

На правах рукописи



Черепов Владимир Дмитриевич

**ИСКУССТВЕННЫЙ КАМЕННЫЙ МАТЕРИАЛ
НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ
КАРБОНАТНЫХ ПОРОД**

05.23.05 - Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРЕТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иваново 2015

Работа выполнена на кафедре строительных технологий и автомобильных дорог федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Поволжский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВПО «ПГТУ»)

Научный руководитель: к.т.н., доцент
Кононова Ольга Витальевна,

Официальные оппоненты: **Рахимов Равиль Зуфарович,**
чл.-корр. РААСН, д.т.н., профессор,
ФГБОУ ВПО «Казанский
государственный архитектурно-
строительный университет», заведующий
кафедрой строительных материалов

Христофорова Ирина Александровна
д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО
«Владимирский Государственный
Университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых», профессор кафедры
химических технологий

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Национальный
исследовательский Мордовский
государственный университет имени
Н. П. Огарева»

Защита диссертации состоится «06» июля 2015 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.355.01 при Ивановском государственном политехническом университете по адресу: 153037, Иваново, ул. 8 Марта, 20, ИВГПУ, главный корпус, ауд. 204. тел. 8(4932)30-00-74; E-mail: prorekt-nr@igasu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ивановского государственного политехнического университета.

Автореферат разослан

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. техн. наук, доцент



Заянчуковская Н.В.

Общая характеристика работы

Актуальность. Одной из важнейших задач в области строительного материаловедения на современном этапе является разработка и внедрение в производство ресурсосберегающих, безотходных технологий, направленных на комплексное использование местных минеральных ресурсов. Особенно важен в данном контексте поиск путей использования отсевов, образующихся при разработке широко распространенных на территории РФ низкопрочных, неводостойких карбонатных пород. Объем отсевов достигает 40 % общего объема породы. Сложность комплексного использования отсевов дробления карбонатных пород (ОДКП) обусловлена значительной неоднородностью их состава и низким значением коэффициента водостойкости. Проблема комплексного применения отсевов дробления карбонатных пород сегодня остается актуальной. Выполненные в работе исследования посвящены поиску методов повышения физико-механических и эксплуатационных свойств искусственного каменного материала, изготавливаемого с применением неоднородных отсевов дробления неводостойких и низкопрочных карбонатных пород.

Цель исследования – разработка составов и технологии получения водостойкого искусственного каменного материала на основе отсевов дробления низкопрочных неводостойких карбонатных пород.

Для реализации поставленной цели были сформулированы и решены следующие **задачи**:

- исследовать свойства отсевов дробления карбонатных пород и обосновать возможность их комплексного использования для получения водостойкого искусственного каменного материала;

- изучить влияние методов и параметров формования на формирование физико-механических свойств искусственного каменного материала на основе низкопрочных ОДКП;

- исследовать закономерности изменения физико-механических свойств искусственного каменного материала на основе низкопрочных ОДКП под воздействием модифицирующих добавок;

- подобрать оптимальные составы водостойкого искусственного каменного материала с повышенными физико-механическими свойствами;

- разработать технологию изготовления искусственного каменного материала на основе низкопрочных ОДКП;

- выполнить оценку технико-экономической эффективности применения разработанного искусственного каменного материала с комплексным использованием низкопрочных и неводостойких карбонатных пород.

Научная новизна работы.

- теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность создания высокопрочного и водостойкого искусственного каменного материала на основе отсевов дробления низкопрочных неводостойких карбонатных пород;

- установлены закономерности изменения физико-механических свойств искусственного камня при флюатировании заполнителя на основе отсевов дробления карбонатных пород и модифицировании формовочной смеси комплексными химическими добавками;

- установлены и научно обоснованы причины низкой атмосферостойкости искусственного каменного материала на основе ОДКП и разработаны способы повышения прочности, водостойкости и морозостойкости, путем введения добавок RheoFIT 774 в количестве 0,2 л на 100 кг цемента и Пенетрон Адмикс в количестве 1 % от массы цемента в малоцементные составы;

- доказано, что высокопрочный искусственный каменный материал на основе ОДКП может быть получен для составов с содержанием цемента до 10 %, при использовании в качестве модификаторов 1-3 % раствора HF и метилгидроэтилцеллюлозы в количестве 0,04 – 0,5 % или стирол-акриловой дисперсии в количестве до 2,3 % от массы твердых компонентов.

