

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной и инновационной работе
ФГБОУ ВО «Уфимский
государственный нефтяной
технический университет» (УГНТУ),
доктор технических наук, профессор
Ибрагимов И.Г.
«24» ноября 2023 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет» (УГНТУ) на диссертационную работу **Отман Азми С.А.** на тему:
**«Штукатурные растворы на основе композиционного гипсового вяжущего
(на примере Палестины)»**, представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.1.5. Строительные материалы и изделия

1. Актуальность темы исследования

В Палестине, как и во всем Ближнем Востоке, одним из направлений развивающейся строительной отрасли является «зеленое» строительство зданий и сооружений из экологически чистых строительных материалов с гарантированным обеспечением требований по качеству, номенклатуре, энергоэффективности и прочим требованиям, приближенным к стандартам Европейского Союза.

Особое место среди современных строительных материалов занимают гипсовые отделочные материалы, от эффективности которых зависит архитектурная выразительность и эстетика градостроительства, а также создание комфортных условий проживания, рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и многое другое.

В Палестине традиционно для внутренней и наружной отделки зданий и сооружений используют цементно-песчаную штукатурку импортного производства. В связи с этим разработкой соискателем конкурентноспособных штукатурных растворов на основе композиционных гипсовых вяжущих (КГВ) с использованием в качестве тонкодисперсного минерального наполнителя и заполнителя местных природных ресурсов – кварцевого песка дюн и мелкой фракции отсева дробления известняка, которые не только смогут расширить номенклатуру отделочных материалов для их использования в строительстве, но и заменить импортные аналоги, а также улучшить санитарно-гигиенические условия в жилых помещениях является актуальной задачей.

Актуальность диссертационной работы подтверждается также тем, что она выполнена в рамках программы развития и стабилизации стройиндустрии Палестины; гранта РНФ № 22-19-20115 и Правительства Белгородской области (соглашение №3 от 24.03.2022); программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова до 2030 г.

2. Оценка структуры и содержания работы

Для подготовки отзыва представлен автореферат и диссертация, изложенная на 155 страницах машинописного текста. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, 7 приложений и включает 31 таблицу, 56 рисунков и список литературы из 149 источников.

Во введении соискателем обоснована актуальность диссертационного исследования, определены цель и задачи; сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приводятся методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, отражены сведения о достоверности, апробации и результатах внедрения, структуре и объеме работы представлена информация об апробации результатов работы.

В первой главе для обоснования цели и задач исследований автор провел анализ отечественной и зарубежной литературы, в котором достаточно подробно рассмотрены вопросы, посвященные повышению эффективности штукатурных растворов на основе гипсовых и композиционных гипсовых вяжущих, используемых для внутренней и наружной отделки зданий и сооружений, создающих комфортную среду обитания человека. Автор уделил внимание рассмотрению возможности использования доступного и практически неограниченного по запасам местного сырьевого ресурса – некондиционных кварцевых песков дюн Палестины и песчаной фракции отсева дробления известняка в качестве тонкодисперсных минеральных добавок и мелкого заполнителя для штукатурных растворов на основе КГВ с обеспечением физико-механических и эксплуатационных характеристик, что является важной народно-хозяйственной задачей в стране.

Вторая глава диссертации посвящена описанию характеристик применяемых материалов и используемых методов, оборудования для проведения экспериментальных исследований.

В третьей главе рассмотрены научно-практические основы повышения эффективности КГВ для штукатурных растворов. Автором проведены исследования по установлению характера влияния дозировки компонентов и гранулометрического состава композиционного гипсового вяжущего (КГВ). Подтверждена эффективность применения в качестве минеральной добавки

тонкодисперсного кварцевого песка дюн с удельной поверхностью порядка $500 \text{ м}^2/\text{кг}$.

