

## **АННОТАЦИЯ**

**диссертации на соискание степени доктора философии PhD по специальности 6D073000 – Производство строительных материалов, изделий и конструкций Моминовой Сауле Махмудовны  
«Разработка технологии производства газосиликатных бетонов на основе фосфорных шлаков и полиминеральных песков в сочетании с природным волластонитом»**

**Актуальность работы.** Первый Президент – Елбасы Республики Казахстан Н.А.Назарбаев в своем Послании народу Казахстана неоднократно отмечал, что жилищное строительство следует рассматривать как своеобразный «локомотив» экономического развития страны. Масштабное строительство нового жилья создаст и обеспечит условия для ускоренного развития промышленности строительных материалов, которая будет востребована при возведении новых и реконструкции существующих объектов строительства. Главным направлением градостроительной политики стало энергосбережение с одновременным повышением качества и долговечности выпускаемой продукции. На сегодняшний день данная политика в области дает свои результаты.

В Республике Казахстан вопросы энергосбережения и повышения энергоэффективности подкреплены законодательно. Кроме того, реализуется проект Правительства Республики Казахстан в рамках Государственной программы жилищно-коммунального развития «Нұрлы жер» на 2020 - 2025 годы. Строительство современных производств строительной промышленности с применением природных сырьевых материалов, а также некондиционных местных сырьевых материалов и побочных продуктов различных производств по разработкам новых технологий является актуальным, экономически и экологически выгодным направлением по развитию промышленности строительных материалов и реализации принятых законов и проектов.

Одной из важнейших задач современного жилищного строительства является сокращение энергозатрат на производство строительных материалов с одновременным повышением качества выпускаемой продукции.

Опыт использования в строительстве зданий изделий и конструкций из ячеистого бетона, свидетельствует об их высокой экономической эффективности. Только из одного метра кубического минерального сырья, за счет вовлечения воздуха, можно получить три-четыре метра кубического стенового материала в виде газоблоков. Легкий и теплый строительный материал – каким является ячеистый бетон может и должен помочь в успешной реализации жилищной проблемы страны. Развитие производства ячеистого бетона в Казахстане также оправдано наличием, практически в каждой области сырья для его производства и необходимостью утилизации огромных залежей промышленных отходов и некондиционного сырья.

В мировой строительной индустрии также наметился резкий рост производства изделий и конструкций из ячеистого бетона (газосиликатного

бетона и пенобетона), в основном автоклавного твердения.

Малозатратным и энергосберегающим производством в мировой строительной практике являются заводы по выпуску изделий и конструкций из ячеистого бетона. Поиск производства высокоэффективных материалов, к которым относятся автоклавные газосиликатные бетоны связано, с повышенными нормами к теплоспротивлению стеновых и ограждающих изделий и конструкций, возросших более чем в три раза. Несмотря на то, что неавтоклавные газобетоны обладают рядом преимуществ, перед автоклавными: отпадает надобность в автоклавах и котельнях. Однако автоклавный синтез позволяет производить бесцементные газосиликатные бетоны высокого качества, с использованием промышленных отходов и некондиционного сырья, в обычных условиях твердения (пропаривание, естественное твердение) остающихся инертными и тем самым позволяет снизить остроту проблемы современного строительства, связанного с дефицитностью и дороговизной цемента.

Ограждающие изделия из газосиликатных бетонов, в сравнении с изделиями из керамзитобетона и кирпича, более экономичны. Вследствие меньшей плотности и энергоемкости при производстве и эксплуатации, общей капиталоемкости и трудоемкости.

Проблема осуществления строительства современных сооружений и зданий предъявляет растущие требования к существующим ранее строительным материалам. В настоящее время изменены требования к теплозащите зданий и сооружений, соответственно, резко возросла потребность в качественных, дешевых теплоизоляционных материалах и изделиях. Отмечено, что широкая номенклатура, созданная учеными и специалистами, эффективных материалов и выявленных технологических приемов, позволила в последние годы с использованием опытных, опытно-промышленных установок и стендов, а также в условиях промышленного производства отработать принципиально новые эффективные технологические схемы получения новых видов бетонов с широким диапазоном эксплуатационных характеристик за счет варьирования в широких пределах вида сырьевых материалов (вяжущих и заполнителей), разновидностей, оптимизации состава многокомпонентного бетона и целенаправленного управления технологией. Применение и совершенствование нового поколения бетонов, использование промышленных отходов, в которые уже заложены затраты труда, топлива, энергии, применение некондиционного сырья – во многих случаях эффективный путь, обеспечивающий получение более дешевых материалов с заданными свойствами. Газосиликатный бетон, применяемый для изготовления ограждающих конструкций, стеновых материалов, благодаря своей пористой структуре и, как следствие, меньшей теплопроводности, более всего востребован на современных стройплощадках.

Перспективным для производства газосиликатных бетонов является полиминеральный песок, так как залежи барханных песков неограничены, использование их в производстве стеновых изделий, является актуальной

задачей и имеет большое практическое значение. А использование вторичного сырья для производства газосиликатных бетонов связано с использованием всех технических возможностей переработки отходов фосфорной промышленности, изучением его химического, минералогического и гранулометрического составов.

В результате замены традиционного сырья производственными отходами сокращаются капитальные и текущие затраты, экономятся трудовые ресурсы, топливо и электроэнергия. Вовлечение отходов в производство, их утилизация способствует сокращению огромных площадей, занятых под хранилища, отвалы, улучшает состояние биосферы.

Поэтому задачей строительной индустрии Казахстана в условиях рыночной экономики является получение изделий и конструкций из газосиликатного бетона на основе некондиционных местных сырьевых материалов и побочных продуктов химических производств в сочетании с природным волластонитом, что позволит снизить массу здания и повысить технические свойства изделий и конструкций.

В связи с этим, ставится глобальная проблема по расширению сырьевой базы строительных материалов, за счет использования побочных продуктов промышленных производств, местного природного волластонитового сырья и некондиционных местных сырьевых материалов в промышленности строительных материалов. Совершенствование технологии строительных материалов на их основе будут осуществляться непрерывно, и идти по линии повышения качества, снижения ресурсоемкости, трудоемкости и энергоемкости. Одной из главных проблем развития современной промышленности является использование побочных продуктов различных производств, что стимулирует экономическую рентабельность выпуска одной продукции.

Известно, что автоклавные газосиликатные бетоны, как и обычные ячеистые бетоны, плохо работают на растяжение при изгибе, характеризуются образованием усадочных трещин при твердении. Повысить прочностные характеристики, а также другие свойства газосиликатных бетонов можно за счет введения оптимального количества активных минеральных составов, армирующего волокна и его равномерного распределения в смеси.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что дисперсное армирование газосиликатных бетонов различными волокнами является наиболее перспективным, и все более широко применяется во многих областях строительства. Преимущество дисперсного армирования заключается в том, что волокна природного волластонита имеют повышенную прочность, так как обладают более высокой степенью дисперсности в армируемом камне.

Таким образом, для расширения номенклатуры эффективных материалов, разработка технологии автоклавного газосиликатного бетона с применением в качестве дисперсного армирующего микроволокна природного волластонита является одной из важнейших научных и практических задач.

Предлагаемая диссертационная работа посвящена разработке ресурсосберегающей технологии получения автоклавного газосиликатного

бетона на основе побочных продуктов химических производств и некондиционных местных сырьевых материалов в сочетании с дисперсными армирующими микроволокнами природного волластонита, что позволит решить вопросы ресурсосбережения и охраны окружающей среды в промышленных зонах, и приведет к улучшению физико-механических и эксплуатационных характеристик автоклавного газосиликатобетона, и определяет актуальность выбранной темы.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с Законом «Об энергосбережении и повышении эффективности» от 13 января 2012 года №541-IV, Государственной программой жилищно-коммунального развития «Нұрлы Жер» на 2020-2025 годы.

**Целью диссертационной работы** является совершенствование технологии производства автоклавного газосиликатного бетона и улучшение его свойств, применяя электротермофосфорный шлак, полиминеральный барханный песок в сочетании с дисперсно-армирующим микроволокном природного волластонита.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие **задачи исследований:**

– теоретически обосновать и экспериментально определить возможность получения качественных газосиликатных бетонов, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 31360-2007;

– установить закономерности влияния тонкомолотого волластонита на реологические свойства газосиликатобетонной смеси, прочность и физико-механические свойства;

– определить оптимальный состав газосиликатного бетона на электротермофосфорном шлаке и полиминеральном барханном песке в сочетании с дисперсно-армирующим микроволокном природного волластонита;

– расширить сырьевую базу производства газосиликатных бетонов с использованием местных природных ресурсов, утилизацией отходов промышленности и некондиционного сырья, решением экологических проблем;

– разработать технологические параметры производства газосиликатных бетонов плотностью 600-700 кг/м<sup>3</sup> по современной технологии с использованием отходов фосфорной промышленности и барханного песка совместно с тонкомолотым природным волластонитом;

– выпустить опытно-промышленную партию газосиликатных бетонов для проверки полученных данных.

**Объект и предмет исследования:**

Объектом исследования являлись газосиликатные бетоны на основе электротермофосфорных шлаков и полиминеральных барханных песков в сочетании с природным волластонитом.

**Методы достижения поставленных задач:** литературный обзор отечественных и зарубежных источников, включающий изучение патентов на изобретения и полезные модели, авторских свидетельств, мирового опыта

направленного на исследования применения отходов промышленных производств и некондиционного сырья в производстве строительных материалов; проведение стандартных методов испытания автоклавного газосиликатного бетона, проведение методов дифференциально-термического анализа (ДТА) и методов рентгенофазовых исследований (РФА), электронно-микроскопических исследований, проведение испытаний в аккредитованных лабораториях, проведение радиологических, опытно-промышленных испытаний автоклавного газосиликатобетона.

