

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»

Д.т.н., профессор

Сенин П.В.

«27» октября 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

по диссертационной работе Касумова Аяза Шахина Оглы на тему:

«ПЕНОБЕТОН С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ»,

представленной на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности
05.23.05 - Строительные материалы и изделия

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, 2 приложений. Работа изложена на 143 страницах машинописного текста, включающего 33 рисунков, 25 таблиц, 204 наименования литературных источников.

Актуальность темы. Диссертационная работа Касумова Аяза Шахина Оглы, посвященная разработке состава и оптимальной структуры пенобетона с повышенными эксплуатационными свойствами является, несомненно, актуальной.

Неавтоклавный пенобетон получает все более широкое применение в жилищном строительстве в качестве ограждающих конструкций. Обладая высоким уровнем теплофизических свойств, надежностью, включая долговечность, простой технологией и невысокими производственными затратами ячеистый бетон неавтоклавного твердения характеризуется высокими деформациями усадки, приводящими к трещинообразованию, снижению прочности и морозостойкости, а также повышению теплопроводности и водопоглощения.

Получение пенобетона с высокими эксплуатационными свойствами, в т.ч. с низким уровнем деформаций усадки достигается повышением концентрации твердой фазы в единице объема путем применения химико-минеральной модификации на различных структурных уровнях, а также ускорением сроков схватывания, стабилизирующих структуру, образовавшуюся в процессе приготовления пенобетонной смеси и формования изделий.

Решение означенной проблемы получения эффективного с повышенными эксплуатационными свойствами теплоизоляционного материала в виде пенобетона неавтоклавного твердения на основе цементного вяжущего вещества обеспечивается стабилизацией пенобетонной смеси и оптимизацией его структуры полифункциональными с пролонгированным действием минеральными и химическими добавками-модификаторами с синергетическим и расширяющимся эффектами действия, которая и решается в рецензируемой работе соискателем.

Новизна исследований и полученных результатов достигнута разработкой теоретических положений формирования оптимальной структуры путем обеспечения высокой концентрации твёрдой фазы в единице объема, применением разномодисперсных минеральных добавок индивидуально и в комплексе с химическими модификаторами. Стабилизация пены обеспечивается применением высокодисперсного микрокремнезема, повышающего поверхностное натяжение пленки пузырьков воздуха за счет высокого капиллярного потенциала и препятствующего стеканию жидкости на площадки Плато, а также использованием высокоэффективного, обладающего расширяющимся эффектом, ускорителя твердения АС в соответствии с законом Шульце-Гарди.

В первой главе на основании анализа научно-технических источников предложена научная гипотеза, заключающаяся в том, что основным недостатком ячеистых бетонов неавтоклавного твердения являются высокие усадочные деформации, формирующие в бетоне собственное поле растягивающих напряжений, Это способствует интенсивному трещинообразованию и приводит

к ухудшению показателей качества: прочности, теплопроводности, водопоглощения, морозостойкости, паропроницаемости. Было разработано предположение, что улучшение строительно-технических свойств пенобетона возможно путём модифицирования сырьевой смеси комплексными химическими добавками: суперпластификаторами и ускорителем твердения АС, обладающими расширяющим эффектом и тонкодисперсными минеральными модификаторами структуры и свойств, обеспечивающими многоуровневую оптимизацию дисперсного состава. Означенные виды и параметры химических и минеральных модификаторов позволят получить неавтоклавный пенобетон, обладающий повышенными прочностными и другими эксплуатационными характеристиками.

Показано также, что неавтоклавный пенобетон является перспективным теплоизоляционным материалом для развития и реализации жилищной проблемы РФ. Несмотря на означенные недостатки он характеризуется простотой технологических решений, невысоким уровнем производственных затрат при изготовлении.

Во второй главе (методика исследований и материалы) диссертант изложил обоснование выбора оборудования стандартного и оригинального, в т.ч. для изучения структуры пенобетона, обеспечивающего достоверность результатов исследований с вероятностью 0,95, а также видов исходных материалов для экспериментальных работ и результаты определения их основных свойств.

В третьей главе диссертант рассматривает физико-химические методы модификации пенобетона. В частности, теоретически обосновывается выбор компонентов, обеспечивающих высокие устойчивость и коэффициент использования пены, оказывающих значимое влияние на качество пенобетона. Оригинальные решения приняты по выбору и теоретическому обоснованию ускорителя твердения, обладающего расширяющим эффектом действия, снижающим деформации усадки пенобетона в среднем в 4 раза. Теоретические исследования подтверждены результатами экспериментальных работ.

Заслуживают внимания и результаты исследований по выбору разномодисперсных минеральных модификаторов (доменный гранулированный шлак, метакраолин (МБ-Б-II-2) и микрокремнезем) для оптимизации дисперсного состава пенобетона на различных структурных уровнях, обеспечивающих значимое (в 2-3 раза) повышение прочности матрицы.

