*На правах рукописи*

САНДАН АЙЛАНА СЕРГЕЕВНА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЭТАПНОГО ВНЕСЕНИЯ ТЕПЛА В КЕРАМЗИТОПЕНОБЕТОННУЮ СМЕСЬ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

(на примере Республики Тыва)

Специальность 05.23.08 – Технология и организация строительства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Санкт-Петербург

2009

Диссертация выполнена на кафедре организации строительства государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

|  |  |
| --- | --- |
| Научный руководитель: | доктор технических наук, профессор  Колчеданцев Леонид Михайлович |
| Официальные оппоненты: | доктор технических наук, профессор  Юдина Антонина Федоровна;  кандидат технических наук, старший научный сотрудник  Панарин Сергей Николаевич |
| Ведущая организация: | Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС) |

Защита диссертации состоится 17 ноября 2009г. в 14.00 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций совета Д 212.223.01 при ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д.4;

Тел./факс: (812) 316-58-72

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенных печатью) просим направлять по адресу: 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Автореферат разослан « » октября 2009 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Ю.Н. Казаков

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность работы**. Больше половины территории России относится к зонам с суровыми климатическими условиями. Например, в Тыве 6-7 месяцев в году работы по возведению монолитных конструкций практически приостанавливаются. Следует иметь в виду также, что сейсмичность в некоторых районах республики может достигать 9-10 баллов по шкале Рихтера.

В Республике Тыва около 70% наружных стен крупнопанельных домов выполняется из однослойных керамзитобетонных панелей, преобладающее распространение которых объясняется, наличием местного сырья, а так же наличием производственной базы для получения керамзитового гравия и относительно более низкими трудозатратами на их производство по сравнению с другими ограждающими конструкциями. Значительно возросла доля индивидуального малоэтажного строительства с использованием мелкоштучных пеноблоков.

Поэтому возникает потребность в поиске новых технологий, которые позволили бы возводить монолитные здания круглогодично, применяя методы зимнего бетонирования.

В поисках более эффективных энергосберегающих технологий с позиции формирования более качественной структуры в период теплового воздействия был предложен способ поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь.

Предложенная технология заключается в предварительном внесении тепла путем использования нагретого керамзитового гравия, последующего предварительного разогрева керамзитобетонной смеси, введения в нее подогретой пены, в формовании монолитных конструкций, и их последующим выдерживанием по методу "термоса". Из этого следует, что предлагаемая технология поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь представляет собой новое сочетание известных технологических приемов, совокупность которых в наибольшей степени соответствует указанным выше местным условиям устройства ограждающих конструкций. Это обстоятельство потребовало проведения исследований, которые призваны подтвердить, что рассматриваемая технология обеспечивает энерго-ресурсосбережение и повышение качества наружного стенового ограждения зданий, что является **актуальной задачей.**

**Цель работы** заключается в обосновании технологических параметров и режимов поэтапного внесения тепла и поризации керамзитобетонной смеси, обеспечивающих возможность получения на строительной площадке ограждающих конструкций из керамзитопенобетона более высокого качества, при снижении энергозатрат и сокращении сроков строительства.

Для достижения указанной цели была принята следующая **рабочая гипотеза**. На строительной площадке в зоне действия монтажного крана устанавливается упрощенный мобильный бетоносмесительный узел (УМБСУ). Часть тепла путем нагрева керамзитового гравия вносится на заводе-поставщике или в УМБСУ (первый этап внесения тепла). Приготовленная керамзитобетонная смесь с оС, подвергается предварительному разогреву до 70 оС (второй этап внесения тепла). В разогретую бетонную смесь вводится пена, с оС (третий этап внесения тепла) готовая керамзитопенобетонная смесь подается в бункера, которые монтажным краном подаются в зону бетонирования.

В соответствии с рабочей гипотезой и для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи:**

– изучить опыт применения керамзитопенобетона для устройства ограждающих конструкций;

– исследовать технологические свойства керамзитопенобетонных смесей и, в частности, электропроводность;

– исследовать эксплуатационные свойства керамзитопенобетона;

– разработать инженерные основы реализации результатов исследований.