Практическая значимость и внедрение результатов работы:

- разработаны предложения по комплексному использованию неоднородных отсевов дробления низкопрочных, неводостойких карбонатных пород в производстве стенового каменного материала;

- разработаны составы и технология получения стенового атмосферостойкого искусственного каменного материала, в том числе параметры подготовки карбонатного сырья и формовочных смесей, формования изделий и условий их твердения;

- разработаны технические условия на искусственный прессованный камень на основе ОДКП Республики Марий Эл.

Результаты исследований использованы при выпуске опытной партии мелкоштучного искусственного камня и внедрены в производство на предприятии ООО «Корвет» (Республика Марий Эл).

В ходе диссертационного исследования применялись общенаучные и специальные физико-механические и физико-химические и математические методы: рентгеноструктурный анализ, метод электронной микроскопии, методы математического моделирования.

Достоверность результатов исследования обеспечена:

- использованием при проведении экспериментальных исследований методик, регламентированных действующими стандартами, а также применением поверенного оборудования;

- большим объемом экспериментальных исследований, выполненных с применением современной электронно-вычислительной техники и программного обеспечения при статистической обработке результатов, и опытно-производственными испытаниями.

На защиту выносятся:

- научное обоснование причин низкой водостойкости и механизма повышения водостойкости искусственного каменного материала на основе ОДКП;

- закономерности формирования основных физико-технических свойств исследуемого искусственного каменного материала под влиянием параметров технологии и состава;

- результаты экспериментальных исследований модифицирования искусственного каменного материала на основе ОДКП;

- новые составы и технология получения атмосферостойкого прессованного искусственного стенового каменного материала с прочностью при сжатии до 25 МПа, коэффициентом водостойкости не ниже 0,9 и морозостойкостью F50, изготовленного при комплексном использовании неоднородных отсевов дробления низкопрочных и неводостойких карбонатных пород;

- рациональные параметры технологии производства и оптимальные составы прессованного искусственного стенового каменного материала.

Апробация результатов исследования

Результаты исследований докладывались на следующих научных конференциях: Всероссийской научной конференции «Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов. XIX научные чтения», Белгород, 2011 г.; Всероссийской междисциплинарной научной конференции Пятнадцатые Вавиловские чтения «Инновационные ресурсы и инновационная безопасность в эпоху

глобальных трансформаций», 2011 г.; Международной научной конференции «Композиционные строительные материалы. Теория и практика», г. Пенза, 2012 г.; Международной научной конференции студентов и аспирантов по естественнонаучным и техническим дисциплинам «Научному прогрессу – творчество молодых», ПГТУ, Йошкар-Ола, 2013 г.; Международной междисциплинарной научной конференции «XVIII Вавиловские чтения. Социально-гуманитарные и естественно-технические системы в пространстве глобальных трансформаций в современном мире и место в них России», ПГТУ, Йошкар-Ола, 2014 г.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 12 работ (в том числе 5 статей – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ).

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, выводов, списка использованной литературы из 173 наименований, 15 приложений. Работа изложена на 163 страницах машинописного текста, содержит 44 рисунка, 49 таблиц.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия» (п.7. «Разработка составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности»).

Содержание работы

Во введении обосновывается актуальность рассматриваемой темы, связанная с нерешенностью проблемы комплексного использования неоднородных по составу отсевов дробления низкопрочных и неводостойких карбонатных пород.

В первой главе приведен анализ карбонатных пород Республики Марий Эл (РМЭ), который позволил выявить, что они неоднородны по плотности и минералогическому составу. Подавляющая часть низкопрочных карбонатных пород имеет коэффициент водостойкости близкий к 0,5; щебень на их основе при испытании на дробимость показывает марки 200-300. Широко распространены доломиты и доломитизированные известняки. Содержание $MgCO_3$ в пределах одного месторождения изменяется до 30%, содержание примесей глины в отдельных случаях достигает 6 %.

