

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Жегеры Кристины Владимировны на тему «Разработка клеевой сухой строительной смеси с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов», представленную в диссертационный совет Д 212.184.01, созданный на базе Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»

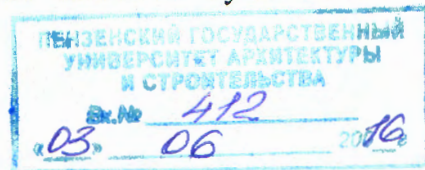
Актуальность темы диссертационного исследования убедительно обоснована и очевидна. При проведении отделочных работ зданий и сооружений применяют клеи для установки керамических плиток и камня, изготовленные на основе сухих смесей. При приготовления сухих строительных смесей используют комплексные функциональные добавки, обеспечивающие требуемые физико-механические и эксплуатационные свойства растворов: быстрые сроки твердения, повышение устойчивости к сползанию, высокую адгезионную прочность и др. В настоящее время в России при производстве сухих строительных смесей широко используют дорогостоящие импортные добавки. Замена импортных добавок на отечественные, гарантирующие требуемые технологические и технические свойства, обеспечит импортозамещение в строительной отрасли, а также и снижение себестоимости клеевых сухих смесей.

Основная цель диссертации – разработка рецептуры клеевой сухой строительной смеси с применением в рецептуре добавки на основе аморфных алюмосиликатов с быстрыми сроками твердения, устойчивостью к сползанию, высокой адгезионной прочностью.

Поставленная цель, на основании изложенных результатов, достигнута.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Представленные научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в работе, являются убедительно обоснованными. Обстоятельно проведен обзор развития и состояния производства сухих строительных смесей в РФ и модифицирующих добавок для клеевых сухих строительных смесей на цементной основе. По результатам обзора сформулированы цель и основные задачи диссертационной работы. Поставленные цель и задачи логичны и убедительны.

Основная часть диссертации посвящена разработке клеевой сухой строительной смеси. Автором обоснована возможность применения в рецептуре плиточного клея добавки на основе аморфных силикатов. Экспериментально доказано, что введение в состав клеевой сухой смеси



добавки на основе аморфных алюмосиликатов способствует ускорению набора прочности плиточного клея, устойчивости к сползанию и высокой адгезии к основанию.

Все разделы диссертации завершаются выводами, отражающими их основное содержание. В заключении приведены выводы по результатам выполненного исследования, характеризующие обоснованность и аргументированность научных положений, представлены рекомендации, определены перспективы дальнейшей разработки темы.

Материал изложен последовательно, язык достаточно прост для восприятия. Научные положения, выводы и практические рекомендации достаточно аргументированы и обоснованы. Результаты работы прошли апробацию. Результаты исследований, отражающие основные положения диссертационной работы, изложены в 25 научных работах, в том числе 13 работ опубликованы в российских рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 2 статьи в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и систем цитирования Scopus.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Автором обоснована возможность применения в рецептуре плиточного клея добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Установлены закономерности структурообразования цементного композита с применением в рецептуре добавки на основе аморфных алюмосиликатов, заключающиеся в дополнительном образовании гидросиликатов кальция-натрия и минералов группы цеолитов, в уменьшении количества свободной извести и увеличении количества химически связанной воды, уменьшении общей и капиллярной пористости и увеличении контракционной и гелевой пористости. Соискатель установил, что добавка на основе аморфных алюмосиликатов обладает влагоудерживающим и структурообразующим эффектом. Прочность при сжатии цементного камня с добавкой на основе аморфных алюмосиликатов в возрасте 90 суток воздушно-сухого твердения увеличивается в 1,42 – 1,54 раза в зависимости от содержания добавки. Особый интерес представляет разработанная модель кинетики твердения цементного композита в присутствии добавки на основе аморфных алюмосиликатов, позволяющая подобрать оптимальное содержание компонентов в рецептуре сухой строительной смеси.

Соискателем установлено, что введение в рецептуру клеевой ССС добавки на основе аморфных алюмосиликатов в количестве 20% приводит к уменьшению количества свободной извести в цементном камне в 2 раза, увеличению количества химически связанной воды в 1,2 раза по сравнению с контрольным составом. Общая и капиллярная пористость образцов с применением аморфных алюмосиликатов в 1,1 и 1,6 раз меньше пористости контрольных образцов, а контракционная и гелевая пористости выше в 1,2 раза.

Выявлено, что плиточный клей, изготовленный на основе разработанной рецептуры, обладает устойчивостью к сползанию, обладает высокой

адгезионной прочностью. Особого внимания заслуживают полученные результаты по установлению закономерностей изменения напряженного состояния клеевого слоя от действия температур для различных климатических условий эксплуатации. Определена область применения разработанной клеевой сухой строительной смеси в зависимости от климатических условий эксплуатации. В результате исследований автором установлено, что клеевой слой на основе разработанной рецептуры сухой клеевой строительной смеси является трещиностойким и стойким к отслаиванию для городов России, находящихся в зоне влажности – 3 (сухая) и климатических подрайонах ПВ в соответствии со СНиП 23-01-99*.

