



ИнфоМайн 

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

Обзор рынка технического кремния в СНГ

*Издание 8-е,
дополненное и переработанное*

Демонстрационная версия

*Москва
июль, 2010*

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ	11
ВВЕДЕНИЕ	13
1. МИРОВОЙ РЫНОК ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ	14
2. СЫРЬЕВАЯ БАЗА И ДОБЫЧА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ	30
2.1. КВАРЦИТЫ: ЗАПАСЫ И ОСНОВНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СНГ	30
2.2. СВОЙСТВА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ	30
2.3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КВАРЦИТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ	32
3. ПРОИЗВОДСТВО КРЕМНИЯ В СНГ, ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ, СПОСОБЫ РАФИНИРОВАНИЯ, НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ...	36
3.1. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ.....	40
3.2. СПОСОБЫ РАФИНИРОВАНИЯ КРЕМНИЯ	45
3.3. НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ	45
4. ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ–ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ В СНГ	47
4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	47
4.2. СОСТОЯНИЕ КРЕМНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОАО "РОССИЙСКИЙ АЛЮМИНИЙ"	49
4.2.1. ЗАО "Кремний" (Шелехов, Иркутская обл.)	51
4.2.2. ООО "Кремний-Урал" (г. Каменск-Уральский)	60
4.3. ОАО "БРАТСКИЙ ФЕРРОСПЛАВНЫЙ ЗАВОД"	67
4.4. ОАО "ЗАПОРОЖСКИЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ КОМБИНАТ" (УКРАИНА)	70
4.5. ПРОЕКТЫ КАЗАХСТАНА.....	74
5. ВНЕШНЕТОРГОВЫЕ ОПЕРАЦИИ С ТЕХНИЧЕСКИМ КРЕМНИЕМ	78
5.1. ЭКСПОРТ-ИМПОРТ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ В РФ	78
5.2. ДИНАМИКА ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ЦЕН.....	90
5.3. ЭКСПОРТ-ИМПОРТ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ НА УКРАИНЕ	95
6. ПОТРЕБЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ В РОССИИ	102
6.1. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМО-КРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ.....	110
6.1.1. Технология производства синтетического силумина	110
6.1.2. Особенности производства электротермического силумина на ЗАЛКе.....	110
6.2. ПРОИЗВОДСТВО АЛЮМОКРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ В РОССИИ	112
6.3. ПРОИЗВОДСТВО ВТОРИЧНЫХ АЛЮМОКРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ.....	123
6.4. ПРИМЕНЕНИЕ КРЕМНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	130
6.4.1. ОАО "СИЛАН" (г. Данков, Липецкая обл.)	135
6.4.2. ОАО "Химпром" (г. Новочебоксарск Чувашской Республики).....	137
6.4.3. ООО "Усолье-Сибирский силикон" (г. Усолье-Сибирское).....	139
7. ПОТРЕБЛЕНИЕ КРЕМНИЯ НА УКРАИНЕ	142
7.1. СП "ИНТЕРСПЛАВ" (Г. СВЕРДЛОВСК, ЛУГАНСКОЙ ОБЛ.)	147
7.2. ГП "КРЕМНИЙПОЛИМЕР" (ЗАПОРОЖСКАЯ ОБЛ.)	149
7.3. ООО "ОРИСИЛ-КАЛУШ" (ИВАНО-ФРАНКОВСКАЯ ОБЛ.).....	151
8. ПРОГНОЗ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ В СНГ	153

Приложение 1. ГОСТ 2169 – 69. КРЕМНИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ	158
Приложение 2 Выпускаемая продукция АО "Силан" и области ее применения	162
Приложение 3 Перечень основных кремнийорганических продуктов, выпускаемых АО "Химпром" (Новочебоксарск)	163
Приложение 4. Контактная информация производителей и потребителей технического кремния в СНГ	165

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Мировое производство технического кремния по странам в 2003-2009 гг., тыс. т.....	15
Таблица 2. Основные производители технического кремния в мире и их мощности по состоянию на 2009 г., тыс. т.....	16
Таблица 3. Мировой экспорт технического кремния по странам в 2007-2009 гг., тыс. т.....	18
Таблица 4. Мировой импорт технического кремния по странам в 2007-2009 гг., тыс. т.....	18
Таблица 5. Экспорт технического кремния из Китая по странам в 2007-2009 гг., тыс. т.....	20
Таблица 6. Географическая структура японского импорта технического кремния в 2006-1 пол. 2009 г., тыс. т.....	22
Таблица 7. Химический состав технического кремния производства Elkem.....	24
Таблица 8. Химический состав технического кремния производства FerroAtlantica Group.....	24
Таблица 9. Химический состав технического кремния производства GSM.....	26
Таблица 10. Средний химический состав и свойства кварцитов основных месторождений СНГ.....	30
Таблица 11. Предприятия, ведущие добычу сырья для производства технического кремния, тыс. т.....	33
Таблица 12. Поставки кварцита на предприятия по производству технического кремния в 2004-2009 гг., тыс. т.....	35
Таблица 13. Производство технического кремния в СНГ в 1992-2009 гг., тыс. т.....	38
Таблица 14. Химический состав технического кремния.....	39
Таблица 15. Допустимые нормы примесей в шихтовых материалах для различных марок технического кремния, %.....	39
Таблица 16. Средний состав и свойства различных видов восстановителей, используемых при производстве технического кремния в России.....	40
Таблица 17. Поставки различных видов восстановителей на предприятия по производству кремния в 2004-2009 гг., тыс. т.....	41
Таблица 18. Поставки древесного угля на предприятия в 2003-2009 гг., тыс. т.....	42
Таблица 19. Плавильное оборудование, применяемое для производства технического кремния на предприятиях СНГ.....	47
Таблица 20. Поставки древесного и каменного угля в ЗАО "Кремний" в 2004-2009 гг., т.....	54
Таблица 21. Внутренние поставки технического кремния ЗАО "Кремний" в 2005-2009 гг., т.....	56
Таблица 22. Экспорт технического кремния ЗАО "Кремний" в 2005-2009 гг., т.....	58
Таблица 23. Поставки древесного угля в ООО "Кремний-Урал" в 2003-2009 гг., тыс. т.....	62
Таблица 24. Поставки кварцита в ООО "Кремний-Урал" в 2004-2009 гг., тыс. т.....	62

