

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
**Морозовой Марины Владимировны** на тему: «**Мелкозернистый бетон с использованием сапонит-содержащих отходов**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Для отзыва была представлена диссертация объемом 169 страниц машинописного текста, содержащая 47 рисунков, 52 таблицы, а также автореферат объемом 24 страницы.

Диссертация включает разделы: введение, состояние вопроса, методы исследования, характеристики применяемых материалов, экспериментальную часть, технико-экономическое обоснование, заключение, список литературы из 188 наименований и 11 приложений.

Диссертационная работа М.В. Морозовой является законченной работой с широким комплексом исследований, направленных на разработку составов мелкозернистых бетонов с компонентом на основе сапонит-содержащего материала.

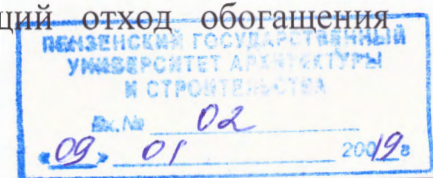
## АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Особое место среди строительных композиционных материалов занимают мелкозернистые бетоны. Потребление мелкозернистых бетонов в мире возрастает с каждым годом.

Мелкозернистые бетоны широко применяются в строительной индустрии: при производстве литых и прессованных изделий; при создании строительных изделий, обладающих повышенной водонепроницаемостью и водостойкостью, высокой прочностью при изгибе. Из них производятся эксклюзивные малые и большие архитектурные формы и пр. Поэтому понятен постоянный интерес исследователей, связанный с работами, направленными на формирование структуры композита, определяющей его эксплуатационные характеристики. Использование высокодисперсных модифицирующих добавок, позволяющих проектировать прочность и морозостойкость конечного продукта, является в этом плане перспективным направлением.

Одним из основных показателей, определяющих прочность, плотность (водонепроницаемость) и долговечность отвердевшего цементного камня является водоцементное отношение (В/Ц), оказывающее решающее значение в формировании объема порового пространства при гидратации минералов. В работе представлены исследования, направленные на установление рационального водоцементного отношения, которое позволяет управлять процессами формирования структуры при твердении композита.

В качестве компонента, регулирующего водоцементное отношение, был выбран высокодисперсный сапонит-содержащий отход обогащения



кимберлитовых руд, что позволит решить вопрос с утилизацией многотоннажного высокодисперсного отхода алмазодобывающего предприятия Архангельской области.

Для оптимизации величины В/Ц отношения и структурообразования смеси, автором была разработана оригинальная методика по определению параметра водопоглощения, позволившая определить необходимую массу добавки для снижения водоцементного отношения при твердении бетона.

Установлено, что при механоактивации сапонит-содержащего материала происходит частичная аморфизация поверхности, а наличие силикатов кальция и алюминия позволяет в активном состоянии при взаимодействии с водой образовывать гидросиликаты по аналогии с клинкерными минералами.

Главным результатом вышеприведенных исследований является повышение прочности бетонного композита при использовании компонента на основе сапонит-содержащего отхода почти в 2 раза (по сравнению с контрольными образцами), при этом марка по морозостойкости достигает F<sub>1300</sub>.

Работа выполнена при финансовой поддержке: ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России», соглашение 14.А18.21.1108 (2015 – 2016 гг.); программы развития «САФУ имени М.В. Ломоносова»; базовой части Госзадания (проект №3636).

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**В главе первой** Морозовой М.В. представлен достаточно полный литературный обзор работ Российских и зарубежных авторов, занимающихся проблемами повышения эксплуатационных характеристик бетонов в основном за счет использования пуццолановых и высокоактивных компонентов. Дана характеристика различных видов добавок, пользующихся спросом при производстве бетонов.

Постоянный рост стоимости строительных материалов и увеличение нагрузки на природную среду при их производстве требует использование энергосберегающих (безотходных) производств и ресурсосберегающих технологий. Поэтому автор особое внимание обращает на способы повышения эффективности мелкозернистых бетонов с использованием многотоннажных отходов производств, которые позволяют снизить стоимость продукции.

В качестве одного из компонентов бетонной смеси, позволяющего улучшать физико-механические характеристики был выбран сапонит-содержащий материал (ССМ), представляющий собой отход обогащения кимберлитовых руд алмазодобывающего предприятия ОАО «Североалмаз». По литературному обзору обосновано предположение о том, что введение минерального компонента в смесь позволит оптимизировать процессы структурообразования путем регулирования содержания водной фазы в

процессе приготовления и твердения бетона. Такой композит обеспечит высокие гарантированные параметры эксплуатационной надежности зданий и сооружений в условиях сложных воздействий нагрузок и температуры окружающей среды, а также значительно сократит сроки строительства. При этом возможность использования местного природного сырья для получения бетонов снизит стоимость конечного продукта на 20 ... 25 %.

**Вторая глава** работы начинается с обоснования выбора сырьевых материалов и определения их основных характеристик, а также описания используемых методов исследований и средств испытаний. Приводятся генетические и структурно-текстурные особенности, минеральный и элементный состав минерального компонента на основе сапонит-содержащих отходов.

