

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



исследовательская группа

www.infomine.ru

Обзор рынка силикат-глыбы и жидкого стекла в СНГ

Демонстрационная версия

Издание 5-е

Москва
март, 2013

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/27/176>

Общее количество страниц: 188 стр.
Стоимость отчета – 48 000 рублей (с НДС)

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО "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 "ИНФОМАЙН".

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	11
Введение	12
1. Технология производства силикат-глыбы и жидкого стекла, используемое в промышленности сырье	17
1.1 Способы производства силикат-глыбы и жидкого стекла	17
1.2. Технология производства силикат-глыбы и жидкого стекла	19
1.3. Основные поставщики сырья, направления и объемы поставок.....	22
1.3.1. <i>Кварцевые пески</i>	22
1.3.2. <i>Кальцинированная сода</i>	33
2. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла в странах СНГ	36
2.1. Качество выпускаемой продукции	36
2.2. Объемы производства силикат-глыбы в СНГ в 2000-2012 гг.....	39
2.3. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла в России в 1997-2012 гг.	41
2.3.1. <i>Объемы и структура производства силикат-глыбы</i>	43
2.3.2. <i>Текущее состояние крупнейших производителей силикат-глыбы</i>	47
ОАО "Салаватстекло" (Респ. Башкортостан)	47
ЗАО "Строительный комплекс" (Магнитогорский металлургический комбинат, Челябинская обл.)	53
ООО "МагниЗа" (Челябинская обл.)	58
ООО "Салаватский катализаторный завод" (Респ. Башкортостан)	59
Прочие предприятия	62
2.3.3. <i>Крупнейшие предприятия, прекратившие производство силикат-глыбы</i>	64
ОАО "Скопинский стекольный завод" (Рязанская обл.)	64
ЗАО "Армавирстекло" (Краснодарский край)	68
ООО "Ирбитский стекольный завод" (ИСЗ, Свердловская обл.)	69
2.3.4. <i>Текущее состояние крупнейших производителей жидкого стекла и сухого концентрата жидкого стекла</i>	71
ООО "Оксиум" (Ульяновская обл.)	71
ОАО "Контакт" (бывший Московский завод "Клейтук", г. Москва)	72
ООО "Сода-Хлорат" (Пермский край)	73
Прочие предприятия	75
2.4. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла на Украине	82
2.4.1. <i>Объемы и структура производства силикат-глыбы в 2000-2012 гг.</i>	82
2.4.2. <i>Текущее состояние крупнейших предприятий-производителей силикат-глыбы и жидкого стекла</i>	84
ОАО "Запорожстеклофлюс" (Запорожская обл.)	84
ЧАО "Крымский Титан" (г. Армянск, АР Крым)	86
ПАО "АрселорМиттал Кривой Рог" (Днепропетровская обл.)	87
ЗАО "Украинский силикат" (г. Херсон)	88
Прочие предприятия	90

2.5. Производство силикатов натрия и калия в Белоруссии	91
2.5.1. Объемы и структура производства в 2000-2012 гг.....	91
2.5.2. Текущее состояние крупнейших предприятий-производителей.....	92
ОАО "Домановский производственно-торговый комбинат" (Брестская обл.)	92
2.6. Производство силикатов натрия и калия в прочих странах СНГ	95
2.6.1. Таджикистан	95
2.6.2. Казахстан	96
3. Внешнеторговые операции с силикатами натрия и калия	97
3.1. Внешнеторговые операции РФ в 1999-2012 гг.....	97
3.1.1. Объемы внешнеторговых поставок силикатов натрия и калия.....	97
3.1.2. Тенденции и особенности внешнеторговых поставок силикатов	
натрия и калия РФ	100
Импорт	100
Экспорт	113
3.2. Внешнеторговые операции Украины в 1999-2012 гг.	120
3.2.1. Объемы внешнеторговых поставок силикатов натрия и калия.....	120
3.2.2. Тенденции и особенности внешнеторговых поставок силикатов	
натрия и калия Украины	122
Экспорт	122
Импорт	127
3.3. Внешнеторговые операции Казахстана в 2004-2012 гг.	134
4. Обзор цен на силикат-глыбу и жидкое стекло.....	137
4.1. Внутренние цены на силикат-глыбу и жидкое стекло в России в 2004-	
2012 гг.	137
4.2. Динамика экспортно-импортных цен.....	139
4.2.1. Российские экспортно-импортные цены в 1999-2012 гг.....	139
4.2.2. Экспортно-импортные цены Украины и Казахстана.....	141
5. Потребление силикат-глыбы.....	144
5.1. Баланс потребления силикат-глыбы.....	144
5.1.1. Баланс потребления силикат-глыбы в России в 1999-2012 гг.	144
5.1.2. Баланс потребления силикат-глыбы на Украине в 2000-2012 гг.....	146
5.2. Структура потребления силикат-глыбы в России.....	148
5.2.1. Крупнейшие предприятия-потребители силикатов натрия и калия	
.....	148
5.2.2. Отраслевая структура потребления силикатов натрия и калия ...	154
5.2.3. Региональная структура потребления силикатов натрия и калия.	156
5.3. Текущее состояние и перспективы развития основных потребляющих	
отраслей	157
5.3.1. Химическая промышленность и производство синтетических	
моющих средств.....	158
5.3.2. Металлургия и машиностроение	161

5.3.3. Строительство и производство строительных и отделочных материалов	165
5.3.4. Прочие отрасли.....	168
5.4. Текущее состояние крупнейших предприятий-потребителей силикат-глыбы и жидкого стекла.....	169
ООО "Проктер энд Гэмбл-Новомосковск" (Тульская обл.).....	169
ОАО "Нэфис Косметикс" (Респ. Татарстан).....	173
Заводы компании Henkel	176
ОАО "Химический завод им. Л. Я. Карпова" (Респ. Татарстан)	181
ОАО "Апатит" (Мурманская обл.)	182

