения вулканов, содержащие SO₂ и H₂S. Сегодня известно свыше 200 минералов серы, образующихся в ходе эндогенных процессов. Хозяйственная деятельность человека ускорила распространение серы.

Многие протекающие в биосфере процессы приводят к накоплению серы в гумусе почв, углях, нефти, морях и океанах, а также в подземных водах, озерах и солончаках. В целом можно говорить о круговороте серы в биосфере: она приносится на материках с атмосферными осадками и возвращается в океан со стоком. При этом в числе более чем 150 сформированных в биосфере минералов серы доминируют сульфаты.

Сера в самородном состоянии, а также в виде сернистых соединений была известна человеку с IV века до нашей эры и входила в состав курений, совершаемых при религиозных обрядах (считалось, что запах продуктов ее горения отгоняет злых духов). Издавна с применением серных соединений лечили кожные заболевания. Несколько позже сера стала необходимым компонентом зажигательных смесей, используемых в ходе боевых действий.

В наши дни около **90% вырабатываемой в мире серы используется в производстве серной кислоты**, остальное – требуется для выпуска серных солей (главным образом, сульфитов). Продукт также применяют в резиновой промышленности (в качестве вулканизирующего агента), в сельском хозяйстве (для борьбы с болезнями растений, прежде всего, винограда и хлопчатника), при производстве красителей и светящихся составов, искусственного волокна, спичек и взрывчатых веществ. Соединения серы используют в нефтедобывающей (для разбавления нефтяных и буровых растворов) и нефтехимической промышленности. Кроме того, они необходимы при производстве антидетонаторов, смазочных веществ для аппаратуры сверхвысоких давлений (в охлаждающих маслах, ускоряющих обработку металла, содержится иногда до 18% серы).

Особое место сера занимает в медицине, где ее используют при заболеваниях кожи, суставов, при отравлениях. Также широко применяются органические (сульфаниламидные) препараты серы, которые эффективны в борьбе с микробами (кокками и бациллами). Самым простым по химическому строению из сульфаниламидных препаратов является белый стрептоцид.

Вместе с тем, по отрицательному воздействию на окружающую среду соединения серы занимают одно из первых мест среди загрязняющих веществ. Их образование и выброс в атмосферу происходит, главным образом, при сжигании угля и нефтепродуктов. При этом 96% серы поступает в атмосферу в виде SO₂, остальное количество приходится на долю сульфатов, H₂S, CS₂, COS и других соединений.

Помимо негативного экологического воздействия, элементарная сера в виде пыли раздражает органы дыхания, слизистые оболочки, а также вызывает экземы. ПДК в воздухе составляет 0,07 мг/м³.

I. Мировой рынок серы

I.1. Краткая характеристика мирового рынка серы

Сера, наряду с углем, нефтью, известняком и поваренной солью, относится к пяти основным видам сырья химической промышленности и имеет стратегическое значение для обеспечения населения продовольствием, так как помимо азота, фосфора, калия, кальция и магния является необходимым питательным минеральным элементом для растений, источником плодородия почв и роста урожая.

Мировые природные запасы серы (включая месторождения серных руд осадочного и вулканического происхождения, сульфидных руд (в основном, серного колчедана – пирита, а также серу, содержащуюся в качестве примесей в углеводородах) составляют, по оценкам специалистов, свыше XX млрд т. При этом разведанные месторождения самородной серы содержат примерно XX млрд т серы.

В целом, мировая серная промышленность может быть разделена на два сектора по формам добычи серы: специализированный и «побочный». Специализированный сектор ориентируется исключительно на добычу серы или пиритов из месторождений данного сырья. Этот сектор составляет около XX % от всего объема общемирового производства серы.

Большая часть серных самородных руд сосредоточена в Ираке (примерно XX млн т), США (XX млн т), Чили (XX млн т) и Мексике (XX млн т). Крупные месторождения известны также в Польше (Тарнобжегское, Гжибовское и др.), на Украине (Роздольское, Язовское и др.), в России (в Самарской обл. – Водинское, Каменнодольское, на Камчатке – Малетойваямское), в Туркмении (Гаурдакское). В Японии есть значительные запасы серы вулканического происхождения. Основными добывающими странами являются США, Мексика, Ирак.

Из пирита (FeS_2) производят, в основном, серную кислоту. Колчедан как источник серы утратил свое значение во многих странах, за исключением Китая, который остается единственной страной среди крупнейших производителей серы, где колчедан наряду с серой является основным сырьем для сернокислотной промышленности. Около XX % мирового объема добываемых колчеданов приходится на Китай.

Получение серы в элементарной форме из другого минерального сырья составляет незначительную долю в общем выпуске, но потенциал этого способа весьма перспективен. Базовым ресурсом получения серы являются, прежде всего, битуминозные пески и глинистые нефтяные сланцы Канады, которые содержат более XX млрд т серы.