Дана характеристика с описанием принципа действия разработанного устройства для изучения процесса водопоглощения опытных проб сапонит-содержащего материала (патент №156792). Представлены используемые стандартные методы исследований образцов мелкозернистого бетона.

**В третьей главе** приведено научное обоснование использования сырья с высокой поверхностной активностью для получения высокодисперсного компонента бетонной смеси. Показано, что отличительной особенностью сапонит-содержащего материала являются его адсорбирующие и гидроизоляционные свойства в композициях с другими минеральными компонентами.

Изучен процесс сорбции-десорбции влаги образцами сапонит-содержащего материала, результаты которого показали наличие в системе «ССМ–водяной пар» адсорбционно-десорбционного гистерезиса и увеличение количества связанной воды в системе после механоактивации материала.

Разработан способ измерения величины водопоглощения сыпучих материалов. В качестве критерия предложено использовать удельно-массовое изменение объемов реакционной смеси за фиксированное время, которое рассчитывается исходя из экспериментально определённых изменений объема системы и массы опытной пробы.

Установлено, что для достижения максимального водонасыщения образцов сапонит-содержащего материала, необходимо измельчать опытную пробу до удельной поверхности не менее 35000 м<sup>2</sup>/кг. Доказано, что ССМ можно использовать в качестве высокодисперсного компонента, управляющего структурообразованием смеси за счет регулирования величины водоцементного отношения при твердении бетона. Минеральный высокодисперсный компонент необходимо вводить в цементную смесь в обезвоженном состоянии.

Определен оптимальный состав опытных образцов мелкозернистого бетона, характеризующийся следующим содержанием компонентов: 79% составляет смесь песка и цемента, 14% - затворитель (вода) и 7% - сапонит-содержащий материал. Полученные показатели по прочности и морозостойкости бетона показали, что введение высокодисперсного

компонента в смесь способствует повышению прочности опытных образцов по сравнению с контрольными в 2 раза, а марка по морозостойкости достигает F<sub>1</sub>300 (контрольные – F<sub>1</sub>100).

**В четвертой главе** разработаны составы высокоэффективного мелкозернистого бетона с модификатором. Изучены структурные, физико-механические и деформационные характеристики разработанных составов высокоэффективного мелкозернистого бетона с компонентом на основе сапонит-содержащего материала.

Установлено, что при введении высокодисперсного ССМ в смесь на основе портландцемента образуются гидросиликаты дополнительной генерации группы тоберморита. Микроструктура образцов представлена наличием губчатых и игольчатых кристаллов (5...10 нм). Присутствие различных форм кристаллов позволяет заполнить анизометричные и изометричные поры. Наличие скрытокристаллических гидросиликатов кальция, выявленное в структуре бетона с модификатором, способствует уплотнению цементной матрицы, снижению ее пористости и омоноличиванию структуры. Показано, что использование ССМ позволяет регулировать сроки схватывания, подвижность и удобоукладываемость бетонной смеси.

Получено свидетельство о регистрации ноу-хау №КТ 2017-01. «Смесь для получения морозостойкого бетона высокого класса прочности».

Для широкомасштабного внедрения результатов научных исследований **в пятой главе** разработаны нормативные документы, в которых рассмотрены способы подготовки ССМ и приготовления мелкозернистого бетона с данным компонентом. Разработанные составы мелкозернистого бетона с использованием высокодисперсного минерального компонента на основе отхода алмазодобывающей промышленности Архангельской области внедрены в качестве растворов для заделки внутренних стыков и соединительных швов при монтаже железобетонных стеновых панелей многоэтажного жилого дома.

Результаты экспериментальных исследований и теоретические положения, полученные при выполнении диссертационной работы, используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям: 08.03.01, 08.04.01 «Строительство».

## **СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ**

Основные научные положения, выводы и рекомендации, которые сформулированы в работе, являются теоретически обоснованными и экспериментально подтвержденными. Исследования проведены в полном объеме с достаточным обоснованием их выбора. Научные положения опираются на фундаментальные основы и представления строительного

материаловедения и не противоречат результатам исследований других авторов.

Совокупность проведенных в диссертационной работе исследований позволяет подтвердить возможность разработки высокоэффективных мелкозернистых бетонов с высокодисперсным компонентом на основе сапонит-содержащего отхода горнодобывающей промышленности, эффективность использования ССМ в качестве компонента, оказывающего комплексное воздействие на свойства бетонной смеси.

## **ДОСТОВЕРНОСТЬ И НОВИЗНА НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ**

В диссертационной работе сформулированы два пункта научной новизны, которые теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены, а именно:

- обоснована возможность создания модифицированных мелкозернистых бетонов с повышенными эксплуатационными показателями за счет проявления водосорбционных-десорбционных свойств высокодисперсным компонентом на основе сапонит-содержащего отхода обогащения кимберлитовых руд алмазодобывающей промышленности. Состав и объемно-поверхностные характеристики сапонит-содержащего компонента обеспечивают: снижение В/Ц отношения, пластифицирование бетонной смеси, образование гидросиликатов дополнительной генерации, формирование рациональной поровой структуры композита и, как следствие, повышение эксплуатационных свойств мелкозернистого бетона;

- установлено влияние основных рецептурных и технологических факторов на параметры структуры и эксплуатационные свойства мелкозернистого бетона с высокодисперсным сапонит-содержащим компонентом, полученные зависимости позволяют определить рациональные границы варьирования рецептурно-технологических факторов. Полученные составы мелкозернистых бетонов обладают повышенными показателями прочности, морозостойкости, водонепроницаемости.

Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций не подлежит сомнению и подтверждена результатами многочисленных экспериментальных исследований, а логично сформулированные цель и задачи работы были достигнуты.

В диссертационной работе Морозовой М.В. теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность применения сапонит-содержащего отхода обогащения кимберлитовых руд алмазодобывающей промышленности в качестве модифицирующего компонента при получении мелкозернистого бетона, позволяющего управлять процессами структурообразования на различных технологических этапах его производства, выступая в качестве сорбционно-десорбционного и пуццоланового компонента твердеющей системы. Разработан способ

определения величины водопоглощения сыпучих материалов, позволяющий изучить кинетику данного процесса для сапонит-содержащего материала и оптимизировать его характеристики как высокодисперсного компонента бетонной смеси. Разработаны составы и технология производства мелкозернистого бетона с использованием минерального высокодисперсного сапонит-содержащего компонента, позволяющего получить изделия с: плотностью – 2000 – 2020 кг/м<sup>3</sup>, пределом прочности при сжатии – 41,30 – 73,70 МПа, модулем упругости – 27800 – 44170 МПа, общей пористостью – 4,90 – 16,78 %, морозостойкостью – F<sub>100</sub> – F<sub>1400</sub>, водопоглощением по массе – 3,65 – 4,35 %, водонепроницаемостью – W<sub>6</sub> – W<sub>10</sub>. При этом полученные изделия соответствуют требованиям ГОСТ 26633-2015: маркам по плотности D2000 – D2200, классу по прочности B30 – B55.

### **ЗАМЕЧАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

1) В настоящее время рынок строительных материалов обладает различными видами портландцемента. Поэтому необходимо пояснить выбор марки портландцемента, используемого в работе для получения мелкозернистых бетонов?

2) На с.61 работы сказано, что автор производит измерения водопоглощения ССМ и они обрабатываются на персональном компьютере с программным обеспечением. Что за программа используется и что в результате выдает программа (значения каких-то показателей, строит графики или другое)?

3) Каким образом ССМ (высокодисперсный) в сухом виде равномерно распределяется в цементной смеси для бетона (с.87)?

4) В третьей главе диссертации для получения опытных образцов бетона соискатель рекомендует использовать 7 % сапонит-содержащего материала от массы твердой фазы. Соблюдалось ли данное соотношение при разработке составов бетонных смесей, предлагаемых автором в четвертой главе?

5) Почему автор для пояснения водосодержания композитов не использовала водотвердое отношение, а все объяснения строит только на водоцементном отношении?

6) Нет пояснений, на чем основывается выбор добавки – модификатора в пятой главе диссертации при сравнении стоимости разработанных составов с рыночной стоимостью мелкозернистых бетонов.

7) В работе присутствуют опечатки, незначительные пунктуационные ошибки и стилистические погрешности.

Приведенные замечания не снижают общую положительную оценку представленной работы. Диссертация Морозовой Марины Владимировны изложена технически грамотным и научным языком.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СООТВЕТСТВИИ ДИССЕРТАЦИИ КРИТЕРИЯМ, УСТАНОВЛЕННЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ О ПРИСУЖДЕНИИ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ**

Диссертация Морозовой М.В. «Мелкозернистый бетон с использованием сапонит-содержащих отходов» является законченной научной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, приводящие к повышению эффективности мелкозернистых бетонов за счет использования сапонит-содержащего отхода в качестве высокодисперсного компонента, оптимизирующего структурообразование смеси.

Разработанные составы мелкозернистых бетонов с минеральным компонентом имеют существенное значение для развития строительной отрасли. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Основные положения диссертационной работы представлены в 28 научных публикациях, в том числе шесть работ в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и систем цитирования Web of Science, Scopus, и семь работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Новизна исследований подтверждена патентом на полезную модель №156792 и ноу-хау № КТ 2017-01.

Обобщая вышеизложенное и учитывая представленные выводы и рекомендации, их достоверность, научную новизну и практическую значимость, считаю, что диссертационная работа «Мелкозернистый бетон с использованием сапонит-содержащих отходов» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Морозова Марина Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - Строительные материалы и изделия.

### **Официальный оппонент:**

д-р техн. наук по специальности  
05.23.05 - Строительные материалы и  
изделия, профессор, заведующий  
кафедрой «Строительные материалы  
и специальные технологии»  
ФГБОУ ВО «СибАДИ»



Чулкова  
Ирина Львовна  
«26» декабря 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», (СибАДИ)

Адрес университета: 644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5

Тел.: 8 (3812) 65-23-88

E-mail: [le5@inbox.ru](mailto:le5@inbox.ru)

Подпись Чулковой И.Л. заверяю:

