



**ИнфоМайн** 

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

---

# Обзор рынка силикат- глыбы и жидкого стекла в СНГ

*Издание 3-е  
дополненное и переработанное*

*Демонстрационная версия*

*Москва  
ноябрь, 2010*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Аннотация.....</b>	<b>10</b>
<b>Введение .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Технология производства силикат-глыбы и жидкого стекла, используемое в промышленности сырье .....</b>	<b>17</b>
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 .....	22
1.4. Направления и объемы поставок сырья .....	29
<b>2. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла в странах СНГ .....</b>	<b>31</b>
2.1. Качество выпускаемой продукции .....	31
2.2. Объемы производства силикат-глыбы в СНГ в 2000-2009 гг. ....	34
2.3. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла в России в 1997-2009 гг. ....	35
2.3.1. Основные предприятия-производители силикат-глыбы и жидкого стекла в России .....	37
2.3.2. Текущее состояние крупнейших производителей силикат-глыбы и жидкого стекла.....	40
ОАО "Салаватстекло" (Респ. Башкортостан) .....	40
ЗАО "Строительный комплекс" (Магнитогорский стекольный завод, Челябинская обл.) .....	45
ОАО "Скопинский стекольный завод" (Рязанская обл.) .....	49
ЗАО "Армавирстекло" (Краснодарский край).....	53
ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" (Респ. Башкортостан).....	55
Прочие предприятия.....	58
2.3. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла в других странах СНГ .	60
2.3.1. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла на Украине в 2000-2009 гг. и за 3 мес. 2010 г. ....	60
2.3.2. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла в Белоруссии в 1999-2009 гг. ....	64
2.3.3. Производство силикат-глыбы и жидкого стекла в Таджикистане .	66
2.3.4. Производство жидкого стекла в Казахстане.....	67
<b>3. Внешнеторговые операции с силикатами натрия и калия.....</b>	<b>68</b>
3.1. Внешнеторговые операции РФ в 1999-2009 гг. и за 9 мес. 2010 г. ....	68
3.1.1. Объемы внешнеторговых поставок силикатов натрия и калия РФ .	68
3.1.2. Тенденции и особенности внешнеторговых поставок силикатов натрия и калия РФ.....	71
3.2. Внешнеторговые операции Украины в 1999-2009 гг. ....	82
3.2.1. Объемы внешнеторговых поставок силикатов натрия и калия Украины.....	82

3.2.2. Тенденции и особенности внешнеторговых поставок силикатов натрия и калия Украины .....	84
3.3. Внешнеторговые операции Казахстана в 2004-2009 гг. ....	92
<b>4. Обзор цен на силикат-глыбу и жидкое стекло.....</b>	<b>95</b>
4.1. Внутренние цены на силикат-глыбу и жидкое стекло в России в 2004-2010 гг. ....	95
4.2. Динамика экспортно-импортных цен.....	97
4.2.1. Российские экспортно-импортные цены в 1999-2009 гг. и за 9 мес. 2010 г. ....	97
4.2.2. Экспортно-импортные цены Украины и Казахстана.....	99
<b>5. Потребление силикат-глыбы и жидкого стекла.....</b>	<b>101</b>
5.1. Баланс потребления силикат-глыбы и жидкого стекла .....	101
5.1.1. Баланс потребления силикат-глыбы и жидкого стекла в России в 1999-2009 гг. ....	101
5.1.2. Баланс потребления силикат-глыбы и жидкого стекла на Украине в 2000-2009 гг. ....	103
5.2. Структура потребления силикат-глыбы и жидкого стекла в России.....	105
5.3. Основные отрасли-потребители силикат-глыбы и жидкого стекла.....	107
5.3.1. Производство синтетических моющих средств .....	108
5.3.2. Металлургия и машиностроение .....	110
5.3.3. Производство строительных и отделочных материалов .....	112
5.3.4. Прочие отрасли .....	114
5.4. Основные предприятия-потребители жидкого стекла .....	116
5.5. Текущее состояние крупнейших предприятий-потребителей силикат-глыбы и жидкого стекла.....	119
ОАО "Нэфис Косметикс" (Респ. Татарстан) .....	119
ООО "Проктер энд Гэмбл-Новомосковск" (Тульская обл.) .....	122
Заводы компании Henkel.....	123
ЗАО "Русский хром 1915" (Свердловская обл.) .....	125
ОАО "Химический завод им. Л. Я. Карпова" (Респ. Татарстан).....	126
ОАО "Апатит" (Мурманская обл.) .....	127
<b>6. Прогноз развития рынка силикат-глыбы и жидкого стекла в России на период до 2015 г. ....</b>	<b>128</b>
<b>Приложение: Адреса и телефоны предприятий-производителей.....</b>	<b>131</b>