Проанализирован опыт исследования структуры и свойств материалов, полученных с использованием отсевов дробления пород, представленный в работах Ю.М. Баженова, Г.Р. Буткевича,

Ю.Д. Буянова, П.В. Зозули, С.М. Ицковича, А.В. Лазуткина, В.И. Калашникова, А.П. Прошина, Ю.А. Соколовой, Н.Б. Урьева, С.В. Федосова, Р.З. Рахимов, К.С. Форопонова, Н.С. Шелихова, А.Н. Юндина, Б.В. Талпа, В.И. Седлецкого, Н.И. Бойко, В.Д. Котляра, R. Bornemann, E. Fenling. Анализ показал, что неоднородность состава и свойств отсевов дробления сдерживает их комплексное использование при производстве строительных материалов. Изучена мировая практика применения вибропрессования мелкоштучных изделий на основе отсевов камнедробления на зарубежных автоматизированных линиях с установками производства Besser, Hess.

Исследование поверхностных явлений, участвующих в формировании структуры композиционного материала, позволило установить, что при затворении водой поверхностные слои карбонатных частиц подвержены диссоциации, вследствие чего поверхность частиц приобретает заряд. На заряженной поверхности адсорбируются вода и часть ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} , образуя гранулу. Вокруг гранулы возникает диффузный слой воды и противоионов. Под действием электростатических сил частицы материала адсорбируют на своей поверхности воду с образованием прочно связанной с поверхностью сольватной оболочки, за которой под воздействием силового поля группируются менее прочно связанные молекулы диффузной воды. Такая структура сорбированных комплексов, приведенная на рисунке 1, предопределяет снижение водостойкости прессованного камня из частиц карбонатных пород.

Введение в систему цемента образует межфазные контакты типа цемент – вода – карбонатная частица. Процесс гидратации цемента обеспечивает образование прочной связи карбонатной частицы с поверхностью зерна цемента через сольватную оболочку и слой кристаллогидратов (схема представлена на рисунке 1). При этом водостойкость цементно-карбонатного материала зависит от соотношения площадей поверхности зерен цемента и частиц ОДКП.

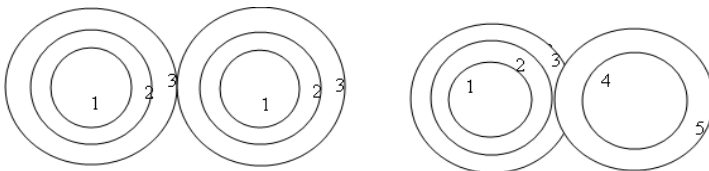


Рисунок 1. Схема взаимодействия карбонатных и цементных частиц: 1 – частица карбонатной породы; 2 – адсорбционный слой воды с противоионами Mg^{2+} и Ca^{2+} ; 3 – диффузный слой воды с противоионами; 4 – частица цемента; 5 – слой кристаллогидратов

Экономически оправданным является производство прессованного камня при ограниченном содержании цемента (10-20 %). При ограниченном количестве цемента необходимо обеспечивать повышение водостойкости композиционного материала. Сцепление отдельных зерен минералов можно обеспечить за счет цементации ионами различных примесей, особенно если они сами окружены гидратной оболочкой. В этих условиях представляется возможным повысить водостойкость прессованного камня:

- методами модификации составов за счет образования нерастворимых соединений на поверхности карбонатных частиц, в том числе кристаллогидратов;

- за счет уплотнения порового пространства прессованием;

- защитой порового пространства полимерными дисперсиями.

Таким образом, выявлена необходимость исследования эффективности методов формования и химического модифицирования искусственного строительного камня для решения проблемы использования неоднородных отсевов дробления низкопрочных карбонатных пород.

На основании выполненных теоретических исследований сформулирована рабочая гипотеза, положенная в основу работы:

Водостойкий искусственный каменный материал на основе комплексного использования отсевов дробления низкопрочных карбонатных пород может быть получен на основании оптимального управления механизмом формирования водостойкой структуры и оценки влияния на нее зернового состава карбонатного заполнителя, химических модификаторов природного сырья, способов и режимов формования и твердения.

Во второй главе приведены виды и характеристики применяемых материалов, описаны методы экспериментальных исследований. Исследования выполнены на среднеалюминатном портландцементе ПЦ500Д0 производства ЗАО «Ульяновскцемент».

Работа выполнена на ОДКП Коркатовского карьера РМЭ, представленных в основном доломитами и доломитизированными известняками и содержащих до 6 % глинистых примесей. В качестве мелкого заполнителя применялся кварцевый песок Студенковского карьера РМЭ с модулем крупности 2,07. В качестве модификаторов применялись: метилгидроэтилцеллюлоза Tylose M 15000, стирол-акриловая дисперсия, СДО, водный 1...3%-й раствор HF, RheoFIT 774, Пенетрон Адмикс.