6. Прогноз развития рынка силикат-глыбы в России на период до 2020 г.183

Приложение. Адресная книга крупнейших предприятий-производителей силикатов натрия и калия в СНГ	186
--	------------

Список таблиц

- Таблица 1: Основные месторождения кварцевых песков для стекольной промышленности в странах СНГ, выпускающих силикат-глыбу
- Таблица 2: Поставки кварцевого песка предприятиям-производителям силикат-глыбы и жидкого стекла в 2004-2012 гг., тыс. т
- Таблица 3: Железнодорожные поставки кальцинированной соды предприятиям-производителям силикат-глыбы и жидкого стекла в 2004-2012 гг., тыс. т
- Таблица 4: Показатели качества силиката натрия растворимого
- Таблица 5: Показатели качества жидкого стекла
- Таблица 6: Производство силикат-глыбы в СНГ в 2000-2012 гг., тыс. т
- Таблица 7: Производство силикат-глыбы в России в 1997-2012 гг.
- Таблица 8: Выпуск силикат-глыбы крупнейшими российскими предприятиями в 1997-2012 гг., т
- Таблица 9: Технические характеристики содо-сульфатной смеси производства ОАО "РУСАЛ" – "Богословский Алюминиевый завод"
- Таблица 10: Направления и объемы железнодорожных поставок крупнейшим потребителям силикат-глыбы производства ОАО "Салаватстекло" в 2005-2012 гг., т
- Таблица 11: Некоторые финансово-экономические показатели работы ОАО "Салаватстекло" в 2000-2012 гг., млн руб., %
- Таблица 12: Показатели качества растворимых силикатов натрия и калия, выпускаемых ЗАО "Строительный комплекс" (ГОСТ 13078-81)
- Таблица 13: Направления и объемы железнодорожных поставок крупнейшим потребителям силикат-глыбы производства ЗАО "Строительный комплекс" в 2005-2012 гг., т
- Таблица 14: Основные потребители силиката натрия производства ООО "Салаватнефтеоргсинтез" в 2005-2008 гг.
- Таблица 15: Физико-химические свойства жидкого натриевого стекла, выпускаемого ООО "Салаватский катализаторный завод"
- Таблица 16: Показатели качества силикат-глыбы, выпускаемой ОАО "Скопинский стекольный завод"
- Таблица 17: Показатели качества жидкого стекла, выпускаемого ОАО "Скопинский стекольный завод"
- Таблица 18: Крупнейшие потребители силиката натрия производства ОАО "Скопинский стекольный завод" в 2005-2008 гг., т
- Таблица 19: Крупнейшие потребители силиката натрия, реализуемого ООО "Стеклопродукт" и ЗАО "Скопинский строительный комбинат" в 2009-2012 гг., т
- Таблица 20: Основные потребители силиката натрия производства ЗАО "Армавирстекло" в 2005-2008 гг.
- Таблица 21: Основные потребители жидкого стекла производства ООО "Оксиум" в 2008-2012 гг., т
- Таблица 22: Физико-химические характеристики жидкого стекла, получаемого из сухого концентрата производства ООО "Урал ВИМ"

- Таблица 23: Параметры сухого гидросиликата натрия производства ООО "Экохим СПб"
- Таблица 24: Параметры жидкого натриевого стекла производства ООО "Экохим СПб"
- Таблица 25: Параметры жидкого калиевого стекла производства ООО "Экохим СПб"
- Таблица 26: Производство различных видов силикатов щелочных металлов крупнейшими предприятиями-производителями РФ
- Таблица 27: Производство силикат-глыбы предприятиями Украины в 2000-2012 гг., тыс. т, % к пред. году
- Таблица 28: Показатели качества растворимого силиката натрия, выпускаемого ОАО "Запорожстеклофлюс"
- Таблица 29: Объемы и направления экспорта силикат-глыбы производства ОАО "Запорожстеклофлюс" в 2007-2012 гг., т
- Таблица 30: Показатели качества жидкого стекла, выпускаемого ЗАО "Украинский силикат" (ГОСТ 13078-81)
- Таблица 31: Показатели качества растворимого силиката натрия и жидкого стекла, выпускаемых ОАО "Домановский ПТК"
- Таблица 32: Показатели качества метасиликата девятиводного, выпускаемого ОАО "Домановский ПТК"
- Таблица 33: Показатели качества жидкого стекла, выпускаемого ТОО "ИртышТехпром"
- Таблица 34: Объемы внешнеторговых операций России с силикатами натрия и калия в 1999-2012 гг.
- Таблица 35: Региональная структура импорта твердых силикатов натрия и калия в РФ (в натуральном и денежном выражении) и среднегодовые экспортные цены в 1999-2012 гг.
- Таблица 36: Региональная структура импорта порошкообразных и гранулированных силикатов натрия и калия в РФ (в натуральном и денежном выражении) и среднегодовые экспортные цены в 2009-2012 гг.
- Таблица 37: Региональная структура импорта жидких силикатов натрия и калия в РФ (в натуральном и денежном выражении) и среднегодовые экспортные цены в 1999-2012 гг.
- Таблица 38: Основные российские импортеры твердых силикатов натрия и калия в 2004-2012 гг., т
- Таблица 39: Основные российские импортеры жидкого стекла в 2004-2012 гг., т
- Таблица 40: Региональная структура экспорта растворимых силикатов натрия и калия в РФ (в натуральном и денежном выражении) и среднегодовые экспортные цены в 1999-2012 гг.
- Таблица 41: Региональная структура экспорта жидкого стекла в 1999-2012 гг. (в натуральном и денежном выражении) и среднегодовые экспортные цены
- Таблица 42: Экспорт российской силикат-глыбы предприятиями-производителями в 2004-2012 гг., тыс. т