На основании экспериментальных данных соискателем был установлен состав КГВ, включающий (% по массе): 68% гипсового вяжущего, состоящего 70% Г-5 БП + 30% ГВВС-16), 10% портландцемента, 20% тонкодисперсного кварцевого песка, 1,5% известняковой пыли и 0,5% метаксаолина ВМК-45 (от массы цемента), который, по соотношению компонентов и их гранулометрическому составу, отклоняется от рассчитанного с помощью компьютерной программы по уравнениям «оптимальной» кривой Функа–Дингера на 15,3%, что обуславливает достаточно плотную упаковку его частиц с повышением средней плотности, прочностных показателей и коэффициента размягчения.

Автором установлено, что аморфная фаза SiO_2 в составе минеральных добавок – тонкодисперсного кварцевого песка и метаксаолина ВМК-45 – способствует связыванию $\text{Ca}(\text{OH})_2$, выделяющемуся при гидратации трехкальциевого силиката с устранением условий роста высокоосновных гидроалюминатов кальция, эттрингита, вызывающих саморазрушение структуры за счет кристаллизационного давления. Более крупные частицы кварцевого песка и известняковой пыли выполняют роль микронаполнителя, а также являются центрами кристаллизации для новообразований, обеспечивая быстрый набор прочности КГВ при твердении.

Соискателем изучено влияние химических добавок на свойства КГВ и выявлено, что эффективной является комплексная химическая добавка, включающая СП Melflux 5581 F (0,2%) + замедлитель Plast Retard PE (0,08%), позволяющая замедлить начало схватывания гипсоцементных вяжущих более чем в 5 раз (с 8-30 до 45-00 мин) и повысить прочность затвердевшего КГВ на 66 % (до 20,4 МПа).

Изучен характер процессов твердения КГВ и формирования микроструктуры твердеющих систем. По данным рентгенофазового анализа установлено, что в рассматриваемых системах количество свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ незначительное, а эттрингит практически отсутствует. Сформированная структура гипсоцементного камня с комплексом минеральных и органических добавок мелкокристаллическая, упорядоченная, с упрочненными связями между кристаллами. Уплотнение межкристаллических полостей и пор твердеющей гипсоцементной матрицы водостойкими новообразованиями защищает контакты срастания гипсовых кристаллов от растворения и обеспечивает повышение прочности, водостойкости, а также скорости набора прочности гипсоцементного камня.

В четвертой главе диссертации автором был разработан состав штукатурного раствора на КГВ и изучены его свойства. В результате

совокупного влияния оптимального гранулометрического состава заполнителя из обогащенных некондиционных песков дюн песчаной фракцией отсева дробления известняка и частиц КГВ, а также комплексной химической добавки, включающей СП Melflux 5581 F, замедлитель схватывания Plast Retard PE и стабилизатор MAPF Forbo-Crete S 010, при требуемой подвижности смеси, была реализована плотная упаковка зерен минерального скелета. При уменьшении на 12 % водопотребности штукатурного раствора на КГВ снизились: вязкость (в 3,5 раза) и предельное напряжение сдвига (в 22 раза); повысились: пределы прочности при сжатии затвердевших образцов в 7-ми суточном возрасте – на 20%, в 28-ми суточном возрасте (хранившихся во влажных условиях) – на 35%, высушенных до постоянной массы образцов – на 47%, значения коэффициента размягчения (с 0,69 до 0,72...0,76) и гидрофобности поверхности затвердевшего штукатурного раствора, а также показатели водоудерживающей способности (до 97 %) и прочности сцепления с бетонным основанием (до 0,8 МПа).

В пятой главе соискателем представлены технологическая схема приготовления КГВ и сухой смеси для штукатурных растворов на его основе, а также рассмотрены вопросы экономической эффективности и практической значимости производства и применения разработанного штукатурного раствора на основе КГВ с использованием некондиционных кварцевых песков песчаных дюн в качестве минеральной добавки и заполнителя, обогащенного песчаной фракцией отсева дробления известняка, с комплексом химических добавок и достижением повышенных физико-механических характеристик и водостойкости.

Заключение диссертационной работы в полной мере отражает основные результаты исследования, обоснованы пути дальнейшего развития темы.