В третьей главе приведены результаты исследования влияния составов и технологии формования на формирование основных технико-эксплуатационных показателей искусственного каменного материала на основе ОДКП. При выборе технологии формования материала исследовалось влияние способа формования – виброуплотнения пластичных смесей и прессования полусухих смесей.

Установлено, что водоцементное отношение пластичных смесей, способных к виброуплотнению в течение 40 с, достигает 2,9-0,8 при содержании цемента в смеси соответственно 10-30 масс. %. Повышенная водопотребность составов обусловлена присутствием тонкодисперсных фракций ОДКП размером менее 0,16 мм (35-60 масс.%), способствующих росту вязкости формовочных смесей. Применение суперпластификаторов (Лигнопан-Б2, С-3) понижает водопотребность смесей в среднем на 10-11 %, что не решает в целом проблему повышенной водопотребности.

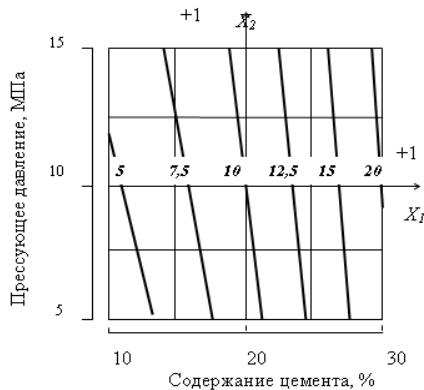


Рисунок 2. Влияние прессующего давления и содержания цемента на прочность при сжатии искусственного камня на основе ОДКП

Установлено, что при использовании метода полусухого прессования при содержании цемента 10-30 масс.% и прессующего давления 5-15 МПа может быть получен искусственный камень на основе ОДКП со средней плотностью в пределах 2000 кг/м³ и прочностью при сжатии 5 - 25 МПа (рисунок 2).

Сравнительный анализ способов формования по прочности материала выявил преимущество технологии полусухого прессования.

Изучено влияние частичной замены ОДКП с повышенным содержанием фракции менее 0,16 мм (60%) природным кварцевым

песком с модулем крупности 2,07 при постоянном прессующем давлении 15 МПа на прочность при сжатии искусственного камня в сухом и водонасыщенном состояниях. Результаты исследования приведены на рисунке 3.

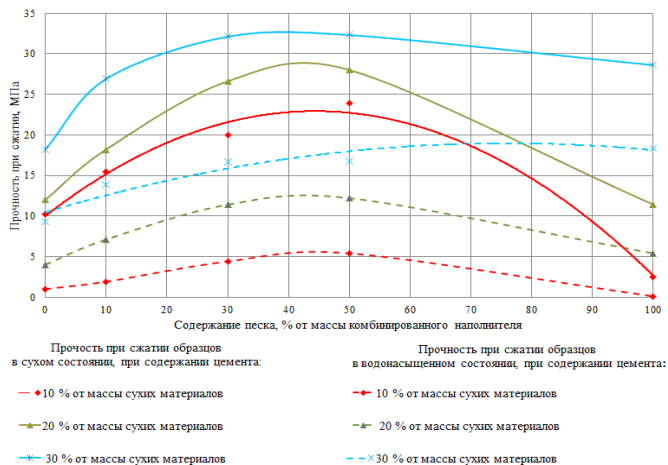


Рисунок 3. Влияние частичной замены ОДКП природным кварцевым песком на прочность при сжатии прессованного искусственного камня

При прочих равных условиях преимущества в прочности имеют составы, в которых 30-50 % ОДКП заменены природным кварцевым песком. При этом все составы имеют коэффициент водостойкости менее 0,8. Дальнейшие исследования были направлены на повышение прочности и водостойкости материала введением химических модификаторов.

Предварительная модификация ОДКП 1-3 %-м раствором фтористоводородной кислоты приводит к упрочнению и уплотнению структуры материала вследствие образования соединений MgF_2 и CaF_2 , о чем свидетельствуют рост прочности и понижение водопоглощения материала. В частности, при расходе цемента 20 % водопоглощение искусственного каменного материала, прессованного под давлением 15 МПа, по объему снизилось на 2 % (с 16 % до 14 %), а прочность возросла на 28 %.