#### **Основные научные положения, выносимые на защиту:**

- оптимальные составы газосиликатного бетона;
- график режима оптимальной кинетики нарастания пластической прочности газосиликатной смеси на основе электротермофосфорного шлака и барханных песков с тонкомолотым природным волластонитом;
- установленные оптимальные технологические параметры автоклавной обработки производства газосиликатного бетона;
- результаты физико-механических свойств газосиликатного бетона;
- результаты технико-экономической эффективности производства и применения в строительстве автоклавного газосиликатного бетона.

#### **Научная новизна работы:**

- теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность получения конструкционно-теплоизоляционного автоклавного газосиликатного бетона плотностью 600-700 кг/м<sup>3</sup>;
- установлено, что добавка тонкомолотого волластонита позволяет значительно улучшить реологические свойства газосиликатобетонной смеси и повышает физико-механические свойства газосиликатного бетона;
- разработаны оптимальные составы и технологические параметры производства газосиликатного бетона;
- установлено, что волластонит устойчив в щелочной среде, и в повышенных температурах насыщенного пара при автоклавной обработке не теряет своих армирующих свойств, существенно повышая прочность на растяжение при изгибе газосиликатных бетонов;
- установлено, что высокие физико-технические свойства автоклавного газосиликатного бетона обусловлены образованием преимущественно устойчивых низкоосновных гидросиликатов кальция.

#### **Практическая значимость диссертации**

Разработанная технология автоклавного газосиликатного бетона с применением в качестве вяжущего вещества электротермофосфорного шлака решает важные задачи народно-хозяйственного значения, в частности, улучшает экологическую обстановку в регионе за счет утилизации наиболее многотоннажных отходов, снижает затраты на содержание отвалов в должном санитарном состоянии, а также уменьшает себестоимость ячеистого газосиликатного бетона. Применение барханного песка в качестве кремнеземистого компонента снижает затраты электроэнергии на помол и расширяет сырьевую базу стройиндустрии.

**Опыт внедрения результатов работы в производство.** Произведен выпуск опытно-промышленной партии изделий из газосиликатных бетонов на основе электротермофосфорных шлаков и полиминеральных барханских песков в сочетании с природным волластонитом.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждены** фундаментальными законами физики, химии высококонцентрированных суспензий, имеющих свойства упруговязких пластичных систем и капиллярно-пористых тел, выполненных с помощью современных лабораторных приборов и промышленных установок. Автоклавную обработку проводили на новейшем лабораторном автоклаве с программным обеспечением режима автоклавной обработки. И максимальными параметрами запаривания изделий при давлении 1,2 МПа и температурой 191<sup>0</sup>С.

**Апробация работы.** Результаты исследований внедрены в учебный процесс, а именно: в лекционные занятия по дисциплинам «Технология бетона», «Проектирование предприятий бетонных и керамических строительных материалов, изделий и конструкций», «Автоклавные материалы» и «Основы технологии стеновых и отделочных материалов», в курсовые работы по дисциплинам «Технология бетона», «Проектирование предприятий бетонных и керамических строительных материалов, изделий и конструкций», «Автоклавные материалы» и «Основы технологии стеновых и отделочных материалов», в выполнение дипломных работ по дисциплинам «Технология бетона», «Проектирование предприятий бетонных и керамических строительных материалов, изделий и конструкций», «Автоклавные материалы» и «Основы технологии стеновых и отделочных материалов», в разделе «Подбор состава ячеистого бетона». На основании результатов исследования получено решение о выдаче 1 патента на полезную модель. Результаты работы опубликованы в научно-технических журналах и на международных научно-технических конференциях. Основные научные и технологические результаты доложены и получили положительную оценку:

- на международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 15: Третья модернизация Казахстана – Новые концепции и современные решения», посвященной 120-летию Мухтара Омархановича Ауэзова (г. Шымкент 2017, ЮКГУ);

- на 15 международной научно-практической конференции «Veda a Technologie: Krok Do Vuoucnosti – 2019» (Прага, 2019);

- на международной научно-практической конференции «Найновите постижения на европейската наука – 2019» (София, 2019);

- в научном журнале «Казахский головной архитектурно-строительной академии» (г. Алматы 2019);

- в научном журнале Вестник КазНИТУ (г. Алматы, 2019);

- в журнале «Промышленной транспорт Казахстана» (г. Алматы, 2019)

- в журнале «Journal of Advanced Concrete Technology (Japan)», ISSN: 1346-8014 из перечня изданий, входящих в базы Web of Science Core Collection и Scopus.

**Публикации результатов исследования.** Результаты диссертационной работы отражены в 9 публикациях, в том числе в одной статье в журнале из перечня изданий, входящих в базы Web of Science Core Collection и Scopus, в двух статьях международной научно-практической конференции, в двух статьях в журналах дальнего зарубежья, в одной статье в научном журнале «Вестник КазННТУ», в двух статьях в научном журнале Вестник КазГАСА, в одной статье в журнале «Промышленность Казахстана», рекомендованном ККСОН МОН РК для опубликования результатов диссертаций, получено решение о выдаче 1 патента на полезную модель.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов и приложений, содержит 136 страниц машинописного текста, 36 рисунков, 31 таблиц, список использованных источников из 163 наименований.