Основные положения и выводы соискателя о закономерностях формирования механизма структурообразования цементных систем в присутствии добавки на основе аморфных алюмосиликатов представляют несомненный интерес для выработки практических рекомендаций по технологии изготовления клеевых сухих строительных смесей на цементной основе, предназначенных для облицовки отделочной плиткой внешних и внутренних стен зданий и сооружений.

Разработана рецептура клеевой сухой строительной смеси на цементной основе, предназначенная для приклеивания облицовочной плитки к поверхностям, содержащая портландцемент, песок кварцевый Ухтинского месторождения с оптимальным соотношением фракций, добавку на основе аморфных алюмосиликатов, пластифицирующую добавку Кратасол ПФМ и редиспергируемый порошок Neolith P 4400. Плиточный клей, изготовленный на основе разработанной ССС, характеризуется следующими показателями: прочность сцепления при отрыве после 28 суток воздушно-сухого твердения составляет более $R_{адг} > 1,4$ МПа, марка по морозостойкости F_{50} , марка по морозостойкости контактной зоны $F_{кз} 50$, водопоглощение при капиллярном подсосе $W = 1,43$ кг/м²·ч^{0,5}, сползание плитки составляет менее 0,3 мм, усадочные деформации $\varepsilon = 0,029$ % – 0,034 %.

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена современными методами исследований и обработки данных. Соискатель выполнил значительный объем исследований не только технологического характера, так и физико-химических исследований различных систем.

Составлена модель прочности цементного композита, позволяющая подобрать оптимальное содержание компонентов в рецептуре сухой смеси и эффективно управлять технологическим процессом.

Разработаны технологическая схема производства клеевой сухой строительной смеси и проект стандарта организации СТО «Клеевые сухие строительные смеси на цементной основе. Технические условия». Определены технико-экономические показатели производства клеевой сухой строительной смеси с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы из 167 наименований и приложений; изложена на 202 страницах, содержит 77 рисунков, 42 таблицы.

Во **введении** обосновывается актуальность выполненной работы, сформулированы научная новизна и практическая значимость диссертации.

В **первой главе** приведен аналитический обзор работ, посвященных исследованию по выполненной теме. Приводится достаточно глубокий обзор литературных источников по динамике развития производства сухих строительных смесей в России. Отмечается, что среди всех видов сухих смесей клеевые смеси выпускаются в значительных объемах и пользуются наибольшим спросом на строительном рынке страны. Рассматривая модифицирующие добавки, применяющиеся в рецептуре отечественных клеевых смесей, автор проводит обстоятельный анализ их использования и детально останавливается на практике использования природных и синтетических цеолитов при производстве строительных материалов. Особое внимание уделяется различным технологиям приготовления синтетических цеолитов, что определяет их структуры в зависимости от обменных катионов, их количества и распределения по позициям в кристаллической решетке. При правильном выборе условий модифицирования цеолит действует как катализатор, что приводит к химическому превращению адсорбированных молекул в желаемом направлении.

Наличие в структуре адсорбентов аморфных алюмосиликатов, по мнению автора диссертации, делает перспективным использование их при разработке сухих строительных смесей. При взаимодействии аморфных алюмосиликатов с цементом возможно образование кальциевого алюмосиликата и гидросиликатов кальция, что будет способствовать ускорению отверждения и повышению прочности цементных композитов.

Однако вопросы их применения в строительной отрасли не освещены и требуют тщательной проработки. Не выявлен механизм взаимодействия синтетических адсорбентов с вяжущим, не установлены закономерности структурообразования композита.

Во **второй главе** приводятся характеристики используемых в работе сырьевых материалов: жидкого натриевого стекла, технического (очищенного) сульфата алюминия, портландцемента Вольского, кварцевых песков Ухтинского и Чаадаевского месторождений, пластифицирующих добавок Кратасол и Sika, редиспергируемых полимерных порошков – Neolith, водоудерживающих добавок Vermocolл ССА и метилцеллюлозу марки FMC-2094.

Подробно изложены методики оценки реологических, технологических, физико-механических, гидрофизических свойств композита на основе плиточного клея, а также методики оценки свойств композита по отношению к действию температур. В работе использован ряд методов физико-

химического анализа: дифференциально-термический, рентгенофазовый, химические методы анализов. Оценка достоверности полученных экспериментальных результатов проводилась с помощью их статистической обработки.