– исследовать технологические режимы и параметры поэтапного внесения тепла и термосного выдерживания керамзитопенобетона;

**Объект исследования** – технология устройства монолитных ограждающих конструкций из керамзитопенобетона.

**Предмет исследования** – режим обработки керамзитопенобетонных смесей различного состава перед укладкой в дело и свойства керамзитопенобетона.

**Методика исследований включает:**

– теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию технологических режимов и их параметров при устройстве ограждающих конструкций;

– статистическую обработку полученных результатов исследований и установление сходимости теоретических и экспериментальных данных на основе которых доказана возможность улучшения конструктивно-теплоизоляционных свойств керамзитобетона путем поризации растворной части с пенообразователем ПО-2000 при поэтапном внесении тепла в керамзитопенобетонный смесь;

– разработку рекомендации для обеспечения стабильного функционирования систем подачи и дозирования материалов и технологии приготовления поризованной керамзитобетонной смеси в построечных условиях и ее укладки в дело.

**Научная новизна** состоит в обосновании технологических режимов поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь, обеспечивающих возможность получения поризации керамзитобетона в условиях строительной площадки и последующего его выдерживания методом термоса:

* в выявлении факторов влияющих на процесс разогрева, поризации и последующего выдерживания уложенной в дело смеси;
* в установлении зависимости и обосновании технологических параметров режимов, в суровых климатических условиях (на примере Тывы), обеспечивающих улучшенные эксплуатационные свойства монолитного керамзитопенобетона.

**На защиту выносятся:**

– новая технология поэтапного внесения тепла, раздельного приготовления, разогрева и укладки в дело бетонных смесей;

– результаты исследований по влиянию технологических факторов на свойства керамзитопенобетонных смесей;

– результаты исследований расчетного удельного сопротивления в зависимости от величины начального удельного сопротивления и температуры разогрева керамзитопенобетонных смесей;

– технологический регламент поэтапного внесения тепла монолитных ограждающих конструкций.

**Практическое значение и реализация работы состоит в следующем:**

* разработана новая технология, позволяющая применять разогретые смеси при бетонировании монолитных конструкций без существенного увеличения электрической мощности на строительной площадке;
* разработан технологический регламент бетонирования монолитных конструкций с предварительным электроразогревом керамзитобетонной смеси с последующей поризацией растворной части;
* определена технико-экономическая эффективность применения разработанной технологии в условиях Тывы.
* применение новой технологии позволяет: в два раза сократить сроки набора распалубочной прочности бетона; улучшить физико-механические свойства; в 1,5-2 раза сократить расход электроэнергии с помощью остывающего тепла керамзита; повысить надежность и технологичность процесса бетонирования ограждающих монолитных конструкций;

**Достоверность результатов работы** обеспечена необходимым объемом экспериментальных исследований, выполненных современными методами на проверенном оборудовании;

Для обработки данных и оформления материала применялись современные программы EXEL, MATCAD, AutoCad 2007.

Апробация работы и публикации. Основные результаты исследований доложены на 56,57,59, 60-ой научно-технических конференциях молодых ученных, аспирантов и докторантов (СПбГАСУ, 2003-2006г.); на 61 и 62-й научных конференциях профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета (СПбГАСУ 2003-2005г.); научно-методической конференции «Проблемы строительства, реконструкции и капитального ремонта зданий и сооружений на железнодорожном транспорте»(СПбГУПС, 2003г.); постоянно действующим межвузовском научно-практическом семинаре «Современные направления технологии строительного производства» (ВИТУ, 2004г.), Межвузовский тематический сборник трудов (СПбГАСУ, 2005г.). Научно-практический журнал о бетонных технологиях и строительстве «Популярное бетоноведение» (СПб, 2009г.).