- Таблица 43: Внешнеторговые операции Украины с силикатами натрия и калия (твердыми и жидкими) в 1999-2012 гг., т, тыс. \$
- Таблица 44: Региональная структура экспорта Украиной твердых силикатов натрия и калия в 1999-2012 гг., т, тыс. \$, \$/т
- Таблица 45: Региональная структура экспорта Украиной жидкого стекла в 1999-2012 гг., т, тыс. \$, \$/т
- Таблица 46: Региональная структура импорта Украиной твердых силикатов натрия и калия в 1999-2012 гг.
- Таблица 47: Региональная структура импорта Украиной жидкого стекла в 1999-2012 гг., т, тыс. \$, \$/т
- Таблица 48: Крупнейшие украинские импортеры твердых силикатов натрия и калия в 2004-2012 гг., т
- Таблица 49: Крупнейшие украинские импортеры жидкого стекла в 2004-2012 гг., т
- Таблица 50: Региональная структура Казахстанского импорта силикатов натрия и калия в 2004-2012 гг., т, тыс. \$, \$/т
- Таблица 51: Цены российских производителей силикат-глыбы и жидкого стекла в 2004-2010 гг. и 2 пол. 2012 г., руб./т
- Таблица 52: Российские среднегодовые импортные цены на различные виды силикатов натрия и калия в 1999-2012 гг., \$/т
- Таблица 53: Украинские среднегодовые импортные цены на различные виды силикатов натрия и калия в 1999-2012 гг., \$/т
- Таблица 54: Баланс производства и потребления силикатов натрия и калия в России в 1999-2012 гг. (в пересчете на 100% твердого вещества)
- Таблица 55: Баланс производства и потребления силикатов натрия и калия на Украине в 2000-2012 гг. (в пересчете на 100% твердого вещества)
- Таблица 56: Крупнейшие российские потребители силикатов натрия и калия в 2005-2012 гг., т (без пересчета на 100% твердого вещества)
- Таблица 57: Структура потребления силикатов натрия и калия в России в 2005 г., 2009 г., 2011-2012 гг., тыс. т, %
- Таблица 58: Темпы роста производства в отдельных отраслях промышленности России в 2000-2012 гг., % к предыдущему году
- Таблица 59: Выполнение работ по договорам строительного подряда в России в 2000-2012 гг., млрд руб.
- Таблица 60: Поставки силикатов натрия и калия в ООО "Проктер энд Гэмбл-Новомосковск" в 2006-2012 гг., т
- Таблица 61: Некоторые финансовые показатели ОАО "Нэфис Косметикс" в 2003-2011 гг., млн руб., %
- Таблица 62: Поставки силикатов натрия и калия в ОАО "Нэфис Косметикс" в 2006-2012 гг., т
- Таблица 63: Поставки силикатов натрия и калия предприятиям компании Henkel и ООО "Интерфилл" в 2006-2012 гг., т
- Таблица 64: Поставки силикатов натрия и калия в ОАО "Химический завод им. Л.Я. Карпова" в 2006-2012 гг., т

Список рисунков

- Рисунок 1: Применение жидких стекол в качестве вяжущих
- Рисунок 2: Технологическая схема производства силикат-глыбы и жидкого стекла
- Рисунок 3: Доли основных стран-производителей в суммарном выпуске силикат-глыбы в СНГ в 2001-2012 гг., %
- Рисунок 4: Динамика производства силикат-глыбы в России в 1997-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 5: Доли основных производителей в общероссийском выпуске силикат-глыбы в 2001-2012 гг., %
- Рисунок 6: Динамика производства силикат-глыбы в ОАО "Салаватстекло" в 1997-2012 гг., тыс. т, % к пред. году
- Рисунок 7: Динамика производства силикат-глыбы ЗАО "Строительный комплекс" в 1997-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 8: Динамика производства силикат-глыбы ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" в 1997-2012 гг.
- Рисунок 9: Динамика производства силикат-глыбы на Украине в 2000-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 10: Схема производственных процессов ЧАО "Крымский Титан"
- Рисунок 11: Динамика производства силикат-глыбы в Белоруссии в 1999-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 12: Динамика натуральных объемов экспорта и импорта силикатов натрия и калия Россией в 1999-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 13: Динамика экспорта и импорта силикатов натрия и калия Россией в денежном выражении в 1999-2012 гг., тыс. \$
- Рисунок 14: Доли крупнейших стран-поставщиков твердых силикатов натрия и калия в РФ в 2007-2012 гг., %
- Рисунок 15: Доли крупнейших стран-поставщиков жидкого стекла в РФ в 2007-2012 гг., %
- Рисунок 16: Товарная структура российского импорта силикатов натрия и калия в 1999-2012 гг., %
- Рисунок 17: Динамика натуральных объемов экспорта и импорта силикатов натрия и калия Украиной в 1999-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 18: Динамика экспорта и импорта силикатов натрия и калия Украиной в денежном выражении в 1999-2012 гг., млн \$
- Рисунок 19: Доли крупнейших стран-импортеров украинской силикат-глыбы в 2007-2012 гг., %
- Рисунок 20: Динамика товарной структуры украинского импорта силикатов натрия и калия в 1999-2012 гг., %
- Рисунок 21: Динамика казахстанского импорта силикатов натрия и калия в 2004-2012 гг., т, тыс. \$
- Рисунок 22: Динамика товарной структуры казахстанского импорта силикатов натрия и калия в 2004-2012 гг., %