Таблица 25. Внутренние поставки технического кремния ООО "Кремний-Урал" в 2005-2009 гг., т.....	64
Таблица 26. Экспорт технического кремния ООО "Кремний-Урал" в 2005-2009 гг., т.....	66
Таблица 27. Экспорт технического кремния ОАО "ЗалК" по странам в 2004-2008 гг., тыс. т.....	73
Таблица 28: Химический состав технического кремния производства KazSilicon в соответствии с ТУ 1711-5072130-01-2005 (ГОСТ 2169-69).....	76
Таблица 29: Химический состав кварца месторождения Каратас.....	77
Таблица 30. Внешняя торговля техническим кремнием в РФ в 1996-2009 гг., тыс. т.....	78
Таблица 31. Доля экспорта технического кремния в общем объеме его производства в России в 1996-2009 гг.	80
Таблица 32. Российский экспорт технического кремния по странам в 1996-2009 гг., т.....	83
Таблица 33. Доля экспорта технического кремния предприятий ОК "РУСАЛ" в общем объеме их производства.....	84
Таблица 34. Экспорт технического кремния российскими предприятиями в 2002-2009 гг., т, %.....	85
Таблица 35. Импортные поставки технического кремния в РФ в 1996-2009 гг., т.....	87
Таблица 36. Российские потребители импортного технического кремния в 2002-2009 гг., т.....	89
Таблица 37. Экспортные цены на российский технический кремний в 2002-2009 гг., \$/т.....	91
Таблица 38. Среднеэкспортные цены для стран-потребителей российского технического кремния в 2002-2009 гг., \$/т.....	93
Таблица 39. Средние цены стран-поставщиков технического кремния в РФ в 2002-2009 гг., \$/т.....	94
Таблица 40. Среднеимпортная цена для российских потребителей технического кремния в 2002-2009 гг., \$/т.....	94
Таблица 41. Доля экспорта технического кремния в общем объеме его производства на Украине в 1999-2009 гг.....	96
Таблица 42. Экспорт украинского технического кремния по странам в 1999-2009 гг., т.....	97
Таблица 43. Импортные поставки технического кремния на Украину в 1999-2009 гг., т.....	97
Таблица 44. Основные украинские потребители импортного технического кремния в 1999-2009 гг., т.....	99
Таблица 45. Баланс производства, экспорт, импорт и кажущееся потребление технического кремния в России в 1993-2009 гг., тыс. т.....	104
Таблица 46. Основные российские предприятия-потребители технического кремния в 2005-2009 гг., т.....	108
Таблица 47. Химический состав силумина, % (не более).....	110
Таблица 48. Химический состав основных алюмо-кремниевых сплавов, %....	112
Таблица 49. Марки сплавов заводов России.....	113

Таблица 50. Потребление технического кремния алюминиевыми предприятиями России в 2001-2009 гг., т	119
Таблица 51. Потребление технического кремния российскими заводами по производству вторичного алюминия в 2001-2009 гг., т	126
Таблица 52. Потребление кремния российскими литейными заводами в 2001-2009 гг., т	129
Таблица 53. Химический состав Si-Cu сплавов, используемых для производства кремнийорганических соединений, %	130
Таблица 54. Характеристика трихлорсилана, выпускаемого предприятиями России	131
Таблица 55. Производство кремнийорганических соединений в России в 1995-2009 гг., т	132
Таблица 56. Потребление технического кремния российскими предприятиями химической отрасли в 2001-2009 гг., т	134
Таблица 57. Поставки технического кремния в ОАО "Химпром" в 2001-2009 гг., т	138
Таблица 58. Объемы потребления технического кремния на Украине в 1999-2009 гг., тыс. т	142
Таблица 59. Основные украинские потребители импортного технического кремния в 1999-2009 гг., т	146
Таблица 60. Поставки импортного технического кремния на СП "Интерсплав" в 1999-2008 гг., т	147

