



ИнфоМайн 

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

Обзор рынка изделий из ячеистого бетона (газобетона, газосиликата, пенобетона) в России

Демонстрационная версия

*Москва
сентябрь, 2010*

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	9
ВВЕДЕНИЕ	11
1. Технология производства изделий из ячеистого бетона и потенциальные поставщики технологического оборудования	20
1.1. Технология производства изделий из ячеистого бетона	20
1.2. Потенциальные поставщики оборудования.....	25
<i>Xella (Германия)</i>	25
<i>Hess (Нидерланды)</i>	26
<i>Wehrhahn (Германия)</i>	28
<i>Masa (Германия)</i>	29
<i>Российские поставщики оборудования</i>	30
2. Сырье для производства изделий из ячеистого бетона в России	33
2.1. Запасы и месторождения сырья для производства изделий из ячеистого бетона	33
2.2. Направления поставок сырья для производства стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона	44
3. Производство стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона ...	49
3.1. Качество выпускаемой продукции	49
3.2. Мощности крупнейших предприятий по производству автоклавного ячеистого бетона и применяемые технологии.....	51
3.3. Производство стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона в России в 1998-2009 гг. и 1 пол. 2010 г.	53
3.4. Сезонность производства мелких стеновых блоков из газобетона.....	62
3.5. Основные предприятия-производители изделий из автоклавного ячеистого бетона	63
<i>ООО "Аэрок С-Пб" (г. Санкт-Петербург)</i>	63
<i>ОАО "Липецкий завод изделий домостроения" (Липецкая обл.)</i>	66
<i>ОАО "Главновосибирскстрой" (завод "Сибит") (Новосибирская обл.)</i> ...	69
<i>ОАО "Липецкий комбинат силикатных изделий" (Липецкая обл.)</i>	73
<i>ООО "Рефтинское объединение "Теплит" (Свердловская обл.)</i>	75
<i>ЗАО "Кселла-Аэроблок-Центр-Можайск" (Московская обл.)</i>	80
<i>ООО "Завод строительных материалов" (Старый оскол, Белгородская обл.)</i>	83
<i>ЗАО "Лискигазосиликат" (Воронежская обл.)</i>	85
<i>ООО "Эко" (Ярославская обл.)</i>	87
<i>ОАО "Костромской силикатный завод" (Костромская обл.)</i>	89
<i>ООО "Комбинат дорожных и строительных материалов" (Ростовская обл.)</i>	91

ООО "Н+Н" (Ленинградская обл.)	91
ООО "Воскресенский газосиликатный комбинат" (Московская обл.) ...	93
ЗАО "Завод автоклавного газобетона "Инси" (Челябинская обл.)	94
ЗАО "Евроаэробетон" (Ленинградская обл.).....	96
ОАО "Пермский завод силикатных панелей" (Пермский край)	98
ОАО "Коттедж" (Самарская обл.)	101
ОАО "Тверской завод ячеистого бетона" (Тверская обл.)	103
ОАО "Завод ЖБИ "Бетфор" (Свердловская обл.)	106
ОАО "Завод ячеистых бетонов" (Республика Татарстан)	107
ЗАО "Саратовский завод строительных материалов" (Саратовская обл.)	109
Прочие предприятия	111
3.6. Проекты по созданию в России новых производств автоклавного газобетона и изделий из него.....	113
4. Обзор цен на стеновые блоки из ячеистого бетона автоклавного твердения	114
4.1. Среднегодовые цены предприятий-производителей в 2004-2009 гг. и 1 пол. 2010 г.	114
4.2. Среднегодовые цены предприятий-производителей по федеральным округам РФ в 2004-2009 гг. и 1 пол. 2010 г.	116
4.3. Отпускные цены на стеновые блоки из автоклавного газобетона некоторых торгующих организаций	117
5. Потребление стеновых блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения	119
5.1. Баланс потребления в 2006-2009 гг.	119
5.2. Структура потребления.....	121
5.2.1. Региональная структура потребления.....	121
5.2.2. Отраслевая структура потребления	124
5.3. Ситуационный анализ и перспективы развития строительной отрасли в России	127
5.4. Жилищное строительство в России в 2000-2009 гг. и 1 пол. 2010 г. ..	130
5.4.1. Малоэтажное строительство в России в 2000-2009 гг.	135
5.4.2. Многоэтажное монолитное строительство в России.....	142
5.5. Нежилое строительство в России.....	145
6. Прогноз развития рынка стеновых газобетонных блоков автоклавного твердения на период до 2015 г.	146
Приложение 1. Адресная книга основных предприятий-производителей ячеистого бетона автоклавного твердения в России	149
Приложение 2. Список производителей автоклавного ячеистого бетона в Белоруссии и на Украине	152

Список таблиц

- Таблица 1: Сравнительная характеристика стеновых блоков из газобетона и пенобетона
- Таблица 2: Сравнительная характеристика газосиликатных стеновых блоков и других строительных материалов
- Таблица 3: Калькуляция по материалам и ресурсам для завода мощностью 450 м³ газобетонных блоков в день
- Таблица 4: Сравнительная характеристика основных технологий производства изделий из газобетона, применяемых в России
- Таблица 5: Месторождения песков строительных и силикатных по регионам РФ, их количество и запасы
- Таблица 6: Месторождения строительных песков в РФ и разрабатывающие их предприятия
- Таблица 7: Крупнейшие разрабатываемые месторождения гипса и ангидрита в РФ
- Таблица 8: Обеспеченность строительным песком крупнейших производителей автоклавного ячеистого бетона в РФ в 2008-2009 гг.
- Таблица 9: Железнодорожные поставки известняка и извести производителям автоклавного ячеистого бетона в 2007-2009 гг., тыс. т
- Таблица 10: Железнодорожные поставки гипса и гипсового камня производителям автоклавного ячеистого бетона в 2007-2009 гг., т
- Таблица 11: Железнодорожные поставки цемента производителям автоклавного ячеистого бетона в 2007-2009 гг., тыс. т
- Таблица 12: Отклонения размеров, формы и показателей внешнего вида газобетонных стеновых блоков по ГОСТ 31360
- Таблица 13: Мощности крупнейших российских предприятий, выпускающих изделия из автоклавного ячеистого бетона и применяемые ими технологии
- Таблица 14: Крупнейшие производители изделий из автоклавного ячеистого бетона в РФ в 1998-2009 гг.
- Таблица 15: Производство стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона по регионам РФ в 2003-2009 гг., млн усл. кирпичей, %
- Таблица 16: Сезонность производства стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона в РФ в 2005-2009 гг., %
- Таблица 17: Прайс-лист на стеновые блоки из ячеистого бетона производства ООО "Аэрок СПб" (с 07.06.2010 г.)
- Таблица 18: Физико-технические показатели стеновых блоков из газобетона производства ОАО "ЛЗИД"
- Таблица 19: Прайс-лист на стеновые блоки из газобетона производства ОАО "ЛЗИД" (с 10.08.2010 г.)
- Таблица 20: Прайс-лист на стеновые блоки из газобетона, выпускаемые ОАО "Главносибирскстрой" заводом "Сибит" (с 12 июля 2010 г.)

