

УТВЕРЖДАЮ



Проректор ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный университет»
кандидат технических наук.

Гладких В.А.

В.А. Гладких 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» на диссертационную работу **Столетовой Ирины Александровны** на тему: **«Мелкозернистые бетоны на композиционном вяжущем с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников для малых архитектурных форм»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

1. Актуальность диссертационной работы

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач является снижение негативного воздействия климатически активных веществ на среду обитания человека, а также необходимость энергосбережения и снижения цементной нагрузки на окружающую среду. Интеграция сырья, подготовленного геологическими процессами, такого как выветренные кварцитопесчаники, в строительную отрасль, способствует повышению эффективности мелкозернистых бетонов для современных методов производства и формированию качественной городской среды.

В диссертационной работе обоснована возможность использования выветренных кварцитопесчаников Курской магнитной аномалии как активной минеральной добавки, что позволяет повысить эффективность композиционных вяжущих и снизить расход цемента. Актуальность сформулирована аргументировано; работа отвечает своевременным тенденциям «зеленого строительства» в развитии строительного материаловедения, направленным на рациональное использование сырьевой базы и вторичных ресурсов.

Таким образом, работа, выполненная Столетовой И.А., является актуальным научным исследованием, имеющим большое теоретическое значение с точки зрения представления об энергосберегающих технологических процессах и методах создания мелкозернистых бетонов, а также управления процессами структурообразования при использовании композиционного вяжущего с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников.

Работа выполнялась при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 25-19-00866).

2. Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, приложений и списка литературы из 152 наименований. Работа изложена на 163 страницах, включает 44 рисунка и 29 таблиц.

Работа имеет логичную и последовательную структуру, главы соответствуют заявленной цели и задачам исследования; положения, выносимые на защиту, отражают рассматриваемую автором проблему.

Во введении раскрыта актуальность диссертации, определена цель и задачи, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость, изложены

методология и методы исследований; положения, выносимые на защиту, приведены сведения о достоверности, апробации и результатах внедрения, структуре и объеме работы.

В первой главе, проведена большая подготовительная работа и всесторонний анализ научных исследований отечественных и зарубежных ученых в области применения декоративного мелкозернистого бетона для малых архитектурных форм в стройиндустрии; рассматривается роль архитектуры и дизайна, производства и качества энергосберегающих строительных материалов, а также применения сырья, подготовленного геологическими процессами, в формировании городской среды.

Во второй главе автором на основании химических, минералогических, физико-механических характеристик были подобраны рациональные материалы для проведения исследований, позволяющие эффективно изучить особенности процессов фазо- и структурообразования при гидратации и твердении композиционного вяжущего с использованием активных минеральных добавок, что позволило автору с использованием метода математического моделирования и планирования эксперимента получить составы мелкозернистых бетонов для МАФ с требуемыми декоративными и эксплуатационными показателями. Также описаны методики и методы исследования с применением сертифицированного и метрологически поверенного лабораторного оборудования; современных методов растровой электронной микроскопии, рентгеновской дифрактометрии и стандартных методик.

В третьей главе на первоначальном этапе описаны способы получения композиционных вяжущих для мелкозернистого бетона с использованием выветренных кварцитопесчаников - попутнодобываемых пород Курской магнитной аномалии. Проведен анализ физико-механических свойств данной породы и влияния процессов выветривания на кинетику помола кварцитопесчаников, на основании изучения эффективности помольного оборудования. Разработана структура комплексного эксперимента, обоснована методология выбора сырья в качестве эффективной минеральной добавки для композиционного вяжущего. Предложены рецептурные и технологические параметры для определения влияния кварцевого сырья на активность композиционного вяжущего.

Установлена зависимость характеристик активности цементных систем с минеральной добавкой тонкомолотого кварцитопесчаника от расхода минеральной добавки одинаковой удельной поверхности с различным характером нарастания показателей при использовании выветренной и свежей пород кварцитопесчаника.

На основании анализа свойств вяжущих определены образцы с более высокими показателями активности и представлена широкая номенклатура композиционных вяжущих для мелкозернистых бетонов различного назначения.

В четвертой главе представлены результаты анализа структурообразования мелкозернистых бетонов на основе композиционного вяжущего с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников. Отображены положительные результаты введения пород, подготовленных геологическими процессами на ключевые свойства составов смесей для получения самоуплотняющегося мелкозернистого бетона и мелкозернистого бетона для 3D-аддитивного производства.

Дополнены теоретические представления о методах создания мелкозернистых бетонов для малых архитектурных форм на композиционном вяжущем с применением минеральной добавки выветренных кварцитопесчаников.

В пятой главе изложена технико-экономическая эффективность полученных составов композиционных вяжущих и мелкозернистых бетонов обусловленная снижением расхода цемента за счет использования подготовленного геологическими процессами сырья.

В заключении приведены обоснованные выводы, рекомендации для внедрения, а также использование полученных результатов в образовательной деятельности.

Автореферат соответствует тексту диссертации, а публикации автора всесторонне отражают содержание работы.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту, подтверждаются всесторонним анализом значительного объема научных публикаций, а также выполнением комплексных экспериментальных исследований на высоком техническом уровне. Научные исследования проводились с соблюдением требований действующих нормативных документов и с применением современного аттестованного и поверенного оборудования. Автор грамотно сочетает междисциплинарные методы исследования, что позволяет эффективно решать поставленные задачи. Надежность полученных результатов дополнительно подтверждается представленным иллюстративным материалом - схемами, графиками, таблицами и рисунками.

Результаты и основные положения диссертационной работы апробированы на научно-практических конференциях различного уровня, а также опубликованы 13 научных работ, в том числе 3 статьи в центральных рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

4. Научная новизна

Соискателем обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение, обеспечивающее получение композиционного вяжущего с требуемыми эксплуатационными характеристиками для мелкозернистых бетонов, способствующее повышению прочностных показателей при снижении доли цемента. Использование минеральной добавки из подготовленного геологическими процессами выветренного кварцитопесчаника, предварительно молотого в вибромельнице с последующим смешением полученного порошка с цементом, приводит к повышению активности композиционного вяжущего с использованием выветренного кварцитопесчаника по сравнению с портландцементом. Применение композиционного вяжущего с минеральной добавкой выветренного кварцитопесчаника позволяет получить широкую номенклатуру мелкозернистых бетонов для малых архитектурных форм: самоуплотняющийся бетон на белом цементе ПЦБ 1-500-Д0, самоуплотняющийся фибробетон на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н, бетон для 3D-аддитивного производства на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н.

Установлен характер влияния минеральных добавок выветренного кварцитопесчаника (9% и 20%) на свойства смеси и процессы структурообразования мелкозернистых бетонов. Установлена зависимость активности композиционного вяжущего с минеральной добавкой тонкомолотого выветренного кварцитопесчаника от удельной поверхности и расхода данной добавки. При $S_{\text{уд}}=500 \text{ м}^2/\text{кг}$ расход выветренного кварцитопесчаника составляет 20%; при $S_{\text{уд}}=1000 \text{ м}^2/\text{кг}$ расход выветренного кварцитопесчаника - 9%. Введение минеральной добавки выветренного кварцитопесчаника обеспечивает уплотнение микроструктуры цементной матрицы и макроструктуры композита при экономии цемента, что позволяет получить визуально привлекательные малые архитектурные формы для улучшения качества архитектурно-градостроительной среды. Данные факты объясняются процессами дополнительного структурообразования за счет связывания выделяющейся при гидратации клинкерных минералов СаО аморфным кремнеземом, присутствующим в выветренном кварцитопесчанике, и синтеза гидросиликатов кальция второй генерации.

Предложена феноменологическая модель структурообразования мелкозернистых бетонов на основе композиционного вяжущего с минеральной добавкой выветренного

кварцитопесчаника, обусловленная формирующейся уплотненной структурой и повышенной адгезией цементной матрицы мелкозернистого бетона с минеральной добавкой выветренного кварцитопесчаника, на развитой поверхности которой формируются тонкие пленки гидратных фаз, взаимодействие с которыми приводит к упрочению контактной зоны между минеральной добавкой и цементным камнем.

5. Теоретическая и практическая ценность результатов исследования

Дополнены теоретические представления об энергосберегающих технологических процессах и методах создания мелкозернистых бетонов; об управлении процессами структурообразования при использовании композиционного вяжущего с минеральной добавкой горных пород, подготовленных геологическими процессами, и мелкого заполнителя из отсева дробления кварцитопесчаника зеленосланцевой степени метаморфизма, позволяющие получать мелкозернистые бетоны с высокими эксплуатационными характеристиками.

Разработана технология получения композиционного вяжущего с показателями активности 62,1-69 МПа при замене 20% и 9% цемента на минеральную добавку выветренного кварцитопесчаника, полученную путем помола в вибромельнице.

Предложены составы смесей для получения самоуплотняющегося мелкозернистого бетона для малых архитектурных форм при использовании композиционного вяжущего с минеральной добавкой выветренного кварцитопесчаника:

- самоуплотняющийся бетон на белом цементе ПЦБ 1-500-Д0;
- самоуплотняющийся фибробетон на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н.

Разработан состав смеси для получения мелкозернистого бетона для 3D-аддитивного производства на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н с минеральной добавкой выветренного кварцитопесчаника и мелкого заполнителя из отсева дробления кварцитопесчаника зеленосланцевой степени метаморфизма.

На основании выполненных исследований показана возможность использования подготовленных геологическими процессами выветренного кварцитопесчаника в качестве сырья для производства строительных композитов.

