

## ОТЗЫВ

официального оппонента Шведовой Марии Александровны  
на диссертационную работу Столетовой Ирины Александровны  
**«Мелкозернистые бетоны на композиционном вяжущем с минеральной  
добавкой выветренных кварцитопесчаников для малых архитектурных  
форм»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

### **Актуальность темы диссертации**

В настоящее время в связи с интенсивным ростом городского строительства особое внимание уделяется благоустройству общественных и дворовых пространств. Создание комфортной городской среды достигается за счет использования малых архитектурных форм (МАФ), отвечающих требованиям декоративности, функциональности, надежности, долговечности. Ввиду этого актуальным направлением является разработка и создание цементных композитов, обладающих заданными и улучшенными свойствами, а также эстетической привлекательностью и архитектурной выразительностью. Достижение комплекса необходимых физико-механических характеристик и эстетической привлекательности цементных композитов может быть обеспечено за счет применения наполнителей и заполнителей различного состава и дисперсности.

На основании этого, диссертационное исследование Столетовой И.А., цель которого состоит в разработке научно обоснованного технологического решения, обеспечивающего получение мелкозернистых бетонов для МАФ с улучшенными свойствами за счёт применения выветренных кварцитопесчаников (ВКВП) в качестве компонента композиционных вяжущих (КВ) является актуальным и имеет важное прикладное значение.

Выполнение диссертационных исследований поддержано грантом Российского научного фонда.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность и обоснованность результатов, представленных в диссертационной работе, обеспечиваются за счет проведения экспериментальных исследований на современном поверенном оборудовании с использованием методов и методик испытаний, описанных в действующих нормативно-технических документах. Кроме того, соискателем применялись статистические методы при планировании эксперимента, а также в обработке экспериментальных результатов, их анализа, сравнения и обобщения.

Результаты диссертационного исследования апробированы на конференциях различного уровня и в полупромышленных условиях, успешно прошли внедрение на предприятии ООО «Кейкод» при изготовлении различных архитектурных объектов и в учебный процесс БГТУ им. В.Г. Шухова, что также свидетельствует об обоснованности и достоверности сформулированных соискателем положений, заключений, выводов.

## **Научная новизна исследований и полученных результатов**

*Научная новизна результатов*, полученных соискателем, заключается в следующем:

- научно обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение, обеспечивающее получение КВ с требуемыми эксплуатационными характеристиками для мелкозернистых бетонов, способствующее повышению прочностных показателей при снижении доли цемента. Использование минеральной добавки из измельченного ВКВП в составе цементных систем (мас. соотношение ВКВП : ПЦ = 1 : 4) приводит к повышению активности КВ на 13 % по сравнению с чистым портландцементом (ПЦ). При увеличении удельной поверхности ВКВП до значений  $S_{уд} = 1000 \text{ м}^2/\text{кг}$  и соотношении (по массе) ВКВП : ПЦ = 1 : 9 показатели активности КВ повышаются на 19 % по сравнению с чистым портландцементом. Применение КВ с минеральной добавкой ВКВП позволит получить широкую номенклатуру мелкозернистых бетонов для МАФ: самоуплотняющийся бетон на белом цементе ПЦБ 1-500-ДО (9 % ВКВП), самоуплотняющийся фибробетон на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н (9 % ВКВП), бетон для 3D-аддитивного производства на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н (20 % ВКВП);

- изучен характер влияния минеральных добавок ВКВП (9 % и 20 %) на свойства смеси и процессы структурообразования мелкозернистых бетонов. Установлена зависимость активности КВ с минеральной добавкой тонкомолотого ВКВП от удельной поверхности и расхода данной добавки. При  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$  расход ВКВП составляет 20 %; при  $S_{уд} = 1000 \text{ м}^2/\text{кг}$  расход ВКВП – 9 %. Соискателем показано, что введение тонкоизмельченного ВКВП в состав цементной матрицы обеспечивает уплотнение её микроструктуры и, соответственно, макроструктуры композита при экономии цемента. Кроме того, показано, что такой подход позволяет получить визуально привлекательные МАФ для создания качественной и комфортной городской среды.