Экспериментальные исследования по определению оптимального содержания модификаторов структуры и свойств научно-обосновано выполнены с использованием мелкозернистого бетона, с целью исключения факторов наиболее значимо влияющего на результаты испытаний – пены, коэффициента использования пены и средней плотности пенобетона. Выполненные исследования характеризуются высокой достоверностью полученных результатов исследований.

С использованием оптимального содержания принятых модификаторов разработан состав пенобетона со сниженным расходом портландцемента на 84 кг/м³ относительно контрольного состава. Прочность пенобетона марки по средней плотности D400 с химико-минеральным модификатором структуры в возрасте 1 и 28 суток после ТВО и в возрасте 28 суток твердения в НУ превышает прочность контрольного состава в 2 раза. Деформация усадки пенобетона оптимального состава уменьшается на 78,6 % и 77 % (0,64 и 0,68 мм/м) после ТВО и твердения в НУ или в 4 раза относительно контрольного состава и находится на уровне деформаций усадки газобетона автоклавного твердения. Экспериментальные результаты подтверждают высокую эффективность, разработанных и исследованных решений, рецензируемой диссертационной работы.

Получены математические модели свойств и оптимизирован состав пенобетона в зависимости от количества тонкодисперсного доменного шлака и комплексного модификатора.

В четвёртой главе приводятся научные положения по трёхуровневой оптимизации дисперсного состава пенобетона с рациональным применением химических и разномодисперсных минеральных модификаторов. Это

обеспечивает высокую реакционную способность твёрдых частиц и прочность матрицы, низкие значения деформации усадки, рациональный дисперсно-гранулометрический состав твёрдых частиц пенобетона. Такие параметры компонентов пенобетона уменьшают межчастичную и межзерновую пустотность на 9-12 %, при этом наблюдается повышение прочности в 2 раза, водостойкости (на 12 %), а также значимое снижение водопоглощения (до 2 раз), коэффициента теплопроводности (на 26,5...27 %) и деформации усадки (в 4-5 раз).

Теоретическими и экспериментальными исследованиями диссертантом установлено, что введение в дисперсный состав пенобетона тонкодисперсного доменного шлака со смешанным состоянием (аморфное и кристаллическое в плотном контакте) и высокодисперсных аморфных метакаолина и микрокремнезёма, выполняющих роль «рассеивающих экранов» для фононов, значительно снижает теплопроводность пенобетона. Коэффициент теплопроводности модифицированного пенобетона снижается также за счёт формирования однородной тонкодисперсной ячеистой структуры с равномерно распределёнными пузырьками воздуха диаметрами от 20 до 200 мкм, исключаящими конвективную составляющую. Размеры ячеек пенобетона контрольного состава – 30-625 мкм.

Структурными исследованиями, выполненными с использованием современного оборудования, показано, что пенобетон модифицированный тонкодисперсным шлаком, комплексным модификатором (КМ), СП С-3 и ускорителем твердения «АС» обеспечивает формирование плотной структуры межпоровых перегородок, состоящих из тоберморитоподобных гидросиликатных фаз кальция, этtringита, снижающего деструктивные процессы на начальной стадии синтеза прочности цементного камня, портландита и др. Минимальная толщина перегородок между ячейками модифицированного пенобетона составляет 23,3-24,8 мкм, контрольного состава - 40,2-42,8 мкм. Таким образом, в работе установлено, что параметры структуры ячеек (уменьшение размера в 1,5-3 раза, толщины перегородок в 2

раза и значимое повышение их плотности) модифицированного пенобетона и обеспечивают главным образом повышение его прочности более чем в 2 раза относительно контрольного состава, установленное экспериментально в третьей главе.

В пятой главе приводится технология получения модифицированного пенобетона с рациональным дисперсным составом неавтоклавного твердения, а также результаты его промышленного внедрения в ООО «МЦМ-стоун». В опытной партии было изготовлено 28 тыс. шт. или 250 м^3 пенобетонных блоков, использованные при строительстве жилого дома в Московской области.

Диссертантом рассчитана эффективность на примере завода по производству модифицированного пенобетона с рациональным дисперсным составом неавтоклавного твердения мощностью 200 тыс. м^3 в год, которая по затратам с учетом капиталовложений составляет более 290 млн. руб.

Разработаны научные основы создания рационального дисперсного состава неавтоклавного модифицированного пенобетона путем многоуровневой оптимальной упаковки частиц твёрдых компонентов с минимальной толщиной прослойки цементного камня, обеспечившего максимально стеснённые условия формирования структуры плотных перегородок, а также высокую прочность, низкие теплопроводность и усадку неавтоклавного пенобетона.

Теоретически обосновано введение в состав пены микрокремнезёма, а в состав пенобетонной смеси тонкодисперсного шлака, комплексного модификатора с ускорителем твердения, обеспечивших повышение прочности неавтоклавного пенобетона более, чем в 2 раза, снижение теплопроводности на 25 %, усадки - более, чем в 4 раза.

