

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.15/31.08.2022.Т.73.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КАДИРОВ ИЛХОМ АБДУЛЛАЕВИЧ

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕМЕНТНЫХ
КОМПОЗИТОВ ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ**

05.09.05 – Строительные материалы и изделия

**ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ
по присуждению ученой степени доктора наук (DSc) на основе патентов
на изобретения без защиты диссертации**

Ташкент – 2025

Тема научной работы доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за №B2024.4.DSc/T861

Работа выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Научный консультант:

Адилходжаев Анвар Ишанович
доктор технических наук, профессор

Представление материалов состоится «05» мая 2025 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.15/31.08.2022.T.73.04 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темиръўзчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tstu@exat.uz).



С.С. Шаумаров
Заместитель председателя научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

У.З. Шермухамедов
Член секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация представления материалов)

Актуальность и востребованность темы исследования. В мире в современном строительстве наблюдается устойчивая тенденция по применению ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий возведения зданий и сооружений, разработка строительных материалов с заданными эксплуатационными характеристиками и низкой себестоимостью единицы продукции. При реализации таких задач особое внимание уделяется вопросам разработки композитных вяжущих, ячеистых и комплексно-модифицированных бетонов, соответствующих мировой концепции «зеленый бетон», позволяющий обеспечить экологическую устойчивость, снижение материальных и трудовых затрат, а также ресурсосбережение в процессе производства изделий и конструкций.

В мире проводятся обширные научно-исследовательские работы, по разработке бетонов и растворов повышенной прочности, долговечности, а также сниженными эксплуатационными затратами на их производства ориентированы на применение цементных материалов с наперед заданными свойствами. При этом особое внимание уделяется проектированию составов композиционных вяжущих, комплексно-модифицированных и ячеистых бетонов с заданными характеристиками, обеспечивающих повышение прочностных, теплозащитных свойств композитов и снижение себестоимости единицы продукции.

В нашей республике успешно осуществляется масштабные реформы, направленные на модернизацию строительной отрасли, внедрение современных технологий, сокращение энерго- и ресурсозатрат при производстве строительных материалов, а также применение энергосберегающих и экологических технологий. “В стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы” поставлена задача к 2026 году путем активного внедрения технологий “Зеленой экономики” во все отрасли...” принять меры для повышения энергоэффективности экономики на 20 процентов и сокращению выбросов вредных газов на 20%¹. При реализации поставленных задач в полном объеме необходимо разработать практические рекомендации по обеспечению требуемых физико-механических свойств изделий и конструкций на основе композиционных вяжущих, комплексно-модифицированных и ячеистых бетонов с применением промышленных отходов и химических модификаторов.

Данное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-6119 от 27 ноября 2020 года «Об утверждении стратегии модернизации, ускоренного и инновационного развития строительной отрасли Республики Узбекистан на 2021-2025 годы», №УП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию отрасли производства

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года за №ПФ-60 “О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы”.

строительных материалов», а также других нормативных документов, касающихся отрасли строительства.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан II - «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации².

Современные технологии строительства предъявляют все более высокие требования к свойствам цементных композитов. В ведущих мировых научных центрах и вузах, таких как Массачусетский технологический институт (Massachusetts Institute of Technology, MIT), Стэнфордский университет (Stanford University), Университет Иллинойса в Урбана-Шампейне (University of Illinois Urbana-Champaign), ETH Цюрих (Swiss Federal Institute of Technology Zurich), Делфтский технологический университет (Delft University of Technology), Империял колледж Лондона (Imperial College London), Токийский университет (University of Tokyo), Киотский университет (Kyoto University), Университет Сиднея (The University of Sydney), Наньянский технологический университет (Nanyang Technological University, NTU), а также российских и в вузах СНГ, таких как НИУ МГСУ, РУТ (МИИТ), ведутся активные исследования, направленные на совершенствование составов цементных композитов для оптимизации конструктивных решений и повышения долговечности и сейсмостойкости сооружений.

Современные исследования в области создания ресурсосберегающих цементных композитов направлены на разработку материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками и сниженным экологическим следом. Ведущие мировые университеты активно исследуют различные подходы к модификации традиционных цементных систем.

Массачусетский технологический институт (MIT) фокусируется на создании более экологичных и долговечных бетонных материалов. Исследователи института изучают возможности использования промышленных отходов в качестве минеральных добавок к цементу.

Стэнфордский университет проводит исследования в области разработки композиционных вяжущих на основе модифицированных наночастиц. Использование наночастиц позволяет существенно улучшить механические свойства бетона, повысить его прочность на сжатие и растяжение, а также увеличить его долговечность.

Университет Иллинойса в Урбана-Шампейне активно исследует возможности снижения содержания цемента в бетонных смесях за счет использования различных техногенных добавок и химических модификаторов. Ученые университета разрабатывают инновационные

² <https://www.mit.edu/>; <https://www.stanford.edu/>; <https://illinois.edu/>; <https://www.ethz.ch/en.html>; <https://www.tudelft.nl/en/>; <https://www.imperial.ac.uk/>; <https://www.u-tokyo.ac.jp/en/>; <https://www.kyoto-u.ac.jp/en/>; <https://www.sydney.edu.au/>; <https://www.ntu.edu.sg/>; <https://mgsu.ru/>.

рецептуры бетонов, которые обладают высокими эксплуатационными характеристиками при минимальном содержании портландцемента.

Швейцарский федеральный технологический институт (ETH Zurich) фокусируется на разработке легких бетонов с низкой теплопроводностью с использованием промышленных отходов.

Дельфтский технологический университет проводит комплексные исследования в области производства и применения бетона. Ученые университета изучают влияние различных факторов на свойства бетонной смеси, разрабатывают новые методы контроля качества бетона и оптимизируют технологические процессы.

Токийский и Киотский университеты активно исследуют возможности использования природных материалов в качестве добавок в бетон. Японские ученые изучают влияние сельскохозяйственных отходов на свойства бетона, а также разрабатывают новые методы испытаний для оценки долговечности и надежности бетонных конструкций.

Университет Сиднея и Наньянский технологический университет фокусируются на разработке бетонов с повышенной устойчивостью к агрессивным средам. Исследователи изучают возможность использования промышленных отходов в качестве заполнителей для бетона, что позволяет снизить стоимость материала и уменьшить его экологический след. Кроме того, ученые разрабатывают специальные добавки, которые повышают коррозионную стойкость бетона и продлевают срок его службы.

Российские и научно-исследовательские организации стран СНГ также активно участвуют в исследованиях в области ресурсосбережения цементных композитов. Так, НИУ МГСУ, БНТУ и КазНТУ проводят исследования по разработке новых составов цементных материалов на основе местного сырья, оптимизации технологических процессов и повышению долговечности бетонных конструкций.

Современные исследования в области разработки ресурсо- и энергосберегающих цементных композитов направлены на создание материалов с улучшенными свойствами, снижением экологического воздействия и повышением долговечности. Комплексный подход, включающий использование новых приемов, технологий и методов моделирования, позволяет создавать инновационные цементные композиты, отвечающие требованиям современного строительства.

Степень изученности проблемы.

В контексте разработки цементных композитов с требуемыми показателями свойств значительное внимание уделяется исследованиям, направленным на модификацию их структуры с использованием минеральных модификаторов и химических добавок.

Основы применения таких добавок в цементных композитах были заложены известными зарубежными учеными В.И. Соломатовым, Г.И. Горчаковым, Ю.М. Баженовым, Л.И. Дворкиным, П.Г. Комоховым, А.В. Волженским, Ю.М. Буттом, И.А. Рыбьевым, Б.В. Гусевым, Э. Фрейсине,

А.А. Афанасьевым, Н.Б. Урьевым, С.М. Мчедлов-Петросяном, В.Г. Батраковым, В.Н. Выровым, А.Г. Комаром, А.С. Пантелеевым, В.Т. Ерофеевым, В.И. Калашниковым, В.И. Кондращенко, Т.И. Петровой, С.В. Шестоперовым, А.Е. Шейкиным, А.В. Шейнфельдом, П.А. Ребиндером, В.Б. Ратиновым, А.В. Ушеровым-Маршаком, В.С. Рамачандраном, Б.Р. Фаликманом, В.М. Колбасовым, С.М. Рояком, В.В. Тимашевым, Т.В. Кузнецовой, М. Венюа, Х. Тейлором, М. Регуром, М. Коллепарди, Р. Кондо, Д. Роем, К. Хатторном, М. Даймоном, R. Fere, G. Hintze, F. Loher, T. Thorvaldson, F.J. Hogan, L.U. Spellman, A. Walter, H. Uchikawa, Sh. Hanehara, F. Lallard, T.S. Do, A. Durecovic, S. Sarcar, I. Older, V. Yogendran, P. Aitchin, M. Cheurexu, E.G. Deharrard, V. Mechtherine, P.T. Santhosh, M. Schmidt, P. Kleingelhöfer, D. Frank, K. Fridemenn, P. Richard, M. Chentern, P.Y. Blais, C. Danrioc, A.S. Belardi, K.K. Sideris, E. Guneyisi, R. Flatt, R. Lewis, J. Plank, I. Schober, H. Okamura, K. Ozawa, K. Yamada, M. Fenollera, L. Garcia, P. Richard, G. Edward, M. Buil, A. Neville и другими зарубежными учеными.

В Республике Узбекистан в разные годы научные исследования по использованию мелкодисперсных минеральных порошков и химических добавок в технологии цементных композитов проводили такие ученые, как А.И. Адилходжаев, А.А. Тулаганов, Э.У. Касимов, М.К. Тахиров, Н.А. Самигов, Б.Б. Хасанов, В.М. Цой, И.М. Махаматалиев, Х.Х. Камилов, С.С. Шаумаров, К.С. Умаров, А.Т. Илясов и др.

В рамках проведенных ими научных исследований предложены разработки, направленные на совершенствование технологий получения композиционных вяжущих, комплексно-модифицированных и ячеистых бетонов. Результаты исследований демонстрируют, что применение модифицирующих добавок на основе местного сырья, в сочетании с оптимизацией составов, способствует существенному прогрессу в разработке композиционных вяжущих, комплексно-модифицированных и ячеистых бетонов.

В настоящее время модификация структуры цементных композитов путем введения минеральных и химических добавок с целью улучшения их структуры и эксплуатационных характеристик представляет собой актуальное и перспективное направление научных исследований. Однако проблема получения цементных композитов с заданными свойствами, а именно композиционного вяжущего, комплексно-модифицированного и ячеистого бетонов, соответствующих концепции "зеленый бетон", с использованием побочных продуктов промышленности остается актуальной научно-технической задачей. В отечественной и зарубежной научно-технической литературе представлен обширный объем информации, посвященный различным аспектам и методам улучшения эксплуатационных и технических характеристик цементных композитов. Несмотря на наличие большой информации о методах повышения свойств и получения ресурсосберегающих и энергоэффективных цементных композитов с низкой

себестоимостью, проблематика создания композиционных вяжущих, не содержащих гипс, с использованием бинарного наполнителя различной дисперсности для создания максимально плотной структуры и выполняющего функции замедлителя схватывания, кольматанта и центра кристаллизации, обеспечивающего целенаправленное структурообразование без образования «нежелательных» новообразований, а также применение полифункциональной добавки обладающей свойствами водоредуцирования и интенсификатора процесса помола, остается недостаточно изученной. Остаются также недостаточно изученными вопросы получения неавтоклавного конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного газобетона на основе техногенного сырья с применением, в частности кремнезёмистого компонента, газообразующего шлака и полифункциональной добавки, обладающей эффектами водоредуцирования и интенсификатора твердения. Наряду с вышеизложенным, также актуальной научно-технической задачей является разработка составов бетонных смесей и органоминеральных добавок для бетона, адаптированных к современным ресурсо- и энергосберегающим технологиям изготовления конструкций и изделий.

Рабочая гипотеза. Основываясь на современных теориях твердения цементных вяжущих, используя в качестве инициаторов физико-химических взаимодействий и превращений сочетание различных минеральных порошков высокой и низкой поверхностной активности, а также химических модификаторов целевого назначения представляются возможным, за счет формирования благоприятных условий для более глубокого протекания гидратационных процессов, разработать новые, ранее не созданные комплексные органоминеральные добавки, композиционные вяжущие и сырьевые смеси применение которых в оптимальных дозировках позволит разработать композиты нового поколения с пониженным расходом рядового портландцемента СЕМІ 32.5Н с сохранением высокой прочности и эксплуатационных характеристик, снизить или практически остановить процессы коррозии арматуры и цементного камня, а также осуществлять производства ячеистых бетонов с требуемыми показателями свойств.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы Ташкентского государственного транспортного университета БВ-Ф-4-04 “Разработка методологических основ оптимального проектирования составов и прогнозирования свойств многокомпонентных высококачественных бетонов на базе полиструктурной теории композиционных материалов” (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка составов цементных композитов, а именно композиционного вяжущего, органоминеральной добавки, неавтоклавного газобетона, а также бетонной смеси для метода безопалубочного формования и малопрогривной технологией тепловой

обработки с применением химических полифункциональных модификаторов и тонкодисперсных минеральных добавок техногенного происхождения для производства железобетонных изделий, обладающих улучшенными эксплуатационными свойствами.

Задачи исследования:

анализ научно-технической литературы и практических решений по разработке современных технологий ресурсо- и энергосберегающих цементных композитов с комплексом заданных свойств на основе техногенного сырья;

разработка с применением многоступенчатой оптимизации гранулометрии оптимальных составов безгипсовых клинкерных композиционных вяжущих на основе бинарного наполнителя различной дисперсности для малопрогревной технологии производства изделий и конструкций;

разработка на основе техногенного сырья оптимального состава конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного газобетона с заданными эксплуатационными характеристиками;

разработка на основе полифункционального модификатора и минерального наполнителя органоминеральной добавки обладающей воздухововлекающим эффектом для получения бетонных смесей и бетонов с улучшенными эксплуатационными свойствами;

разработка оптимального состава бетонной смеси с требуемыми реологическими характеристиками для ресурсосберегающей малопрогревной технологии изготовления ЖБИ методом непрерывного безопалубочного формования;

технико-экономическое обоснование результатов исследований и внедрение результатов исследований в производство.

Объектом исследования являются композиционное вяжущее, комплексно-модифицированные бетоны и неавтоклавный газобетон на основе техногенных отходов для ресурсо- и энергосберегающих технологий.

Предметом исследования является разработка оптимальных составов композитного вяжущего, комплексно-модифицированных бетонных смесей и сырьевой смеси для неавтоклавного газобетона с наперед заданными свойствами на основе техногенного сырья и химических модификаторов.

Методы исследований. В процессе исследований использовались современные методы физико-химического анализа, стандартизированные методы изучения свойств и показателей качества цементных композитов, а также математические методы проектирования составов и оптимизации технологических переделов изготовления цементных систем, статистические методы обработки анализа результатов эксперимента.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

доказана выдвинутая гипотеза о том, что за счет направленного регулирования процессов гидратации и твердения с применением минеральных наполнителей и химических добавок представляется

возможным проектировать цементные композиты нового поколения с требуемыми показателями свойств, ранее не использованные при производстве строительных изделий;

впервые за счет использования минеральных добавок различной дисперсности и поверхностной активности разработан ресурсо- и энергосберегающий состав клинкерного безгипсового композиционного вяжущего на основе бинарного наполнителя и полифункциональной добавки отличающийся стойкостью против основных видов коррозии цементного камня, а также повышенной прочностью бетона в возрасте 12-24 часов и 28 суток (№ Uz IAP 7709);

впервые на основе техногенного минерального отхода и химических модификаторов разработана комплексная органоминеральная добавка обеспечивающая за счет направленной модификации поровой структуры снижения расхода цементного вяжущего, повышение морозостойкости и водонепроницаемости бетона на ее основе (№ UZ IAP 7876);

впервые на основе техногенных отходов и полифункционального модификатора разработана сырьевая смесь для производства конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного газобетона с необходимыми физико-механическими параметрами и сниженной себестоимостью (№ UZ IAP 7877);

впервые разработана бетонная смесь для изготовления сборного железобетона методом безопалубочного формования с требуемыми реологическими характеристиками и составом, позволяющим осуществить переход на малопрогревную технологию изготовления железобетонных изделий и конструкций (№ UZ FAP 02246);

Практические результаты исследования:

разработан инновационный безгипсовый клинкерный композиционный вяжущий материал на основе бинарного наполнителя и полифункциональной добавки, содержащий минеральные наполнители различной дисперсности и поверхностной активностью позволяющий получить материал с улучшенными характеристиками: повышенной коррозионной стойкостью, высокой ранней и конечной прочностью (№ Uz IAP 7709);

разработана комплексная органоминеральная добавка обеспечивающая за счет направленной модификации поровой структуры снижение расхода цементного вяжущего, повышение морозостойкости и водонепроницаемости бетона на ее основе (№ UZ IAP 7876);

разработана сырьевая смесь для производства неавтоклавного газобетона на основе техногенных отходов и полифункционального модификатора позволяющая улучшить эксплуатационные свойства неавтоклавного конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона и существенно сократить себестоимость при производстве материала (№ UZ IAP 7877);

разработана бетонная смесь для изготовления сборного железобетона методом безопалубочного формования с требуемыми реологическими

характеристиками позволяющая осуществить переход на малопрогревную технологию изготовления железобетонных изделий и конструкций (№ UZ FAR 02246);

Достоверность результатов исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается комплексными исследованиями с использованием современных приборов и стандартных методов проведения экспериментов, сравнительным анализом данных исследований с нормативными документами, высокой сходимостью полученных теоретических и экспериментальных результатов исследований, а также внедрением в производство на различных предприятиях стройиндустрии Республики Узбекистан.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость заключается в том, что впервые за счет применения химических полифункциональных модификаторов и дисперсных минеральных добавок техногенного происхождения, а также применения новых методов оптимизации структуры вяжущего разработаны составы композиционного вяжущего, неавтоклавного газобетона, органоминеральной добавки и бетонной смеси на основе которых получены ресурсо- и энергосберегающие цементные композиты с заданными эксплуатационными характеристиками. Полученные научные результаты расширяют представления о процессах структурообразования протекающих в цементных системах с использованием активных и малоактивных минеральных порошков и химических модификаторов направленного действия.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке оптимальных составов композиционного вяжущего, неавтоклавного газобетона, органоминеральной добавки и бетонной смеси для метода безопалубочного формования на основе минерального техногенного сырья и полифункционального модификатора.

В частности, предложенный состав композиционного вяжущего демонстрирует значительное увеличение прочности на сжатие в ранние сроки твердения (до 44-58%). Формирование плотной структуры, достигнутое за счет многоуровневой оптимизации гранулометрического состава, обеспечивает существенное снижение показателей выщелачивания (на 33-51%) и карбонизации (на 33%). Замена гипсового компонента на известняковый приводит к повышению сульфатостойкости на 38% обусловленное исключением процессов образования в гидратирующей системе этtringита и таумасита (№ Uz IAP 7709). Использование комплексной органоминеральной добавки, посредством целенаправленного управления структурой бетона и формирования системы условно-замкнутых пор, обеспечило повышение морозостойкости на две марки и водонепроницаемости на одну ступень, а также экономии портландцемента на 35-45% (№ Uz IAP 7876). Использование предложенного состава неавтоклавного газобетона обеспечивает увеличение прочности на сжатие в начальные сроки твердения, а также характеризуется более низкой

теплопроводностью (№ Uz IAP 7877). Применение бетонной смеси с заданными реологическими характеристиками, полученными на основе комплексных добавок, обеспечило снижение температуры изотермического прогрева, что в свою очередь, позволило перейти на малопрогревную технологию производства железобетонных изделий и конструкций методом непрерывного безопалубочного формования без дефектов заданной конфигурации и размеров (№ Uz FAP 02246).