## 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 2004-2009 гг., тыс. т
- Таблица 3: Поставки кальцинированной соды предприятиям-производителям силикат-глыбы и жидкого стекла в 2004-2009 гг., тыс. т
- Таблица 4: Показатели качества силиката натрия растворимого
- Таблица 5: Показатели качества жидкого стекла
- Таблица 6: Производство силикат-глыбы в России в 2000-2009 гг., тыс. т
- Таблица 7: Производство силикат-глыбы в России в 1997-2009 гг.
- Таблица 8: Выпуск силикат-глыбы российскими предприятиями в 1997-2009 гг., т
- Таблица 9: Основные потребители силиката натрия производства ОАО "Салаватстекло" в 2005-2009 гг., т
- Таблица 10: Некоторые финансово-экономические показатели работы ОАО "Салаватстекло" в 2000-2009 гг. и за 6 мес. 2010 г., млн руб., %
- Таблица 11: Прайс-лист на силикат-глыбу и жидкое стекло, выпускаемые ОАО "Салаватстекло" (с октября 2010 г.)
- Таблица 12: Показатели качества растворимых силикатов натрия и калия, выпускаемых ЗАО "Строительный комплекс" (ГОСТ 13078-81)
- Таблица 13: Основные потребители силиката натрия производства ЗАО "Строительный комплекс" в 2004-2009 гг., т
- Таблица 14: Прайс-лист на силикат-глыбу, выпускаемую ЗАО "Строительный комплекс", ООО "МагниЗа" (с сентября 2010 г.)
- Таблица 15: Показатели качества силикат-глыбы, выпускаемой ОАО "Скопинский стекольный завод"
- Таблица 16: Показатели качества жидкого стекла, выпускаемого ОАО "Скопинский стекольный завод"
- Таблица 17: Основные потребители силиката натрия производства ОАО "Скопинский стекольный завод" в 2005-2008 гг.
- Таблица 18: Основные потребители силиката натрия производства ЗАО "Армавирстекло" в 2005-2008 гг.
- Таблица 19: Основные потребители силиката натрия производства ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" в 2005-2008 гг.
- Таблица 20: Производство силикат-глыбы предприятиями Украины в 2000-2009 гг., тыс. т, % к пред. году
- Таблица 21: Показатели качества растворимого силиката натрия, выпускаемого ОАО "Запорожстеклофлюс"
- Таблица 22: Показатели качества жидкого стекла, выпускаемого ЗАО "Украинский силикат" (ГОСТ 13078-81)
- Таблица 23: Показатели качества растворимого силиката натрия и жидкого стекла, выпускаемых ОАО "Домановский ПТК"

- Таблица 24: Показатели качества жидкого стекла, выпускаемого ТОО "ИртышТехпром"
- Таблица 25: Объемы внешнеторговых операций России с силикатами натрия и калия в 1999 - 9 мес. 2010 гг.
- Таблица 26: Региональная структура импорта твердых силикатов натрия и калия в РФ в 1999 - 9 мес. 2010 гг.
- Таблица 27: Региональная структура импорта жидких силикатов натрия и калия в РФ в 1999 - 9 мес. 2010 гг.
- Таблица 28: Основные российские импортеры силикатов натрия и калия в 2004 - 9 мес. 2010 гг., т
- Таблица 29: Региональная структура экспорта растворимых силикатов натрия и калия в 1999 – 9 мес. 2010 гг. (в натуральном и денежном выражении) и среднегодовые экспортные цены
- Таблица 30: Региональная структура экспорта жидкого стекла в 1999 – 9 мес. 2010 гг. (в натуральном и денежном выражении) и среднегодовые экспортные цены
- Таблица 31: Экспорт российской силикат-глыбы предприятиями-производителями в 2004 - 9 мес. 2010 гг., тыс. т
- Таблица 32: Объемы внешнеторговых операций Украины с силикатами натрия и калия в 1999-2009 гг.
- Таблица 33: Региональная структура экспорта Украиной твердых силикатов натрия и калия в 1999-2009 гг.
- Таблица 34: Региональная структура экспорта Украиной жидкого стекла в 1999-2009 гг.
- Таблица 35: Региональная структура импорта Украиной твердых силикатов натрия и калия в 1999-2009 гг.
- Таблица 36: Региональная структура импорта Украиной жидкого стекла в 1999-2009 гг.
- Таблица 37: Основные украинские импортеры силикатов натрия и калия в 2004-2009 гг., т
- Таблица 38: Региональная структура Казахстанского импорта силикатов натрия и калия в 2004-2009 гг.
- Таблица 39: Цены российских производителей силикат-глыбы и жидкого стекла в 2004-2006 гг. и 2 пол. 2010 г., руб./т
- Таблица 40: Российские среднегодовые импортные цены на различные виды силикатов натрия и калия в 1999 – 9 мес. 2010 гг., \$/т (в пересчете на 100% твердого вещества)
- Таблица 41: Баланс производства и потребления силикатов натрия и калия в России в 1999-2009 гг. (в пересчете на 100% твердого вещества)
- Таблица 42: Баланс производства и потребления силикатов натрия и калия на Украине в 2000-2009 гг. (в пересчете на 100% твердого вещества)
- Таблица 43: Структура потребления силикатов натрия и калия в России в 2005 г. и 2009 г., тыс. т, %