- Рисунок 23: Динамика российских экспортных и импортных цен на силикаты натрия и калия в 1999-2012 гг., \$/т
- Рисунок 24: Динамика украинских экспортных и импортных цен на силикаты натрия и калия в 1999-2012 гг., \$/т
- Рисунок 25: Сравнительная динамика среднеэкспортных цен России и Украины в 1999-2012 гг., \$/т
- Рисунок 26: Сравнительная динамика среднеимпортных цен России, Украины и Казахстана в 2004-2012 гг., \$/т
- Рисунок 27: Динамика производства, "видимого" потребления, экспорта-импорта силикатов натрия и калия в РФ в 1999-2012 гг., тыс. т (в пересчете на 100% твердого вещества)
- Рисунок 28: Динамика производства, "видимого" потребления, экспорта-импорта силикатов натрия и калия на Украине в 2000-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 29: Отраслевая структура потребления силикатов натрия и калия в РФ в 2012 г., %
- Рисунок 30: Региональная структура потребления силикатов натрия и калия в России в 2012 г.
- Рисунок 31: Динамика производства синтетических моющих средств в России в 1997-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 32: Динамика производства стали и готового проката в России в 1998-2012 гг., млн т
- Рисунок 33: Динамика ввода жилья в эксплуатацию в России в 2004-2012 гг., млн м²
- Рисунок 34: Динамика производства основных видов продукции ООО "Проктер энд Гэмбл-Новомосковск" в 1999-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 35: Динамика производства СМС в российских филиалах Henkel и ООО "Интерфилл" в 1999-2012 гг., тыс. т
- Рисунок 36: Прогноз производства силикат-глыбы в России на период до 2020 г., тыс. т

Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния рынка силикат-глыбы и жидкого стекла (в том числе, концентрированного порошкообразного жидкого стекла) в странах СНГ и прогнозу его развития. Отчет состоит из 6 частей, содержит 188 страниц, в том числе 62 таблицы, 35 рисунков и приложение. Данная работа является кабинетным исследованием. В качестве источников информации использовались данные Росстата, Государственного комитета по статистике стран СНГ, Федеральной таможенной службы РФ, Государственной таможенной службы Украины, Агентства по статистике Республики Казахстан, официальной статистики железнодорожных перевозок РФ, отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов предприятий производителей силикат-глыбы, жидкого стекла и растворимых силикатов натрия и калия.

В первой главе отчета приведены сведения о существующих технологиях производства силикат-глыбы и жидкого стекла, их особенностях, требуемом для производства сырье и его качестве. Также представлены данные об основных поставщиках сырья (кварцевых песков и кальцинированной соды), направлениях и объемах поставок.

Вторая глава посвящена производству силикат-глыбы, жидкого стекла и порошкообразных метасиликатов калия и натрия в странах СНГ. Здесь приведены требования существующей нормативно-технической документации к качеству силиката натрия растворимого (силикат-глыбы) и жидкого стекла, производимого на его основе, статистика производства рассматриваемой продукции в странах СНГ. Также описано текущее состояние крупнейших производителей силикатов натрия и калия.

В третьей главе отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях России, Украины и Казахстана с силикатами натрия и калия.

В четвертой главе приведены сведения об уровне цен на силикаты натрия и калия на внутреннем российском рынке, а также проанализированы данные об изменениях экспортно-импортных цен на данную продукцию в 1999-2012 гг.

В пятой главе рассматривается потребление силикатов натрия и калия в России. Приведен баланс производства-потребления этой продукции, отраслевая и региональная структура потребления, описано текущее состояние основных отраслей, потребляющих силикаты натрия и калия и текущее состояние и перспективы развития крупнейших предприятий-потребителей.

В шестой главе отчета приводится прогноз развития российского рынка растворимых силикатов натрия и калия на период до 2020 г.

В приложении даны адреса и контактная информация основных предприятий, выпускающих силикаты натрия и калия в странах СНГ.

Введение

В общем случае **жидкое стекло** – это водный коллоидный раствор силикатов щелочных металлов или четвертичного аммония. В целом, силикатными называют соединения, в состав которых входит кислотная группа Si_mO_n .

Жидкие стекла представляют собой густые вязкие прозрачные жидкости без механических включений и примесей, видимых невооруженным глазом. Жидкое стекло может быть бесцветным, однако в большинстве случаев оно окрашено примесями в слабо-желтый или серый цвет. В ряде случаев наблюдается легкая опалесценция растворов жидких стекол, обусловленная появлением в них полимерных разновидностей кремнезема. В общем виде химическую формулу жидкого стекла можно записать $\text{M}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$, где М – натрий или калий, n – *силикатный модуль*, показывающий число молекул кремнезема на одну молекулу окиси натрия или калия.

В литературе описано большое количество силикатов натрия и калия. Однако к щелочным силикатам, индивидуальность которых не вызывает сомнений, относятся: ортосиликат натрия $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Na_4SiO_4), ортосиликат калия $2\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (K_4SiO_4), метасиликат натрия $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (Na_2SiO_3), метасиликат калия $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (K_2SiO_3), дисиликат натрия $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ ($\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$), дисиликат калия $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$, ($\text{K}_2\text{Si}_2\text{O}_5$). Остальные силикатные образования являются смесями натриевых или калиевых силикатов упомянутых химических составов или растворами кремнезема в этих силикатах.

Жидкое стекло характеризуется:

- по виду щелочного катиона (натриевые, калиевые, литиевые, четвертичного аммония);
- по массовому или мольному соотношению в стекле SiO_2 и M_2O (где М – К, Na, Li или четвертичный аммоний);
- по абсолютному содержанию в жидком стекле SiO_2 и M_2O в масс. %;
- по содержанию примесных оксидов Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO, MgO, SO_3 и др.;
- по плотности растворов (г/см^3).