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов по разработке ресурсосберегающих технологии цементных композитов требуемых показателей свойств внедрены:

разработанное композиционная вяжущее с наперед заданными свойствами, включающая клинкер, микрокремнезем с удельной поверхностью $S_{уд}=9000-11000 \text{ см}^2/\text{г}$, известняковый наполнитель с удельной поверхностью $S_{уд}=2000-2200 \text{ см}^2/\text{г}$, а также сухой суперпластификатор с ускорителем твердения CEMENTMIX AC, внедрено впервые при производстве композиционного вяжущего на ООО «SHEROBOD CEMENT ZAVODI» (Справка Ассоциации «Узпромстройматериалы» от 07.03.2025 г. №02/15-820). На данном предприятии в период с 06.03.2024 г. до 30.12.2024 г. в соответствии с патентом на изобретение № Uz IAP 7709 «Композиционное вяжущее» было изготовлена опытно-промышленная партия в количестве 100 т на общую сумму 43 млн. сум. В результате общий экономический эффект от внедрения в производство нового состава композиционного вяжущего составил 5,8 млн. сум;

разработанная комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси, включающая горелые формоотходы измельченные до удельной поверхности $4000-4200 \text{ см}^2/\text{г}$, CEMENTMIX AR, VODOMIX на основе которых были произведены изделия и конструкции на СП ООО «BINOKOR TEMIRBETON SERVIS» На данном предприятии в период с 23.06.2024 г. до 30.01.2025 г. в соответствии с патентом на изобретение № UZ IAP 7876 «Комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси» было изготовлена опытно-промышленная партия партии блоков бетонных для стен подвалов марки ФБС 12.4.6-Т в количестве 3500 штук. (Справка Ассоциации «Узпромстройматериалы» от 07.03.2025 г. №02/15-820). В результате общий экономический эффект от внедрения в производство нового состава органоминеральной добавки составил 265 млн. сум.

разработанная сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения, включающая цемент, вторичные шлаки алюминиевого производства с содержанием активного алюминия и горелые шлаки металлургического производства предварительно совместно измельченные до удельной поверхности $2000-2200 \text{ см}^2/\text{г}$, гидратную известь, полифункциональную добавку POLIMIX JBI, воду на основе которых были произведены изделия из газобетона неавтоклавного твердения на ООО «ШАХРИЁР ИСЛОМОВ» (Справка Ассоциации «Узпромстройматериалы» от 07.03.2025 г. №02/15-820). В результате общий экономический эффект от

внедрения в производство нового состава неавтоклавного газобетона составил 465 млн. сум.

разработанная бетонная смесь с требуемыми реологическими свойствами для малопрогревных технологий изготовления железобетонных изделий и конструкций, включающая цемент, щебень, песок, полифункциональный модификатор POLIMIX JBI, воду и минеральный наполнитель в виде сталеплавильных отходов, измельченных до удельной поверхности 3000-3200 см²/г на основе которых были произведены изделия и конструкции по технологии безопалубочного формования на СП ООО «BINOKOR TEMIRBETON SERVIS» (Справка Ассоциации «Узпромстройматериалы» от 07.03.2025 г. №02/15-820). В результате, внедрения было произведено плит перекрытия по безопалубочной технологии на общую сумму 11,37 млрд. сум и получен общий экономический эффект 1145 млн.сум.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследований обсуждались на 2 республиканском и 9 международных научно-практических, научно-технических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме исследований опубликовано всего 48 научных работ, 32 научных статей, из них 4 в изданиях, индексируемых в базе SCOPUS и 1 в РИНЦ, 16 в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, для публикации основных научных результатов докторских диссертаций: в том числе 9- в зарубежных журналах, 7 - в республиканских журналах. Кроме того, опубликовано 2 зарубежные и 2 республиканские монографии. Агентством по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан выдано 7 патента на изобретение, 1 патент на полезную модель, 4 свидетельства на расчетную программу для ЭВМ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Динамика роста строительного сектора в Узбекистане создает предпосылки для ускоренного развития производства строительных материалов. Потребность в новых объектах жилой и промышленной инфраструктуры стимулирует спрос на современные строительные материалы, что, в свою очередь, требует совершенствования технологических процессов и разработки инновационных продуктов.

Ориентированный на энергосбережение градостроительный курс в Республике Узбекистан, несмотря на достигнутые успехи, требует дальнейшего развития в направлении повышения качества и долговечности строительных материалов. Законодательная база, направленная на энергосбережение и повышение энергоэффективности, создает благоприятные условия для реализации соответствующих проектов. Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-4335 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов» стало значимым шагом в реализации

государственной политики в области энергосбережения в строительстве. Однако для полной реализации поставленных задач необходимо расширить исследования и разработки в области создания ресурсо- и энергосберегающих цементных композитов с заданным комплексом свойств.

Актуальные направления развития индустрии строительных материалов в Республике Узбекистан направлены на создание ресурсосберегающих технологий, основанных на использовании природного сырья, отходов производства и вторичной продукции. Данный подход позволяет не только снизить экологическую нагрузку, но и обеспечить экономическую эффективность производства строительных материалов.

Одной из приоритетных задач современного строительства является разработка энергоэффективных строительных материалов, способных снизить энергозатраты на производство и эксплуатацию зданий. Особое внимание уделяется созданию цементных композитов с улучшенными свойствами, позволяющих оптимизировать процесс строительства и повысить качество готовой продукции.

Применение метода безопалубного формования при производстве ЖБИ конструкций способствует сокращению производственных затрат, повысить качество готовых изделий. Неавтоклавный газобетон, обладающий низкой плотностью и высокими теплоизоляционными свойствами, является перспективным материалом для строительства энергоэффективных зданий.

Использование композиционных вяжущих, позволяющих снизить расход клинкера, в сочетании с новыми методами формирования структуры вяжущих систем, открывает широкие возможности для создания универсальных строительных материалов с заданными свойствами. Такие материалы могут быть успешно применены в различных типах строительных конструкций.

Одним из ключевых направлений также является разработка органоминеральных добавок для бетонных смесей, которые позволяют существенно улучшить свойства бетона, снизить его себестоимость и расширить область применения.

Несмотря на значительные успехи в данной области, ряд фундаментальных вопросов остается открытыми. Одной из ключевых проблем является недостаточное исследование механизмов взаимодействия различных минеральных добавок на процесс гидратации цементных смесей, а также влияния дисперсности и морфологии порошков на формирование структуры и свойств цементных композитов. Актуальность этих исследований обусловлена необходимостью создания нового поколения строительных материалов, отвечающих современным требованиям концепции «зеленый бетон». Решение этих задач позволит оптимизировать состав цементных композитов, повысить эффективность использования вторичных ресурсов и создать новые материалы с наперед заданным комплексом свойств.

В результате осуществления комплекса теоретических и

экспериментальных научно-исследовательских работ на кафедре “Строительство зданий и промышленных сооружений” Ташкентского государственного университета транспорта впервые были выполнены научные разработки, направленные на решение вышеуказанных актуальных проблем: впервые разработана ресурсо- и энергосберегающее клинкерное безгипсовое композиционное вяжущее на основе бинарного наполнителя и полифункциональной добавки, обладающая улучшенными эксплуатационными свойствами за счет применения минеральных добавок различной дисперсности и направленного структурообразования. (Композиционное вяжущее, патент на изобретение № Uz IAP 7709); впервые разработана комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси на основе техногенного минерального отхода и химических модификаторов обеспечивающая снижение расхода цементного вяжущего и повышение морозостойкости и водонепроницаемости бетона за счет направленной модификации пористой структуры. (Комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси, патент на изобретение № UZ IAP 7876); впервые разработана сырьевая смесь для производства конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного газобетона с улучшенными характеристиками за счет применение техногенных отходов и полифункционального модификатора позволяющая сократить расход цементного вяжущего и повысить эксплуатационные свойства материала (Сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения, патент на изобретение № UZ IAP 7877); впервые разработана бетонная смесь для изготовления сборного железобетона методом безопалубочного формования с требуемыми реологическими характеристиками позволяющая осуществить переход на малопрогревную технологию изготовления железобетонных изделий и конструкций методом безопалубочного формования (Бетонная смесь для изготовления сборного железобетона методом безопалубочного формования, патент на полезную модель № UZ FAP 02246).

1. Патент на изобретение Республики Узбекистан «Композиционное вяжущее» (IAP 7709, 2024 г.)

Использование: при производстве различных типов товарного бетона, для безпроевневных и малопроевневных технологий производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

Задача: увеличении коррозионностойкости против основным видам коррозии (выщелачивания, карбонизация и сульфатная); повышение прочности бетона в возрасте 12-24 часов, а также повышение прочности при сжатии в возрасте 28 суток.

Сущность изобретения: композиционное вяжущее включающая клинкер, микрокремнезем с удельной поверхностью $S_{уд}=9000-11000 \text{ см}^2/\text{г}$, известняковый наполнитель с удельной поверхностью $S_{уд}=2000-2200 \text{ см}^2/\text{г}$, а также химическая CEMENTMIX AC при следующем содержании компонентов мас. %:

клинкер – 50-75;

микрокремнезем – 10-20;

известняковый наполнитель – 14-29;

химическая добавка CEMENTMIX AC - 1

Композиционное вяжущее получают путем отдельного помола. Клинкер вместе с химической добавкой измельчают в шаровой мельнице до достижения удельной поверхности 4000-4500 см²/г. Известняк измельчают до удельной поверхности 2000-2200 см²/г. Затем все компоненты, включая микрокремнезем с $S_{уд} = 9000-11000$ см²/г, размолотый клинкер с химической добавкой CEMENTMIX AC и известняковый наполнитель с дисперсностью 2000-2200 см²/г, смешивают в указанных пропорциях.

Сущность изобретения заключается в том, что многоуровневая оптимизация гранулометрического состава, разрабатываемого вяжущего с компонентами (рис. 1), имеющими различную дисперсность позволяет достичь плотной упаковки цементного композита с минимальной пористостью и проницаемостью. В составе композиционного вяжущего исключается применение гипса в качестве замедлителя схватывания с целью предотвращения образования фаз этtringита и таумасита. Такой подход направленный на оптимизацию химического состава и свойств вяжущего материала, обеспечивает эффективное формирование требуемой структуры, исключает возникновение «нежелательных» химических реакций, и способствует существенному повышению стойкости вяжущего против основным видам коррозии.

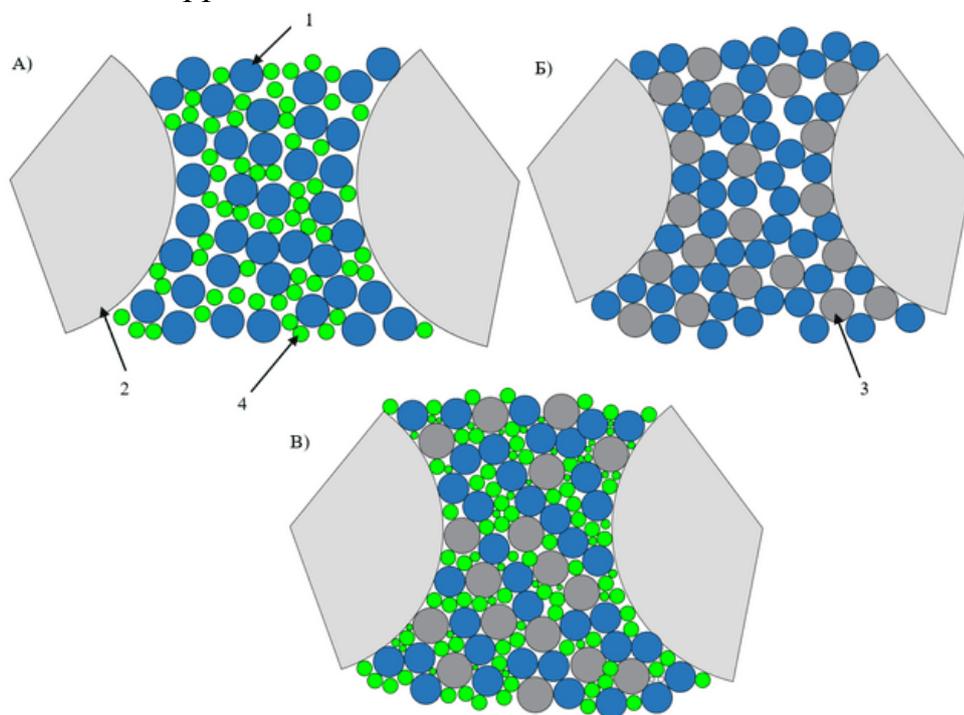


Рис. 1. Пространственно-структурная топология взаимного расположения частиц композиционного вяжущего: А – дисперсность минерального наполнителя выше дисперсность цемента; Б – дисперсность минерального наполнителя значительно ниже дисперсности цемента; В - дисперсность бинарного минерального наполнителя больше и меньше чем дисперсности цемента. 1 – Вяжущее; 2 – Заполнитель; 3 – Микрокремнезем с $S_{уд} = 9000-11000$ см²/г; 4 - известняк с удельной поверхности 2000-2200 см²/г.

Многочисленные исследования, проведенные в данной области показали, что физико-механические свойства цементного камня, такие как прочность на сжатие и изгиб, деформативность (включая упругие и пластические деформации), проницаемость для различных веществ (воды, газов, агрессивных сред) и морозостойкость, находятся в прямой зависимости от характеристик кристаллических новообразований, формирующихся в процессе гидратации цемента, и особенностей пористой структуры материала.

В материаловедении цемента существует множество классификаций пористой структуры цементного камня, основанных на различных критериях (размер, форма, происхождение пор). Несмотря на разнообразие подходов, цель классификаций едина — предоставить удобную систему для описания и анализа пористости, что необходимо для прогнозирования эксплуатационных свойств материала (прочность, деформативность, проницаемость, морозостойкость).

В странах СНГ для оценки пористости цементного камня, традиционно используется классификация М.М. Дубинина (1939 г.). В её основе лежит размер пор и механизм протекающих в них процессов. Выделяют следующие категории капиллярных пор:

- крупные капилляры (15-0,05 мкм) влияющие на прочность, проницаемость, морозостойкость;
- капилляры среднего размера (50-10 нм) влияющие на прочность, проницаемость, усадку при высокой влажности;
- малые (гелевидные) капилляры (10–2,5 нм) влияющие на усадку.

Исследование пористой структуры цементного камня проводилось методом ртутной порозиметрии (Thermo Scientific PASCAL 240). Образцы вакуумировались, затем заполнялись ртутью и помещались в порозиметр для получения порограмм. С помощью программного обеспечения SOLID EVO были определены удельный объем пор ($\text{мм}^3/\text{г}$) и общая пористость (%). Данный метод позволяет получить детальную информацию о распределении пор по размерам.

В данном исследовании изучены три состава цементного камня: контрольный (нормальная плотность 30% без добавок) (состав №1), прототипный (состав №2) и предлагаемый (состав №3). Целью исследования являлся сравнение характеристик поровой структуры данных составов.

Результаты определения удельного объема пор (рис. 2) и общей пористости (рис. 3) исследуемых образцов цементного камня приведены в табл. 1.

Результаты исследования демонстрируют, что применение комплексного модификатора оказывает существенное влияние на пористую структуру цементного камня.

Анализ порограммы показывает, что наибольшее уменьшение размеров пор наблюдается в диапазоне 4,8682-0,1846 мкм. Данный диапазон, согласно классификации М.М. Дубинина, соответствует порам, которые оказывают

значительное влияние на прочность, морозостойкость и проницаемость цементного камня.

Таблица 1

Характеристика пористой структуры исследуемых образцов

Параметры пористой структуры исследуемых образцов	Состав №1	Состав №2	Состав №3
Общий объем пор (мм ³ /г):	63,81	49,3	34,1
Общая площадь поверхности пор (м ² /г):	6,576	5,13	4,201
Средний диаметр пор (мкм):	0,0388	0,034	0,023
Срединный диаметр пор (мкм):	0,1199	0,132	0,052
Общая пористость образца, %	14,91	10,61	7,21

Снижение пористости, вероятно, обусловлено несколькими факторами: во-первых, образованием низкоосновных новообразований в результате реакции кремнезема с гидроксидом кальция, во-вторых, уменьшением содержания воды затворения за счет применения водоредуцирующей добавки, что снижает капиллярную пористость.

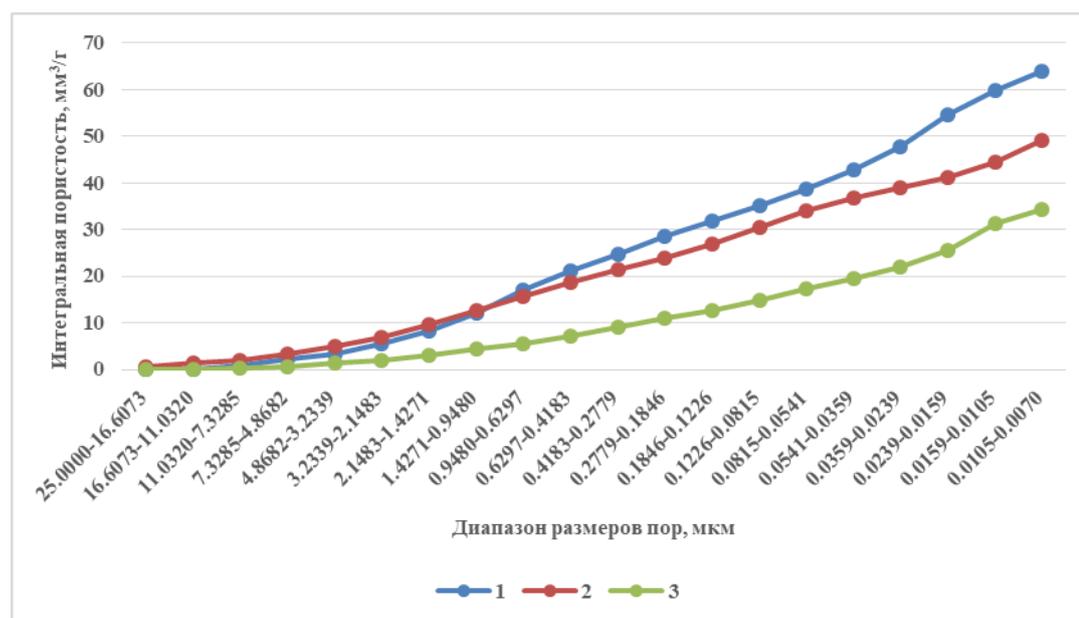


Рис. 2. Интегральная пористость по размерам исследуемых составов

Наиболее существенное снижение пористости наблюдалось у состава №3. Общая пористость уменьшилась на 46,5%, а интегральная - на 51,6% по сравнению с контрольным образцом. Изменения пористости в составе №3, вероятно, связаны с преобразованием Ca(OH)₂ и SiO₂ в гидросиликаты кальция, уменьшением количества воды затворения и коагуляцией пор известняковым наполнителем.

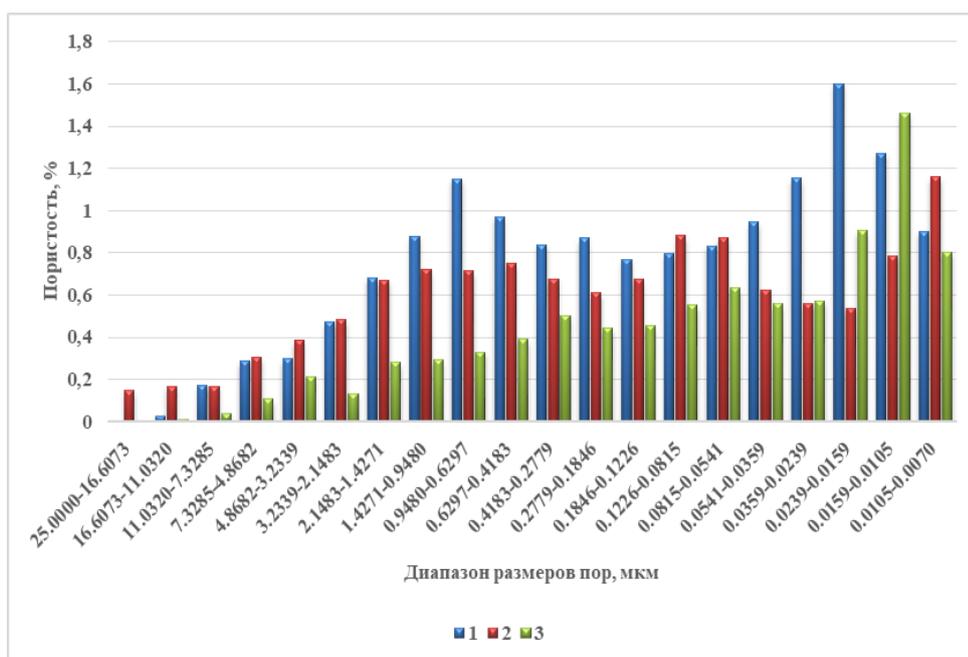


Рис. 3. Дифференциальная пористость по размерам исследуемых составов

Основываясь на классификации пор М.М. Дубинина, установлено, что поры размером менее 10 нм не оказывают существенного влияния на физико-механические свойства цементного камня. Поры, представляющие опасность для прочности, морозостойкости и водонепроницаемости материала, имеют размер более 10 нм. В связи с этим, нами предложено дополнительное разделение отдельных категорий пор для более точной оценки их влияния на прочность и долговечность цементного камня (рис. 4).

