

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы

на тему: «Разработка технологии производства высокопоризованного полистиролбетона для теплоэффективных наружных стеновых панелей»
представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по
образовательной программе 8D07302 – «Производство строительных
материалов, изделий и конструкций»

Приоритетными направлениями развития в области науки Республики Казахстан на 2024-2026 г. отмечены: «Экология, окружающая среда и рациональное природопользование», «Энергия, передовые материалы и производство».

Цель диссертационной работы - разработка научно обоснованного технологического решения, обеспечивающего получение высокопоризованного легкого бетона на полистирольном заполнителе, обладающего повышенными физико-механическими и деформативными свойствами, и трехслойных стеновых панелей с его использованием в качестве теплоизоляционного слоя, путем введения комплексной органоминеральной добавки, состоящей из микродисперсных минеральных компонентов способных упрочнять и уплотнять цементный композит и органического компонента увеличивающего подвижность смеси.

Для достижения цели ставились следующие задачи:

- проведение анализа воздействия различного количества химических добавок на подвижность бетонной смеси и прочность бетона;
- разработка и оптимизация состава высокопоризованного полистиролбетона (ВППБ) с заданными деформативными и физико-техническими характеристиками;
- исследование влияния сырьевых компонентов на свойства легкого и тяжелого бетона;
- разработка технологии изготовления панелей с учетом системы контроля качества на всех этапах;
- исследование физико-технических характеристик полученного ВППБ.

Методы исследования.

В качестве методов исследования применялись лабораторные методы, расчетные, экспериментальные, сравнительные, метод многофакторного планирования эксперимента, рентгено-фазовый анализ, SEM анализ. Проведено комплексное теоретическое исследование разработанной по новой технологии многослойной конструкции наружного ограждения трехслойной панели из высокопоризованного полистирол бетона в сравнении с традиционными в программном комплексе ELCUT 6.6 и в системе компьютерной алгебры Maple.

В основе методологии исследования лежат как теоретические, так и эмпирические методы, основанные на обобщении, сравнительном анализе, экспериментировании, а также на принципах системного подхода,

математического моделирования, планирования и обработки экспериментальных данных. Работа выполнялась с использованием системно-структурного подхода в строительном материаловедении, который учитывает взаимосвязи между составом, структурой и характеристиками материалов, что позволяет эффективно оптимизировать процессы их производства и эксплуатации.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторных образцах с применением современных аналитических методов, включая электронно-микроскопические и химические исследования. Такой комплексный подход обеспечивает получение более точных и надежных данных, что позволяет оценивать свойства и качество материалов с высокой степенью достоверности.

Все испытания проводились в соответствии с государственными стандартами и другими нормативными документами РК. Испытания проводились в аккредитованных лабораториях.

Научная новизна:

1. Научно обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение, обеспечивающее получение высокопоризованного модифицированного легкого бетона на полистирольном заполнителе, обладающего повышенными эксплуатационными характеристиками, заключающееся в использовании в качестве вяжущего композиционного вяжущего, содержащего 60 % портландцемента и 40 % доменного молотого гранулированного шлака и модификации смеси воздухововлекающего и суперпластифицирующего модификаторов. Композиционное вяжущее производится путем сухого смешивания портландцемента с предварительно измельченным до дисперсности, сопоставимой с портландцементом, доменным гранулированным шлаком, обладающим химическим сродством с клинкерными минералами и продуктами их гидратации и пущоланической активностью. Смешанное вяжущее перемешивается с пенополистирольным заполнителем, водой затворения и водным раствором комплексной органической (воздухововлекающей и пластифицирующей) добавки. Данное технологическое решение приводит к получению высокопоризованного легкого бетона, обладающего нормативными эксплуатационными характеристиками (прочность при сжатии увеличивается до 2 МПа, теплопроводность – 0,095 мВт/м²С, паропроницаемость – 0,087 мг/м²ч*Па) за счет образования дополнительного количества кристаллогидратов, приводящее к упрочнению цементной системы.

2. Установлено, что использование смешанного вяжущего (60 % портландцемент и 40 % тонкодисперсный доменный гранулированный шлак) приводит к изменению фазового состава цементной системы (увеличению содержания гидросиликатов кальция и снижению количества портландита) и приводит к его упрочнению.