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

Диссертация соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011, т.е. является научно-квалификационной работой, отражающей результаты исследований автора.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.1.5 «Строительные материалы и изделия» (технические науки) по пунктам:

п. 1 – «Разработка теоретических основ получения различных строительных материалов с заданным комплексом эксплуатационных свойств»;

п. 6 – «Создание теоретических основ получения строительных композитов гидратационного твердения и композиционных вяжущих веществ и бетонов».

3. Научная новизна и основные защищаемые положения диссертации

Соискателем разработаны научно обоснованные технологические решения, обеспечивающие получение КГВ и штукатурного раствора на его основе с улучшенными физико-механическими характеристиками и водостойкостью, путем модификации базовой вяжущей системы комплексом полифункциональных органоминеральных добавок, а также использования заполнителя с оптимизированным гранулометрическим составом из некондиционных песков песчаных дюн Палестины, обогащенных песчаной фракцией отсева дробления известняка. Оптимизация гранулометрического состава КГВ путем введения комплекса тонкодисперсных полиминеральных добавок (тонкодисперсного песка песчаных дюн, метакаолина ВМК-45, известняковой пыли) с определенной удельной поверхностью, обеспечивает создание высокоплотной упаковки частиц вяжущего. Это в совокупности с комплексом органических добавок, включающих замедлитель сроков схватывания Plast Retard PE, суперпластификатор Melflux 5581 F, стабилизатор Mapf Forbo-Crete S 010, позволяет получать штукатурные смеси с заданными реологическими характеристиками, водоудерживающей способностью, подвижностью, скоростью схватывания и твердения.

Установлен характер влияния дозировки компонентов и гранулометрического состава КГВ, а также оптимизированной смеси заполнителей и суперпластификатора Melflux 5581 F на водопотребность штукатурного раствора, заключающийся в том, что при минимальном расходе воды в смеси требуемой подвижности обеспечивается повышение коэффициента размягчения и прочности затвердевшего штукатурного раствора в 7-ми суточном возрасте на 20%, в 28-ми суточном – на 47%, позволяющее увеличить степень гидрофобности поверхности камня за счёт создания высокоплотной упаковки на двух масштабных уровнях (КГВ и заполнитель).

Установлены закономерности влияния рецептурно-технологических факторов, а именно состава и содержания КГВ и заполнителя, комплекса органических добавок, водо-вяжущего отношения на подвижность и начало схватывания штукатурной растворной смеси, прочностные характеристики, а также коэффициент размягчения затвердевшего раствора, позволяющие управлять процессом структурообразования на макро- и микроуровне.

Основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту, заключаются в следующем:

- представлено научно обоснованное технологическое решение, обеспечивающее получение КГВ и штукатурного раствора на его основе с улучшенными физико-механическими и строительно-технологическими характеристиками с использованием комплекса полифункциональных

органоминеральных добавок, а также заполнителей оптимального гранулометрического состава из некондиционных песков песчаных дюн Палестины, обогащенных мелкой фракцией отсева дробления известняков;

- установлен механизм влияния комплекса полифункциональных органоминеральных добавок на структурообразование КГВ и его физико-механические и эксплуатационные характеристики;

- выявлены закономерности влияния рецептурно-технологических факторов на свойства штукатурной растворной смеси и затвердевшего раствора, позволяющие управлять процессом структурообразования на макро- и микроуровне;

- разработаны математические закономерности и графоаналитические зависимости изменения технологических параметров, а также механических и эксплуатационных свойств штукатурных растворов на КГВ;

- подобраны рациональные составы, технологические параметры получения штукатурных растворов на КГВ с комплексом полифункциональных органоминеральных добавок и заполнителей оптимизированного гранулометрического состава из некондиционных песков песчаных дюн Палестины, обогащенных мелкими фракциями от известняковых песков из отсевов дробления.