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 9 работах автора, в т.ч. в журнале «Промышленное и гражданское строительство», включенном в перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий ВАК.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы, включающего 127 наименований, 2 приложений, 18 таблиц, 23 рисунка. Общий объем диссертации составляет 140 стр.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** дана краткая характеристика работы: обоснованы актуальность, объект и предмет исследования, сформулированы цель, рабочая гипотеза, задачи, научная новизна и практическая значимость работы, описаны применяемые методы исследования.

**В первой главе** (*Анализ существующих технологии устройства ограждающих конструкций из керамзитобетона и поризованного бетона)* дан краткий обзор развития поризованных легких бетонов, проанализированы существующие методы зимнего бетонирования. Впервые идея о возможности введения пористого заполнителя в ячеистую смесь была высказана в 1931г. проф. А.А. Брюшковым и в 1933г. проф. В.Г. Скрамтаевым. Первые экспериментальные данные по изготовлению поризованных легких бетонов были опубликованы в 1939г. проф. Н.А. Поповым. В этой работе было показано, что на цементах сравнительно низких марок (200 – 300) с применением крупных заполнителей (пемзы, котельного шлака и кирпичного щебня) можно получить безавтоклавный легкий бетон плотностью в сухом состоянии 700 – I000 кг/м3 и с прочностью при сжатии до З МПа. В последующие годы в своих работах проф. Н. А. Попов неоднократно рекомендовал для получения легкого бетона наименьшей плотности повышать в нем содержание крупного пористого заполнителя и поризовать растворную часть.

Одной из работ в этом направлении было предложение кафедры «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» Самарской государственной архитектурно-строительной академии по получению принципиально нового материала – беспесчаного керамзитопенобетона с цементным камнем, поризованным технической синтетической пеной.

Изменения, которые претерпевают структура и свойства легкого бетона с поризованной растворной частью на пористых заполнителях довольно подробно освещены в работах И.Н. Ахвердова, А.И. Ваганова, В.Г. Довжика, А.И. Иванова, С.М. Ицковича, Д.П. Кисилева, Ю.Е. Корниловича, А.И. Кудрявцева, Г.И. Курасовой, Ю.Д. Нациевского, М.А. Попова, М.3. Симонова, Б.С. Комиссаренко, А.Г. Чикноворьян и других ученых.

Следует отметить, что большинство исследований и разработок указанных авторов ориентированы на заводское производство легкобетонных изделий. Большинство работ безавтоклавному пенобетону предполагают его получение в заводских или построечных условиях в теплое время года.

Дан краткий анализ существующих методов ускорения твердения бетона и зимнего бетонирования при устройстве ограждающих конструкций. Один из первых методов – метод термоса - предложен И.А. Киреенко в 1910 году. Эффективность метода подтверждена в 1936 году С.А. Мироновым. В 1943 году С.Д. Левиным и Б.Г. Скрамтаевым предложен кратковременный начальный электропрогрев бетона в конструкции с последующим термосным выдерживанием. Первый опыт предварительного подогрева бетонной смеси с последующей выдержкой в теплоизоляционном слое описан в трудах С.А. Миронова в 1956 году.

Одним из способов снижения энергозатрат при тепловой обработке и повышения показателей назначения бетона является использование предварительно разогретых бетонных смесей, применение которых сокращает длительность тепловой обработки и дает возможность в некоторых случаях полностью исключить последующую тепловую обработку.

Суть этого метода заключается в том, что тепло в бетонную смесь вносится до ее укладки и уплотнения. Применительно к тяжелому бетону предварительный электроразогрев бетонной смеси изучен достаточно хорошо. Известны исследования и разработки по предварительному электроразогреву керамзитобетонных смесей. Имеются отдельные работы по предварительному электроразогреву и пенобетонных смесей. Работ по предварительному электроразогреву керамзитопенобетонных смесей автором не обнаружено.

С 1979 года начался переход от порционного электроразогрева к непрерывному, что позволило снизить расход электроэнергии и повысить технологическую живучесть разогретой смеси. Основы современных технологий, базирующихся на непрерывном электроразогреве смеси, сформированы трудами А.С. Арбеньевым, B.C. Баталова, В.Я. Гендина, А.И. Гныри, С.Г. Головнева, В.И. Зубкова, Л.М. Колчеданцева, П.Г. Комохова, Б.М. Красновского, Б.А. Крылова, А.В. Лагойды, А.И. Ли, B.C. Лукьянова, В.П. Лысова, ГТ. Месинева, О.П. Мчедлова-Петросяна, В.Г. Петрова-Денисова, В.И. Соломатова, А.В. Ушерова-Маршака и др.

В 60-х годах проф. Штолем Т.М. и к.т.н. Кикавой О.И. была разработана принципиально новая ресурсосберегающая технология производства керамзитобетонных изделий, заключающаяся в использовании тепла керамзита, взятого с заводов по его производству для ускорения твердения керамзитобетонов. Исследования показали, что при использовании в качестве крупного заполнителя горячего керамзита, возможно получение керамзитобетонов, имеющих более высокие прочностные показатели, чем у бетонов, нормальных условий твердения (на 20-30%), кроме того, значительно сокращаются сроки набора прочности бетоном (в суточном возрасте образцы бетонов, приготовленных на горячем керамзите, имели до 75% R28). Были проведены исследования кинетики изменения температуры на поверхности и внутри зёрен горячего керамзита, реологии бетонных смесей, прочностных свойств полученных бетонов, в зависимости от температуры керамзита.

Учитывая изложенное, автором данной работы было решено при приготовлении смеси использовать подогретый керамзитовый гравий, предварительный электроразогрев смеси, затем разогретую смесь перемешивать с пеной, приготовленной на горячей воде.

В соответствии с этой рабочей гипотезой были сформулированы задачи диссертационной работы и структурно-логическая схема ее выполнения (рис.1).



**Вторая глава.** (*Исследование свойств керамзитопенобетонных смесей, приготовленных с поэтапным внесением тепла*). Принимая во внимания, что одним из основных факторов, влияющих на процесс превращения электрической энергии в тепловую, является удельное электрическое сопротивление разогреваемой смеси, были проведены исследования по влиянию степени поризации растворной составляющей на удельное электрическое сопротивление керамзитопенобетонной смеси (рис.2.). Установлено, что с увеличением количества вовлеченного в раствор воздуха удельное электрическое сопротивление увеличивается, что снижает эффективность превращении электрической энергии в тепловую. Превращение электрической энергии в тепловую происходит в растворной части керамзитобетонной смеси, так как зерна практически не проводят электрический ток.



Важнейшим технологическим эффектом, достигаемым при предварительном электропрогреве бетонной смеси, является интенсификация процессов гидратации цемента, приводящая к ускоренному набору прочности бетона в раннем возрасте (рис.3.). При этом существенную роль играет то обстоятельство, что количество тепла, обусловленное превращением электрической энергии в тепловую, существенно дополняется теплом экзотермии цемента. По данным А.В. Ушерова-Маршака, тепло экзотермии цемента может составлять от 40 до 70 % от количества тепла, необходимого для получения проектной прочности бетона. В случае предварительного разогрева бетонной смеси максимум интенсивности тепловыделений цемента достигает через 1,5-2 ч после разогрева смеси.

Применительно к суровым климатическим условиям температура керамзитопенобетонной смеси к началу выдерживания бетона методом термоса должно быть оС.

Исследованиями А.А. Малодушева и автором экспериментально доказано, что при перепаде температур между пеной и смесью свыше 50-55 оС происходит разрушение структуры поризованной растворной части смеси.

Сохранение структуры растворной матрицы при ее поризации возможно за счет снижения перепада температур между перемешиваемыми материалами. Автором экспериментально доказано, что приготовление пены на горячей воде с температурой 30-35оС и ее последующее смешивание с керамзитобетонной смесью, с разогретой до температуры 70-75оС, не вызывает разрушения структуры керамзитопенобетонной смеси.