- Таблица 21: Прайс-лист на продукцию, выпускаемой ОАО "ЛКСИ" (с 30 октября 2009 г.)
- Таблица 22: Физико-механические характеристики твинблоков, выпускаемых ООО "ПСО "Теплит"
- Таблица 23: Прайс-лист на продукцию, выпускаемую в ООО "ПСО "Теплит" (1 пол. 2010 г.)
- Таблица 24: Прайс-лист на газосиликатные стеновые блоки производства ЗАО "Кселла-Аэроблок-Центр Можайск" (с 02.08.2010 г.)
- Таблица 25: Физико-технические показатели стеновых блоков из ячеистого бетона производства ОАО "Лискигазосиликат"
- Таблица 26: Физико-технические показатели стеновых газобетонных блоков, выпускаемых ООО "Эко"
- Таблица 27: Нормативные характеристики и размеры газобетонных блоков, выпускаемых ООО "Эко"
- Таблица 28: Физико-механические и теплофизические характеристики автоклавного газобетона производства ООО "Н+Н"
- Таблица 29: Прайс-лист на стеновые блоки, выпускаемые ОАО "Завод автоклавного газобетона "Инси" (ГОСТ 31360-2007)
- Таблица 30: Технические характеристики газобетонных стеновых блоков производства ЗАО "ЕвроАэроБетон"
- Таблица 31: Технические характеристики газобетонных блоков производства ОАО "ПЗСП"
- Таблица 32: Прайс-лист на стеновые блоки, выпускаемые ОАО "ПЗСП"
- Таблица 33: Прайс-лист на стеновые газобетонные блоки производства ОАО "СЗСМ" (ГОСТ 21520-89)
- Таблица 34: Среднегодовые цены на стеновые блоки из газобетона по федеральным округам РФ в 2004-2009 гг. и 1 пол. 2010 г.
- Таблица 35: Прайс-лист на газосиликатные стеновые блоки, реализуемые ООО "Торгкомплект" (Москва)
- Таблица 36: Прайс-лист на газосиликатные стеновые блоки, реализуемые ООО "СтройТехМаркет" (Москва)
- Таблица 37: Основные показатели рынка стеновых газобетонных блоков в России в 2004-2009 гг.
- Таблица 38: Региональная структура потребления стеновых газобетонных блоков в 2009 г., %
- Таблица 39: Выполнение работ по договорам строительного подряда в России в 2000-2009 гг. и 1 пол. 2010 г., млрд руб.
- Таблица 40: Объемы ввода жилья по федеральным округам РФ в 2002-2009 гг., млн м²

Список рисунков

- Рисунок 1: Виды стеновых блоков из ячеистого бетона, применяемых в современном строительстве
- Рисунок 2: Технологическая схема производства блоков из автоклавного ячеистого бетона
- Рисунок 3: Принципиальная схема завода по производству газобетона типа КВТ (производства Hess AAC)
- Рисунок 4: Динамика производства извести в России в 1997-2009 гг., тыс. т
- Рисунок 5: Региональная структура производства строительной извести в России в 2009 г., %
- Рисунок 6: Динамика производства цемента в России в 1992-2009 гг., млн т
- Рисунок 7: Региональная структура производства цемента в России в 2009 г., %
- Рисунок 8: Динамика производства ячеистых бетонов в России в 2002-2009 гг., млн м³
- Рисунок 9: Динамика распределения производства автоклавного ячеистого бетона в РФ по федеральным округам в 2003-2009 гг., %
- Рисунок 10: Доли крупнейших производителей изделий из автоклавного ячеистого бетона в РФ в общем объеме производства в 2009 г., %
- Рисунок 11: Динамика объемов производства стеновых блоков из автоклавного газобетона в РФ в 2007-2009 гг. по месяцам, %
- Рисунок 12: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона ОАО "ЛЗИД" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 13: Динамика производства стеновых блоков из газобетона в ОАО "Главновосибирскстрой" завод "Сибит" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 14: Динамика производства стеновых блоков из газобетона в ОАО "ЛКСИ" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 15: Динамика производства газозолобетонных стеновых блоков в ООО "ПСО "Теплит" в 2003-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 16: Динамика производства стеновых блоков из газобетона старооскольского ООО "Завод строительных материалов" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 17: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ООО "Эко" в 2006-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 18: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ОАО "КСЗ" в 1998-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 19: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ОАО "ПЗСП" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 20: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ОАО "Коттедж" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 21: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ОАО "ТЗЯБ" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей

- Рисунок 22: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ОАО "Завод ЖБИ Бетфор" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 23: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ОАО "ЗЯБ" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 24: Динамика производства стеновых блоков из ячеистого бетона в ОАО "СЗСМ" в 2000-2009 гг., млн усл. кирпичей
- Рисунок 25: Динамика средних цен на стеновые блоки из автоклавного ячеистого бетона в РФ в 2004-2009 гг. и 1 пол. 2010 г. без НДС, руб/м³
- Рисунок 26: Региональная структура потребления изделий из автоклавного ячеистого бетона в РФ в 2009 г., %
- Рисунок 27: Типовая структура сбыта газобетона России в 2009 г., %
- Рисунок 28: Отраслевая структура потребления газобетона в России в 2009 г., %
- Рисунок 29: Сферы применения автоклавного газобетона
- Рисунок 30: Динамика объема инвестиций в основной капитал в 2007-2009 гг., % по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года
- Рисунок 31: Динамика ввода жилья в РФ в 2000-2009 гг., млн м², % к пред. году
- Рисунок 32: Региональная структура ввода жилья в эксплуатацию в РФ в 2009 г., %
- Рисунок 33: Доля строительства за счет собственных средств населения в общем объеме ввода в жилья в эксплуатацию в РФ в 1990-2009 гг., %
- Рисунок 34: Динамика индивидуального жилищного строительства в РФ в 2000-2009 гг., млн м², % к пред. году
- Рисунок 35: Структура спроса на основные строительные материалы в России в 2002-2009 гг., %
- Рисунок 36: Динамика структуры малоэтажного строительства по виду технологии в 2007-2015 гг., в % от общей площади
- Рисунок 37: Динамика объемов спроса на газобетон в малоэтажном строительстве в 2007-2015 гг., в млн м³
- Рисунок 38: Динамика структуры строительства по суммарной площади квартир в зависимости от класса жилья в Москве в 2005-2009 гг., %
- Рисунок 39: Динамика объемов спроса на автоклавный ячеистый бетон в монолитном строительстве в РФ в 2007-2015 гг., млн м³
- Рисунок 40: Прогноз производства стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона в РФ на период до 2015 г., млн усл. кирпичей

АННОТАЦИЯ

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния российского рынка ячеистого бетона и изделий из него и прогнозу его развития. Отчет состоит из 6 частей, содержит 152 страницы, в том числе 40 таблиц, 40 рисунков и 2 приложения.

Первая глава посвящена описанию технологии производства ячеистого бетона и изделий из него. Также в главе приведены сведения о потенциальных поставщиках технологического оборудования в России и за рубежом.

Во второй главе приводятся данные о запасах и месторождениях сырья для производства ячеистых бетонов, а также направлениях поставок сырья для выпуска изделий из газобетона.

Третья глава посвящена производству ячеистых бетонов и стеновых блоков из газобетона в России в 1998-2009 гг. и 1 половине 2010 г. В частности, приводятся требования к качеству выпускаемых в России стеновых блоков, мощности крупнейших производителей и применяемые ими технологии оцениваются объемы производства данной продукции, описывается текущее состояние предприятий-производителей, включая данные о времени существования предприятия, источниках сырья, применяемых технологиях производства, характеристиках выпускаемой продукции и рынках сбыта. Также в третьей главе приведены данные о существующих проектах по организации новых производств по выпуску газобетона в России.

В четвертой главе проведен ценовой анализ стеновых газобетонных блоков автоклавного твердения в России. В этом разделе представлены данные о средних ценах российских производителей рассматриваемой продукции, приведены текущие отпускные цены предприятий на стеновые блоки различных марок.

Пятая глава отчета посвящена потреблению изделий из ячеистого бетона в России. Приведен баланс "производство-потребление", оценена региональная и отраслевая структура потребления. Также рассмотрено современное состояние и перспективы развития основных секторов стройиндустрии, потребляющих рассматриваемую продукцию.

В шестой, заключительной, главе представлен прогноз производства и потребления изделий из ячеистого бетона на период до 2015 г.

В приложении 1 дана контактная информация основных российских производителей газобетона и изделий из него. В приложении 2 перечислены основные предприятия, выпускающие аналогичную продукцию в Белоруссии и на Украине.

Эта работа является "кабинетным" исследованием. В качестве источников информации использовались данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ, официальной статистики внутренних железнодорожных перевозок РФ. Также были привлечены данные

отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов предприятий, а также информационных баз данных предприятий, использована база данных "Инфомайн". В связи с тем, что в России грузоперевозки автотранспортом не подлежат обязательному статистическому учету, в настоящем отчете приводятся только данные о перевозках, осуществляемых железнодорожным транспортом.

ВВЕДЕНИЕ

Ячеистым бетоном называют целую группу легких бетонов, которые от обычного бетона отличаются структурой – до 85% объема ячеистого бетона занимают искусственно созданные замкнутые поры или ячейки, размером 0,5-3 мм.

Материал предназначен в основном для строительной теплоизоляции: используется для утепления по железобетонным плитам перекрытий и чердачных перекрытий, в качестве теплоизоляционного слоя многослойных стеновых конструкций зданий различного назначения; теплозащиты поверхностей оборудования и трубопроводов при температуре до 400°C; жаростойкие ячеистые бетоны – для теплоизоляции оборудования с температурой поверхности до 700°C.

Ячеистые бетоны с начала их возникновения и до настоящего времени получают двумя способами – газовым и пенным. Соответственно, основными разновидностями ячеистого бетона являются *газобетон* и *пенобетон*.

Газобетон получают путем вспучивания смеси, содержащий агент-газообразователь, **пенобетон** – смешением минеральных компонентов с пеной, приготовленной отдельно.

Существует множество разновидностей ячеистых бетонов, отличающихся между собой способами получения пор, видами вяжущих веществ, условиями твердения и другими признаками. В соответствии с ГОСТ 25485-89 "Бетоны ячеистые" классифицируются:

1. По функциональному назначению:

- теплоизоляционный – объёмная масса до 200 кг/м³;
- теплоизоляционно-конструкционный (бетон для ограждающих конструкций) – объёмная масса 300-500 кг/м³;
- конструкционный (бетон для конструктивных элементов жилых и сельскохозяйственных зданий) – объёмная масса 600-1400 кг/м³.