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Динамика производства технического кремния в мире в 2003-2009 гг., тыс. т	14
Рисунок 2: Структура мощностей по производству технического кремния в мире в 2009 г., %.....	16
Рисунок 3. Динамика экспортных поставок технического кремния из Китая в 2005-2009 гг., тыс. т	20
Рисунок 4. Динамика экспорта технического кремния из Китая в Японию, Южную Корею и Гонконг в 2006-2009 гг., тыс. т.....	21
Рисунок 5. Динамика производства технического кремния на предприятиях FerroAtlantica Group по странам в 2006-2009 гг., тыс. т.....	25
Рисунок 6. Динамика цен на технический кремний на американском рынке в 2003-1 пол. 2010 гг., \$/т	27
Рисунок 7. Динамика экспортных цен на технический кремний в Китае в 2007-2009 г., \$/т.....	28
Рисунок 8. Расположение основных месторождений кварцитов и производителей кремния	31
Рисунок 9. Динамика производства технического кремния в СНГ в 1992-2009 гг., тыс. т	37
Рисунок 10. Динамика производства древесного угля в России в 1995-2009 гг., тыс. т	42
Рисунок 11. Динамика выпуска технического кремния на предприятиях СУАЛа в 1992-2009 гг., тыс. т.....	50
Рисунок 12. Динамика производства технического кремния в ЗАО "Кремний" в 1992-2009 гг., тыс. т	51
Рисунок 13. Динамика поставок кварцитов Черемшанского рудника в ЗАО "Кремний" в 2004-2009 гг., тыс. т.....	53
Рисунок 14. Динамика выпуска технического кремния ООО "Кремний-Урал" в 1992-2009 гг., тыс. т	61
Рисунок 15. Динамика производства кремния в ОАО "Братский завод ферросплавов" в 1992-2004 гг., тыс. т.....	68
Рисунок 16. Динамика производства технического кремния в ОАО "ЗАЛК" в 1992-2009 гг., тыс. т	72
Рисунок 17. Динамика экспортно-импортных поставок технического кремния в России в 1996-2009 гг., тыс. т	79
Рисунок 18. Динамика экспортно-импортных цен на технический кремний в России в 1996-2009 гг., \$/т.....	90
Рисунок 19. Динамика экспортно-импортных поставок технического кремния на Украине в 1999-2009 гг., т	95
Рисунок 20. Динамика среднеэкспортных и среднеимпортных цен на технический кремний на Украине в 1999-2009 гг., \$/т.....	101
Рисунок 21. Динамика производства, экспорта, импорта и потребления технического кремния в России в 1993-2009 гг., тыс. т	105
Рисунок 22. Структура потребления технического кремния в РФ в 2009 г., %	106

Рисунок 23. Изменение структуры потребления технического кремния в России по отраслям в 2001-2009 гг., тыс. т	107
Рисунок 24. Динамика выпуска алюмокремниевых сплавов в России в 2001-2009 гг., тыс. т	118
Рисунок 25. Динамика производства вторичных алюминиевых сплавов в России в 1993-2009 гг., тыс. т	124
Рисунок 26. Динамика производства кремнийорганических соединений в России в 1995-2009 гг., т	133
Рисунок 27. Динамика производства кремнийорганических соединений ОАО "Силан" в 1995-2009 гг., т	135
Рисунок 28. Доля выручки от реализации кремнийорганических соединений ОАО "Силан" в 2002-2009 гг., %	137
Рисунок 29. Динамика производства кремнийорганических соединений ОАО "Химпром" в 1995-2009 гг., т	138
Рисунок 30. Динамика производства кремнийорганических соединений ОАО "Усолье-Сибирский силикон" в 1995-2009 гг., т	140
Рисунок 31. Динамика кажущегося потребления технического кремния на Украине в 1999-2009 гг., тыс. т	143
Рисунок 32. Структура потребления технического кремния на Украине в 2009 г., %	143
Рисунок 33. Динамика изменения структуры потребления кремния на Украине 2005-2009 гг., %	144
Рисунок 34. Динамика выпуска алюминиевых сплавов СП "Интерсплав" в 1999-2009 гг., тыс. т	148
Рисунок 35. Динамика выпуска диоксида кремния ООО "Орисил-Калуш" в 2003-2009 гг., т	152
Рисунок 36. Прогноз производства технического кремния в России до 2015 г., тыс. т	154
Рисунок 37. Прогноз производства технического кремния на Украине до 2015 г., тыс. т	155
Рисунок 38. Прогноз потребления технического кремния в России до 2015 г., тыс. т	156

СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ

- Приложение 1: ГОСТ 2169 – 69. Кремний технический. Технические условия
Приложение 2: Выпускаемая продукция АО "Силан" и области ее применения
Приложение 2: Перечень основных кремнийорганических продуктов, выпускаемых АО "Химпром" (Новочебоксарск)
Приложение 4: Контактная информация основных производителей и потребителей технического кремния в СНГ

Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию рынка технического кремния и текущему состоянию предприятий-производителей, а также потреблению данной продукции в странах СНГ.

Отчет состоит из 8 глав, содержит 165 страниц, 40 рисунка, 60 таблиц и приложения.

Первая глава отчета посвящена мировому рынку технического кремния, в ней приведены объемы производства, импорта, экспорта продукции в мире, цены на него.

Во второй главе отчета рассмотрена сырьевая база кварцитов для производства кремния в странах СНГ. Приведены данные по запасам крупнейших месторождений кварцитов, требования к свойствам кварцитов, пригодных для производства кремния, а также особенности добычи таких кварцитов.

Третья глава посвящена производству кремния в странах СНГ, в ней приведены данные об объемах выпуска этой продукции и динамике производства. Кроме этого, в главе рассмотрены особенности восстановителей, применяемых при выпуске технического кремния, описано состояние их производства в России, приведены данные о поставках восстановителей на заводы-производители кремния, а также рассмотрены вопросы улучшения качества производимой продукции – способы рафинирования кремния и новые разработки, внедряемые в производство.

Четвертая глава посвящена анализу современного состояния производителей кремния в России и на Украине в 2000-2009 гг., а также рассмотрены новые проекты по производству технического кремния в Казахстане. В данном разделе приведены статистические данные об объемах производства кремния всеми предприятиями, описано их текущее положение, проанализированы направления и объемы поставок сырья на предприятия за последние 3-4 года.

В пятой главе отчета рассматриваются внешнеторговые операции России, Украины и Казахстана с кремнием. Приведена динамика экспорта и импорта, описаны тенденции экспортно-импортных поставок, а также проанализированы экспортно-импортные цены, приведены сведения об объемах и направлениях поставок крупнейших экспортеров и импортеров кремния.