Стойкость керамзитопенобетонной смеси характеризуется двумя параметрами:

* осадкой смеси;
* скоростью схватывания смеси;

В таблице 1 представлены исходные данные и основные технические свойства керамзитопенобетона. Результаты эксперимента свидетельствует, что при поризации растворной составляющей керамзитобетона с пенообразователем ПО-2000, средняя плотность образцов снижается на 8-14 %. При этом сохраняется прочность и снижается коэффициент теплопроводности.



Влияние температуры электроразогрева на формирование структуры керамзитопенобетона оценивалось: деформационными изменениями керамзитопенобетонной смеси; макропористостью (линейным методом); водопоглащением образцов и их прочностью на осевое сжатие.

Исследование влияния предварительного электроразогрева на стойкость керамзитопенобетонной смеси осуществлялось путем определения пластической прочности уложенной обработанной смеси и величиной осадки смеси при различной высоте столба заливки.

**Третья глава** *(Исследование свойств поризованного керамзитобетона с поэтапным внесением тепла)* посвящена экспериментальному исследованию влияния поэтапного внесения тепла предварительно разогретой керамзитопенобетонной смеси на качество бетона (прочность, морозостойкость, водопоглощение).

Приготовление пены на горячей воде осуществляется при уменьшении перепада температур между пеной и смесью с целью сохранения структуры растворной матрицы. Это тепло составляет только 3-4% от общего количества тепла, вводимого в смесь. Основное тепло в керамзитопенобетонную смесь вносится за счет нагрева керамзитового гравия и предварительного разогрева керамзитобетонной смеси. Поэтому в качестве варьируемых факторов были приняты температура разогрева смеси () и температура керамзитового гравия (). Температура разогрева керамзитопенобетонной смеси на выходе из смесителя варьировалось в пределах 30-70оС, а температура гравия варьировалось в пределах 10-40оС. В диссертации обоснованы уровни варьирования факторов проводимого эксперимента. На основании этого была составлена матрица планирования, в которой в качестве функции отклика представлены экспериментальные данные прочности бетона в 4, 8, 12 час.

В результате математической обработки результатов эксперимента были получены уравнения регрессии с кодированными переменными, которые затем были преобразованы в уравнения с натуральными переменными (формулы 1,2 и 3):

; (1)

; (2)

;; (3)

Уравнения 1,2 и 3 в диапазоне данных эксперимента математически описывают влияние, температуры разогрева () и температур керамзитового гравия () на прочность бетона в возрасте 4 и 12 час. В суточном возрасте наибольшее влияние на прирост прочности оказывает влияние температуры разогрева.

Преимущество поэтапного внесения тепла и предварительного электроразогрева в том, что уже через 1 час можно производить последующие операции, так как разогретый керамзит положительно влияет на керамзитопенобетонную смесь и не требует дополнительного разогрева. При этом почти в два раза сокращаются энергозатраты на тепловую обработку по сравнению с греющими проводами.

В каждой серии экспериментов изготавливались эталонные образцы, и образцы приготовленные по разным способам технологии разогрева керамзитопенобетонной смеси.



Разогретая керамзитопенобетонная смесь резко интенсифицирует набор пластической прочности, что дает возможность свести к минимуму величину, осадкой слоя смеси по сравнению осадкой смеси, приготавливаемой по традиционной технологии (рис.4). Преимущество предварительного электроразогрева в том, что уже через 1 час можно производить укладку последующих слоев. При этом почти в два раза сокращаются энергозатраты на тепловую обработку по сравнению с паропрогревом.

Открытая капиллярная пористость оценивается величиной объемного водопоглащения и параметрами поровой структуры (ГОСТ 12730.4-78).

Результаты представлены в табл. 2.

Известно, что долговечность конструкций, работающих в условиях попеременного замораживания и оттаивания, в значительной степени зависят от структуры бетона. Бетоны, содержащие определенное количество воздуха в небольших замкнутых порах диаметром 25-350 мкм, в 2-3 раза более морозостойкие по сравнению с обычными бетонами.