2. По способу поризации:

- газообразование (газобетоны, газосиликаты);
- пенообразование (пенобетоны, пеносиликаты);
- аэрирование (аэрированный ячеистый бетон, аэрированный ячеистый силикат).

К модификациям способов поризации относятся:

- вспучивание массы газообразованием в вакууме (небольшое разрежение);

- аэрирование массы под давлением (барботирование её сжатым воздухом) с последующим снижением давления до атмосферного (баротермальный способ);

- газопенная технология (пеногазобетон) – сочетание метода аэрирования и газообразования.

3. По виду вяжущего вещества: в основном используют цемент, известь, реже гипс (газогипс).

4. По виду кремнезёмистого компонента: кварцевый песок, зола-унос от сжигания угля, кислые металлургические шлаки и др.

5. По способу твердения: *неавтоклавные (безавтоклавные)*, предусматривающие пропаривание, электропрогрев или другие виды прогрева при нормальном давлении, и *автоклавные*, которые твердеют при повышенном давлении и температуре.

Впервые газобетон был получен в 1889 г. инженером Гоффманом (Прага). Он примешивал к пластичным цементным и гипсовым растворам кислоты и углекислые или хлористые соли, выделявшие при химическом взаимодействии газ, который создавал пористое строение у затвердевшего потом раствора. Патент Гоффмана не получил практического применения.

Следующий шаг в этом направлении был сделан в 1914 г., когда Аулсворт и Дайер (США) предложили применять в качестве газообразователя порошки алюминия, цинка и некоторых других металлов, которые при взаимодействии с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ выделяли водород и действовали как вспучивающие добавки. Это изобретение следует считать началом современной технологии газобетона.

В 1922 г. Адольф и Поль (Германия) применили перекись водорода (пергидроль H_2O_2) для вспучивания бетонной смеси. Однако для массового производства газобетона применение пергидроли оказалось нецелесообразным и неэкономичным.

Практическое значение для развития производства ячеистых бетонов имели исследования инженера Эрикссона (Швеция), начатые в 1918-1920 гг. Он предложил вспучивать пластичную смесь извести с тонкоизмельченными кремнеземистыми веществами и добавкой цемента (10%) при взаимодействии алюминиевого порошка и $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Так, с легкой руки Эрикссона, в шведском городе Йксхульт фирма Ytong начала промышленное производство газобетона. Основой технологии стала тепловлажная обработка в автоклавах, запатентованная Михаэлисом в конце XIX в. Эта технология производства газобетона стала, распространяться по всей Европе.

В дальнейшем развитие технологии газобетона по способу Эрикссона пошло двумя путями. Один путь привел к началу производства газосиликата Ytong. Это пористый бетон автоклавного твердения, получаемый из смеси извести с кремнеземистыми добавками, без добавки цемента.

Второй путь привел в 1934 г. к другой разновидности газобетона – Siporex, предложенному шведским инженером Эклундом и финским инженером Форсенем на основе портландцемента и кремнеземистых веществ, без добавки извести.

Обе технологии очень похожи, используют автоклавы, разница лишь в том, что при производстве по методу Ytong в качестве основного вяжущего материала используют известь, а по технологии Siporex – цемент, поэтому готовый продукт в первом случае часто называют *газосиликат*, а во втором – *газобетон*. В настоящее время все производители автоклавных ячеистых бетонов используют как известь, так и цемент, поэтому в дальнейшем мы

будем пользоваться наиболее распространенным термином – **автоклавный газобетон**. По этим двум направлениям производство газобетона стало развиваться с середины 30-х гг. во многих странах. Сегодня газобетон популярен во всем мире. В настоящее время работают более 240 заводов в 50 странах, которые ежегодно производят порядка 60 млн м³ газобетона и строительных изделий из данного материала.

В производстве и применении ячеистого бетона в Европе сегодня лидирует **Германия**, где около 70% частных коттеджей строится именно из газобетонных блоков. В исследовательском Центре группы Xella International (крупнейшем объединении предприятий ячеистого бетона в Германии) активно ведутся работы по совершенствованию процессов производства ячеистого бетона, дальнейшему улучшению его качеств и, что самое главное, по совершенствованию конструкций и изделий, способам их соединения, отделки, в том числе, по улучшению их поведения при действии различного рода нагрузок: монтажных, ветровых и сейсмических.

В **Великобритании**, где огромное значение уделяют экологической безопасности производства и качества продукции, в настоящее время производится порядка 3 млн м³ газобетона в год, что составляет $\frac{1}{3}$ от всего объёма бетонных изделий произведённых в стране. Приблизительно 40% жилых зданий в этой стране построено с применением газобетона.

Применение ячеистого бетона в **Швеции, Германии, Польше, Норвегии, Финляндии, Франции** позволило значительно сократить расходы энергоносителей на отопление.

На **североамериканский** рынок газобетон был внедрён относительно недавно – в 1996 г., но ожидается, что с годами он станет самым востребованным строительным материалом.

Опыт многолетнего применения зданий из ячеистого бетона в странах с сейсмоопасными районами, например, в **Греции, Мексике, Японии** подтверждает его эффективность, как в малоэтажном, так и в высотном строительстве. Существенное снижение веса зданий и некоторые другие характеристики материала делают его применение в таких районах очень привлекательным.

Таким образом, уникальнейшие свойства газобетона подтверждает 85-ти летний практический опыт в более чем 18-ти странах всего мира, а также испытания в специализированных лабораториях.

В **странах СНГ** на сегодняшний день лидером по применению газобетона является **Белоруссия**, где из ячеистого бетона строится около 40% жилья. В стране работают 9 заводов газобетоносилката, выпускающих свыше 2,5 млн м³ в год изделий на основе собственной извести и по отечественной технологии (за исключением ОАО "Забудова") с применением ударного формования. Почти все жилищное городское и сельское строительство ведется с применением ячеистого бетона, который также поставляется в Москву и Санкт-Петербург. Государственной программой "Основные направления развития материально-технической базы

строительства Республики Беларусь до 2015 г." ячеистобетонные изделия определены основным строительным материалом и к 2015 г. запланировано довести использование ячеистого бетона в надземной части малоэтажных домов до 97%, а мощности по его производству – увеличить в 2,1 раза. Согласно этому документу потребность в изделиях из ячеистого бетона к 2015 г. превысит 3,4 млн м³.