Шестая глава отчета посвящена потреблению кремния в России. В данном разделе приведен баланс производства-потребления кремния, а также оценена отраслевая структура потребления.

Кроме этого, описана технология производства различных алюмокремниевых сплавов. Также приведены данные об объемах и направлениях поставок кремния на предприятия-производители алюмо-кремниевых сплавов, как первичных, так и вторичных, а также прокатные и моторостроительные заводы, которые являются крупнейшими потребителями данной продукции. Рассмотрена ситуация с производством кремнийорганических продуктов в России,

Седьмая глава посвящена потреблению кремния на Украине. В данном разделе приведен баланс производства-потребления кремния, а также оценена отраслевая структура потребления в 2008 г. Кроме этого описано текущее со-

стояние крупнейших потребителей этой продукции на Украине – ПО "Кремнийполимер", СП "Интерсплав" и ООО "Орисил-Калуш".

В девятой, заключительной, главе отчета приведен прогноз развития рынка технического кремния в странах СНГ до 2015 г.

В приложениях к отчету приведены технические условия (ГОСТ) на кремний, действующие в СНГ, также описана продукция, выпускаемая производителями кремнийорганических соединений, и области ее применения, а также дана контактная информация производителей и основных потребителей кремния в странах СНГ.

Введение

КРЕМНИЙ, Si (silicium), химический элемент IVA подгруппы (C, Si, Ge, Sn и Pb) периодической системы элементов, неметалл. Кремний в свободном виде был выделен в 1811 Ж. Гей-Люссаком и Л. Тенаром при пропускании паров фторида кремния над металлическим калием, однако он не был описан ими как элемент. Шведский химик Й. Берцелиус в 1823 г. дал описание кремния, полученного им при обработке калиевой соли K_2SiF_6 металлическим калием при высокой температуре, однако лишь в 1854 г. кремний был получен в кристаллической форме А. Девилом.

Кремний – второй по распространенности (после кислорода) элемент в земной коре, где он составляет более 25% (масс.). Встречается в природе в основном в виде песка, или кремнезема, который представляет собой диоксид кремния, и в виде силикатов (полевые шпаты $M[AlSi_3O_8]$ ($M = Na, K, Ba$), каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$, слюды).

Кремний можно получить прокаливанием измельченного песка с алюминием или магнием; в последнем случае его отделяют от образующегося MgO растворением оксида магния в соляной кислоте. **Технический кремний** получают в больших количествах в электрических печах путем восстановления кремнезема углем или коксом. **Полупроводниковый кремний** получают восстановлением $SiCl_4$ или $SiHCl_3$ водородом с последующим разложением образующегося SiH_4 при 400–600° С. **Высокоочищенный кремний** получают выращиванием **монокристалла** из расплава полупроводникового кремния по методу Чохральского или методом бестигельной зонной плавки кремниевых стержней.

Стоит отметить, что данный отчет посвящен рынку технического кремния в СНГ, другие виды кремния здесь не рассматриваются.

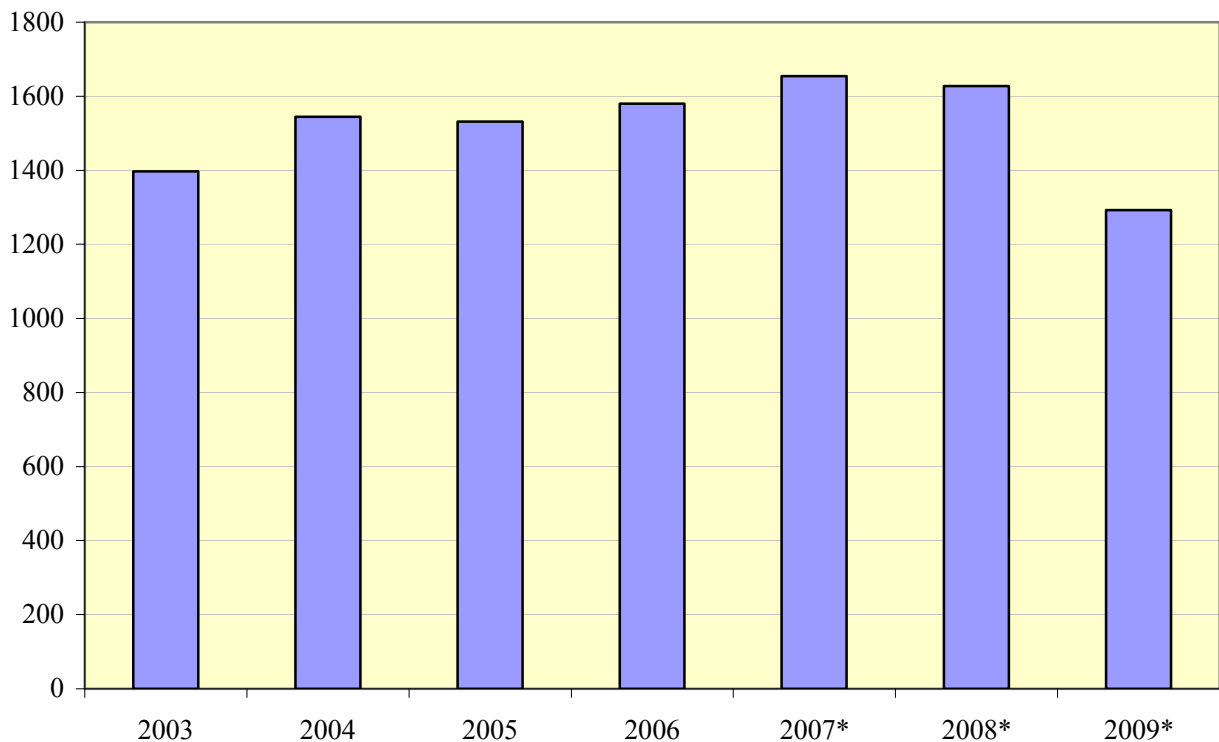
Содержание Si в техническом кремнии составляет порядка 96-99%, основная примесь – углерод, отличается высоким содержанием легирующих элементов – бора, фосфора, алюминия.