3. Установлено влияние рецептурно-технологических факторов, а именно состава и способа приготовления смешанного вяжущего и содержания комплексной органической добавки, состоящей из воздухововлекающей и

пластифицирующей составляющих в соотношении 1:1, на формирование структуры цементной матрицы в процессе образования кристаллогидратов: органической составляющей – на снижение водопотребности и изменение пористости цементной системы; тонкодисперсного доменного гранулированного шлака – на формирование кристаллической структуры в цементном камне.

Научные положения, выносимые на защиту диссертации:

- состав высокопоризованного полистиролбетона как теплоизоляционного слоя для трехслойных стеновых панелей;
- влияние комплексной добавки на физико-механические свойства высокопоризованного полистиролбетона бетона;
- технологическое решение получения трехслойных стеновых панелей, посредством которого снижается себестоимость изделий за счет использования оптимального состава теплоизоляционного слоя и автоматизации операций

Практическая значимость:

- разработан и предложен к использованию научнообоснованный состав высокопоризованного полистиролбетона в качестве теплоизоляционного слоя для энергоэффективных стеновых панелей;
- предложена к использованию сырьевая смесь для теплоизоляционных изделий (патент на полезную модель № 9341 «Сыревая смесь для теплоизоляционных изделий»);
- получено свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №66084;
- разработано технологическое решение получения трехслойных стеновых панелей, позволяющая снизить себестоимость изделий, а также повысить качество экологической обстановки посредством использования промышленных отходов;
- получен акт внедрения в производственный процесс трехслойных стеновых панелей со слоем высокопоризованного полистиролбетона по разработанной технологии и осуществлена производственная апробация предложенных решений;
- результаты исследований внедрены в учебную программу НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», образовательной программы 7М07303 - «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» в рамках дисциплины «Современные материалы на основе местного сырья».

Личный вклад соискателя состоит в разработке целей и задач, выборе методов исследования, а также научных и технологических принципов получения высокопоризованного полистиролбетона из отходов промышленности. Результаты всех лабораторных исследований и испытаний получены автором лично или при его непосредственном участии. Проведена апробация разработанной технологии в условиях промышленного производства.

В опубликованных статьях в соавторстве, автору принадлежат результаты экспериментальных исследований, анализ, подготовка, оформление, отправка и сопровождение материалов.

Степень достоверности результатов исследования.

Достоверность полученных научных данных подтверждена действующими нормативно-правовыми документами, применением современных методов исследования с использованием аттестованного и поверенного лабораторного оборудования. Исследования проводились в аккредитованных лабораториях ТОО «Технический контроль безопасности зданий и сооружений» г. Караганды, а также на базе Федерального Государственного Бюджетного Учреждения Науки «Институт химии твердого тела и механохимии» Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТМ СО РАН) во время научной стажировки в г. Новосибирск. Результаты лабораторных исследований подтверждены опытно-промышленными испытаниями.

Апробация работы. Основные результаты диссертации опубликованы в следующих журналах/конференциях:

- «Анализ эффективности использования доменного шлака в качестве компонента композиционного вяжущего для полистиролбетона». Труды университета. - Караганда: КарГТУ, 2023. - № 4 (93). - С. 201-207;
 - «Effect of heat treatment of expanded polystyrene concrete on its compressive strength», Technobius, 2024, 4(2), 0059, DOI: <https://doi.org/10.54355/tbus/>
 - «Исследование различных составов пенополистиролбетона и их влияние на физико-технические свойства легких бетонов». Труды университета. - Караганда: КарГТУ, 2024. №4 (97). С. 168-175;
 - «Computational Research of the Efficiency of Using a Three-Layer Panel Made of Highly Porous Polystyrene Concrete». Materials, 2024, 17(16), 4133;
 - «Возможности для разработки полистиролбетона и комплексного модификатора». XV Труды Международной научно-практической конференции «XV Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства», г. Караганда Казахстан, Раздел 3, стр. 307-308;
 - «Analysis of the Energy Efficiency of a Building Made of a ThreeLayer Panel from Highly Porous Polystyrene Concrete». International Scientific and Practical Conference "Smart Cities and Sustainable Regional Development" Published online: 15September 2025, ISBN: 978-5-6053915-6-2, DOI: 10.63550/ICEIP.2025.67.16.040.
 - Патент Республики Казахстан на полезную модель «Сыревая смесь для теплоизоляционных изделий» № 9341 от «29» ноября 2024 г.
 - Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №66084 от «08» января 2026г.