Высокая стоимость энергоносителей требует внедрения энергосберегающих технологий и на **Украине**. Начиная с конца 1990-х гг., производство газобетона в стране ежегодно сокращалось и в 2001 г. достигло рекордно низкой отметки – 200 тыс. м³. В 2004 г. Кабинет Министров Украины утвердил программу "Развитие производства ячеисто-бетонных изделий и их применения в строительстве на 2005-2011 гг.". Программа предполагала переоснащение существующей производственной базы украинских заводов силикатного кирпича для изготовления изделий из силикатного бетона автоклавного твердения. В 2007 г. на Украине было произведено около 760 тыс. м³ ячеистобетонных изделий, что в пересчете на 1 тысячу жителей в 20 раз меньше, чем в Белоруссии. В настоящее время в стране выпускается порядка 1-2 млн м³ ячеистобетонных изделий и конструкций в год, а в 2011 г., согласно упомянутой программе, планировалось увеличение производства до 6-8 млн м³.

Список заводов, выпускающих автоклавный газобетон в Белоруссии и на Украине, представлен в приложении 2.

В **России** производство автоклавного ячеистого бетона составляет около 8 млн м³ в год, а неавтоклавного – порядка 6 млн м³ в год. При этом емкость рынка применения ячеистых бетонов имеет огромный резерв. В настоящее время в структуре домостроения по материалам стен на долю ячеистого бетона приходится 7,5% в жилом строительстве и около 10% – в нежилом строительстве. Между тем, в большинстве развитых европейских стран этот показатель достигает 30-40%.

Сегодня можно уже с уверенностью говорить о том, что в России газобетон прошел проверку временем, в том числе, в сложных природно-климатических условиях. Например, в Санкт-Петербурге жилые дома со стенами (наружными и внутренними) из автоклавного газобетона стоят с 1960 г. без разрушения материала, несмотря на постоянную высокую влажность воздуха в городе. Общая площадь домов с газобетонными стенами в Санкт-Петербурге составляет более 15 млн м².

В Норильске и Ангарске (в условиях повышенной сейсмичности) значительное количество жилья представлено пятиэтажными зданиями из неавтоклавного газобетона, выполненного по проектам ЛенЗНИИЭПа. Дома успешно эксплуатируются уже более 40 лет. В Новосибирске также более 40 лет успешно эксплуатируются 5 этажные дома 469 серии, построенные из газобетонных панелей.

На сегодняшний день наиболее популярным материалом для строительства домов в области малоэтажного строительства являются

стеновые блоки из ячеистого бетона. На современном рынке строительных материалов можно найти стеновые блоки различных видов. Все они отличаются техническими характеристиками и областью применения. В основном виды стеновых блоков различаются по составу используемых в производстве смесей и технологии изготовления. Наибольшим спросом сегодня пользуются бетонные, газосиликатные, газобетонные, керамзитобетонные или полистиролбетонные блоки, а так же шлакоблоки и пеноблоки (рисунок 1).

Рисунок 1: Виды стеновых блоков из ячеистого бетона, применяемых в современном строительстве



1. Полистиролбетон
2. Пенобетон
3. Арболит
4. Газосиликат
5. Керамзитбетон

Источник: "Инфомайн" на основе обзора специальной литературы

Все эти виды стеновых блоков применяются как для строительства жилых и производственных зданий ограниченной этажности (не выше 12-14 м), так и для заполнения каркаса при монолитном железобетонном домостроении.

Блоки из газобетона, пенобетона или газосиликата, наравне с керамическим кирпичом, являются наиболее применяемым строительным материалом, однако по многим параметрам ячеистый бетон предпочтительнее кирпича. Так толщина стен из кирпича для обеспечения теплопроводности согласно требованиям строительных норм почти в 4 раза больше, чем стен из ячеистого бетона, расход кладочного материала – в 15 раз больше, вес 1 м^2 стены – в 11 раз.

В зависимости от области применения блоки из ячеистого бетона выпускаются с плотностью от 350 до 700 кг/м^3 . При этом ячеистый бетон с плотностью 350 кг/м^3 используется только как утеплитель, с плотностью 400 кг/м^3 – как для строительства ненесущих стен, так и для заполнения несущих

стен, выполненных из других строительных материалов, с плотностью 500 кг/м³ – для строительства домов высотой до 3-х этажей. Из блоков с плотностью 700 кг/м³ можно строить дома и большей этажности.

В настоящее время наиболее производимым видом изделий из ячеистого бетона являются блоки из автоклавного газобетона или газосиликата, а также пенобетонные блоки (минизаводы). Однако газоблоки постепенно вытесняют пеноблоки благодаря своим существенным преимуществам. Прежде всего к таким преимуществам относятся большая прочность и более точные размеры, что позволяет крепить их на клей. Кроме того, газосиликатные блоки в отличие от пеноблоков, обладают более равномерной ячеистой структурой, что обеспечивает одинаковую прочность газосиликата в любой части массива блока, а также достаточно низкую теплопроводность.

Тем не менее, пенобетонный блок имеет одно важное преимущество – это простота изготовления, которая дает возможность производить его непосредственно на строительных площадках, где приготовленную пенобетонную смесь разливают в готовые формы. В случае неравномерного перемешивания компонентов смеси материал может дать неравномерную усадку, следствием чего являются высокие погрешности в геометрии пенобетонов (до 3 см).

В отличие от пенобетонного блока, газосиликатный блок производится только в промышленных условиях, где проходит термическую обработку в автоклавных печах. Протеканием сложной химической реакции образования минеральной основы в результате автоклавной обработки объясняются столь высокие прочностные характеристики сравнительно легкого материала. В результате получается прочный ровный блок с погрешностями в геометрии до 3 мм.