Основной областью применения технического кремния является металлургия, где продукция используется в качестве компонентов сплавов (при выплавке чугуна, сталей, бронз, силумина и др.). Кроме того, технический кремний используется в качестве раскислителя, модификатора свойств металлов или легирующего элемента (например, добавка определенного количества кремния при производстве трансформаторных сталей увеличивает коэрцитивную силу готового продукта), как сырье для производства более чистого поликристаллического кремния, а также как сырье для производства кремнийорганических материалов, силанов.

1. Мировой рынок технического кремния

В целом с 2003 по 2008 гг. производство технического кремния в мире выросло более чем на 16%. При этом максимальные объемы выпуска были отмечены в 2007 г., и составили более 1650 тыс. т. В последующие годы из-за мировой рецессии отмечается отрицательная динамика производства технического кремния. В 2009 г. уровень выпуска продукции в мире значительно сократился – на 20,5% по сравнению с 2008 г. Соответствующие показатели за 2003-2009 гг. приведены на рис. 1.

Рисунок 1. Динамика производства технического кремния в мире в 2003-2009 гг., тыс. т



* - оценка "ИнфоМайн" по данным предприятий

Источник: British Geological Survey, оценка "ИнфоМайн"

В таблице 1 представлены данные по мировому производству технического кремния по странам в 2003-2009 гг. Основным производителем технического кремния в мире является Китай, доля которого за последние 7 лет колебалась в диапазоне 38-50%. Также более 10% от общего объема кремния в мире выпускают такие страны как Бразилия, США, Норвегия.

**Таблица 1. Мировое производство технического кремния
по странам в 2003-2009 гг., тыс. т**

Страна	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Китай							
Бразилия							
США							
Норвегия							
Франция							
Россия							
ЮАР							
Канада							
Австралия							
Германия							
Испания							
Аргентина							
Прочие							
Всего							

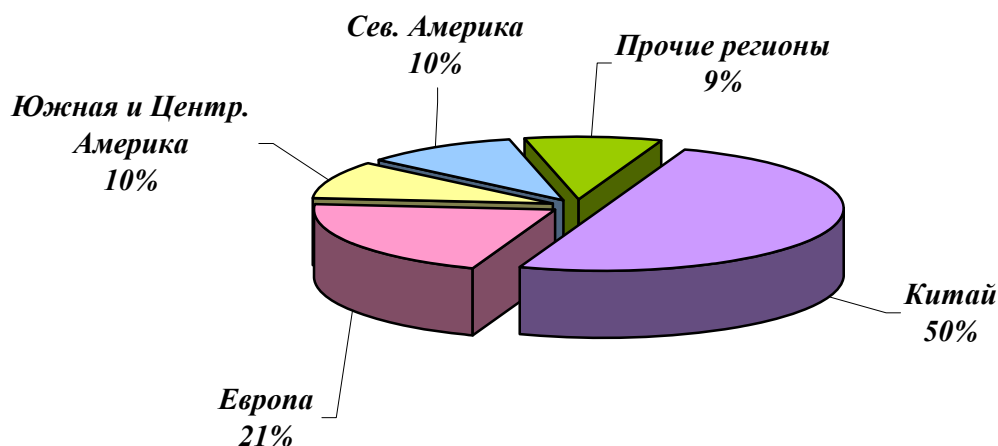
Источник: British Geological Survey, оценка "ИнфоМайн"

Территориально производство кремния в мире слабее привязано к источникам сырья, чем у других металлов. Кремний является одним из наиболее распространенных в природе элементов (до 30%) и содержится в большинстве минералов и руд. Необходимые месторождения кварцитов и кварцевых песков есть в очень многих странах мира. Однако, для получения более качественного продукта или для повышения показателей рентабельности, целесообразно использование сырья с максимальным содержанием кремния. В целом по миру обеспеченность кремниевых производств сырьем считается высокой, а соответствующая доля затрат в его себестоимости незначительной (менее 10%).

Основной особенностью этих производств является их крайне высокая энергоемкость (12-18 кВт.час/кг), поэтому среди ведущих мировых производителей кремния долгие годы прежде всего были представлены страны с развитой энергетикой (и недорогой электроэнергией), например маленькие Норвегия и Исландия. Значительны при производстве кремния затраты по топливу (коксу).

Мировые мощности по производству технического кремния в 2009 г. оценивались в 2,4 млн т в год и их географическая структура представлена на рис. 2.

Рисунок 2: Структура мощностей по производству технического кремния в мире в 2009 г., %



Источник: CRU 2009 World Silicon Production, оценка "ИнфоМайн"

В табл. 2 представлены основные производители технического кремния в мире. Стоит отметить, что производство кремния в мире в большинстве случаев интегрировано. Такие крупные холдинги, как Elkem, FerroAtlantica, GSM и прочие, приобретают заводы по всему миру, тем самым, создавая интегрированные системы по добыче сырья, производству металлургического кремния и его переработки.

В Китае большинство производителей технического кремния, несмотря на введение государством различных пошлин на экспорт товара, ориентируются на поставки на внешний рынок.