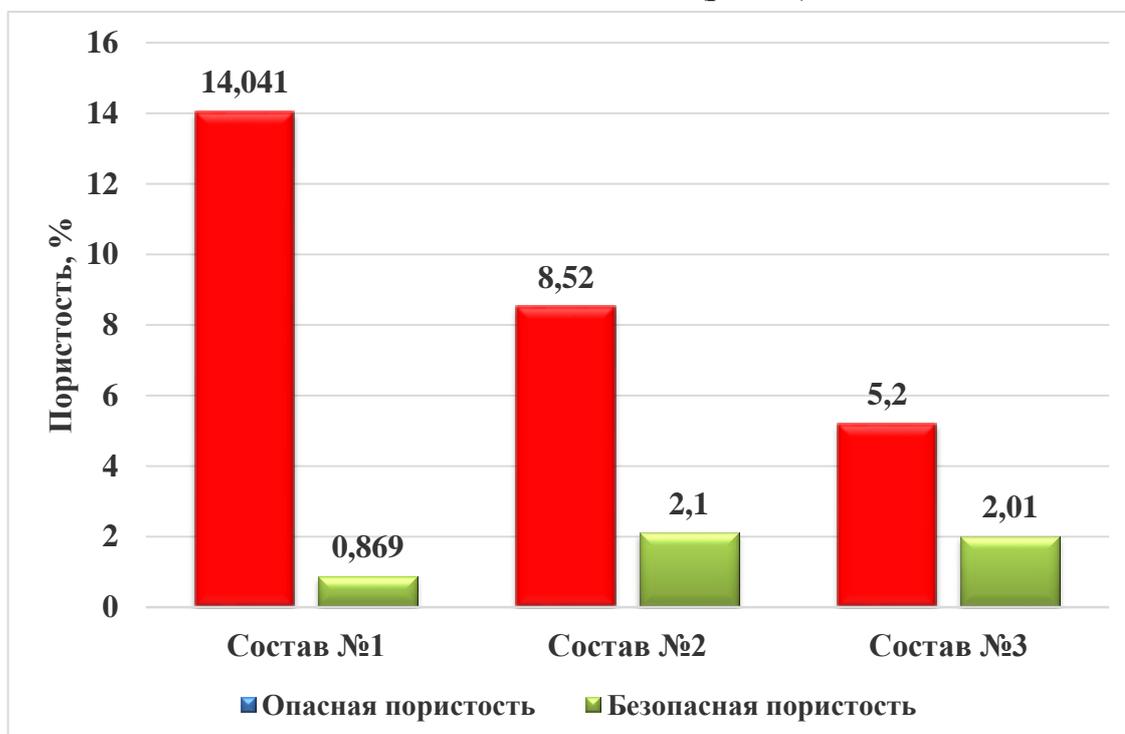


Рис. 4. Опасные и безопасные поры исследуемых составов

Применение предложенного состава композитного вяжущего обеспечивает снижение доли опасных пор на 62,96%, в результате чего его значение достигает 5,507% (рис. 4).

Сульфатостойкость, устойчивость к карбонизационной коррозии и коррозии выщелачивания являются критически важными показателями, определяющими долговечность цементных композитов, особенно в условиях агрессивной среды эксплуатации. С этой целью прототипный и предлагаемый составы цементного камня были изучены на предмет выщелачивания, коэффициента фильтрации углекислого газа и сульфатостойкости для оценки их долговечности и устойчивости к агрессивным воздействиям.

Нормальную плотность (НГ) составов определяли согласно ГОСТ 310.3-76. Прочность цементного камня через 12-24 ч. и 28 сут. определяли путем сжатия образцов 2×2×2 см, изготовленных из цементного теста нормальной плотности по ГОСТ 310.3-76 (табл. 2). Определения эффективного коэффициента диффузии углекислого газа (табл. 3) образцов исследовали согласно ГОСТ Р 52804-2007 (табл. 3). Результаты определения коррозии выщелачивания (табл. 3) проводились по общепринятой методике. В проведенных исследованиях для определения сульфатостойкости цементного камня был использован ускоренный метод определения сульфатостойкости, предложенный Б.Г. Скрамтаевым (табл. 4), который позволяет не только сравнить коррозионную стойкость различных цементов, но и приближается к реальным условиям эксплуатации строительных растворов и бетонов.

Песчано-цементные образцы размером 40×40×160 мм после 28-суточного твердения в нормальных условиях высушиваются до постоянного веса, затем на 24 часа погружаются в агрессивный раствор (5 % раствор Na₂SO₄). Из раствора образцы извлекаются и сушатся в сушильном шкафу при температуре 105-110°C в течение 8 часов. Охлажденные до комнатной температуры образцы снова погружаются в агрессивный раствор. Попеременное насыщение агрессивным раствором и высушивание производится установленное число раз или до разрушения образцов.

Таблица 2

Изменения прочности во времени композиционных вяжущих и нормальная густота

Наименование образца	Нормальная густота, %	Прочность при сжатии, МПа через 12 ч.	Прочность при сжатии, МПа через 24 ч.	Прочность при сжатии, МПа через 28 сут.
Композиционное вяжущее по прототипу	25	25,7	29,3	49,3
Композиционное вяжущее по заявке	22	40,7	44,0	51,0

Таблица 3

Показатели коррозии выщелачивания и коэффициент диффузии углекислого газа исследуемых составов

№	Выщелачивание в дистиллированной воде, мг/л	Выщелачивание в растворе CO ₂ (0,5%), мг/л	Эффективный коэффициент диффузии углекислого газа, 10 ⁴ см ² /с
Композиционное вяжущее по прототипу	830	611	0,07 (бетон пониженной проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)
Композиционное вяжущее по заявке	412	398	0,03 (бетон особо низкой проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)

В переменных условиях цементные образцы разрушаются значительно быстрее, чем в условиях их постоянного нахождения в сульфатном растворе. Через каждые три цикла испытаний на сульфатостойкость определялись линейные деформации образцов во влажном состоянии.

Анализ полученных результатов показывает (табл. 2), что при использовании предложенного состава композиционного вяжущего во всех сроках твердения наблюдается увеличение показателя прочности на сжатие. Увеличение предела прочности на сжатие происходит за счёт многоуровневой оптимизации гранулометрического состава вяжущего, увеличения объемной концентрации низкоосновных гидросиликатов кальция посредством механизма связывания аморфным кремнеземом наполнителя гидроксида кальция и снижения дефектности благодаря колматации пор известняковым наполнителем.

Таблица 4

Испытания исследуемых составов на сульфатостойкость

Наименование	Деформация образцов-балочек, мм/м					Общее количество циклов до разрушения
	3 цикла	6 цикла	9 цикла	12 цикла	Перед разрушением	
Композиционное вяжущее по прототипу	0.16	0.22	1.65	3,25	5,62	15
Композиционное вяжущее по заявке	0,04	0.08	0.42	1.15	3,54	24

Результаты исследования процессов выщелачивания и карбонизации (табл. 3) свидетельствуют о том, что плотная упаковка структуры композита, достигнутая за счет многоуровневой оптимизации гранулометрического состава вяжущего, обеспечила максимальное снижение проницаемости. В

результате уровень выщелачивания уменьшился на 33-51%, а степень карбонизации сократилось на 33%. Кроме того, замена гипсового камня на известняк привела к исключению образования этtringита и таумасита в составе вяжущего, что повысило сульфатостойкость на 38% (табл. 4).

Таким образом, приведенные выше данные свидетельствуют о преимуществах заявленного комплексного вяжущего перед известными аналогами, таких как повышение прочности бетона в возрасте 12-24 часов, а также увеличение прочности при сжатии в возрасте 28 суток, снижение энергетических затрат при его приготовлении и повышения стойкости композита против основным видам коррозии.

2. Патент на изобретение Республики Узбекистан «Комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси» (UZ IAP 7876, 2024 г.)

Использование: в промышленности строительных материалов и изделий, а также предприятиях строительной индустрии при изготовлении сборных железобетонных конструкций для строительства зданий и сооружений жилищного, общественного, промышленного и транспортного назначения.

Задача: экономия до 35-45% клинкерной части цемента, и повышение морозостойкости и водонепроницаемости бетона за счет уменьшения пористости и образования условно-замкнутых пор.

Сущность изобретения: разработка комплексного органоминерального модификатора, введение которого способствовало бы экономии портландцемента, достижение высоких прочностных и эксплуатационных характеристик бетонных и железобетонных изделий при различных условиях твердения.

Решение поставленной технической задачи достигается путем разработки комплексной органоминеральной добавки с оптимально подобранным составом. Отличительной особенностью предлагаемого состава является применение в качестве минерального компонента горелых формоотходов металлургического производства, в качестве химических добавок – полифункциональную добавку CEMENTMIX AR, а для улучшения морозостойкости, водонепроницаемости и снижения водопоглощения дополнительно химическую добавку VODOMIX. Все компоненты комплексной добавки в виде порошка совместно измельчаются до удельной поверхности 4000-4200 см²/г при следующем соотношении, мас. %:

Горелые формоотходы	95
CEMENTMIX AR	1,0
VODOMIX	4,0

Применение горелых формовочных отходов с постоянным химическим составом, включающих около 96% диоксида кремния, и характеризующихся низкой себестоимостью, способствует направленному формированию структуры цементной системы. В результате взаимодействия наполнителя с портландитом формируются низкоосновные гидросиликаты кальция, что приводит к упрочнению и уплотнению структуры цементного бетона. Под

воздействием высоких температур, около 1300 °С, кристаллическая структура кварцевого песка претерпевает фазовый переход из кристаллической формы в аморфный вид. Этот процесс приводит к увеличению пуццолановой активности минерального наполнителя и повышению реакционной способности взаимодействия с активными центрами цемента, а химическая добавка CEMENTMIX AR содержащий триэтаноламин, в своем составе, повышает размолоспособность наполнителя и способствует увеличению ранней прочности композита, суперпластификатор на основе химической добавки обеспечивает водоредуцирование цементной системы, что в итоге приводит к уменьшению пористости и как следствие повышению плотности бетона.

Применение химической добавки VODOMIX способствует формированию определенного количества замкнутых пор в составе бетона за счет воздухововлечения, что в конечном итоге повышает его водонепроницаемость, морозостойкость и снижает водопоглощение.

Комплексная добавка согласно предложенному составу готовилась следующим образом: все компоненты, включая горелые формоотходы металлургического производства и химические добавки CEMENTMIX AR и VODOMIX, в ударно-истирающем режиме шаровой мельницы измельчались в течение 15-20 минут до достижения удельной поверхности 4000-4200 см²/г.

Полученную гибридную органоминеральную добавку вводили в количестве 35-45% от массы портландцемента для приготовления бетонной смеси состава (кг/м³): цемент - 440, песок - 672, щебень - 1100, вода - до подвижности П2 (табл. 5).

Таблица 5

Исследуемые составы и свойства бетонной смеси

№	Состав	Цемент, кг	Количество комплексной добавки, кг (от массы цемента)	Щебень, кг	Песок, кг	Вода, л/м ³	Свойства бетонной смеси		
							В/Ц	ОК	Марка
1	Контрольный	440	-	1100	672	190	0.43	5	П2
2	Состав по прототипу	308	132 (30%)	1100	672	126	0.41	6	П2
3	Состав по заявке	286	154 (35%)	1100	672	112	0.39	7	П2

Данные по физико-механическим показателям образцов изделий исследуемых составов, представлены в табл. 6.

Анализ полученных результатов (табл. 5, 6) показывает, что использование предлагаемой комплексной органоминеральной добавки способствует снижению расхода цемента на 35-45%. Целенаправленное

управление структурой бетона за счет образования условно-замкнутых пор вследствие введения воздухововлекающих добавок приводит к повышению его морозостойкости на две марки и водонепроницаемости на одну ступень.

Таблица 6

Физико-механические свойства бетона

№	Состав	Прочность бетона на сжатие, МПа			Класс бетона	Плотность, кг/м ³	Водонепроницаемость, Атм	Марка по морозостойкости	Водопоглощения по объему, %
		7 сут.	14 сут.	28 сут.					
1	Контрольный	21,2	30,4	40,1	B30	2402	W6	F300	15
2	Состав по прототипу	28	38,1	48,3	B30	2340	W10	F350	12
3	Состав по заявке	31,8	43,2	50,1	B35	2330	W12	F400	8

3. Патент на изобретение Республики Узбекистан «Комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси» (UZ IAP 7876, 2024 г.)

Использование: ячеистые бетоны неавтоклавного твердения используются в промышленности строительных материалов для получения ячеистобетонных конструктивно и конструктивно-теплоизоляционных изделий неавтоклавного твердения.

Задача: снижение себестоимости и трудоемкости производства изделий за счет исключения использования алюминиевой пудры и уменьшения доли вяжущего вещества, повышение физико-механических свойств, ускорение набора прочности до 80% в течение первых суток твердения.

Сущность изобретения: Разработка смеси для неавтоклавного газобетона сниженной себестоимости и трудоемкости производства изделий за счет исключения использования алюминиевой пудры и уменьшения доли вяжущего вещества, повышение физико-механических свойств, ускорение набора прочности до 80% в течение первых суток твердения.

Решение поставленной задачи достигается следующим образом: вторичные шлаки алюминиевого производства с содержанием активного алюминия и горелые шлаки металлургического производства смешиваются и совместно подвергаются измельчению до удельной поверхности 2000-2200 см²/г. Далее последовательно перемещается гидратная известь, портландцемент, вода, полифункциональная добавка POLIMIX JBI и смесь измельченного алюминиевого шлака и горелых формоотходов при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %:

Портландцемент	25-30
Алюминиевый шлак	20-18
Горелые шлаки	30,8-19,6

Гидратная известь	2-4
Полифункциональная добавка POLIMIX JBI	0,2-0,4
Вода	22-28

Отличительной особенностью предлагаемого состава ячеистобетонной смеси является использование алюмосодержащих шлаков, измельченных до удельной поверхности 2000-2200 см²/г в качестве газообразователя и наполнителя, а в качестве кремнезистого компонента горелые отходы металлургического производства. Дополнительно в состав смеси вводится полифункциональная добавка, обеспечивающая водоредуцирование и ускорение твердения материала.

Использование алюминиевого шлака в качестве газообразователя полностью исключает необходимость применения дорогостоящего компонента газобетона — алюминиевой пудры. В присутствии гидратной извести шлак способствует образованию активного водорода благодаря своим активным компонентам.

Введение в состав ячеистобетонной смеси горелых формоотходов, измельченных до удельной поверхности 2000-2200 см²/г, способствует активации процессов химического взаимодействия диоксида кремния и гидроксида кальция, приводя к дополнительному образованию соединений тоберморитовой группы, обеспечивающих упрочнение структуры цементного камня и ячеистого бетона в целом.

Полифункциональная добавка благодаря высокой активности обеспечивает водоредуцирование и ускоренное твердение системы. Поликарбоксилатный компонент и аммиачная вода способствуют улучшению растворимости минералов портландцемента и повышению степени гидратации, что ведет к быстрому набору прочности. В результате достигается 80% проектной прочности материала на ранних стадиях твердения.

Данные по составу смесей и физико-механические свойства образцов изделий, полученных на их основе, представлены в табл. 7.

Анализ полученных результатов (табл. 7) показывает, что при использовании предложенного состава газобетона во все сроки твердения наблюдается увеличение прочности на сжатие в первые 24 часа на 70-78%. Начальное увеличение прочности в возрасте 1 суток объясняется тем, что содержание ускорителя в составе суперпластификатора обеспечивает резкое повышение прочности до уровня не ниже 80% от проектной. Кроме того, применение алюминиевого шлака способствует интенсивному газообразованию, что позволяет получать изделия из газобетона конструкционного и конструктивно-теплоизоляционного назначения. Активные компоненты шлаков, такие как диоксид кремния, вступают в реакцию с гидроксидом кальция, упрочняя межпоровые стенки, что в конечном итоге приводит к повышению прочности и улучшению механических характеристик материала в проектном возрасте. Прочность

газобетона в 28-суточном возрасте повышается на 1,5-16% по сравнению с составом, приготовленным по прототипу.

Таблица 7

Данные по составу смесей и физико-механические свойства образцов изделий

Компонент	Содержания компонента, % (мас.) в смеси состава	
	Контрольный	Оптимальный
	1	1
Портландцемент	33	27,5
Кварцевый песок	28,5	-
Гидратная известь	3	3
Алюминиевая пудра	0,06	-
Микрокремнезём	2,4	-
Алюоимиевый шлак	-	19
Полуводный гипс	1,6	-
Горелые форма отходы	-	25,2
Пластификатор С-3	0,84	-
Полифункциональная добавка POLIMIX JBI	-	0,3
Вода	30,6	25
Свойства образцов изделий газобетона		
Плотность газобетона, кг/м ³	880	730
Предел прочности при сжатии через 24 ч., МПа	1,00	3,4
Предел прочности при сжатии через 7 сут., МПа	2,6	4,0
Предел прочности при сжатии через 28 сут., МПа	3,7	4,2
Коэффициент теплопроводности газобетонных образцов, Вт/мК	0,27	0,21

Одним из определяющих показателей качества газобетонных изделий является коэффициент теплопроводности. Этот параметр характеризует способность материала передавать тепло и играет решающую роль в обеспечении теплового комфорта и энергоэффективности зданий. Снижение коэффициента теплопроводности газобетона приводит к уменьшению тепловых потерь через ограждающие конструкции, что, в свою очередь, влечет за собой сокращение потребления энергии на отопление и кондиционирование воздуха.

В связи с вышеизложенным, для определения теплопроводности составов по прототипу (состав №2) и по заявке (состав №2), были проведены экспериментальные исследования. На основе данных составов были изготовлены образцы в виде пластин размерами 300x300x26 мм. Исследование коэффициента теплопроводности образцов проводилось на приборе XND-2-3030C.

Принцип работы прибора основан на создании теплового потока, проходящего через слой образца, и фиксации температурных изменений в режимах нагрева и охлаждения, что имитирует реальные условия эксплуатации строительных материалов.

Для проведения эксперимента образцы были установлены в прибор XND-2-3030С, обеспечивая плотный контакт с нагреваемой и охлаждающей поверхностями. В процессе эксперимента фиксировались значения температуры на обеих сторонах образца, а также мощность теплового потока, проходящего через него. На основе полученных данных рассчитывался коэффициент теплопроводности материала (рис. 5).

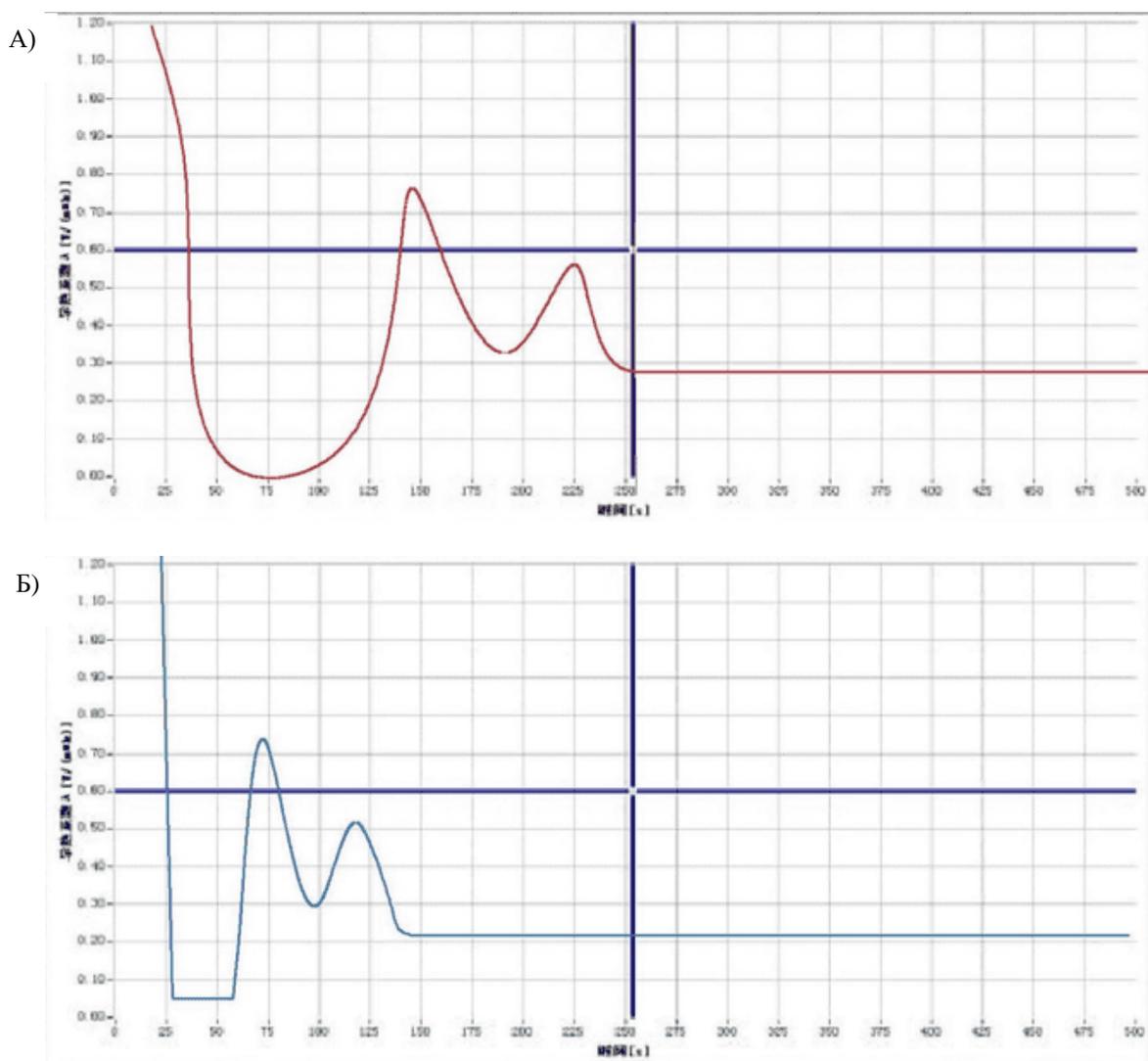


Рис. 5. Результаты исследования коэффициента теплопроводности исследуемых составов.