- автором предложена феноменологическая модель структурообразования мелкозернистых бетонов на основе КВ с минеральной добавкой ВКВП, обусловленная формирующейся уплотненной структурой и повышенной адгезией цементной матрицы мелкозернистого бетона с минеральной добавкой ВКВП, на развитой поверхности которой формируются тонкие пленки гидратных фаз, взаимодействие с которыми приводит к упрочению контактной зоны между минеральной добавкой и цементным камнем.

## **Теоретическая значимость, ценность работы для практики**

*Теоретическая значимость работы* состоит в том, что соискателем развиты и дополнены теоретические знания об энергосберегающих технологических процессах и методах создания мелкозернистых бетонов; управлении процессами структурообразования при использовании композиционных вяжущих с минеральной добавкой горных пород, подготовленных геологическими процессами, и мелкозернистого заполнителя из отсева дробления кварцитопесчаника зеленосланцевой степени метаморфизма, позволяющие получать мелкозернистые бетоны с высокими эксплуатационными характеристиками.

*Практическая значимость* диссертационного исследования заключается в следующем:

1) разработана технология получения КВ с показателями активности не ниже 62 МПа при частичной замене цемента (20 % и 9 %) минеральной добавкой ВКВП, полученной помолом в вибромельнице;

2) на основе разработанного КВ предложены составы смесей для получения самоуплотняющихся мелкозернистых цементных композитов, предназначенных для получения малых архитектурных форм:

- мелкозернистый бетон на белом цементе ПЦБ 1-500-ДО с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников (9%) и мела (7%) со следующими показателями: класс В30, марка по морозостойкости F150;

- мелкозернистый фибробетон на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н с минеральной добавкой выветренных квартопесчаников (9%) и стеклофибры (3%) со следующими показателями: класс В35, марка по морозостойкости F200;

3) Разработан состав смеси для получения мелкозернистого бетона для 3D-аддитивного производства на портландцементе ЦЕМ I 42,5 Н с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников (20%) и мелкого заполнителя из отсева дробления кварцитопесчаников зеленосланцевой степени метаморфизма со следующими показателями: класс В30, марка по морозостойкости не менее F100.

4) На основании выполненных исследований показана возможность использования подготовленных геологическими процессами выветренных кварцитопесчаников в качестве сырья для производства строительных композитов.

### **Оценка содержания диссертационного исследования**

На рецензию предоставлены диссертационная работа и автореферат.

*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.

*Во введении* обоснована 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* соискателем проведен анализ научно-технической литературы по вопросам применения декоративного мелкозернистого бетона для получения МАФ; 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* представлены характеристики используемых материалов, а также охарактеризованы методы, методики и оборудование, применяемые при выполнении экспериментальных исследований.

*В третьей главе* описаны способы получения КВ для мелкозернистого бетона с использованием ВКВП – попутнодобываемых пород КМА; доказана

возможность использования КВП, затронутых процессами выветривания в качестве сырьевого компонента цементных композитов; установлены закономерности влияния фазовой структуры ВКВП на процессы твердения вяжущего на его основе; выявлен характер влияния удельной поверхности вводимых компонентов на характеристики активности КВ; установлена зависимость характеристик активности цементных систем с добавкой тонкомолотого КВП от удельной поверхности и расхода добавки.

В четвертой главе приводятся данные разработки и исследования составов мелкозернистых бетонов на основе полученного КВ. Предложены и изучены составы мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов для получения МАФ, мелкозернистых самоуплотняющихся фибробетонов для получения ограждающих конструкций, мелкозернистых бетонов на композиционном вяжущем для технологии строительной 3D-печати.

В пятой главе рассматривается вопрос о практическом применении полученных результатов экспериментальных исследований.

В заключении сформулированы общие выводы по результатам исследования, приведены перспективы дальнейшей разработки темы.

Текст автореферата логически последователен, содержит достаточное количество иллюстративного материала, дает полное представление о проделанной работе и полученных результатах.

### **Критические замечания по диссертационной работе**

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания.

1. Данные рентгенодифрактометрических исследований (с. 71, рис 3.8; с. 100, рис. 4.14) представлены не вполне корректно, поскольку для них не дается расшифровка. Под дифрактограммами следовало бы привести эталонные значения межплоскостных расстояний, соответствующих наиболее интенсивным линиям основных фаз вяжущего вещества и гидратных фаз цементного камня.

На с. 70 – 71 автор отмечает, что происходит «полное связывание портландита с образованием дополнительных порций гидросиликатов кальция в основном низкоосновного типа у КВ 20В, поскольку интенсивность дифференциальных отражений, характерных для  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , в вяжущем уменьшается при использовании выветренного КВП». Из представленных данных это не совсем понятно, так как, во-первых, рисунок 3.8 плохо читается (трудно различимы экспериментальные значения межплоскостных расстояний на дифрактограммах), во-вторых, указаны некоторые дифракционные линии только для двух фаз – алита и портландита. Какие из представленных на дифрактограммах линий соответствуют низко- и высокоосновным гидросиликатам кальция?

На с. 99 сказано, что «Степень гидратации вяжущего оценивалась по изменению интенсивности линий основных минералов 1,76 ( $\text{C}_3\text{S}$ ); 2,74 и 2,76 Å ( $\text{C}_3\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$ ) и линий продуктов гидратации, в частности портландита (4,92; 2,63 Å)». Однако, ни здесь, ни далее не приводятся значения степени гидратации вяжущего.

2. На с. 45 указано что «Оценка несущей способности свежеформованной смеси для строительной печати проводится по величине давления (в г/мм<sup>2</sup>), которое вызывает 10%-ную деформацию по высоте». Чем обусловлен выбор именно такого процента деформирования?

3. На с. 44 диссертации отмечается, что для оценки возможности применения разрабатываемой смеси в технологии строительной 3D-печати определялись пластическая прочность смеси и её реотехнологический индекс (РТИ). Требуется пояснения, что собой представляет РТИ, каким образом он определяется, рассчитывается? Как по значению РТИ можно оценить пригодность смеси для осуществления процесса 3D-печати?

4. В тексте диссертации отсутствуют четкие формулировки, определяющие объект и предмет исследования, также отсутствует факторное пространство экспериментальных исследований, что в совокупности затрудняет целостное восприятие работы.

5. В работе имеются некоторые неточности и стилистические опечатки, которые стоило было бы исправить при подготовке и редактировании текста.

Отмеченные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

#### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Представленное диссертационное исследование Столетовой Ирины Александровны на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему **«Мелкозернистые бетоны на композиционном вяжущем с минеральной добавкой выветренных кварцитопесчаников для малых архитектурных форм»** является самостоятельно выполненной актуальной научно-квалификационной работой, в которой предложено новое научно обоснованное технологическое решение, направленное на получение мелкозернистых бетонов для малых архитектурных форм с улучшенными свойствами за счёт применения выветренных кварцитопесчаников в качестве компонента композиционного вяжущего.

Диссертация содержит в полном объеме все разделы законченной научной работы: введение, анализ состояния вопроса, характеристики применяемых материалов и методов исследований, научную и практическую части, заключение, список литературы, приложения, содержащие акты о внедрении результатов работы.

Автореферат правильно и в достаточной мере отражает основное содержание диссертационной работы.

Публикации в полном объеме отражают основные положения диссертации, что в сочетании с выступлениями на научных конференциях позволило пройти ей апробацию в научно-инженерной среде специалистов. По материалам диссертационного исследования опубликовано 13 публикаций, из которых 3 опубликованы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ.

Учитывая вышесказанное, а также актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что

диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор – **Столетова Ирина Александровна** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

**Официальный оппонент:**

Кандидат технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия, старший научный сотрудник научно-образовательного академического центра строительного материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)»

Мария Александровна  
Шведова



30.10.2025 г.

Тел.: +7 (951) 861 06 01,  
E-mail: marishwedowa@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ)

Адрес университета: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

Подпись М.А. Шведовой заверяю:  
проректор по науке и инновациям  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»



Алексей Викторович  
Башкиров