Третья глава посвящена установлению закономерностей структурообразования цементного камня в присутствии добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Излагается технология получения аморфных алюмосиликатов и приводятся физико-химические показатели синтезированной соискателем добавки на основе аморфных алюмосиликатов для сухих строительных смесей. Установлено, что введение синтезированной добавки в рецептуру цементного композита приводит к ускорению сроков схватывания и увеличению значения нормальной плотности цементного теста в зависимости от количества добавки.

Исследована пластическая прочность цементного теста с различным содержанием добавок на основе аморфных алюмосиликатов. На структурообразование цементного камня оказывает влияние, как различная дозировка синтезированной добавки в его составе, так и условия твердения образцов. Замечено, что при твердении во влажных условиях цементный камень, в рецептуру которого введена синтезированная добавка имеет более низкую прочность, чем бездобавочный камень, а при твердении образцов в воздушно-сухих условиях прочность при сжатии повышается на 40,2%-52,7% в зависимости от содержания добавки.

Определено, что синтезированная добавка на основе аморфных алюмосиликатов обладает равноценным водоудерживающим эффектом в сравнении с импортными водоудерживающими добавками. Наличие в рецептуре раствора добавки способствует изменению рН жидкой фазы цементного теста. Так, у цементного теста с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов в количестве 10% и 20%, показатель рН составляет соответственно 11,88 и 11,50, в сравнении с рН 12,08 контрольного образца, что свидетельствует о взаимодействии аморфных алюмосиликатов, вносимых добавкой, с гидроксидом кальция и приводящих к снижению концентрации последнего в жидкой фазе цементного теста.

Соискателем установлено, что добавка на основе аморфных алюмосиликатов вносит свой вклад в гидратное фазообразование рентгеноаморфных гидросиликатов кальция. Методом дифференциально-термического анализа подтверждено, что цементный камень с содержанием синтезированной добавки имеет больше гидратных новообразований. Значительный интерес представляют полученные результаты по общей и капиллярной пористости образцов с использованием синтезированной добавки на основе аморфных алюмосиликатов, которая в 1,1 и 1,6 раз меньше пористости контрольных бездобавочных образцов.

В четвертой главе приведены сведения по разработке рецептуры сухой клеевой строительной смеси с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Проведена оптимизация гранулометрического состава

минерального заполнителя для сухих смесей на песках Чаадаевского и Ухтинского месторождений и установлено, что наиболее подходящим заполнителем является песок Ухтинского месторождения при соотношении фракций 0,63-0,315 и 0,315—0,16 соответственно 4:1 и коэффициенте угловатости =1,03, обеспечивающих более прочное сцепление к цементной матрицей. Соискателем изучена кинетики твердения цементного композита в присутствии добавки на основе аморфных алюмосиликатов, проведено сравнение с использованием импортной модифицирующей добавкой-метилцеллюлозой марки FMC 2094 и установлена эффективность использования предложенной добавки.

Особый интерес представляет модель прочности цементного композита, включающего цемент, пластификатор Кратасол ПМФ и предложенную автором добавку на основе алюмосиликатов. Полученная модель позволяет рационально управлять технологическим процессом, поддерживая заданные параметры на требуемом уровне. Изучены реологические свойства цементно-песчаных композиций различных составов с использованием разных дозировок предложенной автором добавки, проведены сравнительные исследования с использованием импортных добавок и установлены составы плиточного клея с оптимальным соотношением компонентов, обладающих требуемыми реологическими свойствами, способными удерживать отделочную плитку на вертикальной поверхности, исключая ее сползание при выполнении плиточных работ.

Разработана рецептура сухой плиточной смеси, включающей портландцемент, и песок Ухтинского месторождения в соотношении фракций 0,63-0,315 и 0,315-0,16= 4:1, пластификатор ПМФ, релаксируемый порошок и добавку на основе аморфных алюмосиликатов. Выявлено, что применение в рецептуре плиточного клея добавки на основе аморфных алюмосиликатов, пластифицирующей добавки Кратасол ПМФ и релаксируемого порошка Neolith позволяет получить клеевую смесь с реологическими свойствами, способными удерживать отделочную плитку на вертикальной поверхности, исключая ее сползание при выполнении облицовочных работ. Проведен расчет устойчивости к сползанию слоя плиточного клея. Установлено, что сухая смесь с применением в рецептуре добавки на основе аморфных алюмосиликатов, релаксируемого порошка Neolith и добавки Кратасол ПМФ характеризуется достаточной водоудерживающей способностью, составляющей 95,7%-99,3%.

В пятой главе приводятся результаты исследований эксплуатационных характеристик клеевых составов на основе сухой смеси.

Клеевой слой на основе разработанной ССС характеризуется прочностью сцепления на отрыв $R_{adg} > 1,4$ МПа, прочностью сцепления при сдвиге $R_{сдв} = 0,92$ МПа, когезионной прочностью $R_{ког} = 2,2$ МПа, маркой по морозостойкости F50, морозостойкостью контактной зоны $F_{кз} 50$, водопоглощением при капиллярном подсосе $1,43 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}^{0,5}$.