Из данных экспериментальных исследований образцов, наиболее высокие показатели были достигнуты в результате поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь (рис.5).

* **В четвертой главе** *(Инженерные основы реализации результатов исследований)* проведены обоснование рациональности схемы бетонирования монолитных конструкций с поэтапным внесением тепла и технико-экономический анализ ее эффективности путем сравнения с применением греющих проводов.

Для реализации предлагаемой схемы (рис.6.) поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь заключается в следующем. На стационарном заводе ЖБИ подогревается керамзитовый гравий до температуры 805оС (первый этап внесения тепла), который в утепленных бункерах доставляется на строительный объект, где в зоне действия грузоподъемного крана смонтирован упрощенный (без складов заполнителей) мобильный бетоносмесительный узел (УМБСУ). Все последующие операции по приготовлению и разогреву керамзитопенобетонной смеси осуществляются в УМБСУ в следующей последовательности.

В специальном смесителе – активаторе (смеситель №1) приготавливается цементный раствор (суспензия). В бетоносмесителе (№2) горячий керамзитовый гравий и цементный раствор перемешиваются. перемешиваются. Полученная керамзитобетонная смесь с температурой 405оС из смесителя №2 поступает в установку непрерывно-циклического действия для электроразогрева смеси, проходя через которую керамзитобетонная смесь доводится до температуры 705о С (второй этап внесения тепла).см. рис.7.



Параллельно с электроразогревом смеси в пеногенераторе приготавливается пена с температурой 305оС (третий этап внесении тепла).

Разогретая керамзитобетонная смесь с температурой 705оС и пена с температурой 305оС поступают в бетоносмеситель №3, перемешиваются, и получается керамзитопенобетонная смесь с температурой 705оС, которая выдается в утепленные буккеры, с помощью крана укладывается в опалубку и выдерживается методом термоса.

Предварительные расчеты показывают, что эту технологию, включая создание упрощенного мобильного бетоносмесительного узла, целесообразно использовать при годовом объеме работ не менее 20-25 тыс. м3 монолитного керамзитопенобетона.

Таким образом, новое сочетание известных технологических приемов дает новый технико-экономический эффект, который заключается в следующем:

* непосредственно на строительной площадке появляется возможность получать и сразу укладывать в дело керамзитопенобетонную смесь с температурой 70 оС;
* сводится к минимуму проблема осадки керамзитопенобетонной смеси при ее послойной укладе, т.к. повышенная температура в разы сокращает сроки схватывания цемента и способствует ускоренному нарастанию структурной прочности бетона;
* повышается качество керамзитопенобетона теплопроводности, прочности, морозостойкости по сравнению с существующей технологией выдерживания монолитного бетона.



Разработана технология и организация работ по бетонированию стен и зданий с применением поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь. Сравнение схем бетонирования по традиционной технологии (применение греющего провода и новой технологии) по разработанной технологии показало: срок возведения монолитных конструкций 20 смен (10 суток) по традиционной технологии и 11 смен (5 суток) по разработанной технологии.

Разработан технологический регламент на устройство монолитных стен с применением поэтапного внесения тепла в бетонную смесь.

Экономическая эффективность разработанной технологии подтверждается сравнением вариантов: ожидаемый эффект от сокращения прямых затрат при отказе от применения стальной греющей проволоки и применении новой технологии бетонирования монолитных конструкций в условиях Тывы составит 25,3 тыс.руб. в год.

**Общие выводы:**

1. Обзор литературы и обобщение производственного опыта позволили обосновать возможность и целесообразность более эффективного использования керамзита, являющего местным строительным материалом в Республике Тыва, путем:

* увеличения доли монолитного бетона вместо сборных наружных стеновых панелей, что в большей мере соответствует условиям сейсмичности отдельных районов Республики Тыва и улучшает качество наружных ограждений за счет отсутствия в них швов;
* поризации растворной матрицы, что позволяет улучшить технологические свойства керамзитопенобетонной смеси и повысить эксплуатационные свойства керамзитопенобетона по сравнению с керамзитобетоном;
  + поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь, заключающегося в предварительном нагреве керамзитового гравия, в предварительном электроразогреве керамзитобетонной смеси и ее поризации пеной, приготовленной на горячей воде, что позволяет повысить технологичность керамзитопенобетонных смесей, обеспечить ускоренный набор прочности керамзитопенобетона при его выдерживании методом термоса.