Установлено положительное влияние метилгидроэтилцеллюлозы TyloseM 15000 на прочность составов прессованного при давлении 15 МПа каменного материала на основе ОДКП, предварительно

модифицированных 1 %-м раствором HF, с содержанием цемента 10 %, приготовленных из смесей влажностью 13 %.

Исследована эффективность модификации составов материала стирол-акриловой дисперсией. Прессованные образцы, содержащие до 2,34 масс. % стирол-акриловой дисперсии, подвергались тепловлажностной обработке в течение 12 часов при температуре 40 °С, после чего они хранились в воздушно-сухих условиях при температуре 20±2°С. В возрасте 28 суток контролировалась их прочность. Анализ результатов исследований показал, что при расходе цемента 10 % увеличение содержания стирол-акриловой дисперсии от 0 до 2,34 % приводит к повышению прочности при сжатии материала с 7,8 до 12, 7 МПа, то есть практически на 60 %.

Приведенные выше модификаторы, положительно влияя на рост прочности, не позволили получить материал с коэффициентом водостойкости 0,8 и выше при комплексном использовании ОДКП.

Существенному повышению водостойкости исследуемого материала способствует применение добавок RheoFIT 774 и Пенетрон Адмикс. Водостойкий прессованный каменный материал при использовании добавки RheoFIT 774 в количестве 0,2 л на 100 кг цемента с прочностью 20 МПа был получен на составах с содержанием цемента 10 % при формовочной влажности смеси 13 % и величине формовочного давления 15 МПа. Результаты исследования прочности составов в сухом и водонасыщенном состоянии приведены на рисунке 4.

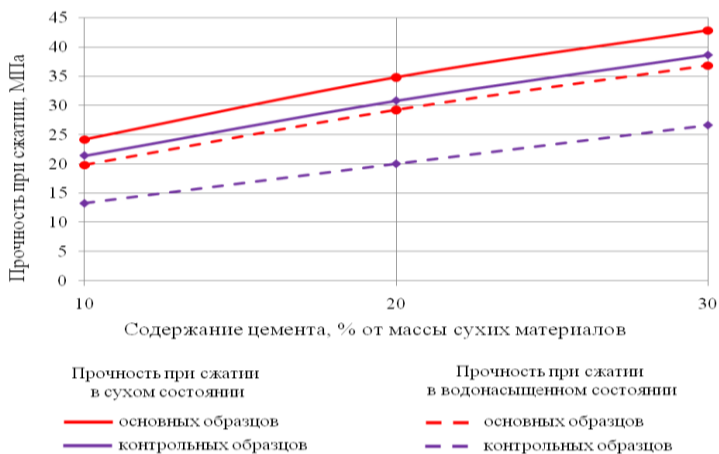


Рисунок 4. Влияние добавки RheoFIT 774 на прочность при сжатии материала на основе ОДКП в сухом и водонасыщенном состоянии

Применение модификатора RheoFIT 774 в составах на основе ОДКП с содержанием цемента 10 % повысило их прочность в сухом состоянии на 13 %. Установлено, что рациональная формовочная влажность, обеспечивающая получение прессованного камня с коэффициентом водостойкости более 0,8, составляет 11% от массы твердых компонентов.

Влияние добавки RheoFIT 774 и формовочной влажности на коэффициент водостойкости каменного материала представлено на рисунке 5.

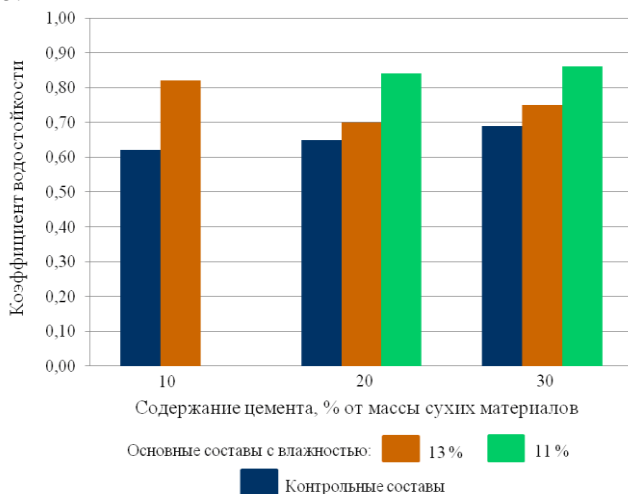


Рисунок 5. Водостойкость прессованного каменного материала в присутствии химического модификатора RheoFIT 77

Наиболее эффективным модификатором, повышающим водостойкость и морозостойкость прессованного искусственного каменного материала на основе ОДКП, по результатам испытаний признана добавка Пенетрон Адмикс, используемая в количестве 1 % от массы цемента. Исследования показали интенсивный рост водостойкости при циклическом орошении материала водой на ранней стадии твердения или при погружении изделий в водную среду через 72 часа после формовки.