В «побочном» секторе сера или серная кислота вырабатываются в качестве сопутствующих продуктов в процессе переработки нефти, природного газа, других ресурсов, причем уровень выработки зависит не от объемов ее потребления, а от объемов очищаемого от серы сырья. Из 25 стран, которые

производят более XX тыс. т серы в год, 18 получают подавляющую долю серы в процессе ее косвенной выработки при переработке сырья.

В настоящее время **мировое производство** серы составляет порядка XX млн т в год (рисунок 1).

**Рисунок 1. Динамика мирового производства серы
в 2000-2016 гг., млн т**

Источник: «Инфомайн» на основе данных геологической службы США (USGS)

К числу наиболее крупных производителей серы относятся Китай, США, Россия, Канада. На долю перечисленных стран приходится свыше XX % мирового производства. Кроме того, много серы вырабатывают предприятия Германии, Японии, Саудовской Аравии, Индии, Казахстана.

Как уже отмечалось, структура мирового производства серы в 2005-2016 гг. несколько изменилась. Так, существенно сократилась доля Канады (с XX % до XX %). В то же время возросла доля Саудовской Аравии (с XX % до XX %). Появился еще один крупный производитель – Индия, доля которого в суммарном производстве в 2016 г. достигла XX % (рисунок 2).

Увеличивается выпуск серы также в странах Ближнего Востока (ОАЭ, Иран, Катар, Кувейт).

Качественная структура производства серы также постепенно изменяется: добыча природной серы сокращается, объемы попутной (регенерированной) серы и побочной серной кислоты (получаемой из отходящих газов металлургических производств) увеличиваются.

В настоящее время примерно XX % общемирового выпуска серы приходится на элементарную серу, полученную, главным образом, при переработке нефти и природного газа (свыше XX %), а также при освоении месторождений самородной серы (менее XX %).

Рисунок 2. Географическая структура мирового производства серы в 2008 г. 2013 г. и 2016 г., %

Источник: «Инфомайн» на основе данных USGS

Еще XX % – на отходящие газы цветной металлургии, коксовые газы, кислый гудрон нефтеперерабатывающих заводов и другое сырье, используемое в основном для прямого выпуска серной кислоты. И только XX % серы вырабатывается из пирита.

Основные объемы газовой и нефтяной серы производят американские компании ExxonMobil, ConocoPhillips, Chevron и Valero Energy, один из крупнейших переработчиков нефти в США – британская BP, англо-голландская Shell, CITGO Petroleum – дочерняя структура Petroleos de Venezuela и российский «Газпром».

Общим фактором увеличения выпуска серы из газа, нефти, угля, в металлургии является усиление природоохранных мероприятий, в частности, ужесточение нормативов по выбросам сернистых соединений (прежде всего диоксида серы – SO_2) в атмосферу на промышленных и других производствах. Лидируют в осуществлении экологических программ – США, страны ЕС и Япония. Активизируется природоохранная деятельность и в ряде других стран, включая Россию, Чили и Перу.

С начала 2000-х годов ввиду роста потребления энергоресурсов в мире возникла потребность в разработке новых месторождений газа и нефти, в том числе с повышенным содержанием серы. Возрастающие объемы добычи серосодержащего углеводородного сырья (газ, нефть) и более глубокая очистка от серы продуктов нефтепереработки, отходящих и дымовых газов коксохимических, металлургических и энергетических производств приводили к накоплению мировых запасов элементарной серы.

В связи с тем, что подавляющая часть серы получается попутно при производстве других целевых продуктов, регулировать объемы производства в соответствии с колебаниями рынка не всегда возможно. С 2000 г. мировой выпуск серы превышал ее потребление (кроме 2004-2006 гг., когда спрос резко вырос благодаря введению новых мощностей по выпуску фосфатных удобрений и развитию металлургической промышленности в США, Южной Америке, Африке и Восточной Азии).

В отдельные годы объемы не востребовавшей серы достигали XX млн т. При этом основные мировые складские запасы серы были сосредоточены в шести странах – Канаде, США, Франции, Казахстане, Ираке и Иране. Меньшие хранилища разбросаны по всему миру, в основном они расположены поблизости производств нефти и газа. На них сера восстанавливается из нефти и газа как горячая жидкость. Эта жидкость выливается в гигантские формы, где она затвердевает при охлаждении, затем складывается.

Однако ужесточение требований экологов к условиям хранения серы под открытым небом стимулировало поиск новых способов хранения. Так, Канада разработала технологию хранения более концентрированных сернистых газов путем их обратной закачки в скважины и накопления серы в подземных хранилищах под слоем известняка.

Вместе с тем, сера пользуется широким спросом, в основном благодаря взлету экономики в Китае (в настоящее время – около XX % мирового потребления). Помимо Китая к основным потребителям серы относятся крупные (>XX млн т в год) производители удобрений: США (свыше XX % мирового объема потребления серы), страны СНГ и Балтии (XX %), Марокко (XX %), Индия (XX %) Тунис и Бразилия (по XX %).

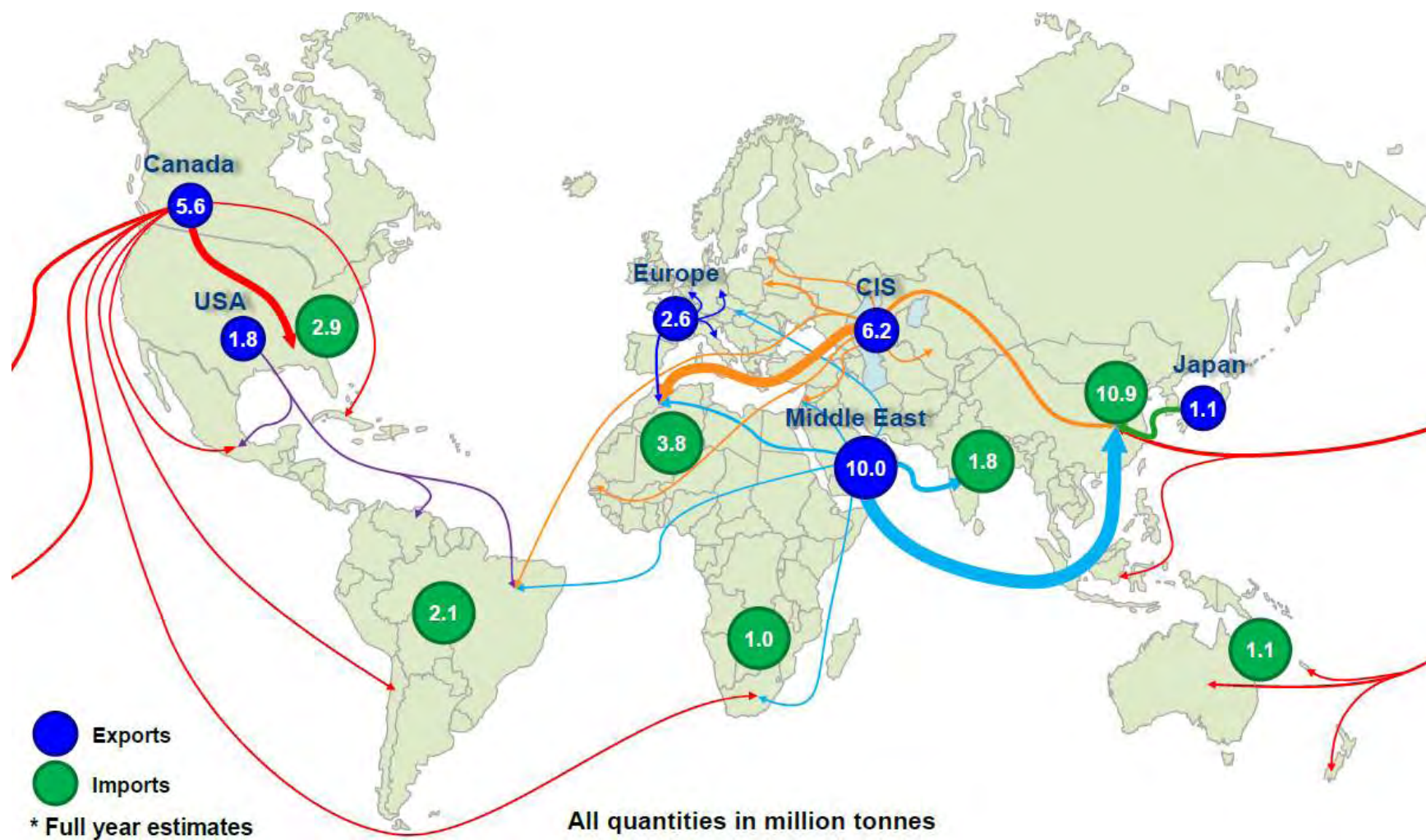
Различия в соотношении уровня производства и потребления серы в конкретных регионах предопределяет их деление на нетто-производителей и нетто-потребителей продукта (рисунок 3).

Северная Америка, Ближний Восток, страны СНГ и Балтии, Западная и Центральная Европа обладают излишками серы, а Африка, Азия, Латинская Америка и Океания испытывают дефицит этого продукта, что обусловлено, в первую очередь, расширением выпуска удобрений, а в некоторых странах Азии – еще и ростом потребления серы в промышленной сфере, главным образом, в металлургической, резинотехнической, химической и нефтеперерабатывающих отраслях.

В настоящее время ключевую роль в формировании и перераспределении основных направлений поставок начинает играть логистическая составляющая.

Так, сера из Саудовской Аравии и ОАЭ на мировом рынке выигрывает у российской именно из-за отсутствия длинного логистического плеча. Конкурентоспособность серы Казахстана и Туркменистана также снижается из-за отсутствия удобного и простого пути транспортировки.

Рисунок 3. Крупнейшие мировые регионы-производители и потребители серы



Источник: Peter Harrisson (Global Sulphur Market Outlook)

Глобальная торговля серой в 2008-2016 гг. изменялась в диапазоне XX млн т. Лидирующими *экспортерами* являются Канада и Россия. Кроме того, в последнее время в мировом экспорте серы отмечалось увеличение доли Казахстана. Также крупными поставщиками серы на мировой рынок являются некоторые страны Ближнего Востока, Япония, Германия.

Основной *импортер* серы – Китай. Несмотря на то, что страна является крупнейшим мировым производителем рассматриваемой продукции, китайские фирмы не в состоянии удовлетворить спрос местных потребителей на серу, который составляет порядка XX млн т в год. Поэтому свыше XX млн т в год ввозится в страну. Кроме того, следует отметить страны Африки (Марокко, Тунис, ЮАР), Бразилию, Индию, Австралию.

В последнее время отмечается тенденция сокращения ввоза серы в Западную и Центральную Европу, что вызвано спадом потребления. Вместе с тем наблюдается быстрый прирост импорта в Иордании, Израиле, США и Тунисе.

В целом **мировое потребление серы** составляет порядка XX млн т в год. Приблизительно XX % получаемой в мире серы идет на производство серной кислоты (для получения XX т серной кислоты необходимо около XX кг серы), свыше XX % которой используется в производстве фосфорных и комплексных удобрений.

Всего на нужды химической промышленности уходит порядка XX % суммарного объема серы. Около XX % требуется на нужды целлюлозно-бумажной промышленности. Доли остальных отраслей не превышают XX % (рисунок 4).

Рисунок 4. Отраслевая структура мирового потребления серы

Источник: оценка «Инфолайн»

Следует отметить, что опережение роста предложения серы на рынке по сравнению с потреблением стимулировало разработку проектов по ее утилизации и расширению областей применения. Так, были разработаны технологии производства асфальта с добавлением шариков модифицированной серы, что делает дорожные покрытия более прочными и устойчивыми к перепадам температуры. Также все большие объемы серы потребляет цементная промышленность и т.д.

Быстрое развитие промышленности и сельского хозяйства, и, следовательно, рост спроса на серу со стороны стран нетто-потребителей способствовало тому, что, несмотря на значительные мировые запасы данного продукта, производители серы в 2007-2008 гг. увеличивали **цены**. Так, с мая 2007 г. по май 2008 г. средняя цена на серу увеличилась более чем в 10 раз, с XX \$/т до XX \$/т (в зависимости от рынка сбыта). Также немаловажным фактором, в значительной степени оказавшим влияние на скачок цен, стал резко возросший спрос в Китае и Индии. Такое положение сохранялось практически до конца 2008 г.

Обвал крупнейших мировых рынков в связи с началом и разрастанием мирового финансового кризиса повлек за собой сокращение потребления минеральных удобрений, что, в свою очередь, привело к падению спроса на серу и серную кислоту. В декабре 2008 г. цена на серу опустилась до прежнего уровня в XX \$/т. Ситуация усугубилась тем, что объемы производства серы не могут регулироваться с учетом потребностей рынка, что привело к росту мировых запасов неостребованной серы.

В 2009 г. эксперты констатировали профицит серы, который спровоцировал очередное падение цены. В конце 2009 г. сера практически ничего не стоила, цены не превышали XX \$/т. В 2010-2011 гг. на мировом рынке сера дорожала (до XX \$/т в 2010 г. и XX \$/т в 2011 г.), что было обусловлено, в первую очередь, ростом спроса на фосфатные удобрения.

В 2012-2013 гг. цены варьировали в пределах XX \$/т в зависимости от порта отгрузки и условий поставок. В 2014 г. цены на серу снижались (со XX \$/т в начале года до XX \$/т – в конце). В 2015 г. цены держались примерно на том же уровне, а к концу года снизились в среднем до XX \$/т. В 2016-2017 гг. цены продолжали снижаться (таблица 1).

Таблица 1. Мировые цены на серу в 2016-2017 гг., \$/т

Регион/страна	1 пол. 2016	III кв. 2016	IV кв. 2016	I кв. 2017	II кв. 2017	III кв. 2017
Китай (CFR)						
Бразилия (CFR)						
Ближний Восток (FOB)						
Черное море (FOB)						
Ванкувер (FOB)						

Источник: Argus FMB

В дальнейшем положение на рынке серы будет, как и прежде, зависеть от ситуации на мировом рынке фосфатных удобрений.