Таблица 2. Основные производители технического кремния в мире и их мощности по состоянию на 2009 г., тыс. т

Предприятие	Местонахождение	Мощность
Китай		
Elkem	Норвегия	
<i>Thamshavn</i>	<i>Норвегия</i>	
<i>Bremanger</i>	<i>Норвегия</i>	
<i>CCMC</i>	<i>Бразилия, Пара</i>	
Ferroatlantica	Испания	
<i>Sabon</i>	<i>Испания</i>	
<i>Angelfort</i>	<i>Франция</i>	
<i>Chateau-Feuillet</i>	<i>Франция</i>	
<i>Laudun</i>	<i>Франция</i>	
<i>Les Clavaux</i>	<i>Франция</i>	
<i>Montricher</i>	<i>Франция</i>	

Предприятие	Местонахождение	Мощность
<i>Polokwane</i>	<i>ЮАР</i>	
Global Speciality Metals	США	
<i>Selma AL</i>	<i>США, Алабама</i>	
<i>Alloy WV</i>	<i>США, Западная Верджиния</i>	
<i>Beverly OH</i>	<i>США, Охио</i>	
<i>Niagara Falls NY</i>	<i>США, Нью-Йорк</i>	
<i>Breu Branco</i>	<i>Бразилия, Пара</i>	
Rima Industrial	Бразилия	
Timminco	Канада, Квебек	
Fesil	Норвегия	
Simcoa	Австралия	
Australian Silicon Ltd	Австралия	
Прочие		
Всего		

Источник: оценка "ИнфоМайн", данные предприятий

Основными экспортерами металлического кремния на мировой рынок являются Китай, Бразилия и Норвегия (табл. 3). По данным ООН, в 2008 г. в связи с мировым финансовым кризисом, объемы экспорта кремния сократились примерно на 1% по сравнению с 2007 г., в 2009 г. – на 39%. Стоит отметить, что из-за несовершенства учета данных базы ООН, в 2009 г. данные по экспортным операциям не вполне соответствуют действительности (многие страны не отчитывались), хотя тенденция близка к реальной ситуации на рынке.

В большей степени снижение экспортных поставок было характерно для таких развивающихся стран, как Китай и Бразилия, где на объемы выпуска продукции сильно повлияли проблемы с нехваткой электроэнергии.

Норвежский концерн Elkem и его дочернее предприятие в ЮАР, несмотря на проблемы с ограничениями электроэнергии, в 2008 г. увеличили экспорт более чем на 12%. Однако, в 2009 г. уровень производства все равно сократился до 30 тыс. т.

В целом, за последние 3 года объемы экспорта металлического кремния основных стран-поставщиков сократились более чем на 50%.

**Таблица 3. Мировой экспорт технического кремния по странам
в 2007-2009 гг., тыс. т**

Страна	2007	2008	2009
Китай			
Бразилия			
Норвегия			
ЮАР			
Канада			
Австралия			
Россия			
Нидерланды			
Великобритания			
Босния и Герцеговина			
США			
Прочие			
Всего			

Источник: "ИнфоМайн" по данным базы ООН

В табл. 4 представлен импорт металлического кремния по странам в 2007-2009 гг. Основными потребителями металлического кремния являются экономически развитые страны, такие как Япония, Германия, США, Великобритания, Нидерланды и прочие.

**Таблица 4. Мировой импорт технического кремния по странам
в 2007-2009 гг., тыс. т**

Страна	2007	2008	2009
Япония			
Германия			
США			
Великобритания			
Италия			
Нидерланды			
Таиланд			
Канада			
ОАЭ			
Норвегия			
Гонконг			
Франция			
Бразилия			
Прочие			
Всего			

Источник: "ИнфоМайн" по данным базы ООН

Как видно, в 2008 г. импорт металлического кремния в мире по сравнению с 2007 г. увеличился примерно на 2%. При этом, поставки в Японию сократились на 4,5%, а в Германию, США, Великобританию, наоборот, выросли.

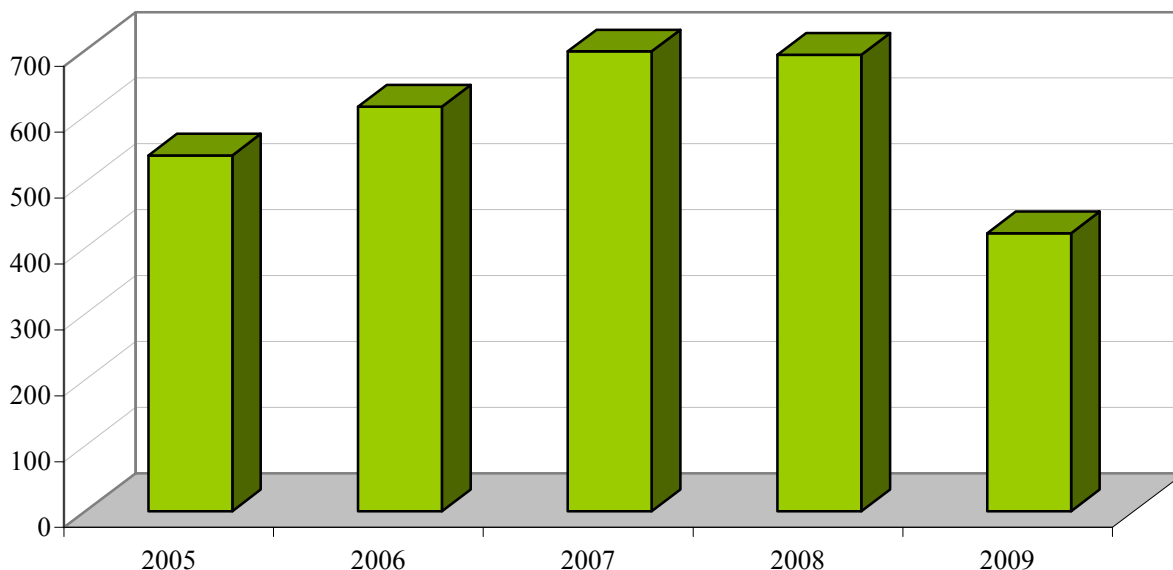
В 2009 г. по данным базы ООН, объемы импорта технического кремния составили не более 560 тыс. т. Однако, стоит повториться, что в 2009 г. в базе данных ООН учтены не все страны-потребители кремния, хотя в целом в 2009 г. можно говорить о падении уровня импорта.