Таблица 44: Темпы роста производства в отдельных отраслях промышленности России в 2000-2009 гг. и за 9 мес. 2010 г., % к аналогичному периоду предыдущего года

Таблица 45: Выполнение работ по договорам строительного подряда в России в 2000-2009 гг., млрд руб.

Таблица 46: Крупнейшие российские потребители силикатов натрия и калия в 2005-2009 гг., т

Таблица 47: Поставки силикатов натрия и калия в ОАО "Нэфис Косметикс" в 2006-2009 гг., т

Таблица 48: Некоторые финансовые показатели ОАО "Нэфис Косметикс" в 2003-2009 гг. и 1 пол. 2010 г.

Таблица 49: Поставки силикатов натрия и калия в ООО "Проктер энд Гэмбл-Новомосковск" в 2006-2009 гг., т

Таблица 50: Поставки силикатов натрия и калия предприятиям компании Henkel в 2006-2009 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 2001-2009 гг., %
- Рисунок 4: Динамика производства силикат-глыбы в России в 1997-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 5: Доли основных производителей в общероссийском выпуске силикат-глыбы в 2001-2009 гг., %
- Рисунок 6: Динамика производства силикат-глыбы ОАО "Салаватстекло" в 1997-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 7: Динамика производства силикат-глыбы ЗАО "Стройкомплекс" в 1997-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 8: Динамика производства силикат-глыбы ОАО "Скопинский стекольный завод" в 1997-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 9: Динамика производства силикат-глыбы ЗАО "Армавирстекло" в 1997-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 10: Динамика производства силикат-глыбы ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" в 1997-2008 гг.
- Рисунок 11: Динамика производства силикат-глыбы на Украине в 2000-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 12: Динамика производства силикат-глыбы в Белоруссии в 1999-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 13: Динамика натуральных объемов экспорта и импорта силикатов натрия и калия Россией в 1999-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 14: Динамика экспорта и импорта силикатов натрия и калия Россией в денежном выражении в 1999-2009 гг., тыс. \$
- Рисунок 15: Доли крупнейших стран-поставщиков твердых силикатов натрия и калия в РФ в 2007-2009 гг., %
- Рисунок 16: Доли крупнейших стран-поставщиков жидкого стекла в РФ в 2007-2009 гг., %
- Рисунок 17: Товарная структура российского импорта силикатов натрия и калия в 1999-2009 гг., %
- Рисунок 18: Динамика натуральных объемов экспорта и импорта силикатов натрия и калия Украиной в 1999-2009 гг.
- Рисунок 19: Динамика экспорта и импорта силикатов натрия и калия Россией в денежном выражении в 1999-2009 гг., тыс. \$
- Рисунок 20: Доли крупнейших стран-импортеров украинской силикат-глыбы в 2007-2009 гг., %
- Рисунок 21: Динамика товарной структуры украинского импорта силикатов натрия и калия в 1999-2009 гг., %