4. Теоретическая и практическая значимость диссертации

В работе дополнены теоретические представления о процессах структурообразования штукатурных растворов на основе водостойких КГВ, включающих тщательно подобранную смесь гипсовых вяжущих (β -модификации марки Г-5 БП + α -модификации марки ГВВС-16), портландцемента, полифункциональных органоминеральных добавок, а также заполнителя из некондиционных кварцевых песков дюн Палестины, обогащенных песчаной фракцией отсева дробления известняка оптимизированного гранулометрического состава.

Обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность и эффективность применения некондиционных песков песчаных дюн Палестины в качестве тонкодисперсной минеральной добавки КГВ, а также в качестве заполнителя, обогащенного песчаной фракцией отсева дробления известняка для штукатурных растворов.

Предложены рациональные составы штукатурных растворов на КГВ с комплексом полифункциональных органо-минеральных добавок и заполнителем оптимизированного гранулометрического состава из некондиционных песков песчаных дюн Палестины, обогащенных песчаной

фракцией отсева дробления известняка, обеспечивающих снижение их водопотребности на 12%; замедление начала схватывания в 5 раз (с 8-30 мин до 46 мин); снижение вязкости в 3,5 раза (с 26 Па·с до 7,5 Па·с) и предельного напряжения сдвига в 22 раза (с 110 Па до 5 Па); повышение предела прочности при сжатии затвердевших образцов в 7-ми суточном возрасте на 20%, в 28-ми суточном возрасте (хранившихся во влажных условиях) – на 35%, а высушенных до постоянной массы образцов – на 47%; повышение коэффициента размягчения – с 0,69 до 0,76; повышение гидрофобности поверхности, показателя водоудерживающей способности – до 97%, а также показателя прочности сцепления с бетонным основанием – до 0,8 МПа.

Предложена технология производства КГВ и сухих штукатурных смесей на его основе.

Результаты диссертационной работы рекомендованы к применению на предприятиях по производству сухих строительных смесей. Для этого разработаны и согласованы со строительными организациями технические условия на водостойкое композиционное гипсовое вяжущее, а также технологические регламенты на производство водостойкого композиционного гипсового вяжущего для штукатурных растворов и сухих строительных смесей и на производство модифицированного штукатурного раствора на основе композиционного гипсового вяжущего.

Осуществлен выпуск опытно-промышленной партии штукатурного раствора на КГВ и произведено его внедрение на объекте малоэтажного строительства при выполнении отделочных работ, подтвердивших практическую значимость научных результатов диссертационной работы соискателя.

5. Обоснованность и достоверность результатов диссертационной работы

Анализ рассматриваемой темы позволил автору достаточно четко определить основные направления теоретических и экспериментальных исследований. Цели и задачи грамотно сформулированы автором, а выводы и заключение научно обоснованы и отражают суть проведенных исследований. Сформулированные положения и выводы в достаточной мере подтверждены результатами экспериментальных исследований. Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, обоснованы и подкреплены результатами экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний.

Полученные в ходе диссертационного исследования научные результаты и выводы являются достоверными и обоснованными, высокая степень

достоверности которых обеспечена проведением экспериментальных работ с применением стандартных методик, указанных в действующих нормативных документах, а также применением современных точных методов физико-химических исследований структуры и свойств строительных материалов, в частности рентгенофазового анализа и электронной микроскопии.

Большое количество экспериментальных данных подтверждено опытно-промышленными испытаниями, а основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на многочисленных национальных и международных научно-практических конференциях и выставках.

Результаты работы отражены в 9 научных статьях, в том числе в 4 работах – в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК РФ и подтверждены свидетельством Роспатента на программу для ЭВМ.

6. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

На основе результатов проведенных соискателем исследований разработан пакет документов:

стандарт организации СТО 02066339-001-2023 «Водостойкое композиционное гипсовое вяжущее. Технические условия»;

технологический регламент на производство водостойкого композиционного гипсового вяжущего для штукатурных растворов и сухих строительных смесей;

технологический регламент на производство модифицированного штукатурного раствора на основе композиционного гипсового вяжущего.