Натриевые и калиевые жидкие стекла $(\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n)$ и(или) $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ чаще всего являются продуктами растворения в воде стекловидных растворимых силикатов натрия и калия (растворимых стекол). Растворимые стекла имеют также техническое название – *силикат-глыба*.

Куски силикат-глыбы имеют окраску в зависимости от количества в них окислов двух или трехвалентного железа. Светло- и темно-коричневую, а также черную окраску дает сернистое железо. Бесцветная силикат-глыба получается при минимальном содержании примесей в ней соединений железа. В большинстве случаев силикат-глыба представляет собой однородные прозрачные куски неправильной формы голубовато-коричневого или слабо-зеленого оттенка.

Силикат-глыба делится на одно- и двухкомпонентную, в зависимости от количества солей входящих в состав глыбы, такие как соли натрия и калия. Различают четыре основных вида силикат-глыбы:

- Натриевая (для производства натриевого жидкого стекла);
- Калиевая (для приготовления калиевого жидкого стекла);
- Натрий-калиевая (для производства натрий-калиевого жидкого стекла);
- Калий-натриевая (для производства калий-натриевого жидкого стекла).

Таким образом, в настоящее время на рынке существует несколько видов продукции на основе силикатов щелочных металлов. Во-первых, это водорастворимые силикаты натрия и калия (силикат-глыба), характеризующиеся определенным содержанием и соотношением оксидов Na_2O , K_2O и SiO_2 . Путем растворения силикат-глыбы в воде получают жидкое стекло, являющееся вторым видом товарной продукции. Жидкое стекло иногда называют *силикатным клеем*.

Растворимое стекло как промышленный продукт получило практическое значение только в первой половине XIX столетия после работ немецкого ученого Иогана Фукса, хотя алхимикам оно было известно еще в средние века. В 1818 г. Фукс приготовил растворимое стекло путем сплавления 150 частей белого песка, 100 частей соды и 3 частей древесного угля, что примерно отвечало составу $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$. Охлажденный и измельченный состав он обработал горячей водой. Полученный раствор жидкого стекла после выпаривания досуха превращался в прозрачную массу, названную им *wasserglass*, т. е. водное стекло. Фуксом было изготовлено также и калиевое растворимое стекло посредством сплавления песка с поташом. Получаемые таким образом продукты Фукс тщательно изучал и результаты своих исследований опубликовал в 1825 г. в монографии под заглавием "О новом полезном продукте из кремнезема и едкого калия". В дальнейшем Фукс стал изготавливать растворимое стекло в больших количествах в твердом и жидком виде и нашел разнообразные возможности его применения. Он старался создать и развить в Германии производство растворимого стекла, но не имел успеха.

После опубликования работ Фукса в первой и второй половине XIX в. в Германии, Англии, Франции проводилось большое количество исследований растворимого стекла. В 1826 г. в Аугсбурге был впервые построен небольшой завод по производству жидкого стекла. При этом производимая продукция применялась для пропитки театральных занавесей и декораций с целью придать им огнестойкость, а также в строительстве для закрепления камней в различных постройках, подвергавшихся процессу выветривания.

Кроме основного, так называемого *сухого способа*, делались многочисленные попытки изготавливать растворимое стекло различными другими способами и прежде всего *мокрым способом*, испытанным Фуксом и многими другими учеными и практиками-производственниками. Для введения кремнезема в состав жидкого стекла вместо песка и измельченного кварца стали применять молотый кремний и различные разновидности природного аморфного кремнезема, в том числе трепел, диатомит и т.п. Для предупреждения окрашивания растворов жидкого стекла, изготавливаемого по мокрому способу, было предложено предварительно прокалить природные разновидности аморфного кремнезема, что практикуется и в настоящее время.

С 60-х гг. XIX столетия производство жидкого стекла в незначительных масштабах начинает развиваться во Франции, Англии, Бельгии, Голландии и других странах.

В США жидкое стекло стало выпускаться во время гражданской войны между южными и северными штатами (1861-1864 гг.) вследствие острого недостатка в канифоли (жидкое стекло использовалось в качестве заменителя канифоли) употребляемой в мыловаренном производстве. В настоящее время США по выпуску жидкого стекла занимает одно из первых мест.

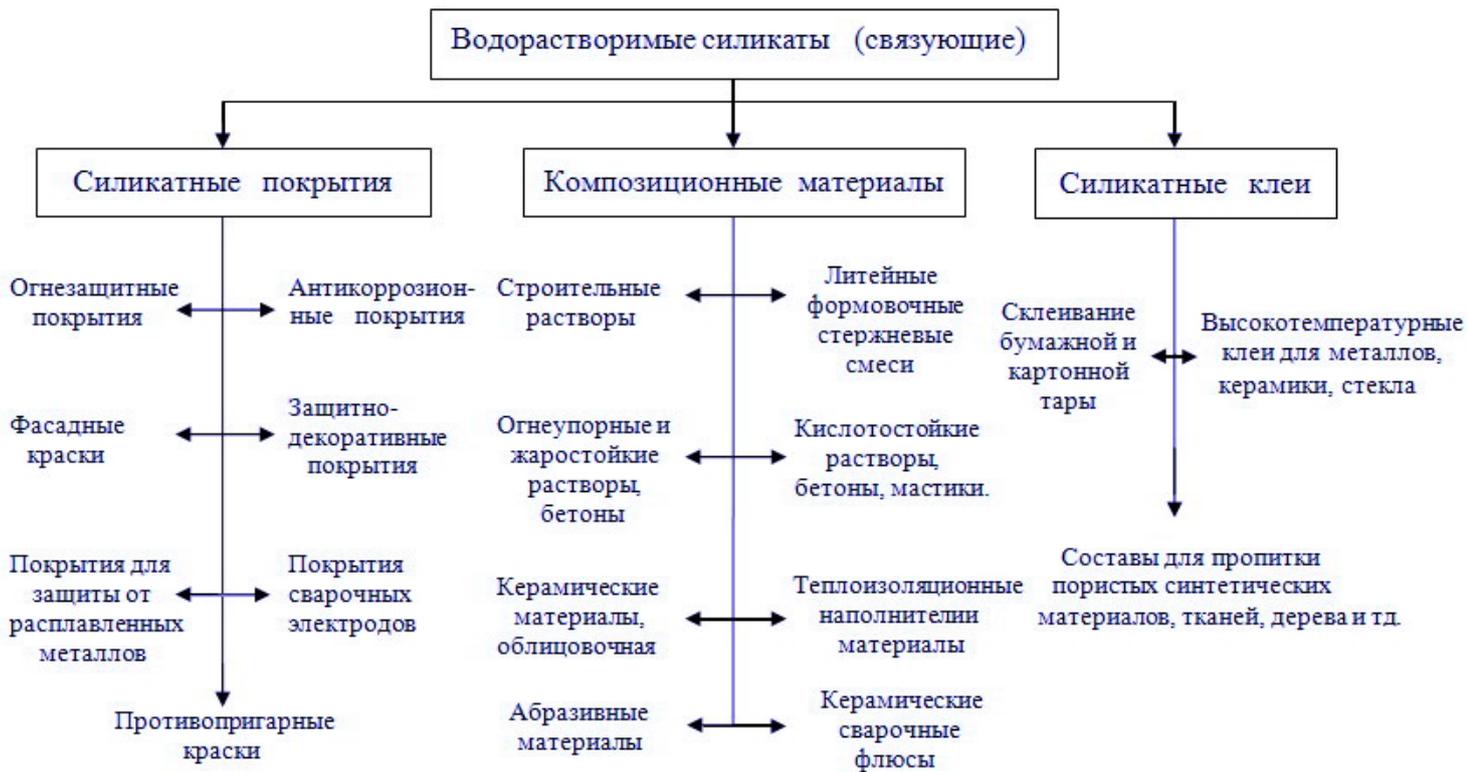
В Россию в первой половине XIX в. жидкое стекло привозилось из Германии в очень небольших количествах. Постройка заводов кустарного типа стала возможной у нас только в 80-х гг. XIX в. В дореволюционный период общая производительность российских заводов исчислялась весьма скромными числами. В СССР силикат-глыба, силикат-гранулят и растворы различной концентрации и модульности выпускались на предприятиях различных министерств и ведомств разными способами в зависимости от целей и задач, а также масштаба производства и потребления. Так, например, в пищевой, мыловаренной, строительной промышленности жидкое стекло получалось как по сухому, так и мокрому способам. На заводах Министерства промышленности стройматериалов СССР производилась, в основном, силикат-глыба. Многие потребители жидкого стекла (например, металлургическая и металлообрабатывающая промышленность) производили его на своих предприятиях в специально организованных цехах различными способами.

В настоящее время в виде товарного продукта в нашей стране выпускается в основном натриевая силикат-глыба (ГОСТ-13079 "Силикат натрия растворимый"), в меньших масштабах – калиевая силикат-глыба (ГОСТ 21-3 "Силикат калия растворимый"). Растворением силикат-глыбы получают жидкие стекла: натриевые, калиевые и смешанные натриево-калиевые и калиево-натриевые. Другие виды жидких стекол (литиевые, на основе четвертичного аммония) выпускаются по временным техническим условиям и стандартам предприятий отдельными партиями на заказ.

Отметим, что выпуск силикат-глыбы осуществляется, в основном, стекольными заводами, а производство жидкого стекла (растворение силикат-глыбы) рассредоточено по многочисленным предприятиям-потребителям жидкого стекла, относящимся к различным отраслям народного хозяйства.

Практическое использование жидких стекол осуществляется по одному из трех направлений. *Первое направление* связано с проявлением жидким стеклом вяжущих свойств – способности к самопроизвольному отверждению с образованием искусственного силикатного камня. Уникальной способностью жидкого стекла являются также его высокие адгезионные свойства к подложкам различной химической природы. В этих случаях жидкое стекло выступает в качестве химической связки для склеивания различных материалов, изготовления покрытий и производства композиционных материалов широкого назначения (рисунок 1).

Рисунок 1: Применение жидких стекол в качестве вяжущих



Источник: обзор специальной литературы

Отметим, что вяжущие свойства при близких характеристиках (плотности, модуле) у натриевых жидких стёкол выше, чем у калиевых.

Второе направление предусматривает применение жидких стекол в качестве источника растворимого кремнезема, т.е. исходного сырьевого компонента для синтеза различных кремнеземсодержащих веществ – силикагеля, белой сажи, цеолитов, катализаторов, золя кремнезема и др.

Третье направление основано на химических свойствах жидкого стекла (в частности, высокой щёлочности и коллоидно-химических свойствах), которые определяют целесообразность применения жидких стёкол в составе моющих средств, средств для химической чистки, отбели и окраски тканей.

Предпосылками для широкого применения жидкого стекла в различных отраслях народного хозяйства являются:

- Высокий уровень вяжущих свойств, обеспечивающий получение необходимых технических характеристик композиционного материала при небольшом расходе связующего. Возможность получения широкого диапазона технических свойств композиционных материалов на основе жидкого стекла: водостойкости, химической стойкости, атмосферостойкости, термических свойств и др.
- Дешевизна и недефицитность исходного сырья (кварцевый песок, сода, поташ), сравнительная простота технологии.