Установлено, что введение микрокремнезема в пену повышает устойчивость и улучшает ее реологические свойства, которая после перемешивания с модифицированной ускорителем твердения пенобетонной смесью обеспечивает получение однородной массы, способной к оптимально

быстрому схватыванию и темпу роста прочности с тонкими, плотными и прочными перегородками между тонкодисперсными воздушными ячейками.

Получены математические модели свойств и оптимизирован состав пенобетона в зависимости от количества тонкодисперсного доменного шлака и комплексного модификатора.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций:

Проведение исследований осуществлялось с применением действующих ГОСТ и современных аналитических способов изучения структурных характеристик цементного камня, растворов и бетонов. При изучении свойств использовались методы испытаний, регламентированные нормативными документами, а также приборы и оборудование, прошедшие поверку и удовлетворяющие требованиям действующих стандартов.

Диссертант выполнил экспериментальную часть работы с использованием прецизионной современной аппаратуры, компьютерных программ, статистических методов оценки результатов, что обеспечило достоверность сформулированных автором выводов и рекомендаций, характеризующих также новизной.

Научные положения обоснованы и разработаны с использованием физико-химической механики, основных законов теории молекулярного отбора, термодинамики, молекулярной физики, а также анализа данных, содержащихся в современных научно-технических источниках, экспериментальных результатов исследований настоящей работы, в т.ч. методов математического планирования эксперимента.

Высокая степень достоверности результатов обеспечивается статистическими методами обработки данных, аттестованным лабораторным оборудованием, стандартными методами испытаний и современными аналитическими способами определения свойств материалов.

Практическая значимость работы:

- Разработаны технология получения и эффективный неавтоклавный модифицированный пенобетон с рациональным дисперсным составом марки по средней плотности D400, имеющий в возрасте 28 суток следующие свойства: среднюю плотность – 389 кг/м^3 ; предел прочности при сжатии – 3,22 МПа, класс по прочности - В2,5; марку по морозостойкости - F75; влажность по массе в возрасте 180 суток - 5,14 %; коэффициент теплопроводности, - 0,08 Вт /($\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$) усадку в возрасте 180 сут. - 0,64 мм/м; водопоглощение по массе – 29,2 %; коэффициент размягчения – 0,84.
- Разработаны технические условия: «Модифицированный пенобетон с рациональными параметрами компонентов состава. ТУ 5741-005-29888514-2016», утвержденные в ООО «Инновационный ресурс».

Внедрение результатов исследований, выполненных в диссертации, осуществлено в ООО «МЦМ-стоун». В опытной партии было изготовлено 28 тыс. шт. или 250 м^3 пенобетонных блоков с маркой по средней плотности D400, использованные при строительстве жилого дома в Московской области.

Подводя итог работы, следует отметить высокий профессионализм диссертанта в исследованиях пенобетона с оптимизированной структурой химико-минеральными модификаторами, с целью значимого повышения его эксплуатационных свойств, а также удачное понимание и использование основных результатов работ ведущих отечественных специалистов в данной области: Т.А. Уховой, Е.В. Королёва, А.П. Меркина, Г.П. Сахарова, Н.П. Сажнева, и др.

Диссертация написана хорошим русским языком и оформлена в соответствии с требованиями ВАК.

По диссертации имеется замечание, не снижающее высокого качества выполненной работы:

1. В работе использован и широко исследован эффективный ускоритель твердения бетона АС, обладающий расширяющимся эффектом и оказывающий

значимое влияние на усадку пенобетона. Желательно было бы привести более подробное описание его характеристик.

Опубликованные статьи по теме диссертации, в том числе четыре в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ, автореферат диссертации - полностью отражают содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа Касумова Аяза Шахина Оглы «Пенобетон с повышенными эксплуатационными свойствами» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи разработки пенобетона с повышенными эксплуатационными свойствами, обеспечиваемыми высокой концентрацией твёрдой фазы в единице объема за счет применения разномодальных минеральных добавок индивидуально и в комплексе с химическими модификаторами. имеющей значение для развития отрасли строительного материаловедения, и таким образом, отвечает требованиям п. 9 «Положение о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Касумов Аяз Шахин Оглы, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - Строительные материалы и изделия.

Диссертация, автореферат и отзыв ведущей организации обсуждены на заседании кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций «27» октября 2017г. (протокол №16). При рассмотрении диссертации присутствовало 27 чел. За – 27. Против – нет.

Кандидат технических наук, доцент,
зам. заведующего кафедрой
строительных материалов и технологий

Молодых Сергей
Анатольевич

Почтовый адрес: 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

телефон: (8342) 474019

адрес электронной почты: fac-build@adm.mrsu.ru

наименование организации, работником которой является указанное лицо: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

должность в этой организации: зам. заведующего кафедрой строительных материалов и технологий шифр и наименование научной специальности: 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Молодых С.А.
"Подпись"
Начальник управления кадров
С. В. Новиков