Китай является основным производителем металлического кремния с мощностью в 1,2 млн т в год. С 2005 по 2009 гг. ежегодный выпуск металлического кремния в Китае составлял от 500 до 800 тыс. т. Основные металлургические комбинаты по выпуску металлического кремния в Китае расположены в провинциях Guizhou (15-35% от общего выпуска продукции в стране), Yunnan, Sichuan, Guangxi, Hunan, Hubei, Fujian, Heilongjiang, Jilin, Liaoning, Inner Mongolia, Shaanxi и Qinghai.

Китай экспортирует металлический кремний на внешний рынок в огромных объемах. Около 75-90% от всей выпускаемой в Китае продукции экспортируется в большинство стран мира. Япония, Южная Корея, Индия и Таиланд являются основными потребителями китайского кремния.

На рис. 3 представлена динамика экспорта металлического кремния из Китая в 2005-2009 гг. Так, в 2005 г. объем экспорта кремния составил 540 тыс. т. В 2006 г. экспорт увеличился на 13,7% и составил 614 тыс. т, в 2007 г. рост продолжился, экспорт составил 698 тыс. т (рост на 13,5% по сравнению с 2006 г.). В 2008 г. Китай экспортировал на внешний рынок около 86% от общего выпуска металлического кремния. Так, из 800 тыс. т произведенного металлического кремния в 2008 г. на экспорт было отправлено 692,7 тыс. т. В 2009 г. в связи со значительным сокращением объемов производства технического кремния в стране из-за мировой рецессии, отмечается падение объемов экспорта продукции – на 39% по сравнению с 2008 г.

Рисунок 3. Динамика экспортных поставок технического кремния из Китая в 2005-2009 гг., тыс. т



Источник: Asian Metal

Более точные данные китайского экспорта по странам в 2007-2009 гг. представлены в табл. 5.

Таблица 5. Экспорт технического кремния из Китая по странам в 2007-2009 гг., тыс. т

Страна	Объем экспорта, тыс. т			Темпы роста в 2009 г., %
	2007	2008	2009	
Япония				
Южная Корея				
Гонконг				
Великобритания				
Канада				
Таиланд				
Нидерланды				
Германия				
Индия				
Тайвань, Китай				
Прочие				
Всего				

Источник: Asian Metal

Как видно, основными импортерами китайской продукции были Япония, Южная Корея и Гонконг. На рис. 4 представлена динамика экспорта металлического кремния из Китая в Японию, Южную Корею и Гонконг.

Рисунок 4. Динамика экспорта технического кремния из Китая в Японию, Южную Корею и Гонконг в 2006-2009 гг., тыс. т



Источник: *Asian Metals*

В Японии не имеется собственного производства металлического кремния, вследствие чего весь объем необходимой продукции страна импортирует. Основным экспортером металлического кремния является Китай, поставляющий на японский рынок порядка 215-230 тыс. т продукции в год. Также в Японию экспортируют металлический кремний Норвегия (10-15 тыс. т в год), Бразилия (4-10 тыс. т в год), Австралия (0,2-4 тыс. т в год), ЮАР (1-3 тыс. т в год), Франция (0,3-0,6 тыс. т в год) и прочие (табл. 6).

Основными потребителями металлического кремния в Японии являются предприятия алюминиевой промышленности, солнечной энергетики и химической промышленности. Ежегодно в стране используют более 250 тыс. т металлического кремния.

Основными японскими предприятиями алюминиевой промышленности, потребляющими металлический кремний, являются Daiki Aluminium, Nippon Light Metal, Nippon Denko, Toyota и Mitsubishi.

В химической промышленности и солнечной энергетике основные предприятия-потребители кремния – Tokuyama, ShinEtsu, TOSHIBA и Dow Corning.

**Таблица 6. Географическая структура японского импорта
технического кремния в 2006-1 пол. 2009 г., тыс. т**

Страна-экспортер	2006	2007	2008	1 пол. 2009	Изменения к 1 пол. 2008, %
КНР					
Норвегия					
Бразилия					
ЮАР					
Австралия					
Франция					
Прочие					
Всего					
<i>Средние цены, тыс. иен/т (CIF Япония)</i>					

Источник: Rare Metal News

Стоит обратить внимание на изменение структуры импорта Японии в течение мирового финансового кризиса, т.е. в 2008-2009 гг. В январе-мае 2009 г. японский импорт металлического кремния снизился по сравнению с тем же периодом 2008 г. на 67% до 31,4 тыс. т, при этом ввоз из КНР упал на 75% до 21,32 тыс. т, а доля Китая в суммарных поставках на японский рынок уменьшилась с 90% в январе-мае 2008 г. до 68% в те же месяцы 2009 г. Падение спроса на металл в Японии было вызвано, главным образом, снижением потребления алюминиевых сплавов в автомобильной промышленности.