- Нетоксичность жидкого стекла обеспечивает хорошие санитарно-гигиенические условия труда рабочих как при производстве стекла, так и при получении композиционных материалов на его основе.
- Абсолютная негорючесть и отсутствие выделения каких-либо газообразных веществ (кроме водяных паров) при нагреве до сравнительно высоких температур (выше 600°C), возможность использования жидкого стекла для получения термостойких и огнеупорных материалов.
- Жидкие стекла являются единственным широко доступным источником растворимого кремнезема, необходимого для синтеза неорганических и кремнеорганических соединений, не имеющих природных аналогов.

Использование жидкого стекла в композициях строительного назначения обычно требует отдельного его приобретения, отдельного хранения с прочими компонентами вследствие высокой химической активности; довольно часто жидкое стекло необходимо предварительно разбавлять водой до определенной плотности.

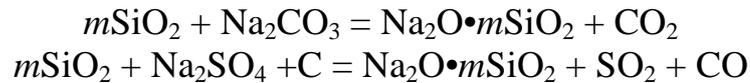
Поэтому во многих технологических процессах силикаты щелочных металлов удобнее использовать не в виде растворов, а в виде твердых порошкообразных или гранулированных гидратов, способных растворяться в воде достаточно быстро при обычных условиях. В технике эти материалы стали известны как *гидратированные силикаты* натрия (или калия). При необходимости из гидратированных силикатов можно легко приготовить жидкое стекло с необходимым модулем и концентрацией непосредственно на месте потребления.

Итак, силикаты натрия (калия) получают плавлением песка и карбоната или сульфата натрия (калия). Их состав очень разнообразен (моносилкат, метасилкат, полисилкат и т.д.), степень их гидратации и растворимость изменяются в зависимости от способа получения и степени чистоты. Представляют собой бесцветные кристаллы, порошок, стеклоподобную массу (вода-стекло) или вязкие водные растворы.

1. Технология производства силикат-глыбы и жидкого стекла, используемое в промышленности сырье

1.1 Способы производства силикат-глыбы и жидкого стекла

В настоящее время существуют три способа производства жидкого стекла. Основным, получившим наибольшее распространение, является *сухой способ*. На первом этапе производят силикат-глыбу, для чего смесь чистого кварцевого песка с содой или сульфатом натрия в различных пропорциях плавят при 1400-1700°C в печах ванного типа. К сульфату натрия добавляют раскислители – угольный порошок или опилки.



Получаемый сплав остывает и кристаллизуется. Далее силикат-глыбу дробят, смешивают в различных пропорциях с водой (в зависимости от требуемой плотности жидкого стекла) и варят в автоклавах под давлением 3-8 атм в течение 3-5 часов. Затем раствор фильтруют и концентрируют. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла данным способом осуществляется, в основном, на стекольных заводах. При этом натриевая силикат-глыба является, как правило, содовой, лишь в отдельных случаях в качестве натриевого компонента применяют сульфат натрия, в основном в смеси с содой. Полученная натриевая силикат-глыба в этом случае является содово-сульфатной.

К основным недостаткам данного способа относится его энергоемкость. По данным Херсонского стекольного завода, на получение 1 т жидкого стекла расходуется 450 кг условного топлива. Кроме того, для данного процесса существует ограничение по гранулометрическому и химическому составу кварцевого песка (применяется песок с размером зерен 0,1-0,8 мм), поскольку крупные зерна медленно растворяются в расплаве силикатов и могут образовывать непровар. Зерна размером менее 0,1 мм затрудняют процесс осветления стекломассы.

Помимо перечисленного недостатка традиционного способа заключаются в многостадийности производства, наличии выбросов в атмосферу оксидов серы, углерода, азота.

Мокрый способ получения жидких стекол заключается в прямом растворении кремнеземсодержащих материалов (диатомит, трепелы и др.) в едких щелочах при нагревании (200-250°C) под давлением 16-25 атм с получением требуемых щелочно-силикатных растворов (жидких стекол) в один этап на одном технологическом переделе.

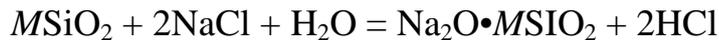


Полученные растворы фильтруют и упаривают. Данный способ сегодня находит все более широкое распространение, особенно на предприятиях,

имеющих значительные ресурсы кремнеземсодержащего сырья, часто являющегося отходами основного производства. Еще одним "плюсом" данного способа являются относительно невысокие энергозатраты, по сравнению с сухим способом. В случае литиевого жидкого стекла прямое растворение кремнезема в литиевой едкой щелочи является единственно возможным способом синтеза.

К недостаткам этого процесса относятся высокое рабочее давление и необходимость использования специальных автоклавов сложной конструкции.

Способ возгонки. Смесь $MSiO_2$ и $NaCl$ обрабатывается водяным паром. Хлористый натрий возгоняется, но разлагается парами воды.



Реакция начинается при 575-640°C и резко ускоряется при температурах 1000-1100°C.

В настоящее время данный способ производства жидкого стекла практически не применяется.

1.2. Технология производства силикат-глыбы и жидкого стекла

Технология жидкого стекла в общем виде включает следующие переделы производства: прием и подготовку исходных сырьевых материалов; растворение исходных сырьевых материалов в воде или в щелочных растворах; корректирование состава жидкого стекла в процессе варки или после ее завершения (при необходимости); отстаивание жидкого стекла в бассейне-отстойнике; фильтрацию и концентрирование жидкого стекла упариванием; хранение и отгрузку потребителю. В ряде случаев требуемый уровень свойств жидкого стекла обеспечивается непосредственно при автоклавном растворении и тогда технология упрощается за счет исключения таких операций, как фильтрация или упаривание.

Технологический процесс получения **силикат-глыбы**, применяемый в большинстве случаев, представлен на рисунке 2.