Также у неавтоклавных бетонов очень значительна влажностная усадка, вызывающая в процессе эксплуатации появление трещин. В отличие от пенобетона, газобетон с течением времени практически не изменяет объем и конфигурацию. Усадка автоклавного газобетона в процессе эксплуатации составляет всего 0,3 мм/м (усадка пенобетона примерно 2-3 мм/м). При этом отпускная влажность пенобетонных изделий превышает отпускную влажность газобетона.

Сравнительная характеристика газобетонного и пенобетонного блоков представлена в таблице 1.

Таблица 1: Сравнительная характеристика стеновых блоков из газобетона и пенобетона

Параметр	Газобетон	Пенобетон
Внешний вид	Блоки белого цвета имеют правильную геометрию. На распиле видны равномерно распределенные поры практически одинакового размера и формы	Блоки темно-серые. Отклонения в параллельности сторон могут достигать 10 мм. На распиле видны ячейки разного размера и формы.
Изготавливаемые марки по плотности	350, 400, 500, 600, 700	600, 700, 800, 900

Класс прочности при сжатии	Класс В2,5 при D500	Класс В2,5 только при D750-800
Паропроницаемость	У газобетона выше на порядок, чем у пенобетона	
Точность геометрических размеров	Отклонение в геометрии 1 мм	Отклонение в геометрии до 3 см
Монтаж	Кладка на клей. Толщина шва в 2-3 мм (устранение "мостика холода")	Кладка на песчано-цементный раствор. Толщина до 2 см (появление мостика холода)
Коэффициент теплопроводности, Вт/м °С	При D500 - 0,12 При невозможности изготовления блоков плотностью D500 применяют блоки большей плотности, соответственно с большим коэф. теплопроводности (0,38)	
Фундамент	Из-за меньшего удельного веса газобетона при одной и той же прочности идет меньшая нагрузка на фундамент	
Легкость монтажа	Поскольку газосиликатный блок легче с ним удобнее работать	
Звукоизоляция	Поскольку используется газосиликат меньшей плотности, он хуже проводит звук	
Логистика	Из-за меньшего объемного веса блоков из газобетона их транспортировка более экономична	
Практичность	Газосиликатный блок легче пилится и гвоздится из-за меньшей плотности	
Долговечность	более 70 лет	не более 30 лет
Коэффициент экологичности	2	4

Источник: "Инфолайн" на основе обзора специальной литературы

В целом, прочность блоков из ячеистого бетона достаточно высока и составляет 10-50 кгс/см³ (в частности газосиликат при плотности 500 кг/м³ имеет прочность на сжатие – 28-40 кгс/см³, класс бетона по прочности В2,5 за счет автоклавной обработки).

При этом материал достаточно легкий. Легкость материала (стандартный мелкий блок из ячеистого бетона (ГОСТ 21520-89), марки плотности D500, размером 300x200x600 мм имеет массу 27 кг и может заменить 22 кирпича, вес которых составляет 100 кг) позволяет снизить транспортно-монтажные расходы и затраты на устройство фундаментов, а также трудоемкость работ.

Благодаря наличию в порах ячеистого бетона воздуха он обладает прекрасной тепло-звукоизолирующей способностью. Термическое сопротивление ограждающих конструкций из автоклавного газобетона в 3 раза выше, чем из керамического кирпича и в 8 раз выше, чем из тяжелого бетона. Достигается это во многом благодаря правильной геометрии. За счет четких размеров (±2 мм) блоки можно укладывать на специальный клей с клеящим слоем не более 3 мм, а не на слой цементного раствора, который и служит "мостиком холода". Теплоаккумулирующие свойства способствуют

повышению комфорта во внутренних помещениях и позволяют значительно экономить на отопительной энергии. В процессе эксплуатации здания расходы на отопление снижаются на 25-30%. Звукоизоляционные свойства материала в 10 раз выше, чем у кирпичной кладки. Согласно справочнику Nebel блоки марок Д400-Д500 в конструкции имеют следующие характеристики: 100 мм – 35-37 дБ; 125 мм – 44-46 дБ; 150 мм – 55-57 дБ; 175 мм – 64-66 дБ.

По своим *экологическим свойствам* газобетон стоит в одном ряду с деревянными конструкциями. Материал "дышит", регулируя влажность в помещении, имеет низкое содержание естественных радионуклидов (радиационный фон не превышает 9-11 мкр/ч). Кроме того, ячеистый бетон не выделяет токсичных веществ и газов. Проживание в домах из ячеистого бетона рекомендовано для людей, страдающих легочными заболеваниями, астмой, аллергией и т.д.

По сравнению с деревянными, строения из газобетона являются практически вечными, поскольку материал не гниет и не горит, эффективно препятствуя распространению огня, поскольку в составе блоков практически нет органических веществ. *Пожаробезопасность* ячеистого бетона (предел огнестойкости самонесущей стены, выполненной из блоков толщиной 75 мм, составляет EI-150, а предел распространения огня принимается равным 0 см) делает его невероятно популярным при строительстве промышленных объектов, химических производств, где возможны ЧП при использовании огня, взрывы, возникновение пожаров.

Морозостойкость объясняется наличием резервных пор, в которые вытесняется при замерзании лед и вода. Сам материал при этом не разрушается. Считается, что при соблюдении технологии строительства морозостойкость материала не менее 25 циклов.

Из-за замкнутых пор в структуре автоклавного газобетона *водопоглощение* значительно ниже, чем у строительных материалов с капиллярной структурой. Однако для защиты стеновых конструкций из данного материала от климатических воздействий необходимо наружные стены облицовывать кирпичом, диким камнем, сайдингом или слоем штукатурки.

Экономичность и быстрота возводимых конструкций: за счет относительно больших габаритов блока и его малого веса (не требует специальных подъемных механизмов) существенно (по некоторым оценкам – в 4 раза) возрастает скорость строительства. Соответственно меньше становятся трудозатраты. Учитывая размеры стеновых блоков, можно говорить и о существенной экономии раствора, которого требуется в 1,5 раза меньше, чем при строительстве из кирпича. Кроме того, вместо стандартного раствора используется клеевой. При этом расход клея составляет примерно 14 кг на 1 м² поверхности, тогда как расход традиционного раствора, применяемого для укладки менее качественных блоков или кирпича, достигает 140 кг на 1 м².