Японские средние импортные цены на китайский металлический кремний в январе-мае 2009 г. немного повысились относительно того же периода 2008 г. с 234 до 237 иен/кг.

Южная Корея, так же как и Япония, не имеет собственного производства металлического кремния. Ежегодно страна импортирует из Китая примерно 60-75 тыс. т продукции для предприятий алюминиевой, химической промышленности и солнечной энергетики. Основными производителями алюминиевых сплавов в Южной Корее являются Sanbo, с потреблением около 9,6 тыс. т металлического кремния в год; Dong Nam Aluminium Co, Ltd (потребление кремния – 6 тыс. т в год); Wooshin System (потребление – 4,8 тыс. т в год), а также другие четыре предприятия, производящие алюминиевые сплавы в Ulsan Port и Pusan Port.

Основными производителями продукции солнечной энергетики и химической продукции в Южной Корее являются КСС, выпускающая солнечные батареи и кремнийорганические соединения с потреблением металлического кремния более 20 тыс. т в год, и DCC (Dow Chemical Corporation), выпускающая кремниевые пластины, которые используются в солнечных батареях, с потреблением металлического кремния около 18 тыс. т в год.

В Индии потребление металлического кремния в алюминиевой промышленности составляет около 30 тыс. т в год. Весь необходимый объем продукции страна импортирует из Китая. Основными производителями алюминиевых сплавов в Индии являются BALCO, DALCO, HINDALCO и STERLITE (VEDANTA), каждое из которых потребляет около 3 тыс. т металлического кремния в год.

Таиланд импортирует из Китая порядка 35-37 тыс. т металлического кремния в год для производства алюминиевых сплавов. В стране существует восемь основных производителей алюминиевых сплавов: United Aluminium Industry Co Ltd. (потребление около 4,8 тыс. т металлического кремния в год), Daiki Aluminium Industry (с потреблением порядка 2,4-3,6 тыс. т в год), Miyuki (1,8-2,4 тыс. т в год), Metalcom (1,8-2,4 тыс. т в год), Mitsubishi (2,4 тыс. т в год), МС (1,2 тыс. т в год), Siam Anglo Alloy (0,96-1,2 тыс. т в год), SunKao (0,6 тыс. т в год).

Помимо Китая, крупнейшими производителями и экспортерами металлического кремния на мировой рынок являются также холдинги Elkem Group (Норвегия), FerroAtlantica Group (Испания) и Global Specialty Metals (США). Ниже приведено их краткое описание.

Elkem Group является одним из крупнейших производителей металлического кремния в Европе. Производство кремния осуществляется на двух предприятиях, расположенных в Норвегии (Elkem Bremanger и Elkem Thamshavn). Помимо этого к 2011 г. планируется запустить производство металлического кремния на заводе Salten в Норвегии. В настоящее время мощности по выпуску металлического кремния на предприятиях холдинга составляют 240 тыс. т. Объемы экспорта в 2007-2008 гг. составили порядка 144-155 тыс. т в год.

Завод Bremanger расположен в городе Svelgen (регион Sogn og Fjordane). Он был открыт в 1928 г. и изначально выпускал чугун в чушках. В настоящее время предприятие специализируется на выпуске металлического кремния, феррокремния, кремниевого порошка и микросилики.

Завод Thamshavn располагается на севере от города Orkanger и был построен в 1964 г. В 1986 г. завод вошел в состав Elkem Group. В 1981 г. со строительством второй печи мощности предприятия были увеличены. Помимо металлического кремния на предприятии также выпускается кремниевый порошок, в том числе и высокого качества.

В табл. 7 представлены данные о выпускаемых на предприятиях Elkem сортах кремния и их химическом составе.

**Таблица 7. Химический состав технического кремния
производства Elkem**

Сорт	Содержание				
	Si, %	Fe, %	Ca, %	Ti, ppm	P, ppm
Si 30 015	min 99,0	max 0,30	max 0,015	200-300	10-20
Si 30 03	min 99,0	max 0,30	max 0,03	200-300	10-20
Si 35 015	min 99,0	max 0,35	max 0,015	200-300	10-20
Si 40 03	min 99,0	max 0,40	max 0,03	200-300	10-20
Si 40 10	min 99,0	max 0,40	max 0,10	200-300	10-20
Si 50 03	min 99,0	max 0,50	max 0,03	200-300	10-20
Si 50 10	min 99,0	max 0,50	max 0,10	200-300	10-20
Si 100 10	min 98,5	max 0,80	max 0,10	200-300	10-20
Silicon 97	-	max 2,0	max 0,050	max 1000	max 55
	min 97,0	min 1,5	-	-	-
	97,5	1,7	0,023	800	40

Источник: данные компании

Компания *FerroAtlantica Group* была зарегистрирована в Мадриде в 1992 г. Она специализируется на выпуске и продаже всех видов металла и ферросплавов и энергетики. Кроме того, холдинг является одним из крупнейших производителей металлического кремния в мире. Выпуск металлического кремния осуществляется на предприятиях Группы в Европе (холдинг *Invesil* во Франции и завод *Sabon* в Испании) и Южной Африке (*Silicon Smelter Pyt, Ltd*). Мощности по выпуску продукции составляют 223 тыс. т. Химический состав металлургического кремния производства *FerroAtlantica* представлен в табл. 8.

**Таблица 8. Химический состав технического кремния
производства FerroAtlantica Group**

Содержание, %			
Si	Al	Ca	Fe
min 98,5	max 0,5	0,01-0,30	0,20-0,50

Источник: данные компании

Основные данные по производству металлического кремния *FerroAtlantica Group* в 2006-2009 гг. представлены на рис. 5.