6. Значимость практических результатов для развития соответствующей отрасли науки

Автором выполнен значительный объем научно-практических исследований, позволяющих дополнить теоретические представления в области применения выветренных кварцитопесчаников в качестве активной минеральной добавки композиционного вяжущего для малых архитектурных форм. Реализация результата в направлении изучения возможности совершенствования составов мелкозернистых бетонов с заменой части портландцемента на тонкомолотые минеральные добавки на основе выветренных кварцитопесчаников за счет управления процессами структурообразования позволит производить архитектурные изделия различного назначения на их основе.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

На основании выполненных исследований подготовленные геологическими процессами выветренные кварцитопесчаники отнесены в разряд полезных ископаемых, о чем подписан протокол о намерениях с представителями геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

Промышленная апробация производства партии мелкозернистого бетона для 3D-аддитивного производства выполнялся на предприятии Белгородской области ООО «КЕЙКОД». Для внедрения результатов работы разработан ряд нормативно-технической документации. Подписаны протоколы о намерениях применения научных разработок по мелкозернистым бетонам с заменой части портландцемента на тонкомолотые минеральные добавки со строительными фирмами в Китае, Ираке и Саудовской Аравии. С

АНО "Центр содействия строительства Белгородской области" был подписан протокол о намерениях использования уличных светильников из самоуплотняющегося мелкозернистого бетона на композиционном вяжущем с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников в качестве малых архитектурных форм на территории «Белого квартала» в Белгороде.

Основные положения работы были представлены на всероссийских и международных научных мероприятиях.

Теоретические положения, результаты научно-исследовательской работы и внедрения используются в учебном процессе.

8. Замечания и рекомендации по диссертации и автореферату

1. В главе 3 делается вывод о повышенной пуццолановой активности выветренного кварцитопесчаника (ВКВП), однако прямых доказательств (по определению пуццолановой активности по поглощению оксида кальция) об этом не приводится, вывод делается по косвенным показателям на основании результатов РФА.

2. Из приведенных результатов исследования не совсем понятно, почему при удельной поверхности ВКВП $S_{уд}=500 \text{ м}^2/\text{кг}$ его оптимальное содержание составляет 20%, а при $S_{уд}=1000 \text{ м}^2/\text{кг}$ – рациональным будет использование 7-9% минеральной добавки в зависимости от вида измельчения.

3. Не показана оценка усадочных деформаций самоуплотняющихся и фиброармированных составов.

4. В разделе внедрения указано включение выветренных кварцитопесчаников в перечень полезных ископаемых - желательнее более детально раскрыть механизм принятия решения и его правовую основу.

5. Диссертационная работа перегружена фотографиями, не имеющими научной значимости (рис.3.1, 4.1, 4.2, 4.20, 5.1 и др.)

Приведенные замечания не снижают значимости представленных автором результатов и общей положительной оценки диссертации Столетовой Ирины Александровны.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Столетовой Ирины Александровны на тему «Мелкозернистые бетоны на композиционном вяжущем с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников для малых архитектурных форм» является законченной **научно-квалификационной работой**, выполненной на актуальную тему, в которой на основании выполненных исследований изложены новые научно обоснованные решения получения композиционного вяжущего с требуемыми эксплуатационными характеристиками для мелкозернистых бетонов, способствующее повышению прочностных показателей при снижении доли цемента. Работа обладает научной новизной, теоретической и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют значение для развития отрасли знаний в области строительных изделий из композитного материала на основе выветренных кварцитопесчаников, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Учитывая актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, можно сделать вывод, что диссертационная работа на тему «Мелкозернистые бетоны на композиционном вяжущем с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников для малых архитектурных форм» соответствует критериям п. 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции с дополнениями и изменениями), предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Столетова Ирина Александровна, заслуживает присуждения

ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Отзыв на диссертацию, автореферат и диссертационная работа рассмотрены на заседании кафедры строительного материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (протокол № 5 от 18 ноября 2025 г.).

Доктор технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», профессор, заведующий кафедрой строительного материаловедения ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Телефон +7 (916) 915-70-44
E-mail: SamchenkoSV@mgsu.ru



Самченко

Светлана Васильевна

«27» 11 2025 г.

Кандидат технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (строительство)», доцент, доцент кафедры строительного материаловедения ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Телефон 8(916)269-77-72
E-mail: KozlovaIV@mgsu.ru



Козлова

Ирина Васильевна

«27» 11 2025 г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

129337, ЦФО, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Телефон +7 (495) 781-80-07

E-mail: kanz@mgsu.ru

Сайт: <https://mgsu.ru>

Личную подпись Самченко С.В. и Козловой И.В. заверяю

Начальник отдела
Кадрового делопроиз-
водства УРП
А. В. ПИЧЕГИН
27.11.2025