А) по прототипу Б) по заявке

Результаты, представленные на рис. 5, демонстрируют значительное снижение коэффициента теплопроводности газобетона заявленного состава на 22% по сравнению с прототипным и составило 0,2178 Вт/мК. Столь существенное снижение коэффициента теплопроводности свидетельствует о значительно улучшенных теплоизоляционных свойствах заявленного состава.

Таким образом, приведенные выше данные свидетельствуют о преимуществах заявленного газобетона перед известными аналогами и достижении поставленных задач, таких как снижение себестоимости за счет сокращения расхода цемента и полного исключения применения алюминиевой пудры, повышение прочности бетона в возрасте 24 часов, а также увеличение прочности при сжатии в возрасте 28 суток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании представленных материалов по присуждению ученой степени доктора наук (DSc) на основе патентов без защиты диссертации на тему «Ресурсосберегающие технологии цементных композитов требуемых показателей свойств» были сформулированы следующие выводы:

1. Впервые разработано композиционное вяжущее с наперед заданными свойствами, включающая клинкер, микрокремнезем с удельной поверхностью $S_{уд}=9000-11000 \text{ см}^2/\text{г}$, известняковый наполнитель с удельной поверхностью $S_{уд}=2000-2200 \text{ см}^2/\text{г}$, а также CEMENTMIX AC.
2. Впервые разработана комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси, включающая горелые формоотходы измельченные до удельной поверхности $4000-4200 \text{ см}^2/\text{г}$, CEMENTMIX AR, VODOMIX.
3. Впервые сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения, включающая цемент, вторичные шлаки алюминиевого производства с содержанием активного алюминия и горелые шлаки металлургического производства предварительно совместно измельченные до удельной поверхности $2000-2200 \text{ см}^2/\text{г}$, гидратную известь, полифункциональную добавку POLIMIX JBI, воду на основе которых были произведены изделия из газобетона неавтоклавного твердения.
4. Впервые разработана бетонная смесь с требуемыми реологическими свойствами для малопрогревной технологии изготовления железобетонных изделий и конструкций, включающая цемент, щебень, песок, полифункциональная добавка (ПФД) POLIMIX JBI, воду и минеральный наполнитель в виде сталеплавильного отхода, измельченных до удельной поверхности $3000-3200 \text{ см}^2/\text{г}$ на основе которых были произведены изделия и конструкции по технологии безопалубочного формования;
5. Исследования показали, что применение ПФД позволило снизить температуру изотермического прогрева бетонной смеси с 80°C до 30°C , что обеспечило возможность перехода на ресурсосберегающую малопрогревную технологию производства.
6. Исследованиями для оценки влияния комплексного модификатора на основе ПФД и СПО на коррозию стальной арматуры установлено, что потеря массы арматуры при испытании в различных условиях в течение 180 дней составила $8,98 \text{ г}/\text{м}^2$, что соответствует стандартным требованиям ($\leq 10 \text{ г}/\text{м}^2$).

7. Установлено, что многоуровневая оптимизация структуры композиционного вяжущего бинарным наполнителем различной природы и применение полифункциональной добавки обеспечивают увеличение прочности на сжатие на 44-58%. За счет создания плотной структуры и ликвидации этtringитных новообразований уменьшается уровень выщелачивания на 33-51%, степень карбонизации сокращается на 33%, а сульфатостойкость повышается на 38%.
8. В результате внедрения запатентованных составов бетонной смеси на линиях безопалубочного изготовления ЖБИ достигнута экономия цемента в размере 25% от массы смешанного вяжущего, увеличение рентабельности – на 6,1%, снижение себестоимости на 6%.
9. На предприятиях СП ООО «BINOKOR TEMIRBETON SERVIS», ООО «ШАХРИЁР ИСЛОМОВ» и ООО «SHEROBOD SEMENT ZAVODI» от внедрения оптимальных составов, указанных в патентах на изобретения (№IAP 7709 «Композиционная вяжущее», №IAP 7876 «Комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси», №IAP 7877 «Сырьевая смесь для неавтоклавного газобетона», №FAP 02246 «Бетонная смесь для изготовления сборного железобетона методом безопалубочного формования»), полученная суммарная экономическая эффективность составила 1880,8 млн. сум.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

І-часть

1. Адилходжаев А.И., Умаров К.С., Кадиров И.А. Комплексно-модифицированные бетоны с наполнителями из цеолитсодержащих пород. Монография. Т.: «Транспорт», 2021, 156 с.
2. Хасанов Б.Б., Кадиров И.А., Раджабов М.З., Умаров И.И. Ресурсосберегающие технологии модифицирования бетонной смеси и бетона. Монография. Т.: НИУ «ТИИИМСХ», 2023, 119 с.
3. Адилходжаев А.И., Хасанов Б.Б., Умаров К.С., Кадиров И.А., Шарипова Д.Т., Кудратов Б.Ш., Азимов Д.Т., Тошева Д.Ф., Раджабов М.З., Умаров И.И. Композиционное вяжущее нового поколения. Монография. Вопросы современной науки: коллективная научная монография; – Москва.: Изд. Интернаука, 2024. Том №93. – 250 с.
4. Адилходжаев А.И., Умаров К.С., Кадиров И.А. Комплексно-модифицированный бетон. Монография. LAP Lambert Academic Publishing RU, 2024, 169 с.
5. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Умаров К.С., Шаумаров С.С., Кадиров И.А., Кудратов Б.Ш., Азимов Д.Т., Тошева Д.Ф., Раджапов М.З., Умаров И.И. «Композиционное вяжущее». Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на изобретения №IAP 7709 от 06.03.2024 г.
6. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Умаров К.С., Шаумаров С.С., Кадиров И.А., Кудратов Б.Ш., Азимов Д.Т., Тошева Д.Ф., Раджапов М.З., Умаров И.И. «Комплексная органоминеральная добавка для бетонной смеси» Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на изобретения №IAP 7876 от 06.03.2024 г.
7. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Умаров К.С., Шаумаров С.С., Кадиров И.А., Кудратов Б.Ш., Азимов Д.Т., Тошева Д.Ф., Раджапов М.З., Умаров И.И. «Сыревая смесь для неавтоклавного газобетона» Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на изобретения №IAP 7877 от 06.03.2024 г.
8. Адилходжаев А.И., Умаров К.С., Кадиров И.А., Кудратов Б.Ш., Азимов Д.Т. «Бетонная смесь для изготовления сборного железобетона методом безопалубочного формования». Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на полезную модель №FAP 02246 от 09.03.2023 г.
9. Adilkhodjayev A.A., Rasulmukhamedov M.M., Kadyrov I.A. Research of porosity of a cement stone with a zeolite containing filler and a superplasticstificator [Electronic resource] // E3S Web of Conferences 264, 02007 (Tashkent, 2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402007> [CONMECHYDRO - 2021](#) (05.00.00 ОАК 3-бет, Scopus (3))
10. Adilkhodjayev A.I., Kondrashenko V.I., Khasanov B.B., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh., Radjapov M.Z. Some aspects of the processes of obtaining and

- application of mineral powders as fillers for cement systems [Electronic resource] // E3S Web of Conferences 410, 01021 (Tashkent, 2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341001021> FORM-2023 (05.00.00 OAK 3-bet, Scopus (3)).
11. Adilkhodjayev A.I., Khasanov B.B., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh., Azimov D.T., Umarov I.I. On the structure of cement stone with fillers from metallurgical waste [Electronic resource] // E3S Web of Conferences 410, 01020 (Tashkent, 2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341001020> FORM-2023 (05.00.00 OAK 3-bet, Scopus (3)).
 12. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Кадилов И.А., Кудратов Б.Ш., Азимов Д.Т. Теоретические и методологические аспекты получения и применения минеральных порошков в качестве наполнителей для цементных систем // Недропользование и транспортные системы. 2023. Т.13. №1. <https://doi.org/10.18503/SMTS-2023-13-1-30-38> (05.00.00 OAK 3-bet).
 13. Rashidov J., Narov R., Yusupov Kh., Kadirov I. Unraveling the effects of compound additives on the strength of cast concrete // RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental ISSN: 1981-982X Data de submissão: 23/10/2023 Data de aceite: 22/01/2024 DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n5-076> Avaliação: Double Blind Review pelo SEER/OJS (05.00.00 OAK 3-bet, Scopus (3)).
 14. Rasilmukhamedov M.M., Kadirov I.A., Davronov D.D. About the influence of a zeolite containing filler (natrolite) On the properties of cement binder [Electronic resource] // INTERNATIONAL CONGRESS ON MODERN EDUCATION & INTEGRATION, Vol. 6., 2021, Pp. 43-50 (05.00.00 OAK 3-bet, Index Copernicus (12)).
 15. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh. On the mechanoactivation of metallurgical waste // European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS) Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 2 No. 5, May 2021, ISSN: 2660-5570, pp. 60-67 (05.00.00 OAK 3-bet, ResearchBib (14)).
 16. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Abdullayev U.X. Some issues of moisture transfer in concrete // European Journal of Humanities and Educational Advancements (EJHEA) Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 2 No. 6, 2021 ISSN: 2660-5589. Pp 20-23 (05.00.00 OAK 3-bet, ResearchBib (14)).
 17. Adilkhodjayev A.I., Umarov K.S., Kadirov I.A., Azimov D.T. Technical and economic comparison of the efficiency of production of empty plates of overlapping of underworking forming when reinforced with wire and ropes // European Scholar Journal (ESJ) Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 2 No. 11, November 2021 ISSN: 2660-5562, pp 66-69 (05.00.00 OAK 3-bet, ResearchBib (14)).
 18. Adilkhodjayev A.I., Umarov K.S., Kadirov I.A., Azimov D.T. To The Question of the Choice of Technological Equipment For Continuous Shell less

- Forming Reinforced Concrete Products on a Long Stand // EUROPEAN MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF MODERN SCIENCE <https://emjms.academicjournal.io/index.php/> Volume:4, pp. 1-9 (05.00.00 OAK 3-bet, CrossRef (35)).
19. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh. To the Question of Optimization of the Process of Mechanical Activation of Metallurgical Slag // EUROPEAN JOURNAL OF LIFE SAFETY AND STABILITY (EJLSS) ISSN2660-9630 www.ejlss.indexedresearch.org Volume 17, 2022, pp. 28-35 (05.00.00 OAK 3-bet, ResearchBib (14)).
 20. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Abdullayev U.X. Some Aspects of the Effect of Porosity on Moisture Transfer in Concrete // INTERNATIONAL JOURNAL ON ORANGE TECHNOLOGY <https://journals.researchparks.org/index.php/IJOT> Volume: 4 Issue: 6 |Jun 2022 e-ISSN: 2615-8140 | p-ISSN: 2615-7071 (05.00.00 OAK 3-bet, Index Copernicus (12)).
 21. Адилходжаев А.И., Кадиров И.А., Кудратов Б.Ш. К вопросу оптимизации процесса механоактивации металлургических шлаков // Научно-технический журнал “Проблемы архитектуры и строительства” ISSN 2901-5004, №3, 2022. С. 132-135 (05.00.00, №14).
 22. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Abdullayev U.X. Properties of cement concretes with complex additives Based on modern superplasticizers and fillers // The scientific journal vehicles and roads, №3, 2022. С. 115-120 (05.00.00, №11).
 23. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Abdullayev U.X. Some properties of cement-concrete with a complex Modifier with a porous structure // The scientific journal vehicles and roads, №3, 2022. С. 121-126 (05.00.00, №11).
 24. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh. Complex-modified concrete with fillers from metallurgical Slag for the production of precast reinforced concrete by The method without formulation // Journal of Engineering and Technology (JET) ISSN(P): 2250-2394; ISSN(E): Applied Vol. 13, Issue 1, Jun 2023, 37–42 (05.00.00 OAK 3-bet, Index Copernicus (12)).
 25. Адилходжаев А.И., Кадиров И.А., Абдуллаев У.Х. О влиянии поликарбоксилатного суперпластификатора и бинарных микронаполнительных добавок на Реологические свойства бетонной смеси // Железнодорожный транспорт: “Актуальные вопросы и инновации”, ISSN 2181-953X, №2, 2023. С. 129-135 (05.00.00, №11).
 26. Адилходжаев А.И., Кадиров И.А., Абдуллаев У.Х. Влияние бинарного микронаполнителя на процессы структурообразования цементного вяжущего // Научный журнал транспортных средств и дорог, №3, 2023. С. 202-208 (05.00.00, №11).
 27. Adikhodjayev A.I., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh, Tosheva D.F., Atoev A.A., Choriyevev A.A. On carbonation corrosion of modified concretes Using microwaves // Miasto Przyszłości, Kielce 2023 Impact Factor: 9.9 ISSN-L:

- 2544-980X (05.00.00 OAK 3-bet, Index Copernicus (12)).
28. Adikhodjayev A.I., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh, Azimov D.T. Development and research of complex modified concrete of a new generation for non-heating and low temperature technologies based on local raw materials // Journal of Transport ISSN: 2181-2438, Volume 1, Issue 3, 2024, 78-83 pages (05.00.00, №11).
29. Adikhodjayev A.I., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh, Azimov D.T. The effect multifunctional additive and a low activity mineral filler on the formation of porosity and microstructure of a cement composite // Journal of Transport ISSN: 2181-2438, Volume 1, Issue 3, 2024, 132-136 pages (05.00.00, №11).

II-часть

30. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Умаров К.С., Цой В.М., Кадиров И.А. Бетонная смесь. Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на изобретения №IAP 06473 от 28.04.2021 г.
31. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Умаров К.С., Кадиров И.А. Комплексная добавка для бетонной смеси. Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на изобретения №IAP 06530 от 25.06.2021 г.
32. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Умаров К.С., Шаумаров С.С., Кадиров И.А., Азимов Д.Т. Бетонная смесь. Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на изобретения №IAP 07481 от 31.08.2023 г.
33. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Умаров К.С., Шаумаров С.С., Кадиров И.А., Азимов Д.Т. Бетонная смесь. Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Патент на изобретения №IAP 7752 от 11.07.2024 г.
34. Адилходжаев А.И., Кадиров И.А., Абдуллаев У.Х. Турли хил табиатдаги тўлдирувчилар асосидаги бетон таркибини оптималлаштириш. Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома, №DGU 18824, 2022.
35. Адилходжаев А.И., Кадиров И.А., Абдуллаев У.Х. Турли хил табиатдаги тўлдирувчилар асосидаги бетоннинг физик-механик хоссаларини ҳисоблаш. Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома, №DGU 18825, 2022.
36. Адилходжаев А.И., Кадиров И.А., Кудратов Б.Ш., Кандахаров С.И., Азимов Д.Т. Металлургия саноатининг қолип шлақларининг нисбий сирт юзасини ҳисоблашнинг автоматлаштирилган дастури. Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома, №DGU 23663, 2023.
37. Адилходжаев А.И., Кадиров И.А., Кудратов Б.Ш., Кандахаров С.И.,

- Азимов Д.Т. Металлургия шлакларининг нисбий сирт юзасини хисоблашнинг автоматлаштирилган дастури. Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома, №DGU 23662, 2023.
38. Adilkhodjayev A.I., Umarov K.S., Kadirov I.A., Azimov D.T. Features of continuous units forming of reinforced Concrete products // International Symposium of Young Scholars (USA) This conference will be organized in the USA on 10 the of October and the final proceeding will be provided on the 24th of October as a whole, 2021. Pp. 1-4.
39. Adilkhodjayev A.I., Umarov K.S., Kadirov I.A., Azimov D.T. Modern Resource-Saving Technologies for Production of Pre-Concrete Concrete Structures // International Conference on Applied Sciences, Conference is organized in the London, United Kingdom on 24-25th September <http://papers.online-conferences.com>. 2021. Pp. 86-89.
40. Адилходжаев А.И., Кадилов И.А., Абдуллаев У.Х., Кудратов Б.Ш. О влияние комплексных-модифициров с наполнителями различной природы на свойства тяжелого бетона // Международная научно-техническую конференция на тему: ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ 27-28 октября, 2022 года. С. 253-257.
41. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Кадилов И.А., Рузметов Ф.Ш. О новой комплексной добавке для бетонных смесей // "Замонавий муҳандислик коммуникация тизимлари ва автомобил йўллари инфраструктурасидаги долзарб муаммолар" мавзусида Республика миқёсидаги илмий-амалий конференция тўплами. Наммқи, 18-19 ноябр, 2022 йил, Наманган.
42. Адилходжаев А.И., Кадилов И.А., Кудратов Б.Ш. Комплексно-модифицированные бетоны с наполнителями из Metallurgical шлаков для изготовления сборного Железобетона методом безопалубочного формования // Научные труды международной научно – технической конференции с участием зарубежных ученых “Ресурсосберегающие технологии на транспорте” (2-3 декабря 2022г.). С. 629-633.
43. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Abdullayev U.X. Some features of the formation of the porous structure of Cement concrete with a complex modifier // 1st International Scientific Conference "Modern Materials Science: Topical Issues, Achievements and Innovations" (ISCMMSTIAI-2022) (Tashkent, Mart 4-5, 2022). Pp. 609-615.
44. Adilkhodjayev A.I., Kadirov I.A., Abdullayev U.X. Modification of cement concrete with complex additives Based on superplasticizer and fillers of various nature // 1st International Scientific Conference "Modern Materials Science: Topical Issues, Achievements and Innovations" (ISCMMSTIAI-2022) (Tashkent, Mart 4-5, 2022). Pp. 604-609.

45. Адилходжаев А.И., Кадилов И.А., Кудратов Б.Ш., Азимов Д.Т. Некоторые аспекты технологии непрерывного безопалубочного формования железобетонных изделий // АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции, Том 2, Магнитогорск, 2023. С. 17-18.
46. Adilkhodjaev A.I., Kadirov I.A., Khasanov B.B., Radjabov M.Z., Umarov I.I., Tosheva D.F. Effect of Binary Microbrake Based on "Quartz+Carbonate" Additions on the Properties of Cement Stone [Electron resources] // V International Scientific conference Construction mechanic, Hydraulic and water resources engineering CONMECHHYDRO 2023 AS. December 22-23, 2023, Tashkent, Uzbekistan.
47. Adilkhodjaev A.I., Kadirov I.A., Kudratov B.Sh, Azimov D.T., Abdullayev U.X. Effect of Binary Microfiller on Structure Formation of Cement Stone [Electron resources] // V International Scientific conference Construction mechanic, Hydraulic and water resources engineering CONMECHHYDRO 2023 AS. December 22-23, 2023, Tashkent, Uzbekistan.
48. Kadirov I.A., Atoev A.A., Choriyev A.R. Turli tabiatli binar mikroto'ldirgichlarning sement toshi korroziyasiga ta'siri // Yangi O'zbekiston: ilm qaldirg'ochlari – 2024 talabalarning III-xalqaro anjumani. 18-may, 2024, Jizzax, O'zbekiston.