Все это уменьшает общую стоимость возводимого здания на 30-40% по сравнению со стоимостью строительства такого же дома с использованием кирпичной кладки.

Материал легко пилится, режется и сверлится. Простота обработки позволяет изготавливать конструкции различной конфигурации, в том числе и арочные, обрабатывать поверхность, прорезать каналы и отверстия под электропроводку, розетки, трубопроводы. Точные размеры и ровная поверхность блоков дает значительную экономию отделочных материалов.

Кроме того, по данным Федерального союза производителей силикатного кирпича (Германия), энергоемкость производства самих блоков из автоклавного газобетона (с учетом производства вяжущих и заполнителей) по сравнению с производством керамзитобетона меньше примерно в 2 раза, а по сравнению с производством керамических камней и глиняного кирпича – в 1,8-2,7 раза. Сравнительная характеристика наиболее популярных на сегодняшний день газосиликатных блоков и других востребованных строительных материалов представлена в таблице 2.

Таблица 2: Сравнительная характеристика газосиликатных стеновых блоков и других строительных материалов

Характеристика	Силикатн. кирпич	Кирпич красный	Керамзитобетон	Пенобетон	Газосиликат	Дерево
Плотность, кг/м ³	1900	1400-1700	1000-1200	800	500	500
Теплопроводность, Вт/м°К	0,8-1,2	0,45-0,7	0,3-0,4	0,25	0,11	0,14
Морозостойкость, цикл	F-35	F-32 F-25	F-15 F-35	F-50	F-25	-
Расход раствора, м3	0,24	0,24	0,11-0,18	0,11-0,15	0,11	-
Толщина стены при одинаковой теплопроводности, м	1	1	0,6	0,4	0,3	0,3
Трудозатраты, необходимые для укладки 1м ² стены, час	2	2	0,2-0,9	0,15	0,15	0,5
Коэффициент экологичности (дерево – 1)	10	10	4	4	2	1

Источник: "Инфомайн" на основе обзора специальной литературы

1. Технология производства изделий из ячеистого бетона и потенциальные поставщики технологического оборудования

1.1. Технология производства изделий из ячеистого бетона

Газосиликат и **газобетон** получают путем добавления в строительную смесь газообразователя. Процесс производства напоминает выпекание хлеба: в смесителе замешивается вода, цемент, молотый кварцевый песок, тщательно размельченная негашеная известь, иногда гипс. Газообразование начинается в результате процесса гашения извести. С целью дальнейшего образования в смеси газа добавляется установленное количество алюминиевой пудры, которая реагирует с водой с выделением водорода. Газ, который возникает вследствие так называемого процесса вспучивания, увеличивает в 5 раз объем сырой смеси в результате образования пористой структуры.

Полученному материалу дают возможность затвердеть, разрезают и помещают в автоклавную установку, чтобы он затвердел окончательно. Данный процесс осуществляется в насыщенной паром среде при наличии давления в автоклаве 12 кг/см^2 и температуре порядка $180\text{-}190^\circ\text{C}$. При этом в автоклаве происходит образование нового минерала, по своим свойствам и характеристикам аналогичного с природным гидросиликатом кальция – *тоберморитом*, минералом вулканического происхождения.

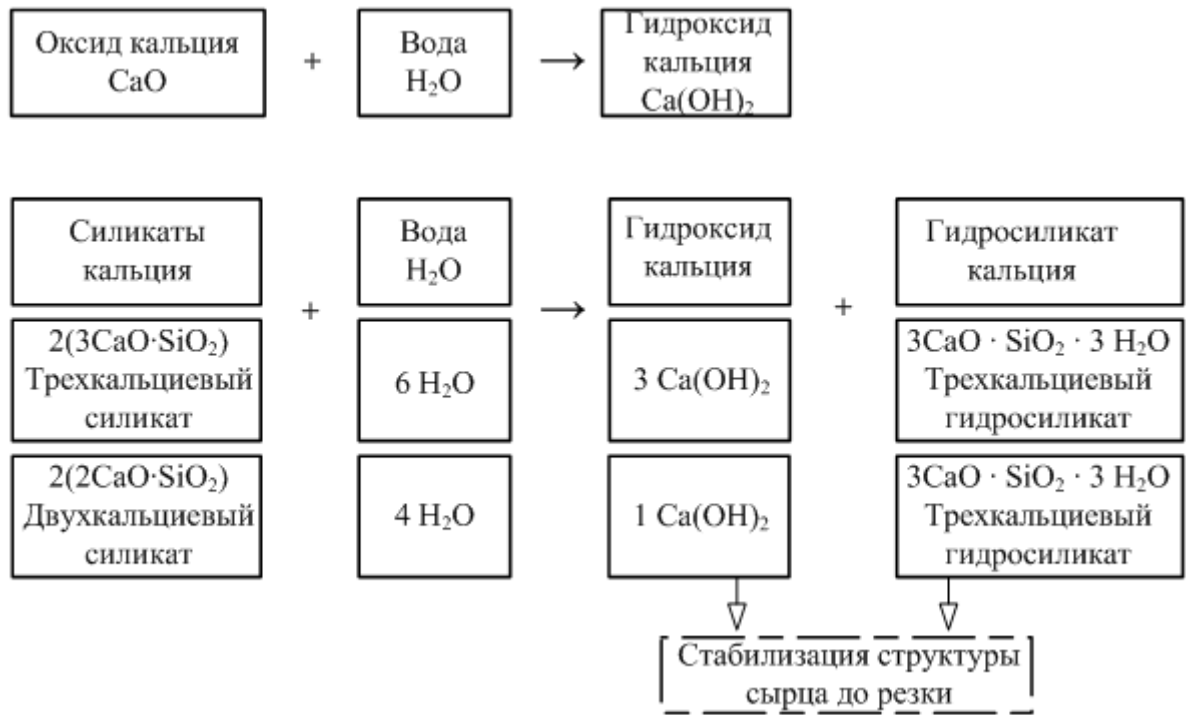
Микроструктуру газосиликата и газобетона определяют закрытые поры, разделенные межпоровыми перегородками. Качество межпоровых перегородок влияет на прочность материала, а количество пор, их форма и размер – на плотность, и как следствие, – на теплопроводность изделий.