Рисунок 2: Технологическая схема производства силикат-глыбы и жидкого стекла



Источник: обзор специальной литературы

Песок поступает на склад цеха навалом в железнодорожных платформах и полувагонах, разгружается в траншее склада, из которых забирается грейферным краном и штабелируется в намольном складе. Со склада он подается в производство краном через бункера. Для сушки песка используются сушильные барабаны, для просеивания – ситобураты. Высушенный и просеянный песок хранится в бункерах над весовыми линиями.

Сода поступает на завод навалом или в мешках в крытых вагонах, а также в вагонах типа хоппер. Выгрузка соды, поступающей навалом в крытых вагонах, осуществляется пневморазгрузчиком на склад, из хопперов – самотеком в бункера, расположенные под железнодорожным путем, а затем пневматическими насосами – в силос для хранения. Тарная сода в мешках разгружается электропогрузчиком на склад. Из силоса системой шнеков она выдается на просев и в бункера над весовыми линиями.

Просеянная сода, высушенный и просеянный песок хранятся в бункерах над весовыми линиями. В каждой линии предусмотрены весы и смесители.

Подготовленная **шихта** элеваторами подается в бункера запаса, откуда по мере надобности системой ленточных конвейеров транспортируется в бункера над загрузчиками шихты.

Для производства **силикат-глыбы** используется ванная печь для варки стекломассы. Характеристики регенеративной печи непрерывного действия с поперечным направлением пламени:

- тепловая мощность – 7-107 кДж/ч,
- производительность – 280 т в сутки (100 тыс. т в год),
- площадь варочной части – 100 м²,
- удельный съем стекломассы с 1 м² варочной печи – 2800 кг в сутки,
- расход тепла – 6-103 кДж/кг сваренной стекломассы,
- ширина варочного бассейна – 7,8 м, глубина – 1,4 м.

Дно выработочной и варочной частей печи футеруется многошамотным брусом, стены варочного бассейна выполняются из огнеупорного материала бакор-33. Для футеровки агрегата предусмотрена также теплоизоляция из фосфатного ячеистого бетона, фосфатных плит, легковесного динаса.

Основными агрегатами для растворения силикат-глыбы и получения **жидкого стекла** являются автоклавы (стационарные и вращающиеся) и аппараты для безавтоклавного растворения. Как в стационарных, так и во вращающихся автоклавах разогрев силикат-глыбы, а также поддержание требуемых температуры и давления осуществляются паром. Процесс растворения идет при 0,3-0,7 МПа и температуре 120-150°С. Длительность варки в стационарных автоклавах составляет 5-6 ч и превышает продолжительность растворения силикат-глыбы во вращающихся автоклавах (1-2 ч). Кроме более длительного цикла растворения, к недостаткам стационарных автоклавов следует отнести возможность образования значительных нерастворимых осадков, что делает необходимым их систематическое удаление.

Процесс варки включает засыпку в автоклав силикат-глыбы, залив в него воды (обычно горячей) для получения раствора нужной концентрации, герметизацию автоклава, включение механизма вращения (для вращающихся автоклавов) и подачу "острого" пара до достижения необходимых параметров растворения. При этом вода, образовавшаяся во время прогрева автоклава за счет конденсации пара, участвует в процессе растворения силикат-глыбы. После прогрева всей системы до заданной температуры подачу пара,

прекращают, и процесс осуществляется благодаря экзотермии реакции. Соотношение количества воды, подаваемой непосредственно на силикат-глыбу, и воды, полученной при последующей конденсации острого пара, зависит от конструкции автоклава, температуры исходной воды, объема загрузки, параметров растворения и т. д. Обычно массовое соотношение исходной воды и силикат-глыбы близко к 2:1.

Из емкости отбирают пробу раствора жидкого стекла, определяют его плотность и силикатный модуль. После достижения раствором требуемой плотности растворение прекращают и жидкое стекло за счет давления в автоклаве перекачивают в расширительную емкость-отстойник, где и происходит отстаивание жидкого стекла от механических примесей в течение 24 ч.

По мере накопления шлама в отстойнике производят его очистку: шлам выгружают 1 раз в 2-3 месяца. Для этого в отстойник подают горячую воду и перемешивают шлам с водой сжатым воздухом. Промытый шлам насосом подают на фильтр-пресс. Фильтрат, представляющий собой слабый раствор силиката натрия, с фильтр-пресса самотеком поступает в сборник, из которого насосом через теплообменник подается в мерник вместо свежей воды, используемой на растворение силикат-глыбы в автоклаве. По мере накопления шлама фильтр периодически чистят, шлам через корыто-течку выгружают в автомашину и вывозят в отвал.

Как уже отмечалось, в настоящее время некоторые предприятия, потребляющие силикаты, предпочитают использовать **порошкообразные мета- и гидросиликаты щелочных металлов** для безавтоклавного приготовления жидкого стекла на месте его использования.

Порошкообразный продукт можно получать путем сушки жидкого стекла (данный способ использует, например, ОАО "Домановский ПТК" в Белоруссии).

Также отметим, что российское ООО "Экос" совместно с Южно-Уральским государственным Университетом разработало способ получения сухого концентрата жидкого стекла из нескольких предварительно подготовленных компонентов в виде мелкодисперсных порошков с нано-микро размерными частицами. Способ приготовления ЖС заключается лишь в операции смешивания сухого концентрата с водой и кратковременным (5-10 минут) перемешиванием получаемого раствора.

При смешивании сухого концентрата с водой происходит самопроизвольное нагревание раствора и быстрое формирование его связующих свойств. При этом свойства ЖС определяются химическим составом сухого концентрата (ТУ 5743-001-31178039-2001) и корректировкой необходимого количества воды для получения заданной плотности связующего материала.

Такую технологию можно применять в литейном производстве, в строительстве для приготовления бетонов и цементных растворов, в нефти и горно добывающей отрасли.