1. Исследование свойств керамзитопенобетонных смесей позволило установить следующее:

* целесообразнее разогревать керамзитобетонную смесь, до ее поризации;
* введение пены приготовленной на горячей воде, с температурой 30-35оС в разогретую до температуры 60-70оС керамзитобетонную смесь не вызывает нарушение поризованной структуры растворной части керамзитопенобетона;
* при укладке керамзитопенобетонной смеси с температурой 70оС ускоренное нарастание пластической прочности бетона позволяет осуществлять непрерывно бетонирование с укладкой смеси в последующий слой через 50-60 мин.

1. Экспериментально доказано, что технология поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь позволяет улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства керамзитопенобетона по сравнению с керамзитобетоном:

* примерно на 20% снизить плотность;
* повысить прочность бетона в суточном возрасте на 20 %.
* повысить морозостойкость в 2-2,5 раза.

1. Разработаны инженерные основы реализации технологии возведения монолитных ограждающих конструкций из керамзитопенобетона с поэтапным внесением тепла, которые оформлены в виде соответствующего технологического регламента.
2. Ожидаемый годовой экономический эффект составляет 25,4 млн. руб.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Данзы-Белек. А.С. // Проблемы строительства, реконструкции и капитального ремонта зданий и сооружений на железнодорожном транспорте / Науч.-метод. конф. – СПб: ПГУПС, 2003. –С.12-13
2. Данзы-Белек А.С. Об одном из направлений совершенствования технологии устройства стен из монолитного керамзитобетона// Докл. 56-я междунар. Науч.-технич.конф. молодых ученых, аспирантов, докторантов и студентов. –СПб: СПбГАСУ, 2004. –Ч.I – С.123-125.
3. Данзы-Белек А.С. Температурный фактор в технологии керамзитопенобетона // Докл. 57-я междунар. Науч.-технич.конф. молодых ученых, аспирантов, докторантов и студентов. –СПб: СПбГАСУ, 2004. –Ч.III – С.13-15.
4. Данзы-Белек А.С. Влияние технологических факторов на свойства керамзитопенобетона / А.С. Данзы-Белек // Докл. 62-й науч. конф. Профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов ун-та. –СПб: СПбГАСУ, 2005. –Ч.II – С.82-84.
5. Данзы-Белек А.С. Использование пористых бетонов для устройства ограждающих конструкций / А.С. Данзы-Белек // Современные направления технологии строительного производства. Вып.7 / постоянно действ. межвуз. науч.-практ. семинар: статьи и тез. Докл. –СПб: ВИТУ, 2004-С.51-52
6. Данзы-Белек А.С. Температурный фактор в технологии керамзитопенобетона / А.С. Данзы-Белек // Технология и организация строительного производства. Межвузовский тематический сборник трудов. / СПб: СПбГАСУ, 2005. –С.99-102
7. Сандан А.С. Влияние способов и режимов обработки керамзитопенобетона на его свойства / А.С. Сандан // Промышленное и гражданское строительство. – М., 2007. - №3. –С.53-54. – (по списку ВАК)
8. Колчеданцев Л.М., Сандан А.С. Поэтапное внесение тепла в керамзитопенобетонную смесь при устройстве ограждающих конструкций в суровых климатических условиях/ Л.М. Колчеданцев, А.С. Сандан // Популярное бетонирование. – СПб. 2009. -№3-. – С.94-98.
9. Колчеданцев Л.М., Сандан А.С. Влияние поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь на свойство керамзитопенобетона/ Л.М. Колчеданцев, А.С. Сандан // Популярное бетонирование. – СПб. 2009. -№-4. – С.14-16.