Методы и подходы, использованные в диссертационном исследовании, а также результаты и выводы рекомендуются к использованию на предприятиях по производству сухих строительных смесей, а также в учебном процессе при подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство»; магистров по направлению 08.04.01 «Строительство».

7. Замечания

В процессе обсуждения работы сделаны следующие замечания и предложения:

1. Современные технологические линии по производству сухих смесей имеют в своем составе эффективное помольное оборудование, в частности дезинтеграторы. При помоле в дезинтеграторе мелкодисперсных продуктов с различной твердостью (барханные пески, отсеvy известняка, портландцемент, гипсовое вяжущее) более твердые минералы будут

действовать как абразивный материал на частицы портландцементного клинкера, повышая тем самым его гидравлическую активность и соответственно прочностные показатели цементной составляющей сухой смеси. Поэтому желательно было бы учесть данный эффект улучшения качественных показателей штукатурных смесей при их производстве на современном помольном оборудовании.

2. Предложенное автором композиционное гипсовое вяжущее (КГВ) является модификацией гипсоцементнопуццолановых вяжущих, которые успешно применялись в СССР и РФ более 50 лет в основном для внутренних конструкций жилых зданий (сантехкабины, внутренняя штукатурка и др.). В связи с тем, что разработанные автором штукатурные смеси на основе КГВ предполагается использовать и для наружных штукатурных слоев было бы желательно оценить их стойкость к совместному действию пониженных температур ($+0...+10^{\circ}\text{C}$) и высокой влажности.

3. Климат Палестины, как и всего Ближнего Востока, большей частью года являются сухим и жарким, а в осенне-зимний период и влажным. Желательно было бы при проведении дальнейших исследований оценить стойкость разработанных автором штукатурных композиций на КГВ к попеременному увлажнению и высыханию, возможно они по этому показателю будут иметь существенные преимущества перед традиционными гипсовыми штукатурками.

Отмеченные замечания не снижают ценности работы и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертация Отман Азми С.А. выполнена и оформлена на высоком уровне с достаточным количеством поясняющих таблиц и рисунков. Язык и стиль представленной работы соответствуют нормам написания современных научно-технических текстов. Результаты работы широко освещены в открытой печати и доложены на конференциях различного уровня.

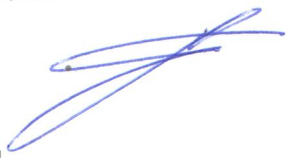
7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод о том, что диссертация Отман Азми С.А. на тему: «Штукатурные растворы на основе композиционного гипсового вяжущего (на примере Палестины)», является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Работа обладает научной новизной, научной и практической ценностью, имеет перспективы дальнейшего развития, выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследований.

По новизне, уровню выполнения работы, объему, актуальности, научной и практической значимости работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует пунктам 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор Отман Азми С.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Диссертационная работа Отман Азми С.А. и отзыв ведущей организации заслушаны и одобрены на заседании кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Протокол № 5 от 23 ноября 2023 г.

Заведующий кафедрой «Строительные конструкции»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», кандидат технических наук
(научная специальность 05.23.05 — «Строительные
материалы и изделия»), доцент

 Дмитрий Александрович Синицин
«23» ноября 2023 г

Тел.+7 (347) 228-22-00,
E-mail: kafedra_sk@mail.ru

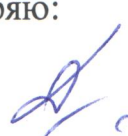
Профессор кафедры «Строительные конструкции»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», доктор технических наук
(научная специальность 05.23.05 — «Строительные
материалы и изделия»), профессор

 Игорь Вадимович Недосеко
«23» ноября 2023 г

Тел.+7 (987) 254-00-96,
E-mail: nedoseko1964@mail.ru

Подпись Синицина Д.А. и Недосеко И.В. удостоверяю:

Начальник отдела по управлению персоналом

 О.А. Дадаян

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,

450064, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1, УГНТУ

Тел. +7 (347) 228-22-00, E-mail: kafedra_sk@mail.ru