IXTIRO PATENTI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI

№ IAP 7709

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga berildi:

Kompozit bog'lovchi modda

Talabnoma kelib tushgan sana: **06.03.2024**

Talabnoma raqami: **IAP 20240142**

Ustivorlik sanasi: **06.03.2024**

Patent egasi(lari): **KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH, UZ**

Ixtiro muallif(lari): **MAXAMATALIYEV IRKIN MUMINOVICH, UZ; UMAROV ISOMIDDIN INOQ O'G'LI, UZ; KUDRATOV BEKZOD SHERZODOVICH, UZ; KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH, UZ; SHAUMAROV SAID SANATOVICH, UZ; TOSHEVA DILBAR FARXODOVNA, UZ; ADILXODJAYEV ANVAR ISHANOVICH, UZ; AZIMOV DONIYOR TUYCHI O'G'LI, UZ; UMAROV KADIR SAPARBAYEVICH, UZ; RADJABOV MIRZOHI ZOKIR O'G'LI, UZ**

Ixtiroga berilgan patent O'zbekiston Respublikasi hududida 06.03.2024 yildan boshlab patentni kuchda saqlab turish uchun patent boji o'z vaqtida to'langandagina 20 yil mobaynida amal qiladi. O'zbekiston Respublikasi Ixtirolar davlat reyestrda 27.05.2024 yilda ro'yxatdan o'tkazildi.



(19) O'ZBEKISTON
RESPUBLIKASI



ADLIYA
VAZIRLIGI

(12) Ixtiro patentiga tavsif

(11) Ro'yxatdan o'tkazish raqami

UZ IAP 7709

(13)

C

(15) Ro'yxatdan o'tgan sana

27.05.2024

(21) Talabnoma raqami

IAP 20240142

(22) Talabnoma kelib tushgan sana

06.03.2024

(51) XPK tasnifi (lari)

C04B7/02 (2006.01)

C04B14/28 (2006.01)

C04B14/04 (2006.01)

UZ IAP 7709

(30) Konvension ustuvorlik

(63) Avval topshirilgan talabnoma raqami va sanasi

(65) Ilgari nashr qilingan patent raqami

(85) Milliy bosqichda PCT talabnomasi ekspertizasining boshlanish sanasi

(86) PCT talabnoma

(87) PCT talabnomasining e'lon qilingan raqami va sanasi

(43) Axborotnomada chop etilgan sana va raqami

25.06.2024, Byul., № 6(279)

(71) Talabnoma topshiruvchi(lar)

KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH, UZ

(72) Muallif(lar)

MAXAMATALIYEV IRKIN MUMINOVICH, UZ; UMAROV ISOMIDDIN INOQ O'G'LI, UZ; KUDRATOV BEKZOD SHERZODOVICH, UZ; KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH, UZ; SHAUMAROV SAID SANATOVICH, UZ; TOSHEVA DILBAR FARXODOVNA, UZ; ADILXODJAYEV ANVAR ISHANOVICH, UZ; AZIMOV DONIYOR TUYCHI O'G'LI, UZ; UMAROV KADIR SAPARBAYEVICH, UZ; RADJABOV MIRZOHIK ZOKIR O'G'LI, UZ

(73) Huquq egasi(lar)

KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH, UZ

(56)

(54) Ixtiro nomi (UZ)

Kompozit bog'lovchi modda

(54) Ixtiro nomi (RU)

Композиционное вяжущее

IXTIRONING FORMULASI

(57) Klinker, mineral va kimyoviy qo'shimchalarni o'z tarkibiga olgan hamda shuning bilan birga komponentlari ingrediyentlar maydalangan holda mexanik-kimyoviy faollashtiriladigan kompozitsion bog'lovchi shu bilan f a r q l a n a d i k i, bunda mineral qo'shimcha o'zi bilan ohaktosh to'ldiruvchisini ifodalaydi, kimyoviy qo'shimcha o'zi bilan CEMENTMIX AC ni ifodalaydi, mexanik-kimyoviy faollashtirish klinkerni quruq kimyoviy qo'shimcha



UZ IAP 7709

bilan ajratilgan holda solishtirma yuzasi 4000 dan 4500 sm^2/g gacha miqdorga yetishiga qadar maydalash, shuningdek ohaktosh to'ldiruvchisining solishtirma yuzasi S_{ud} 2000 dan 2200 sm^2/g gacha miqdorga yetishiga qadar alohida maydalash bilan amalga oshiriladi, hosil qilingan xom ashyoni solishtirma yuzasi 9000 dan 11000 sm^2/g gacha oraliqda bo'lgan miqdordagi mikro kremnezyom bilan quyidagi nisbatda, massa foizi hisobida aralashiriladi: klinker – 50-75; mikro kremnezyom – 10-20; ohaktoshli to'ldiruvchi – 14-29; CEMENTMIX AC kimyoviy qo'shimcha – 1.

Композиционное вяжущее, включающее клинкер, минеральную и химическую добавки, при этом компоненты композиционного вяжущего подвергаются механохимической активации с измельчением ингредиентов, от л и ч а ю щ е с я тем, что минеральная добавка представляет собой известняковый наполнитель, химическая добавка представляет собой CEMENTMIX AC, механохимическую активацию осуществляют раздельным измельчением клинкера с сухой химической добавкой до достижения удельной поверхности от 4000 до 4500 $\text{см}^2/\text{г}$, а также отдельным измельчением известнякового наполнителя до удельной поверхности $S_{\text{уд}}$ от 2000 до 2200 $\text{см}^2/\text{г}$, полученное сырье смешивают с микрокремнеземом, с удельной поверхностью в диапазоне от 9000 до 11000 $\text{см}^2/\text{г}$, при следующем соотношении, масс. %: клинкер – 50-75; микрокремнезем – 10-20; известняковый наполнитель – 14-29; химическая добавка CEMENTMIX AC – 1.

IXTIRONING REFERATI

Foydalanish sohasi: bog'lovchi moddalar texnologiyasida qo'llanadi va beton hamda temir-beton buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarishning qizdirilmaydigan va kam qizdiriladigan texnologiyalari uchun tovar betonning har xil turlarini ishlab chiqarishda qo'llanishi mumkin. **Vazifasi:** kompozitning o'tkazuvchanligini kamaytirish, ettringit va taumasit kabi nomaqbul komponentlarni bartaraf qilish hamda ishqorlanish, karbonizatsiya va sulfatli korroziya kabi korroziyaning asosiy turlariga qarshi korroziyaviy bardoshlikni oshirish. Bundan tashqari, konstruksiyalar va buyumlarni ishlab chiqarishda energiya sarf-xarajatlarini kamaytirish, shuningdek erta muddatlarda, 12-24 soat ichida va 28 sutkalik davrida betonning mustahkamligini oshirish asosiy maqsaddir. **Ixtiro mohiyati:** kompozitsion bog'lovchi modda klinker, mineral va kimyoviy qo'shimchalarni o'z tarkibiga oladi, bunda kompozitsion bog'lovchining komponentlari ingrediyentlar maydalangan holda mexanik-kimyoviy faollashtiriladi. Mineral qo'shimcha o'zi bilan ohaktosh to'ldiruvchisini ifodalaydi, kimyoviy qo'shimcha o'zi bilan CEMENTMIX AC ni ifodalaydi, mexanik-kimyoviy faollashtirish klinkerni quruq kimyoviy qo'shimcha bilan ajratilgan holda solishtirma yuzasi 4000 dan 4500 sm^2/g gacha miqdorga yetishiga qadar maydalash, shuningdek ohaktosh to'ldiruvchisining solishtirma yuzasi S_{ud} 2000 dan 2200 sm^2/g gacha miqdorga yetishiga qadar alohida maydalash bilan amalga oshiriladi, hosil qilingan xom ashyoni solishtirma yuzasi 9000 dan 11000 sm^2/g gacha oraliqda bo'lgan miqdordagi mikro kremnezyom bilan quyidagi nisbatda, massa foizi hisobida aralashiriladi: klinker – 50-75; mikro kremnezyom – 10-20; ohaktoshli to'ldiruvchi – 14-29; CEMENTMIX AC kimyoviy qo'shimcha – 1.

6 ta jadv.



Использование: технология вяжущих материалов и может быть применено при производстве различных типов товарного бетона, для безпрогревных и малопрогревных технологий производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций. **Задача:** снижение проницаемости композита, устранение нежелательных компонентов, таких как этtringита и таумасита, и повышение коррозионной стойкости против основных видов коррозии, таких как выщелачивание, карбонизация и сульфатная коррозия. Кроме того, целью является снижение энергозатрат при производстве конструкций и изделий, а также увеличение прочности бетона в ранние сроки, в течение 12-24 часов и при возрасте 28 суток. **Сущность изобретения:** композиционное вяжущее, включает клинкер, минеральную и химическую добавки, при этом компоненты композиционного вяжущего подвергаются механохимической активации с измельчением ингредиентов. Минеральная добавка представляет собой известняковый наполнитель, химическая добавка представляет собой CEMENTMIX AC, механохимическую активацию осуществляют раздельным измельчением клинкера с сухой химической добавкой до достижения удельной поверхности от 4000 до 4500 см²/г, а также отдельным измельчением известнякового наполнителя до удельной поверхности $S_{уд}$ от 2000 до 2200 см²/г, полученное сырье смешивают с микрокремнеземом, с удельной поверхностью в диапазоне от 9000 до 11000 см²/г, при следующем соотношении, масс.%%: клинкер – 50-75; микрокремнезем – 10-20; известняковый наполнитель – 14-29; химическая добавка CEMENTMIX AC – 1.

6 таб.

IXTIRONING TAVSIFI

Изобретение относится к области технологии вяжущих материалов и может быть применено при производстве различных типов товарного бетона, для безпрогревных и малопрогревных технологий производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Технический результат заключается в следующем: увеличении коррозионной стойкости против основным видам коррозии (выщелачивания, карбонизация и сульфатная); повышение прочности бетона в возрасте 12-24 часов, а также повышение прочности при сжатии в возрасте 28 суток.

В мировой практике строительства и производства железобетонных конструкций, широко используются композиционные вяжущие содержащие следующие компоненты: портландцемент или клинкер, карбонат содержащие материалы, кремнистые компоненты, гипс и органическая добавка.

Недостатками известных композиционных вяжущих материалов являются высокая проницаемость, недостаточное формирование ранней прочности и низкая коррозионная стойкость, включая выщелачивание, карбонизацию и сульфатную коррозию [RU 2379240 C1], [RU 2621784 C1], [RU 2656270 C1].

Известно композиционное вяжущее, принятая за прототип, содержащее следующие компоненты, масс.%%: портландцемент 46-50, доменный гранулированный шлак 32-40, карбонатная мука 4-9, карбонат калия 6,8-10,8, сухой гиперпластификатор PANTARHIT PC160 - 0,2 измельченный путем совместного помола всех компонентов в вибрационной мельнице до удельной поверхности 5100-5600 см²/г. [RU 2658416 C1].



Одним из недостатков известного композиционного вяжущего, рассматриваемого в качестве прототипа, является его низкая сульфатостойкость, обусловленная образованием этtringитных и таумаситных фаз в результате реакции между алюминатной фазой и гипсовым камнем портландцемента. Также отмечается низкая карбонизационная стойкость, вызванная полным связыванием гидроксида кальция, и высокая степень выщелачивания из-за повышенной проницаемости. Кроме того, данное вяжущее характеризуется недостаточной скоростью набора прочности в течение первых 12-24 часов.

Задачей настоящего изобретения является снижение проницаемости композита, устранение нежелательных компонентов, таких как этtringит и таумасит, и повышение коррозионной стойкости против основных видов коррозии, таких как выщелачивание, карбонизация и сульфатная коррозия. Кроме того, целью является снижение энергозатрат при производстве конструкций и изделий, а также увеличение прочности бетона в ранние сроки, в течение 12-24 часов и при возрасте 28 суток. Это позволит перейти на беспрогревную или малопроевную технологию производства сборного бетона и железобетона без применения высоких температурного нагрева или с минимальным его использованием.

Поставленная цель достигается за счет того, что композиционное вяжущее включающая клинкер, микрокремнезем с удельной поверхностью $S_{уд}$ от 9000 до 11000 $см^2/г$, известняковый наполнитель с удельной поверхностью $S_{уд}$ от 2000 до 2200 $см^2/г$, а также сухой суперпластификатор с ускорителем твердения CEMENTMIX AC при следующем содержании компонентов мас. %:

клинкер - 50-75;

микрокремнезем - 10-20;

известняковый наполнитель - 14-29;

химическая добавка CEMENTMIX AC - 1

Композиционное вяжущее получают путем раздельного помола. Клинкер вместе с химической добавкой измельчают в шаровой мельнице до достижения удельной поверхности от 4000 до 4500 $см^2/г$. Известняк измельчают до удельной поверхности от 2000 до 2200 $см^2/г$. Затем все компоненты, включая микрокремнезем с $S_{уд}$ от 9000 до 11000 $см^2/г$, размолотый клинкер с химической добавкой CEMENTMIX AC и известняковый наполнитель с дисперсностью от 2000 до 2200 $см^2/г$, смешивают в указанных пропорциях.

Сущность изобретения заключается в том, что многоуровневая оптимизация гранулометрического состава, разрабатываемого вяжущего с компонентами, имеющими различную дисперсность, позволяет достичь плотной упаковки цементного композита с минимальной пористостью и проницаемостью. В составе композиционного вяжущего исключается применение гипса в качестве замедлителя схватывания с целью предотвращения образования фаз этtringита и таумасита. Такой подход, направленный на оптимизацию химического состава и свойств вяжущего материала, обеспечивает эффективное формирование требуемой структуры исключает возникновение нежелательных химических реакций, и способствует существенному повышению стойкости вяжущего против основным видам коррозии.

В данном контексте, в качестве добавки, способствующей увеличению скорости схватывания вяжущего, предложен известняковый наполнитель. Процесс взаимодействия известнякового наполнителя с алюминатной



фазой приводит к образованию небольшого количества гидрокарбоалюминатов кальция. Одновременно с этим, благодаря колматационному эффекту добавки, происходит трансформация сквозных пор в тупиковые, сопровождающаяся уменьшением их диаметра. Это приводит к уплотнению структуры материала, снижению пористости и, следовательно, увеличению прочности, снижению проницаемости и повышению долговечности.

В результате высокой пуццолановой реакции и дисперсности микрокремнезема происходит образование новых прочных соединений - гидросиликатов кальция (C-S-H) при взаимодействии с гидроксидом кальция. Формируется более плотная структура с минимальной пористостью.

Использование сухой добавки CEMENTMIX AC существенно снижает расмолоспособность клинкера, что ведет к экономии ресурсов при помоле. Кроме этого, полифункциональная добавка позволяет сократить количества воды затворения за счет водоредуцирующего эффекта суперпластификатора. Наличие в составе ускорителя твердения на основе триэтаноламина и аммиака позволяет увеличить как раннюю в возрасте 12-24 часов, так и позднюю в возрасте 28 суток прочность комплексного вяжущего, что обеспечивает переход на технологии производства изделий и конструкций с малопрогревной и беспрогревной технологии.

По мнению заявителя, данный состав комплексной вяжущей неизвестен и можно сделать вывод о соответствии изобретения условию патентоспособности "новизна".

Новым в данном техническом решении является новое сочетание известных компонентов, используемых в композиционных вяжущих, и их новое количественное соотношение, что позволяет получить указанный выше технический результат.

Так как заявленная совокупность существенных признаков проявляет новое свойство, позволяющее получить изменение количественной меры результата, а именно: повышение прочности бетона в возрасте 1224 часов, а также повышение прочности при сжатии в возрасте 28 суток, а также исключение этtringита и таумасита из состава что приводит к повышению сульфатостойкости и максимальная уплотнения структуры обеспечивает повышение стойкости против выщелачивания и карбонизации, то можно сделать вывод о соответствии изобретения условию патентоспособности "изобретательский уровень".

Для экспериментальной проверки заявленного состава композиционного вяжущего были проведены сравнительные исследования по двум конкурирующим составам (прототипу и предлагаемому составу).

Технология получения вяжущего по прототипу состава такова. Портландцемент, доменный гранулированный шлак, карбонатная мука, карбонат калия (углекислый калий, поташ) и сухой суперпластификатор совместно измельчается в вибрационной мельнице до удельной поверхности от 5100 до 5600 $\text{см}^2/\text{г}$ в течение 70 минут при следующем соотношении компонентов мас. %: портландцемент - 50%; доменный гранулированный шлак - 35%; карбонатная мука - 5%; карбонат калия - 9,8%;

PANTARHIT PC160 - 0,2%.

По прототипу композиционное вяжущее получали путем раздельного помола. Клинкер 50% вместе с химической добавкой - 1% измельчали в ударном режиме измельчения шаровой мельнице ШЛМ-100 до достижения удельной поверхности от 4000 до 4500 $\text{см}^2/\text{г}$ в течении 45 мин. Известняк -29 измельчали до удельной поверхности от 2000 до 2200 $\text{см}^2/\text{г}$ в течении 15 мин. Затем все компоненты, включая микрокремнезем -20% с $S_{\text{уд}}$ от 9000 до 11000 $\text{см}^2/\text{г}$, клинкерный порошок с химической добавкой CEMENTMIX AC и



известковый наполнитель с дисперсностью от 2000 до 2200 см²/г, смешивали компонентов в следующих пропорциях:

- клинкер - 50%;
- известняковый наполнитель - 29%;
- микрокремнезем - 20%;
- CEMENTMIX AC - 1%.

Свойства композиционных вяжущих приведены в табл. 1.

Нормальную густоту (НГ) составов определяли согласно ГОСТ 310.3.-76. Прочность цементного камня через 12-24 ч. и 28 сут. определяли путем сжатия образцов 2*2*2 см, изготовленных из цементного теста нормальной густоты по ГОСТ 310.3-76. Определения эффективного коэффициента диффузии углекислого газа (табл. 2) образцов исследовали согласно ГОСТ Р 52804-2007 (табл. 2). Результаты определения коррозии выщелачивания (табл. 2) проводились по общепринятой методике [Бутт Ю.М. Практикум по химической технологии вяжущих материалов / Ю.М.Бутт, В.В.Тимашев. - М.: Высшая школа, 1973. - 472 с.].

В проведенных исследованиях для определения сульфатостойкости цементного камня был использован ускоренный метод определения сульфатостойкости, предложенный Б.Г. Скрамтаевым, который позволяет не только сравнить коррозионную стойкость различных цементов, но и приближается к реальным условиям эксплуатации строительных растворов и бетонов.

Песчано-цементные образцы размером 40x40x160 мм после 28-суточного твердения в нормальных условиях высушиваются до постоянного веса, затем на 24 часа погружаются в агрессивный раствор (5 % раствор Na₂SO₄). Из раствора образцы извлекаются и сушатся в сушильном шкафу при температуре 105-110°C в течение 8 часов. Охлажденные до комнатной температуры образцы снова погружаются в агрессивный раствор. Поочередное насыщение агрессивным раствором и высушивание производится установленное число раз или до разрушения образцов. В переменных условиях цементные образцы разрушаются значительно быстрее, чем в условиях их постоянного нахождения в сульфатном растворе.

Через каждые три цикла испытаний на сульфатостойкость определялись линейные деформации образцов во влажном состоянии. Линейные деформации разрушения — это максимальные значения линейных деформаций образцов до того, как они полностью или частично разрушались.

Величина линейных деформаций в мм/м рассчитывалась по формуле:

$$\varepsilon = (l_1 - l_0) / L$$

где l_1 - отсчет по индикатору часового типа после i дней выдержки образца, мм;

l_0 - начальный отсчет по индикатору после водонасыщения образца, мм;

L - длина образца, м.

Опасными считаются деформации, превышающие 0,5 %, т.е. 5 мм/м. Результаты определения сульфатостойкости представлены в табл. 3.

Условия твердения образцов - нормальные (влажность 95%, температура окружающей среды 20±2°C). Удельная поверхность минеральных наполнителей и вяжущего определялась на приборе ПСХ-11А (по методу Козени-Карман).