Проведенные расчеты по устойчивости к сползанию плиточного клея проверены натурными испытаниями и установлено, что склеивающий слой разработанной клеевой сухой смеси устойчив к сползанию.

Изучено распределение напряжений в клеевом слое на основе разработанного состава плиточного клея от действия температуры в различных климатических регионах. Установлено, что максимальные значения растягивающих напряжений σ_x , возникающих в клеевом слое на границе с подложкой и на границе с керамической плиткой, наблюдаются в марте. Выявлено, что в центре клеевого шва максимальные значения касательных напряжений наблюдаются в марте (г. Пенза) и в феврале (г. Якутск), а в краевой зоне - в сентябре (г. Пензы) и в октябре (г. Якутск). Для условий г. Пенза максимальные значения касательных напряжений в клеевом слое на границе с подложкой наблюдаются в феврале, а на границе с керамической плиткой – в сентябре. Для условий г. Якутск максимальные значения касательных напряжений в клеевом слое наблюдаются на границе с подложкой и на границе с керамической плиткой в октябре. Определена область применения разработанного состава плиточного клея. Установлено, что клеевой слой на основе разработанной рецептуры сухой клеевой строительной смеси является трещиностойким и стойким к отслаиванию для городов России, находящихся в зоне влажности – 3 (сухая) и климатических подрайонах ПВ в соответствии со СНиП 23-01-99*.

Предложенные соискателем подходы представляют практический интерес, требуют дальнейших исследований и выдачи соответствующих рекомендаций.

Выводы по результатам исследований обоснованы и логически следуют из содержания работы.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. При анализе внутреннего объема производства ССС на территории РФ приводятся сведения по семи Федеральным округам, хотя с 2010 и 2014 годов появились еще два округа, требующих значительных объемов потребления сухих смесей.

2. В главе 2 «Характеристика материалов и методики проведения исследований» нецелесообразно было приводить описание стандартных методов испытаний, а вот оригинальные методики проведения исследований, которые соискатель достаточно широко использовал в работе, достойны внимания.

3. К сожалению, в диссертации не обосновано принятое соотношение в составах цемент-песок 1:2 и 1:3 ?

4. Какова достоверность результатов по содержанию свободной и химически связанной воды в цементном камне, приведенной в табл.3.5.

5. В результатах испытаний прочности сцепления клеевого слоя на отрыв (Табл.5.1) не ясно, какова же величина отрыва, все приведенные показатели одинаковы. За счет чего обеспечивается адгезия на этих подложках?

6. Не понятно, каков возраст исследованных гидратированных цементных камней, представленных в диссертации и в автореферате. Для удобства чтения дифрактограмм следовало бы нанести условные знаки для проведения их анализа.

7. В табл.3.6. указан средний диаметр частиц цемента - 6 мкм –откуда принята эта величина и ее обоснование?

Сделанные замечания не оказывают существенного влияния на высокую оценку работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

Диссертационная работа Жегеры Кристины Владимировны «Разработка клеевой сухой строительной смеси с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, соответствует п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) в части требований к работам, представленным на соискание учёной степени кандидата технических наук, является самостоятельно выполненной завершённой научно-квалификационной работой. Диссертация содержит научную новизну, практическую ценность, и в ней на основе выполненных автором исследований предложены новые научно обоснованные технические, технологические решения по повышению качества и долговечности плиточных клеев, обладающих быстрыми сроками твердения, устойчивостью к сползанию, высокой адгезионной прочностью, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие строительного комплекса страны.

Диссертация соответствует п. 10, п. 11, п. 13 и п. 14 Положения о порядке присуждения учёных степеней.

Диссертация и автореферат выполнены на достаточно высоком научно-методическом уровне, соответствуют требованиям ВАК РФ. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Жегеры К.В. выполнена автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

Диссертационная работа имеет прикладной характер и в ней приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов. Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

На основании вышеизложенного считаю, что Жегера Кристина Владимировна заслуживает присуждения учёной степени кандидата

технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

***Официальный оппонент:**

доктор технических наук
по специальности 05.23.05 –
Строительные материалы и изделия,
доцент, заместитель заведующего
кафедрой «Строительное
материаловедение, изделия и
конструкции»

Загороднюк
Лилия Хасановна
18.05.2016.

Подпись Загороднюк Л.Х. удостоверяю:
Проректор по научной работе,
д.т.н., профессор

Е.И. Евтушенко

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.
Тел.: 8(4722) 558201; 8-906-608-44-15
E-mail: LHZ47@mail.ru

С отзодом ознакомлена 03.06.2016г. Алла