- Рисунок 22: Динамика казахстанского импорта силикатов натрия и калия в 2004-2009 гг., т, тыс. \$
- Рисунок 23: Динамика товарной структуры казахстанского импорта силикатов натрия и калия в 2004-2009 гг., %
- Рисунок 24: Динамика российских экспортных и импортных цен на силикаты натрия и калия в 1999 – 9 мес. 2010 гг., \$/т
- Рисунок 25: Динамика украинских экспортных и импортных цен на силикаты натрия и калия в 1999-2009 гг., \$/т
- Рисунок 26: Сравнительная динамика среднеэкспортных цен России и Украины в 1999-2009 гг., \$/т
- Рисунок 27: Сравнительная динамика среднеимпортных цен России, Украины и Казахстана в 2004-2009 гг., \$/т
- Рисунок 28: Динамика производства, "видимого" потребления, экспорта-импорта силикатов натрия и калия в РФ в 1999-2009 гг., тыс. т (в пересчете на 100% твердого вещества)
- Рисунок 29: Динамика производства, "видимого" потребления, экспорта-импорта силикатов натрия и калия на Украине в 2000-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 30: Региональная структура потребления силикатов натрия и калия в России в 2009 г.
- Рисунок 31: Динамика производства синтетических моющих средств в России в 1997-2009 гг. и прогноз на 2010 г., тыс. т
- Рисунок 32: Прогноз производства силикат-глыбы в России в 2010-2015 гг., тыс. т



## Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния рынка силикат-глыбы и жидкого стекла в странах СНГ и прогнозу его развития. Отчет состоит из 6 частей, содержит 132 страницы, в том числе 50 таблиц, 32 рисунка 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 в данном разделе приведены данные об основных поставщиках сырья (кварцевых песков и кальцинированной соды), направлениях и объемах поставок.

Вторая глава отчета посвящена производству силикат-глыбы и жидкого стекла в странах СНГ. В данном разделе 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.

В связи с тем, что в настоящее время товарной позицией обязательного статистического учета являются только силикаты натрия и калия растворимые (силикат-глыба), в то время как статистический учет объемов производства жидкого стекла не ведется, в настоящем отчете рассмотрено только производство силикат-глыбы и жидкого стекла, получаемого из данного сырья.

В данном разделе отчета приводятся статистические данные по объемам выпуска силикат-глыбы в странах СНГ в 1997-2009 гг., описано текущее состояние крупнейших производителей данной продукции.

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 1999-2009 гг. и 9 мес. 2010 г.

В пятой главе отчета рассматривается потребление силикатов натрия и калия в России. В данном разделе 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 2015 г.

В приложении приведены 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  $\text{Si}_m\text{O}_n$ .

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  $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{Na}_4\text{SiO}_4$ ), ортосиликат калия  $2\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{K}_4\text{SiO}_4$ ), метасиликат натрия  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), метасиликат калия  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ), 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  $\text{SiO}_2$  и  $\text{M}_2\text{O}$  (где М – К, Na, Li или четвертичный аммоний);
- по абсолютному содержанию в жидком стекле  $\text{SiO}_2$  и  $\text{M}_2\text{O}$  в масс. %;
- по содержанию примесных оксидов  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , CaO, MgO,  $\text{SO}_3$  и др.;
- по плотности растворов ( $\text{г/см}^3$ ).

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 различную окраску, в зависимости от количества в стекле окислов двух или трехвалентного железа. Светло- и темно-коричневую, а также и совершенно 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  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{SiO}_2$ . 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. Среди ученых того времени, занимавшихся этим веществом, можно отметить Кульмана, Либиха, Ордвея, Дюма, Реньо, Метчерлиха, Эбея, и др. 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 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 отвердеванию 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, отбелики 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.

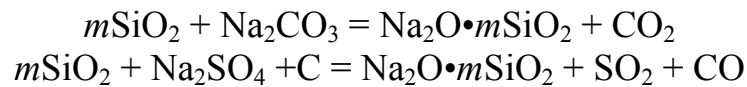
Использование жидкого стекла в композициях строительного назначения обычно требует отдельного его приобретения, отдельного хранения с прочими компонентами вследствие высокой химической активности; довольно часто жидкое стекло необходимо предварительно разбавлять водой до определенной плотности.

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.

# 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.

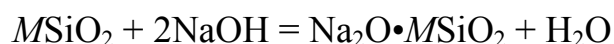


Получаемый сплав остывает и кристаллизуется. Далее силикат-глыбу дробят, смешивают в различных пропорциях с водой (в зависимости от требуемой плотности жидкого стекла) и варят в автоклавах под давлением 3-8 атм в течение 3-5 часов. Затем раствор фильтруют и концентрируют. Производство силикат-глыбы и 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.



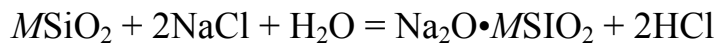
Полученные растворы фильтруют и упаривают. Данный способ сегодня находит все более широкое распространение, особенно на предприятиях,



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.