В экспериментальных исследованиях были использованы: клинкер и портландцемент ЦЕМ1 42.5Н производства ОАО «Ахангаранцемент» (ГОСТ 31108-2020), мелкий заполнитель - речной кварцевый песок Майского карьера с модулем крупности $M_{кр}=0,68$ и средней плотностью $\sim 2000 \text{ кг/м}^3$ (ГОСТ 26633-2012); полифункциональный сухой суперпластификатор CEMENTMIX AC, производства компании Arment Construction Chemicals (Узбекистан), микрокремнезем с удельной поверхностью 9000-11000 $\text{см}^2/\text{г}$ отход промышленного производства АО «Узметкомбинат» (Ташкентская обл.) и известняк месторождения Мурунтов (Узбекистан).

Таблица 2

Показатели коррозии выщелачивания и коэффициент диффузии углекислого газа исследуемых составов

№	Выщелачивание в дистиллированной воде, мг/л	Выщелачивание в растворе CO ₂ (0,5%), мг/л	Эффективный коэффициент диффузии углекислого газа, $10^4 \text{ см}^2/\text{с}$
Композиционное вяжущее по прототипу	830	611	0,07 (бетон пониженной проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)
Композиционное вяжущее по заявке	412	398	0,03 (бетон особо низкой проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)

Таблица 3

Испытания исследуемых составов на сульфатостойкость

Наименование	Деформация образцов-балочек, мм/м					Общее количество циклов до разрушения
	3 цикла	6 цикла	9 цикла	12 цикла	Перед разрушением	
Композиционное вяжущее по прототипу	0.16	0.22	1.65	3,25	5,62	15



Композиционное вяжущее по заявке	по	0,04	0.08	0.42	1.15	3,54	24
----------------------------------	----	------	------	------	------	------	----

Анализ полученных результатов показывает (табл. 1), что при использовании предложенного состава композиционного вяжущего во всех сроках твердения наблюдается увеличение показателя прочности на сжатие на 44-58%. Начальное увеличение прочности в возрасте 12 ч и 1 суток объясняется тем, что содержание ускорителя в составе суперпластификатора обеспечивает резкое повышение прочности. Увеличение предела прочности на сжатие 28-суточных образцов происходит за счёт многоуровневой оптимизации гранулометрического состава вяжущего, увеличения объёмной концентрации низкоосновных гидросиликатов кальция посредством механизма связывания аморфным кремнеземом наполнителя гидроксида кальция и снижения дефектности благодаря колматации пор известняковым наполнителем.

Результаты исследования процессов выщелачивания и карбонизации (табл. 2) свидетельствуют о том, что плотная упаковка структуры композита, достигнутая за счёт многоуровневой оптимизации гранулометрического состава вяжущего, обеспечила максимальное снижение проницаемости. В результате уровень выщелачивания уменьшился на 33-51%, а степень карбонизации сократилось на 33%. Кроме того, замена гипсового камня на известняк привела к исключению образования этtringита и таумасита в составе вяжущего, что повысило сульфатостойкость на 38% (табл. 3).

Информация о конкретных рецептах или процессах производства химических добавок, таких как CEMENTMIX AC, обычно является коммерческой тайной компаний, которые их производят. Эти данные обычно защищены.

Примеры конкретного выполнения:

1- й пример:

Клинкер 50 % вместе с химической добавкой - 1% измельчали в ударном режиме измельчения шаровой мельнице ШЛМ-100 до достижения удельной поверхности $4000\text{см}^2/\text{г}$ в течении 45 мин. Известняк - 29 измельчали до удельной поверхности $2000\text{ см}^2/\text{г}$ в течении 15 мин. Затем все компоненты, включая микрокремнезем -20% с $S_{уд} = 9000\text{ см}^2/\text{г}$, клинкерный порошок с химической добавкой CEMENTMIX AC и известковый наполнитель с дисперсностью $2000\text{ см}^2/\text{г}$, смешивали компонентов в следующих пропорциях:

клинкер - 50%;

известняковый наполнитель - 29%;

микрокремнезем - 20%;

CEMENTMIX AC - 1%.

2- й пример:



Клинкер 61 % вместе с химической добавкой - 1% измельчали в ударном режиме измельчения шаровой мельнице ШЛМ-100 до достижения удельной поверхности $4000 \text{ см}^2/\text{г}$ в течении 55 мин. Известняк - 19 измельчали до удельной поверхности $2000 \text{ см}^2/\text{г}$ в течении 15 мин. Затем все компоненты, включая микрокремнезем -19% с $S_{уд} = 9000 \text{ см}^2/\text{г}$, клинкерный порошок с химической добавкой CEMENTMIX AC и известковый наполнитель с дисперсностью $2000 \text{ см}^2/\text{г}$, смешивали компонентов в следующих пропорциях:

- клинкер - 61%;
- известняковый наполнитель - 19%;
- микрокремнезем - 19%;
- CEMENTMIX AC - 1%.

3- й пример:

Клинкер 75 % вместе с химической добавкой - 1% измельчали в ударном режиме измельчения шаровой мельнице ШЛМ-100 до достижения удельной поверхности $4000 \text{ см}^2/\text{г}$ в течении 70 мин. Известняк - 14% измельчали до удельной поверхности $2000 \text{ см}^2/\text{г}$ в течении 15 мин. Затем все компоненты, включая микрокремнезем -10% с $S_{уд} = 9000 \text{ см}^2/\text{г}$, клинкерный порошок с химической добавкой CEMENTMIX AC и известковый наполнитель с дисперсностью $2000 \text{ см}^2/\text{г}$, смешивали компонентов в следующих пропорциях:

- клинкер - 75%;
- известняковый наполнитель - 14%;
- микрокремнезем - 10%;
- CEMENTMIX AC - 1%.

Таблица 4

Изменения прочности во времени композиционных вяжущих и нормальная густота

Наименование образца	Нормальная густота, %	Прочность при сжатии, МПа через 12 ч.	Прочность при сжатии, МПа через 24 ч.	Прочность при сжатии, МПа через 28 сут.
Композиционное вяжущее по прототипу	25	25,7	29,3	49,3
Композиционное вяжущее по заявке (Пример №1)	22	38,7	43,0	51,4
Композиционное вяжущее по	21	41,8	45,7	57,1



заявке (Пример №2)				
Композиционное вяжущее по заявке (Пример №3)	20	48,6	51,8	60,8

Таблица 5

Показатели коррозии выщелачивания и коэффициент диффузии углекислого газа исследуемых составов

№	Выщелачивание в дистиллированной воде, мг/л	Выщелачивание в растворе CO ₂ (0,5%), мг/л	Эффективный коэффициент диффузии углекислого газа, 10 ⁴ см ² /с
Композиционное вяжущее по прототипу	830	611	0,07 (бетон пониженной проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)
Композиционное вяжущее по заявке (Пример №1)	412	398	0,03 (бетон особо низкой проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)
Композиционное вяжущее по заявке (Пример №2)	403	381	0,03 (бетон особо низкой проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)
Композиционное вяжущее по	391	358	0,02 (бетон особо низкой проницаемости в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007)



заявке (Пример №3)			
--------------------	--	--	--

Таблица 6

Испытания исследуемых составов на сульфатостойкость

Наименование	Деформация образцов-балочек, мм/м					Общее количество циклов до разрушения
	3 цикла	6 цикла	9 цикла	12 цикла	Перед разрушением	
Композиционное вяжущее по прототипу	0,16	0,22	1,65	3,25	5,62	15
Композиционное вяжущее по заявке (Пример №1)	0,04	0,08	0,42	1,15	3,54	24
Композиционное вяжущее по заявке (Пример №2)	0,04	0,07	0,39	1,11	3,12	27
Композиционное вяжущее по заявке (Пример №3)	0,02	0,03	0,21	0,95	3,11	30

Анализ полученных результатов показывает, что с точки зрения повышения физико-механических свойств, максимального снижения расхода клинкера и сокращения энергопотребления в процессе производства композиционного вяжущего, оптимальным вариантом является пример №1.

Таким образом, приведенные выше данные свидетельствуют о преимуществах заявленного комплексного вяжущего перед известными аналогами, о достижении поставленных задач, таких как повышение прочности бетона в возрасте 12-24 часов, а также увеличение прочности при сжатии в возрасте 28 суток, снижение энергетических затрат при его приготовлении и повышения стойкости композита против основным видам коррозии.

Формула изобретения



Композиционное вяжущее, включающее клинкер, минеральную и химическую добавки, при этом компоненты композиционного вяжущего подвергаются механохимической активации с измельчением ингредиентов, отличающееся тем, что минеральная добавка представляет собой известняковый наполнитель, химическая добавка представляет собой CEMENTMIX AC, механохимическую активацию осуществляют раздельным измельчением клинкера с сухой химической добавкой до достижения удельной поверхности от 4000 до 4500 см²/г, а также отдельным измельчением известнякового наполнителя до удельной поверхности S_{уд} от 2000 до 2200 см²/г, полученное сырье смешивают с микрокремнеземом, с удельной поверхностью в диапазоне от 9000 до 11000 см²/г, при следующем соотношении, масс. %:

клинкер – 50-75

микрокремнезем – 10-20

известняковый наполнитель – 14-29

химическая добавка CEMENTMIX AC – 1.

(56) 1. RU 2167114 C2

2. RU 2373163 C1

IXTIRONING CHIZMASI



IXTIRO PATENTI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI

№ IAP 7876

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga berildi:

Sement-beton aralashmasi uchun murakkab organomineral qo'shimcha

Talabnoma kelib tushgan sana: 23.06.2024

Talabnoma raqami: IAP 20240359

Ustivorlik sanasi: 23.06.2024

Patent egasi(lari): KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH

Ixtiro muallif(lari): KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH; ADILXODJAYEV ANVAR ISHANOVICH; SHAUMAROV SAID SANATOVICH; MAXAMATALIYEV IRKIN MUMINOVICH; UMAROV KADIR SAPARBAYEVICH; AZIMOV DONIYOR TUYCHI O'G'LI; KUDRATOV BEKZOD SHERZODOVICH; TOSHEVA DILBAR FARXODOVNA; RADJABOV MIRZOHI ZOKIR O'G'LI; UMAROV ISOMIDDIN INOQ O'G'LI

Ixtiroga berilgan patent O'zbekiston Respublikasi hududida 23.06.2024 yildan boshlab patentni kuchda saqlab turish uchun patent boji o'z vaqtida to'langandagina 20 yil mobaynida amal qiladi. O'zbekiston Respublikasi Ixtirolar davlat reyestrda 26.11.2024 yilda ro'yxatdan o'tkazildi.



(19) O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI



ADLIYA VAZIRLIGI

(12) Ixtiro patentiga tavsif

(11) Ro'yxatdan o'tkazish raqami

UZ IAP 7876

(13)

C

(15) Ro'yxatdan o'tgan sana

26.11.2024

(21) Talabnoma raqami

IAP 20240359

(22) Talabnoma kelib tushgan sana

23.06.2024

(51) XPK tasnifi (lar)

C04B28/28 (2006.01)

UZ IAP 7876

(30) Konversion ustuvorlik	(71) Talabnoma topshiruvchi(lar) KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH
(63) Avval topshirilgan talabnoma raqami va sanasi	(72) Muallif(lar) KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH; ADILXODJAYEV ANVAR ISHANOVICH; SHAUMAROV SAID SANATOVICH; MAXAMATALIYEV IRKIN MUMINOVICH; UMAROV KADIR SAPARBAYEVICH; AZIMOV DONIYOR TUYCHI O'G'LI; KUDRATOV BEKZOD SHERZODOVICH; TOSHEVA DILBAR FARXODOVNA; RADJABOV MIRZOHD ZOKIR O'G'LI; UMAROV ISOMIDDIN INOQ O'G'LI
(65) Ilgari nashr qilingan patent raqami	(73) Huquq egasi(lar) KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH
(85) Milliy bosqichda PCT talabnomasi ekspertizasining boshlanish sanasi	(56)
(86) PCT talabnoma	
(87) PCT talabnomasining eton qilingan raqami va sanasi	
(43) Axborotnomada chop etilgan sana va raqami 26.12.2024, Byul., № 12(285)	

(54) Ixtiro nomi (UZ)

Sement-beton aralashmasi uchun murakkab organomineral qo'shimcha

(54) Ixtiro nomi (RU)

Комплексная органоминеральная добавка для цементобетонной смеси

IXTIRONING FORMULASI

(57) Mineral komponent, polikarbonsilat asosidagi kimyoviy qo'shimchani ichiga olgan sement-beton qarishmasi uchun kompleks organomineral qo'shimcha shu bilan ta'riflanadi, bunda mineral komponent sifatida metallurgiya ishlab chiqarishining quyidagi qoliplash chiqindilarini, kimyoviy qo'shimchalar – polikarbonsilat hamda trisilanolamin asosidagi CEMENTMIX AR polifunksional qo'shimchasi va havo tortuvchi VODO MIX qo'shimchasini ta'kidga oladi, bunda 4000-4200 sm²/g solishtirma yuzaga qadar birgalikda maydalangan komponentlar quyidagi nisbatda, massa foizi hisobida olinadi: ko'rsatilgan quyidagi qoliplash chiqindilari – 95,0; ko'rsatilgan CEMENTMIX AR kimyoviy qo'shimchasi – 1,0; ko'rsatilgan VODO MIX kimyoviy qo'shimchasi – 4,0.

Комплексная органоминеральная добавка для цементобетонной смеси, включающая минеральный компонент, химическую добавку на поликарбонатной основе, отходы металлургического производства, химическая добавка - полифункциональную добавку CEMENTMIX AR на основе поликарбоната и трисиланолamina, воздухововлекающую добавку VODO MIX, при этом изменение соотношения до удельной поверхности 4000-4200 см²/г компоненты берут в следующем соотношении, мас. %: указанные горючие формовочные отходы – 95,0; указанная химическая добавка CEMENTMIX AR – 1,0; указанная химическая добавка VODO MIX – 4,0.

IXTIRONING REFERATI

Foydalanish sohasi: beton va temir-beton buyumlar tayyorlash, sementlarni va portlandsementdan foydalangan holda tayyorlanadigan quruq qurilish aralashmalarini modifikatsiyalash. **Vazifasi:** portlandsementni tejashni ta'minlash, turli qat'iy sharoitlarda beton va temir-beton buyumlarining yuqori mustahkamlik va ekspluatatsiya xususiyatlariga erishish maqsadida kompleks organomineral modifikator tarkibini ishlab chiqish. **Ixtiro mohiyati:** mineral komponent sifatida metallurgiya ishlab chiqarishining quyidagi qoliplash chiqindilarini va kimyoviy qo'shimchalar – polikarbonsilat hamda trisilanolamin asosidagi CEMENTMIX AR polifunksional qo'shimchasi va havo tortuvchi VODO MIX qo'shimchasini o'z ichiga olgan sement-beton qarishmasi uchun kompleks organomineral qo'shimcha ta'kid etilgan bo'lib, bunda 4000-4200 sm²/g solishtirma yuzaga qadar birgalikda maydalangan komponentlar quyidagi nisbatda, massa foizi hisobida olinadi: ko'rsatilgan quyidagi qoliplash chiqindilari – 95,0; ko'rsatilgan CEMENTMIX AR kimyoviy qo'shimchasi – 1,0; ko'rsatilgan VODO MIX kimyoviy qo'shimchasi – 4,0.

Formulaning 1 ta m.b., 1 ta jadv.

Использование: изготовление бетонных и железобетонных изделий, модификация цементов и сухих строительных смесей, изготавливаемых с использованием портландцемента. **Задачи:** разработка состава комплексного органоминерального модификатора, целью которого является обеспечение экономии портландцемента, достижение высоких прочностных и эксплуатационных характеристик бетонных и железобетонных изделий при различных условиях твердения. **Сущность изобретения:** предложена комплексная органоминеральная добавка для цементобетонной смеси, которая в качестве минерального компонента включает горючие

UZ IAP 7876



формовочные отходы металлургического производства и химические добавки - полифункциональную добавку CEMENTMIX AR на основе поликарбонилата и триэтилоламина и воздухововлекающую добавку VODO MIX, при этом измельченные совместно до удельной поверхности 4000-4200 см²/г компоненты берут в следующем соотношении, мас. %: указанные горелые формовочные отходы – 95,0; указанная химическая добавка CEMENTMIX AR – 1,0; указанная химическая добавка VODO MIX – 4,0.

1 и.п.ф., 1 таб.

IXTIRONING TAVSIFI

Изобретение относится к комплексным органоминеральным добавкам для цементобетонной смеси. Добавка позволяет экономить до 35-45% клинкерной части цемента за счет уменьшения пористости и образования условно-замкнутых пор. Бетоны на основе таких смесей обладают повышенной водонепроницаемостью, морозостойкостью. Предлагаемое изобретение может найти применение в изготовлении бетонных и железобетонных изделий, модификации цемента и сухих строительных смесей, изготавливаемых с использованием портландцемента.

Известен комплексный модификатор бетона (Патент RU 2288197), содержащий дисперсный минеральный компонент, включающий горную породу или ее смесь с золой-уноса и/или с продуктами газочистки печей, выплавляющих кремнезольсодержащие сплавы, а также пластифицирующую добавку. Дисперсный минеральный компонент в качестве горной породы включает подвергнутый термической обработке каолин и гипс. Модификатор может дополнительно включать гидроксид кальция при следующем соотношении компонентов, мас. %:

дисперсный минеральный компонент	80-98
пластифицирующая добавка	2-20
гидроксид кальция	0-10

Недостатками указанного комплексного модификатора являются высокая дозировка пластифицирующей добавки, что приводит к увеличению стоимости конечного продукта. Кроме того, наблюдается недостаточная высокая степень замещения портландцемента, что ограничивает экономическую эффективность использования модификатора. Также отмечается низкая водонепроницаемость и недостаточная морозостойкость бетона, что снижает его эксплуатационные характеристики в условиях воздействия воды и низких температур.

Известен органоминеральный модификатор для бетонных смесей и строительных растворов и способ его получения (Патент RU 2382004), в состав которого входит дисперсный минеральный компонент, включающий высокодисперсную активную пуццолановую добавку на основе кремнезема, не содержащий кремнезем и не обладающий пуццолановой активностью микроалюминат и пластифицирующую добавку, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

высокодисперсная активная пуццолановая добавка на основе кремнезема	25-51
не содержащий кремнезем и не обладающий пуццолановой активностью микроалюминат	40-60
пластифицирующая добавка	5-20

Недостатками данного органоминерального модификатора являются незначительная экономия вяжущего в составе бетонной смеси, значительные энергетические затраты на достижение необходимой дисперсности минеральных компонентов, высокий расход суперпластификатора, а также достаточно высокое водоцементное соотношение бетонных растворов.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является комплексный органоминеральный модификатор для бетонных смесей и строительных растворов (Патент RU 2608139), содержащий в качестве минерального компонента смесь, состоящую из метакеолина, трепела и кислой зола-уноса, а в качестве химической добавки - гипрпластификатор на поликарбонилитной основе Panticit PC 160 Piv или нафталиноформальдегидный суперпластификатор - СП-1, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Метакеолин	19-20
трепел	6-9,5
кислая зола-унос	70-73
Panticit PC160 Piv или (СП-1)	1-1,5

Недостатком данного органоминерального модификатора является высокая стоимость получаемой добавки, обусловленная использованием метакеолина. Присутствие кислой зола-уноса характеризуется низкой пуццолановой активностью, несовершенством химического состава и увеличением водоцементности, снижением водонепроницаемости и морозостойкости. Эти факторы негативно сказываются на экономической и технической эффективности применения модификатора в цементных бетонах.

Задачей изобретения является разработка состава комплексного органоминерального модификатора, целью которого является обеспечение экономии портландцемента, достижение высоких прочностных и эксплуатационных характеристик бетонных и железобетонных изделий при различных условиях твердения.

Решение поставленной технической задачи достигается путем разработки комплексной органоминеральной добавки для цементобетонной смеси, включающая минеральный компонент, химическую добавку на поликарбонилитной основе, согласно изобретению включает в качестве минерального компонента горелые формовочные отходы металлургического производства, химические добавки - полифункциональную добавку CEMENTMIX AR на основе поликарбонилатов и триэтилоламина и воздухововлекающую добавку VODO MIX, при этом измельченные совместно до удельной поверхности 4000-4200 см²/г компоненты берут в следующем соотношении, мас. %:

Указанные горелые формовочные отходы	- 95,0
Указанная химическая добавка CEMENTMIX AR	- 1,0
Указанная химическая добавка VODO MIX	- 4,0



Применение горелых формовочных отходов с постоянным химическим составом, включающих около 96% диоксида кремния, и характеризующихся низкой соебестоимостью, способствует направленно формированию структуры цементной системы. В результате взаимодействия наполнителя с портландцементом формируются низкосиловые гидросиликаты кальция, что приводит к уплотнению и уплотнению структуры цементного бетона. Под воздействием высоких температур, около 1300 °С, кристаллическая структура кварцевого песка претерпевает фазовый переход из кристаллической формы в аморфный вид. Этот процесс приводит к увеличению пудроливой активности минерального наполнителя и повышению реакционной способности взаимодействия с активными центрами цемента, а химическая добавка CEMENTMIX AR на основе полнкарбоната и триэтанолamina повышает размолаемость наполнителя и способствует увеличению ранней прочности композита за счет триэтанолamina, и обеспечивает водоредуцирование цементной системы, что в итоге приводит к уменьшению пористости и как следствие повышению плотности бетона за счет полнкарбонатаиной основы.

Применение химической добавки VODO MIX способствует формированию определенного количества замкнутых пор в составе бетона за счет воздухововлечения. Химическая добавка VODO MIX, основанная на натриевых солях нафтеновых кислот, функционирует как пластификатор и воздухововлекающий агент. Ее применение в бетонных смесях способствует созданию заданного уровня воздухововлечения, что, в свою очередь, снижает водопоглощение и улучшает морозостойкость и водонепроницаемость материала.

Химический состав горелых формовочных отходов представлен следующими компонентами (в массовых процентах): SiO₂ — 91,56%, Al₂O₃ — 4,58%, MnO — 0,232%, Fe₂O₃ — 1,12%, MgO — 0,1%, CaO — 0,2%, ZnO — 0,061%, TiO₂ — 0,022% [Эти данные раскрыты в статье авторов А. Adilkhodjaev, I. Kadirov, B. Kodratov. On the mechanoactivation of metallurgical waste // European Journal of Research Development and Sustainability (EJRD5) Available Online at: <https://www.scholix.org>. Vol. 2 No. 5, May 2021, ISSN: 2660-5570].

Новизна данного технического решения заключается в новом сочетании известных компонентов, используемых в органоминеральной добавке, и их новом количественном соотношении, что позволяет достигнуть вышеуказанного технического результата.

Заявленная совокупность существенных признаков позволяет изменить количественные показатели, а именно: экономить до 35-45% клинкерной части цемента. Снижение пористости и образование условно-замкнутых пор позволяет повысить водонепроницаемость, морозостойкость проектируемого материала.

Для экспериментальной проверки заявленного состава комплексной органоминеральной добавки были проведены сравнительные исследования по двум конкурирующим составам (прототипу и предлагаемому составу).

Комплексную органоминеральную добавку по прототипу приготавливали по методике, указанной в RU 2608139 C1.

Комплексная добавка согласно предлагаемому составу готовилась следующим образом: все компоненты, включая горелые формовочные металлургического производства и химические добавки CEMENTMIX AR и VODO MIX, в ударно-испирающем режиме шаровой мельницы измельчались в течение 15 минут до достижения удельной поверхности 4000-4200 см²/г.

Полученную гибридную органоминеральную добавку вводили в количестве 35-45% от массы портландцемента для приготовления бетонной смеси состава (кг/м³): цемент - 440, песок - 672, щебень - 1100, вода - до подвижности П2.

Примеры конкретного выполнения:

1-й пример: Полученную гибридную органоминеральную добавку вводили в количестве 35% (154 кг) от массы портландцемента для приготовления бетонной смеси состава (кг/м³): цемент - 286, песок - 672, щебень - 1100, вода - до подвижности П2.

2-й пример: Полученную гибридную органоминеральную добавку вводили в количестве 40% (176 кг) от массы портландцемента для приготовления бетонной смеси состава (кг/м³): цемент - 264, песок - 672, щебень - 1100, вода - до подвижности П2.

3-й пример: Полученную гибридную органоминеральную добавку вводили в количестве 45% (198 кг) от массы портландцемента для приготовления бетонной смеси состава (кг/м³): цемент - 242, песок - 672, щебень - 1100, вода - до подвижности П2.

Плотность бетона определяли по ГОСТ 10181.1, прочность бетона нормального твердения - по результатам образцов - кубов 10×10×10 см по ГОСТ 10180, морозостойкость и водонепроницаемость - ГОСТ 10060. Удельная поверхность минеральных наполнителей определялась на приборе ПСХ-11А (по методу Козани-Карман).

В экспериментальных исследованиях были использованы: портландцемент марки ЦЕМ I 32.5Н производства ОАО «Ахангаранцемент» (ГОСТ 31108-2020), крупный заполнитель - щебень фракции 5-10 мм Эйвалекского карьера, средней плотностью 1400 кг/м³ (ГОСТ 26633-2012), мелкий заполнитель - речной кварцевый песок Майского карьера с модулем крупности Мкр=0,68 и средней плотностью 2000 кг/м³ (ГОСТ 26633-2012), химические добавки CEMENTMIX AR и VODOMIX, производства компании Atmen Construction Chemicals (Узбекистан), минеральный наполнитель из горелых форма отходов отход промышленного производства Ташкентского литейно-механического завода.

Данные по составу смесей и физико-механические свойства образцов изделий, полученных на их основе, представлены в табл. 1.

Анализ полученных результатов показывает, что использование предлагаемой комплексной органоминеральной добавки способствует снижению расхода цемента на 35-45%. Введение данной добавки также позволяет увеличить прочность бетона на 4-10%. Целенаправленное управление структурой бетона за счет образования условно-замкнутых пор вследствие введения воздухововлекающих добавок приводит к повышению его морозостойкости на две марки и водонепроницаемости на одну степень. Согласно данным, приведенным в табл. 1, оптимальным следует считать состав №7 (пример №3).

Таким образом, предложенный состав позволяет сэкономить до 35-45% клинкерной части цемента. За счет снижения пористости и образования условно-замкнутых пор, данный состав повышает водонепроницаемость и морозостойкость бетона, а также снижает водопоглощение по массе.

Формула изобретения

Комплексная органоминеральная добавка для цементобетонной смеси, включающая минеральный компонент, химическую добавку на полнкарбонатаиной основе, отличающаяся тем, что включает в качестве минерального компонента горелые формовочные отходы металлургического производства, химические добавки - полифункциональную добавку CEMENTMIX AR на основе полнкарбонатов и триэтанолamina и воздухововлекающую добавку VODO MIX, при этом названные совместно до удельной поверхности 4000-4200 см²/г компоненты берут в следующем соотношении, мас. %:

Указанные горелые формовочные отходы	— 95,0
Указанная химическая добавка CEMENTMIX AR	— 1,0
Указанная химическая добавка VODO MIX	— 4,0



(56)
 RU2608139
 RU2469975
 SU1268532
 CN104556784
 CN1443720
 UZ IAP05771

Таблица 1

Состав бетонов и результаты испытаний

№	Состав	Цемент, кг	Количество комплексной добавки, кг (% от массы песка)	Песок, кг	Щебень, кг	Вода, л/м ³	Свойства бетонной смеси			Прочность бетона на сжатие в %, МПа			Класс бетона	Прочность, МПа
							В/Ц	ОК	Мера по удобоукладываемости (подвижность)	7	14	28		
										сут.	сут.	сут.		
1	Контрольный	440	-	672	1100	190	0,43	5	П2	21,2	30,4	40,1	B30	2402
2	Состав 1 (по прототипу)	308	132 (30%)	672	1100	126	0,41	6	П2	28	38,1	48,3	B35	2434
3	Состав 2 (по прототипу)	286	154 (35%)	672	1100	120	0,42	5	П2	25,1	34,2	43,3	B30	2428
4	Состав 3 (по прототипу)	264	176 (40%)	672	1100	114	0,43	5	П2	23,9	32,5	41,2	B30	2414
5	Состав 1 (по предлагаемому)	286	154 (35%)	672	1100	120	0,39	7	П2	31,8	43,2	50,1	B35	2490
6	Состав 2 (по предлагаемому)	264	176 (40%)	672	1100	117	0,4	6	П2	27,3	36,9	47,8	B30	2480
7	Состав 3 (по предлагаемому)	242	198 (45%)	672	1100	110	0,41	5	П2	25,6	36	44,3	B30	2432

IXTIRONING CHIZMASI

UZ IAP 7876

UZ IAP 7876



IXTIRO PATENTI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI

№ IAP 7877

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga berildi:

Avtoklavsiz qotuvchi gazobeton ishlab chiqarish uchun xom ashyo aralashmasi

Talabnoma kelib tushgan sana: **23.06.2024**

Talabnoma raqami: **IAP 20240360**

Ustivorlik sanasi: **23.06.2024**

Patent egasi(lari): **KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH**

Ixtiro muallif(lari): **KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH; ADILXODJAYEV ANVAR ISHANOVICH; SHAUMAROV SAID SANATOVICH; MAXAMATALIYEV IRKIN MUMINOVICH; UMAROV KADIR SAPARBAYEVICH; AZIMOV DONIYOR TUYCHI O'G'LI; KUDRATOV BEKZOD SHERZODOVICH; TOSHEVA DILBAR FARXODOVNA; RADJABOV MIRZOHI ZOKIR O'G'LI; UMAROV ISOMIDDIN INOQ O'G'LI**

Ixtiroga berilgan patent O'zbekiston Respublikasi hududida 23.06.2024 yildan boshlab patentni kuchda saqlab turish uchun patent boji o'z vaqtida to'langandagina 20 yil mobaynida amal qiladi. O'zbekiston Respublikasi Ixtirolar davlat reyestrda 26.11.2024 yilda ro'yxatdan o'tkazildi.



(19) O'ZBEKISTON
RESPUBLIKASI



ADLIYA
VAZIRLIGI

(12) Ixtiro patentiga tavsif

(11) Ro'yxatdan o'tkazish raqami

UZ IAP 7877

(13)

C

(15) Ro'yxatdan o'tgan sana

26.11.2024

(21) Talabnoma raqami

IAP 20240360

(22) Talabnoma kelib tushgan sana

23.06.2024

(51) XPK tasnifi (lari)

C04B38/02 (2006.01)

C04B28/04 (2006.01)

C04B28/28 (2006.01)

UZ IAP 7877

(30) Konvension ustuvorlik	(71) Talabnoma topshiruvchi(lar) KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH
(63) Avval topshirilgan talabnoma raqami va sanasi	(72) Muallif(lar) KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH; ADILXODJAYEV ANVAR ISHANOVICH; SHAUMAROV SAID SANATOVICH; MAXAMATALIYEV IRKIN MUMINOVICH; UMAROV KADIR SAPARBAYEVICH; AZIMOV DONIYOR TUYCHI O'G'LI; KUDRATOV BEKZOD SHERZODOVICH; TOSHEVA DILBAR FARXODOVNA; RADJABOV MIRZOHID ZOKIR O'G'LI; UMAROV ISOMIDDIN INOQ O'G'LI
(65) Ilgari nashr qilingan patent raqami	(73) Huquq egasi(lar) KADIROV ILXOM ABDULLAYEVICH
(85) Milliy bosqichda PCT talabnomasi ekspertizasining boshlanish sanasi	(56)
(86) PCT talabnoma	
(87) PCT talabnomasining e'lon qilingan raqami va sanasi	
(43) Axborotnomada chop etilgan sana va raqami 26.12.2024, Byul., № 12(285)	

(54) Ixtiro nomi (UZ)

Avtoklavsiz qotuvchi gazobeton ishlab chiqarish uchun xom ashyo aralashmasi

(54) Ixtiro nomi (RU)

Сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения

IXTIRONING FORMULASI

(57) Portlandsement, to'ldirgich, gaz hosil qiluvchi alyuminiyli komponent, gidratli ohak, suv va kimyoviy qo'shimchani o'z ichiga olgan avtoklavsiz qotuvchi gazobeton ishlab chiqarish uchun xomashyo aralashmasi shu bilan f a r q l a n a d i k i, bunda u to'ldirgich sifatida metallurgiya ishlab chiqarishining kuygan shlaklarini, gaz hosil qiluvchi sifatida alyuminiy shlakini 2000-2200 sm²/g solishtirma yuzaga qadar birgalikda maydalangan holda ichiga oladi, kimyoviy qo'shimcha sifatida esa polikarboksilatli superplastifikatorni ichiga olgan POLIMIX



UZ IAP 7877

ЖБИ полифункционал қо‘шимчасини компонентларнинг quyidagi nisbatida, massa foizi hisobida tarkibiga oladi: portlandsement – 25-30; ko‘rsatilgan alyuminiyli shlak – 18-20; ko‘rsatilgan kuygan shlaklar – 19,6-30,8; gidratli ohak – 2-4; ko‘rsatilgan POLIMIX ЖБИ полифункционал қо‘шимчasi – 0,2-0,4; suv – 22-28.

Сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения, включающая портландцемент, наполнитель, алюминиевый газообразовательный компонент, гидратную известь, воду и химическую добавку, отличающаяся тем, что включает в качестве наполнителя горелые шлаки металлургического производства, в качестве газообразователя алюминиевый шлак, совместно измельченные до удельной поверхности 2000-2200 см²/г, в качестве химической добавки полифункциональную добавку POLIMIX ЖБИ, содержащую поликарбонатный суперпластификатор, при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %: портландцемент – 25-30; указанный алюминиевый шлак – 18-20; указанные горелые шлаки – 19,6-30,8; гидратная известь – 2-4; указанная полифункциональная добавка POLIMIX ЖБИ – 0,2-0,4; вода – 22-28.

IXTIRONING REFERATI

Foydalanish sohasi: avtoklavsiz qotuvchi g‘ovak betonlarni ishlab chiqarish uchun qurilish materiallari sanoatida qo‘llanadi. **Vazifasi:** alyuminiy kukunidan foydalanishni istisno qilish va bog‘lovchi moddaning ulushini kamaytirish hisobiga mahsulot ishlab chiqarish tannarxi va mehnat sarfini kamaytirish, fizik-mexanik xususiyatlarini oshirish, birinchi qotish sutkasi mobaynida mustahkamlik darajasi 80% gacha erishishni jadallashtirish. **Ixtiro mohiyati:** portlandsement, to‘ldirgich, gaz hosil qiluvchi alyuminiyli komponent, gidratli ohak, suv va kimyoviy qo‘shimchani o‘z ichiga olgan avtoklavsiz qotuvchi gazobeton ishlab chiqarish uchun xomashyo aralashmasi taklif etilgan bo‘lib, ixtiroga ko‘ra u to‘ldirgich sifatida metallurgiya ishlab chiqarishining kuygan shlaklarini, gaz hosil qiluvchi sifatida alyuminiy shlakini 2000-2200 sm²/g solishtirma yuzaga qadar birgalikda maydalangan holda ichiga oladi, kimyoviy qo‘shimcha sifatida esa polikarboksilatli superplastifikatorni ichiga olgan POLIMIX ЖБИ полифункционал қо‘шимчасини компонентларнинг quyidagi nisbatida, massa foizi hisobida tarkibiga oladi: portlandsement – 25-30; ko‘rsatilgan alyuminiyli shlak – 18-20; ko‘rsatilgan kuygan shlaklar – 19,6-30,8; gidratli ohak – 2-4; ko‘rsatilgan POLIMIX ЖБИ полифункционал қо‘шимчasi – 0,2-0,4; suv – 22-28.

Formulaning 1 ta m.b., 1 ta jadv.

Использование: в промышленности строительных материалов в производстве ячеистых бетонов неавтоклавного твердения. **Задача:** снижение себестоимости и трудоемкости производства изделий за счет исключения использования алюминиевой пудры и уменьшения доли вяжущего вещества, повышение физико-механических свойств, ускорение набора прочности до 80% в течение первых суток твердения. **Сущность изобретения:** предложена сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения, включающая портландцемент, наполнитель, алюминиевый газообразовательный компонент, гидратную известь, воду и химическую добавку, согласно изобретению включает в качестве наполнителя горелые шлаки металлургического производства, в качестве газообразователя алюминиевый шлак, совместно



измельченные до удельной поверхности 2000-2200 см²/г; в качестве химической добавки полифункциональную добавку POLIMIX JBI, содержащую поликарбоксилатовый суперпластификатор, при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %: портландцемент – 25-30; указанный алюминиевый шлак – 18-20; указанные горелые шлаки – 19,6-30,8; гидратная известь – 2-4; указанная полифункциональная добавка POLIMIX JBI – 0,2-0,4; вода – 22-28.

1 н.п.ф., 1 табл.

IXTIRONING TAVSIFI

Изобретение относится к составам сырьевых смесей, используемых в производстве ячеистых бетонов неавтоклавного твердения, и может быть использовано в промышленности строительных материалов для получения ячеистобетонных теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных изделий неавтоклавного твердения.

Известна сырьевая смесь [Патент RU №2062772], включающая портландцемент 28-50%, кремнеземистый компонент 46,65-49,37%, суперпластификатор С-3 на основе натриевых солей продукта конденсации нафталинсульфокислоты с формальдегидом 0,28-0,5%, алюминиевую пудру 0,07-0,35%, измельченный гидратированный цемент. Основным недостатком этого состава является существенное удорожание себестоимости продукции вследствие формирования дополнительных расходов на помол гидратированного цемента.

Известная сырьевая смесь [Патент RU №2073661], содержащая портландцемент 4,7-55%, известь 7,8-30%, молотый цеолит 37-64%, алюминиевую пудру 0,07-0,29%, суперпластификатор С-3 0,13-1,2%. Недостатком данной смеси являются то, что для помола извести и цеолита до требуемой дисперсности затрачивается значительная энергия, а также введение тонкомолотого цеолита в состав ячеистого бетона на ранних стадиях способствует значительному ускорению процессов вспучивания и стабилизации массива ячеистобетонной смеси после вспучивания, в то время как процессы гашения извести еще не завершены полностью, что приводит к формированию неравномерной пористой структуры готового изделия и как следствие ухудшению эксплуатационных свойств ячеистого бетона.

Известна сырьевая смесь для приготовления ячеистого бетона, содержащая портландцемент (30,6-34,6 мас. %), золу ТЭЦ (22,3-25,2 мас. %), известь (2,68-3,10 мас. %), древесную стружку фракции 5...200 мм (0,71-9,17 мас. %), алюминиевую пудру (0,04-0,045 мас. %), воду [Патент SU № 1759819]. Недостатком данной смеси является образование органических соединений в ячеистобетонной смеси при течении процессов гидратации вяжущих, выделяющихся из стружки ухудшающих процессы твердения бетона из-за биологической коррозии, что в итоге отрицательно влияет на прочность готового изделия.

Наиболее близкой по технической сущности к предлагаемой смеси является смесь для приготовления ячеистого бетона, содержащая портландцемент (28-38 мас. %), кварц-полевошпатовый песчаник (26-31 мас. %), гидратную известь (2-4 мас. %), алюминиевую пудру (0,02-0,1 мас. %), пластификатор С-3, (0,4-1,18 мас. %), полуводный гипс (1,5-1,8 мас. %), микрокремнезем (2-3 мас. %), вода (22-39 мас. %) [Патент RU № 2410362]. Недостатками данной смеси являются значительный расход дорогостоящих компонентов, таких как



алюминиевая пудра и портландцемент, медленный набор прочности в первые сутки твердения, а также низкие физико-механические характеристики конечного продукта.

Задачей предлагаемого изобретения является снижение себестоимости и трудоемкости производства изделий за счет исключения использования алюминиевой пудры и уменьшения доли вяжущего вещества, повышение физико-механических свойств, ускорение набора прочности до 80% в течение первых суток твердения.

Решение поставленной задачи достигается следующим образом: предложена сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения, включающая портландцемент, наполнитель, алюминиевый газообразовательный компонент, гидратную известь, воду и химическую добавку, согласно изобретению включает в качестве наполнителя горелые шлаки металлургического производства, в качестве газообразователя алюминиевый шлак, совместно измельченные до удельной поверхности 2000-2200 см²/г, в качестве химической добавки полифункциональную добавку POLIMIX JBI, содержащую поликарбоксилатный суперпластификатор, при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %:

Портландцемент	25-30
Указанный алюминиевый шлак	18-20
Указанные горелые шлаки	19,6-30,8
Гидратная известь	2-4
Указанная полифункциональная добавка POLIMIX JBI	0,2-0,4
Вода	22-28.

Отличительной особенностью предлагаемого состава ячеистобетонной смеси является использование алюминиевого шлака, в качестве газообразователя и наполнителя, а в качестве кремнезистого компонента горелые шлаки, измельченные до удельной поверхности 2000-2200 см²/г. Дополнительно в состав смеси вместо пластификатора С-3 (химическая добавка) вводят полифункциональную добавку POLIMIX JBI.

Использование алюминиевого шлака в качестве газообразователя и наполнителя полностью исключает необходимость применения дорогостоящего компонента газобетона — алюминиевой пудры. В присутствии гидратной извести шлак способствует образованию активного водорода благодаря своим активным компонентам. Кроме того, содержание в алюминиевом шлаке диоксида кремния обеспечивает прочное механическое сцепление между вяжущим веществом и наполнителем, что в конечном итоге благоприятно сказывается на прочности композита.

Введение в состав ячеистобетонной смеси горелых алюминиевых шлаков и горелых шлаков, измельченных до удельной поверхности 2000-2200 см²/г, способствует активации процессов химического взаимодействия диоксида кремния и гидроксида кальция, приводя к дополнительному образованию соединений тоберморитовой группы, обеспечивающих упрочнение структуры цементного камня и ячеистого бетона в целом.

Полифункциональная добавка благодаря высокой активности обеспечивает водоредуцирование и ускоренное твердение системы. Поликарбоксилатный компонент и аммиачная вода способствуют улучшению растворимости минералов портландцемента и повышению степени гидратации, что ведет к быстрому набору прочности. В результате достигается 80% проектной прочности материала на ранних стадиях твердения.



Химическая добавка POLIMIX JBI классифицируется как полифункциональная добавка, поскольку она одновременно выполняет две различные функции: водоредуцирующую и ускоряющую твердение. Водоредуцирующий эффект достигается благодаря присутствию поликарбоксилатового суперпластификатора, что позволяет уменьшить количество воды, необходимое для затворения бетона, и тем самым улучшить его реологические свойства. Одновременно с этим аммиачная вода, входящая в состав добавки, служит ускорителем твердения цементного вяжущего, способствуя более быстрому набору прочности материала. POLIMIX JBI — это полифункциональная добавка, состоящая из поликарбоксилатового суперпластификатора и аммиачной воды. Поликарбоксилатовый суперпластификатор служит водоредуцирующей добавкой, которая, сокращая количество воды затворения бетона, увеличивает пластичность бетонной смеси. Снижение содержания воды затворения также приводит к уменьшению общей пористости на всех уровнях, что, в свою очередь, способствует увеличению прочности композита. Аммиачная вода, являющаяся отходом производства азотных удобрений, выступает в качестве ускорителя твердения цементного вяжущего. Основная функция данной добавки заключается в повышении растворимости компонентов цемента, что ускоряет набор прочности, позволяя применять безпрогревные и малопрогревные технологии производства цементных композитов.

В процессе гидратации цемента с водой образуются различные минералы, такие как гидрогранат, этtringит, тоберморит, и портландит (гидроксид кальция). Введение в состав цементного композита горелых шлаков, содержащих аморфный кремнезем (диоксид кремния), способствует связыванию гидроксида кальция, образующегося в процессе гидратации, и формированию тоберморитовых минералов (гидросиликатов кальция). Гидросиликаты кальция существенно повышают прочностные характеристики цементного композита, упрочняя его структуру и улучшая долговечность.

Химический состав материалов представлен следующими компонентами (в массовых процентах):

Горелый шлак: SiO_2 — 91,56%, Al_2O_3 — 4,58%, MnO — 0,232%, Fe_2O_3 — 1,12%, MgO — 0,1%, CaO — 0,2%, ZnO — 0,061%, TiO_2 — 0,022%. Эти данные раскрыты в статье авторов А. Adilkhodjaev, I. Kadirov, B. Kudratov. On the mechanoactivation of metallurgical waste // European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS) Available Online at: <https://www.scholarzest.com>. Vol. 2 No. 5, May 2021, ISSN: 2660-5570.

Алюминиевый шлак: SiO_2 -5.36%, Al_2O_3 – 84,0%, Fe_2O_3 -0,08%, FeO -7,32% MgO – 3,9%, MnO – 0,9%, CaO – 2,1%, Na_2O – 1,84%, K_2O – 0,3%, R_2O_5 – 0,1%, SO_3 – 0,37%, TiO_2 – 0,46%, CO_2 – 0,27%, Al -3%, п.п.п. – 0,5% [М.А. Сагатов. Газобетон с наполнителем и термоиндикаторным свойством. Диссертация на соискании ученой степени кандидата технических наук, Ташкент, 2006. 159 с.].

Новым в данном техническом решении является новое сочетание известных компонентов, используемых в газобетонной смеси, и их новое количественное соотношение, что позволяет получить указанный выше технический результат.

Заявленная совокупность существенных признаков проявляет новое свойство, позволяющее изменить количественную меру результата, а именно: снижение себестоимости за счет сокращения расхода портландцемента и замены алюминиевой пудры на шлаки алюминиевого производства, обеспечение 80% прочности от проектной через 24 часа, а также увеличение прочности при сжатии в возрасте 28 суток благодаря использованию полифункциональной добавки и горелых алюминиевых шлаков и горелых шлаков.



Для экспериментальной проверки заявленного состава газобетонной смеси были проведены сравнительные исследования по двум конкурирующим составам (прототипу и предлагаемому составу).

Технология получения газобетонной смеси по прототипу включает следующие этапы. На первом этапе подготовка сырьевых компонентов производилась раздельным способом наполнитель песчаник измельчали до удельной поверхности $2500-3000 \text{ см}^2/\text{г}$, обеспечивающей необходимую степень дезинтеграции кристаллов основных минералов песчаника и эффективное протекание процессов газовспучивания ячеистой бетонной смеси.

Сырьевую смесь для ячеистых бетонов приготавливали по общепринятой методике в смесителе путем последовательного смешения кварц-полевошпатового песчаника, гидратной извести в виде известкового молока плотностью $\rho=1,2 \text{ г/см}^3$, микрокремнезема, пластификатора С-3, воды, портландцемента, полуводного гипса, воды и алюминиевой суспензии.

Для достижения необходимых условий поризации газобетонной смеси первоначально готовили шлак, состоящий из гидратной извести, кварцполевошпатовых песчаников и 50% воды (от общего количества воды затворения) с температурой $70-80^\circ\text{C}$, активное перемешивание осуществляют в мешалке в течение 5-7 минут.

На следующем этапе без остановки мешалки в полученный шлак добавляли микрокремнезем, пластификатор С-3, затем вводили портландцемент, полуводный гипс для стабилизации процесса поризации и снижения осадочных явлений и оставшееся количество воды.

Далее в приготовленную смесь вводили водно-алюминиевую суспензию, при непрерывном перемешивании массы в течение 2,5-5 минут для равномерного распределения газообразователя по всему объему смеси. Температура ячеистобетонной смеси при выгрузке составляло $45-50^\circ\text{C}$. Полученную смесь разливали в разборные, предварительно смазанные и подогретые металлические формы.

Для получения газобетона по предложенному составу были приготовлены смеси следующим образом: сначала алюминиевый шлак и горелые отходы металлургического производства были измельчены в ударно-стирающем режиме в шаровой мельницы в течении 15 минут до удельной поверхности $2000-2200 \text{ см}^2/\text{г}$. Затем подготовленные смеси совмещали в мешалке с портландцементом, водой, нагретой до температуры $60-65^\circ\text{C}$, и полифункциональной добавкой в течение 3-5 минут. После этого в смесь добавлялась гидратная известь для начала процесса газообразования. Полученную смесь разливали в разборные, предварительно смазанные и подогретые металлические формы.

Прочность газобетона через 24 ч., 7 и 28 сут. определяли путем сжатия образцов $7,07 \times 7,07 \times 7,07 \text{ см}$ по ГОСТ 310.3-76. Плотность газобетонных изделий определяли в соответствии с ГОСТ 12730.1-78.

Условия твердения образцов – нормальные (влажность 95%, температура окружающей среды $20 \pm 2^\circ\text{C}$). Удельная поверхность минеральных наполнителей и вяжущего определялась на приборе ПСХ-11А (по методу Козени-Карман).

В экспериментальных исследованиях были использованы: портландцемент ЦЕМ I 32.5Н производства ОАО «Ахангаранцемент», алюминиевый шлак Ташкентского завода по производству и переработке отходов цветных металлов, полифункциональная добавка POLIMIX JBI производства компании Arment Construction Chemicals (Узбекистан), горелые шлаки литейно-механического завода АО «Ўзбекситон темир йўллари».

Примеры конкретного выполнения:



1-й пример с минимальными значениями компонентов: вторичные шлаки алюминиевого производства с содержанием активного алюминия и горелые шлаки металлургического производства предварительно совместно подвергаются измельчению до удельной поверхности 2000 см²/г. Затем последовательно перемещается гидратная известь, портландцемент, вода, полифункциональная добавка POLIMIX JBI и смесь алюминиевого шлака и горелых шлаков при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %:

Портландцемент	25
Алюминиевый шлак	20
Горелые шлаки	30,8
Гидратная известь	2
Полифункциональная добавка POLIMIX JBI	0,2
Вода	22.

2-й пример с средними значениями компонентов: вторичные шлаки алюминиевого производства с содержанием активного алюминия и горелые шлаки металлургического производства предварительно совместно подвергаются измельчению до удельной поверхности 2100 см²/г. Затем последовательно перемещается гидратная известь, портландцемент, вода, полифункциональная добавка POLIMIX JBI и смесь алюминиевого шлака и горелых шлаков при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %:

Портландцемент	27,5
Алюминиевый шлак	19
Горелые шлаки	25,2
Гидратная известь	3
Полифункциональная добавка POLIMIX JBI	0,3
Вода	25.

3-й пример с максимальными значениями компонентов: вторичные шлаки алюминиевого производства с содержанием активного алюминия и горелые шлаки металлургического производства предварительно совместно подвергаются измельчению до удельной поверхности 2200 см²/г. Затем последовательно перемещается гидратная известь, портландцемент, вода, полифункциональная добавка POLIMIX JBI и смесь алюминиевого шлака и горелых шлаков при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %:

Портландцемент	30
Алюминиевый шлак	18
Горелые шлаки	19,6
Гидратная известь	4
Полифункциональная добавка POLIMIX JBI	0,4
Вода	28.

Данные по составу смесей и физико-механические свойства образцов изделий, полученных на их основе, представлены в табл. 1.

Анализ полученных результатов (табл. 1) показывает, что при использовании предложенного состава газобетона во все сроки твердения наблюдается увеличение прочности на сжатие в первые 24 часа на 70-78%. Начальное увеличение прочности в возрасте 1 суток объясняется тем, что содержание ускорителя в составе



суперпластификатора обеспечивает резкое повышение прочности до уровня не ниже 80% от проектной. Кроме того, применение алюминиевого шлака способствует интенсивному газообразованию, что позволяет получать изделия из газобетона теплоизоляционного и конструктивно-теплоизоляционного назначения. Активные компоненты шлаков, такие как диоксид кремния, вступают в реакцию с гидроксидом кальция, упрочняя межпоровые стенки, что в конечном итоге приводит к повышению прочности и улучшению механических характеристик материала в проектном возрасте. Прочность газобетона в 28-суточном возрасте повышается на 1,5-16% по сравнению с составом, приготовленным по прототипу.

Анализ полученных результатов показывает, что с точки зрения улучшения физико-механических свойств, максимального снижения расхода клинкера и газообразователя, сокращения энергопотребления в процессе производства неавтоклавного газобетона, оптимальным вариантом является для теплоизоляционного неавтоклавного газобетона пример №1 и для конструктивно-теплоизоляционного неавтоклавного газобетона пример №2.

Таким образом, приведенные выше данные свидетельствуют о преимуществах заявленного газобетона перед известными аналогами и достижении поставленных задач, таких как снижение себестоимости за счет сокращения расхода цемента и полного исключения применения алюминиевой пудры, повышение прочности бетона в возрасте 24 часов, а также увеличение прочности при сжатии в возрасте 28 суток.

Таблица 1

Компонент	Содержания компонента, % (мас.) в смеси состава					
	По заявке			По прототипу		
	1	2	3	1	2	3
Портландцемент	25	27,5	30	28	33	38
Кварц-попелшапатовые песчаники	-	-	-	26	28,5	31
Гидратная известь	2	3	4	2	3	4
Алюминиевая пудра	-	-	-	0,1	0,06	0,02
Алюминиевый шлак	20	19	18	-	-	-
Полуводный гипс	-	-	-	1,5	1,6	1,8
Микрокремнезем	-	-	-	3,0	2,4	2,0
Горелый шлак	30,8	25,2	19,6	-	-	-
Пластификатор С-3	-	-	-	0,4	0,84	1,18



Полифункциональная добавка POLIMIX JBI	0,2	0,3	0,4	-	-	-
Вода	22	25	28	39	30,6	22
Свойства образцов изделий газобетона						
Плотность газобетона, кг/м ³	510	730	1040	520	880	1100
Предел прочности при сжатии через 24 ч., МПа	1,7	3,4	4,5	0,4	1,0	1,2
Предел прочности при сжатии через 7 сут., МПа	2,5	4,0	5,1	1,75	2,6	3,3
Предел прочности при сжатии через 28 сут., МПа	2,6	4,2	5,6	2,55	3,7	4,7

Формула изобретения

Сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавного твердения, включающая портландцемент, наполнитель, алюминиевый газообразовательный компонент, гидратную известь, воду и химическую добавку, отличающаяся тем, что включает в качестве наполнителя горелые шлаки металлургического производства, в качестве газообразователя алюминиевый шлак, совместно измельченные до удельной поверхности 2000-2200 см²/г, в качестве химической добавки полифункциональную добавку POLIMIX JBI, содержащую поликарбоксилатовый суперпластификатор, при следующем соотношении указанных компонентов, мас. %:

Портландцемент	25-30
Указанный алюминиевый шлак	18-20
Указанные горелые шлаки	19,6-30,8
Гидратная известь	2-4
Указанная полифункциональная добавка POLIMIX JBI	0,2-0,4
Вода	22-28.

(56)

RU 2410362

RU 2547532

EA046783 B1

UZ 04762 DP

UZ FAP02246

CN111497008 A



FOYDALI MODEL PATENTI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI

№ FAP 02246

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi foydali modelga berildi:

Opalubkasiz qoliplash usuli bilan yig'ma temirbeton buyumlarini tayyorlash uchun beton qorishmasi

Talabnoma kelib tushgan sana: **08.11.2022** Talabnoma raqami: **FAP 2023 0021**

Ustuvorlik sanasi: **08.11.2022**

Patent egasi(lari): **Toshkent davlat transport universiteti, UZ**

Foydali model muallif(lari): **Adilxodjayev Anvar Ishanovich, Umarov Kadir Saparbayevich, Kadirov Ilxom Abdullayevich, Azimov Doniyor To'ychi o'g'li, Qudratov Bekzod Sherzodovich, UZ**

Foydali modelga berilgan patent O'zbekiston Respublikasi hududida 08.11.2022 yildan boshlab patentni kuchda saqlab turish uchun patent boji o'z vaqtida to'langandagina 5 yil mobaynida amal qiladi.
O'zbekiston Respublikasi Foydali modellar davlat reyestrda 09.03.2023 yilda ro'yxatdan o'tkazildi.





O'ZBEKISTON QURILISH MATERIALLARI SANOATI KORXONALARI UYUSHMASI

100070, Toshkent shahar, Yakkasaroy tumani, Tafakkur ko'chasi, 68a-uy. Telefon: +998 55 518 80 00

Veb-sayt: www.uzsm.uz Elektron pochta: info@uzsm.uz E-XAT: uzqm@exat.uz

2025-yil 7-mart

02/15-820-son

Talabgor Kadirov Ixom Abdullayevichning "Talab etilgan xossalar ko'rsatkichlariga ega bo'lgan sement kompozitlarining resurstejamkor texnologiyalari (Ресурсосберегающие технологии цементных композитов требуемых показателей свойств)" mavzusida dissertatsiya himoyasiz ixtiro patentlari asosida texnika fanlari doktori (DSc) ilmiy darajasini olish uchun taqdim etgan ilmiy ishlanmalarni amaliyotga joriy qilinganligi to'g'risida

MA'LUMOTNOMA

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 23-maydagi "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4335-son qarori va sohaga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda t.f.d., prof., A.I. Adilxodjayev ilmiy maslahatchiligida bajarilgan mustaqil izlanuvchi Kadirov Ixom Abdullayevichning "Talab etilgan xossalar ko'rsatkichlariga ega bo'lgan sement kompozitlarining resurstejamkor texnologiyalari (Ресурсосберегающие технологии цементных композитов требуемых показателей свойств)" mavzusidagi ilmiy tadqiqot ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Ilmiy tadqiqot ishi doirasida quyidagi asosiy natijalarga erishilgan: mineral mikroto'ldirgichlar va kimyoviy qo'shimchalardan foydalangan holda, gidratatsiya va qotish jarayonlarini yo'naltirilgan tarzda boshqarish orqali, turli maqsadli qo'shimchalarni qo'llash hisobiga, qurilish materiallarini ishlab chiqarishda ilgari qo'llanilmagan, talab etilgan xossalarga ega yangi avlod sement kompozitlarini loyihalash mumkinligi haqidagi gipoteza to'liq asoslangan va tasdiqlangan; ilk marotaba turli disperslik va sirt faolligidagi binar mineral mikroto'ldirgich va polifunksional qo'shimchalardan foydalanish asosida sement toshi korroziyasining asosiy turlariga chidamliligi yuqori bo'lgan, shuningdek, betonning 12-24 soat va 28 kunlik yoshida yuqori mustahkamlik ko'rsatkichlari bilan ajralib turuvchi resurs- va energiyatejamkor klinkerli gipssiz kompozitsion bog'lovchi tarkibi ishlab chiqilgan (Kompozitsion bog'lovchi, ixtiro patenti №Uz IAP 7709); ilk marotaba texnogen mineral chiqindi va kimyoviy modifikatorlar asosida g'ovak strukturasi yo'naltirilgan modifikatsiyalash hisobiga sement bog'lovchisi sarfini kamaytirish, uning asosidagi betonning muzlashga bardoshlilikini va suv o'tkazmasligini oshirishni ta'minlaydigan kompleks organomineral qo'shimcha ishlab chiqilgan (Beton qorishmasi uchun kompleks organomineral qo'shimcha, ixtiro patenti №UZ IAP 7876); ilk marotaba texnogen chiqindilar va polifunksional modifikator asosida talab etilgan fizik-mexanik xossalarga va past tannarxga ega bo'lgan konstruksion va konstruksion-issiqlik izolyatsion noavtoklav gazobeton ishlab chiqarish uchun xomashyo aralashmasi ishlab chiqilgan (Noavtoklav gazobeton olish uchun xomashyo aralashmasi, ixtiro patenti №UZ IAP 7877); ilk marotaba

opalubkasiz qoliplash usuli bilan yig'ma temir-beton tayyorlash uchun talab etilgan reologik xossalar va tarkibga ega bo'lgan, temir-beton buyumlar va konstruksiyalarni tayyorlashning kam qizdiriladigan texnologiyasiga o'tish imkonini beruvchi beton qorishmasi tarkibi ishlab chiqilgan (Opalubkasiz qoliplash usuli bilan yig'ma temir-beton tayyorlash uchun beton qorishmasi, foydali modelga patent №UZ FAP 02246).

Zavodga oid laboratoriyalarida o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yangi ishlab chiqilgan tarkiblar yordamida olinadigan sement kompozitlari yuqori fizik-mexanik va ekspluatatsion ko'rsatkichlari bilan ajralib turadi va shu turdagi materiallarga qo'yiladigan me'yoriy hujjat talablariga to'liq javob beradi.

"O'zsanoatqurilishmateriallari" uyushmasi Kadirov Ilxom Abdullayevichning fan doktori (DSc) ilmiy darajasini olish uchun tayyorlagan ilmiy ish natijalari O'zbekistonda qurilish materiallari sanoatini rivojlanishiga o'z hissasini qo'shadi deb hisoblaydi.

**Boshqaruv raisining
o'rinbosari**



I. Raximov

*Ijrochi: Ulug'bek Haqberdiev.
Tel: (55) 518 80 00 (ichki: 2145).
El-adres: u.haqberdiev@uzsm.uz.*

Представление материалов по присуждению ученой степени доктора наук (DSc) по техническим наукам на основе патентов на изобретения без защиты диссертации прошла редакцию в редакционном совете Вестник ТГГру (22.04.2025 г.)

**Лицензия издательства №489017624 от 2017-11-02
Разрешаю к печати 23.04.2025 г. Формат 84x60 ¹/₁₆
Условные печатные листы 4,25. Тираж 60 шт.
Заказ №77**

**Издательство ЧП «Алиев Азер» г. Ташкент, ул. Гейдара Алиева, 283.
Тел.:+99871 293-49-59
Издано в типографии ЧП «Алиев Азер»**