Химические процессы, происходящие на разных стадиях производства, можно представить в следующем виде:

1. Выделение водорода на стадии образования пористой структуры в сырце:



2. Образование гидроксидов и гидросиликатов на стадии набора сырцом пластической (транспортной) прочности:



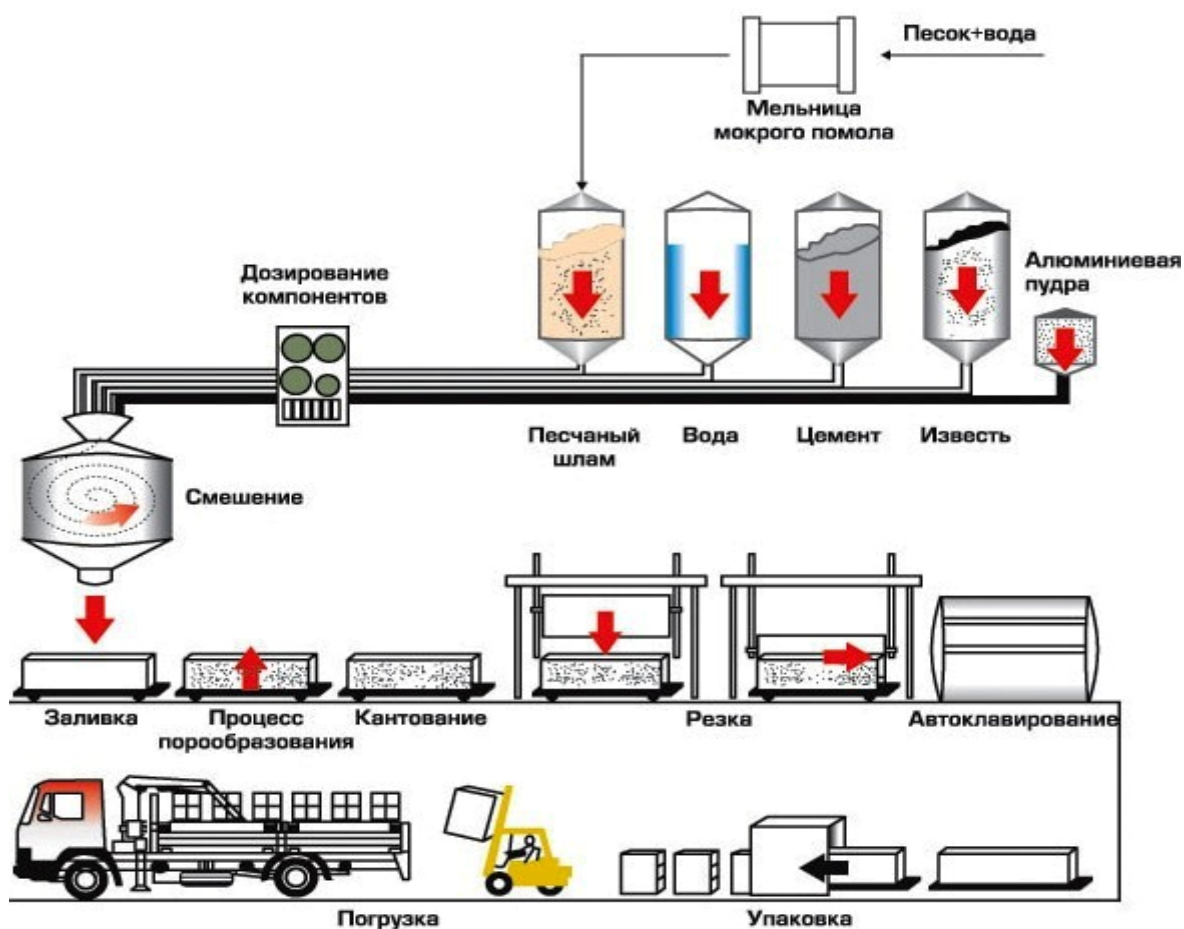
3. Образование новых минералов (тоберморита) на стадии автоклавной обработки:



Автоклавирование является обязательным этапом производства газосиликата, в то время как газобетон по способу твердения может быть неавтоклавным (такой способ производства значительно ухудшает потребительские свойства материала). При этом по своим эксплуатационным характеристикам газосиликат очень близок к автоклавному газобетону.

Технологическая схема производства блоков из автоклавного газобетона представлена на рисунке 2.

Рисунок 2: Технологическая схема производства блоков из автоклавного ячеистого бетона



Источник: "Инфолайн" на основе обзора специальной литературы, данных предприятий

Сырьевые материалы поступают на завод различными видами транспорта. Хранение вяжущих материалов предусматривается в специальных силосах, песок – на складе, алюминиевая пудра – в специальных емкостях.

Высококачественный цемент и негашёная известь поступают в специализированные ёмкости для накопления. Молотый кварцевый песок используется в виде песчаного шлама. Для приготовления шлама в мельницу мокрого помола дозируется песок и вода.

Песчаный шлам пневмоустановкой подается в шламбассейны, где производится его гомогенизация за счет механического перемешивания.

Приготовление ячеисто-бетонной смеси производится в смесеприготовительном отделении завода. Перемешивание ведется в специальных газобетоносмесителях, обеспечивающих высокую однородность смеси. В процессе приготовления ячеисто-бетонной смеси вяжущее, кремнеземистый компонент, алюминиевая суспензия и вода дозируются по массе в соответствии с установленной рецептурой. Затем смесь отправляется в формовочно-резательное отделение, состоящее из поста формирования ячеисто-бетонных массивов, участков предварительной выдержки ячеисто-