Изменение коэффициента водостойкости прессованного искусственного строительного камня на основе ОДКП под влиянием модификатора Пенетрон Адмикс и условий твердения, в сравнении с контрольными составами, не содержащими модифицирующей добавки, представлено на рисунке 6.

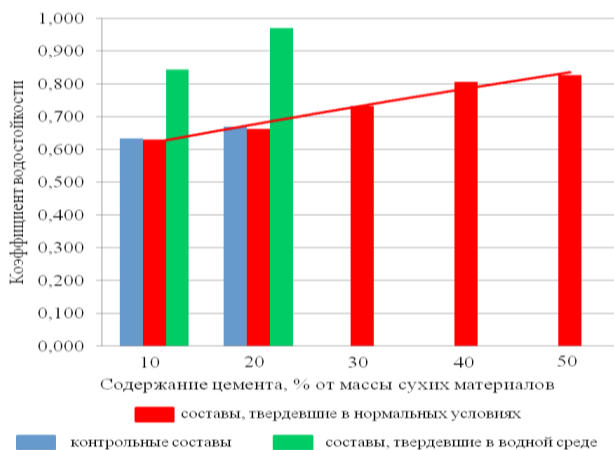


Рисунок 6. Влияние условий твердения на коэффициент водостойкости прессованного искусственного камня на основе ОДКП, с добавкой Пенетрон Адмикс

При содержании цемента в количестве 10 – 20 % при комплексном использовании ОДКП получены водостойкие составы с высокими прочностными характеристиками (25 – 35 МПа).

В четвертой главе представлены результаты исследования физико-механических свойств каменного материала на основе ОДКП, изготавливаемого по технологии прессования, с применением добавки Пенетрон Адмикс в количестве 1 % от массы цемента.

Исследована микроструктура модифицированного каменного материала на основе ОДКП. Установлено, что введение в рецептуру добавки Пенетрон Адмикс способствует уплотнению структуры искусственного камня. Выявлено увеличение средней плотности исследуемого материала на 5 % при введении в его состав модификатора Пенетрон Адмикс. Анализ зарубежной и отечественной информации позволяет отнести Пенетрон Адмикс к группе крентов, ускоряющих гидратацию цемента и кристаллизацию расширяющих алюминатно-сульфатных кристаллогидратов. Пенетрон Адмикс способствует заполнению дефектов структуры кристаллогидратами вследствие вторичной кристаллизации мелких стабильных кристаллов кристаллогидратов в порах и трещинах распрессовки материала.

Экспериментально установлено, что водостойкость исследуемого материала при модификации добавкой Пенетрон Адмикс в значительной степени определяется условиями твердения образцов, в

частности, важно достаточное поступление воды из окружающей среды в поровое пространство искусственного камня полусухого прессования.

Водостойкость и водонепроницаемость искусственного прессованного материала зависит не столько от объема кристаллогидратов, сколько от количества и размера их кристаллов. В процессе гидратации происходит быстрое снижение влажности в поровом пространстве искусственного камня полусухого прессования. Это способствует разрушению и перекристаллизации образовавшихся на начальной стадии твердения кристаллогидратов в более крупные кристаллы, что приводит к увеличению пористости и снижению водостойкости искусственного камня. Повышение влажности порового пространства за счет поступления влаги из окружающей среды стабилизирует существование образовавшихся кристаллогидратов.

Согласно закону Гиббса-Фольмера, чем меньше критический размер зародыша кристаллизации $r_{кр}$ гидратных образований из пересыщенных водных растворов, тем больше количество и меньше размер образующихся кристаллов. Мелкозернистое строение стабильных кристаллов кристаллогидратов способствует надежному уплотнению порового пространства и дефектов распрессовки, повышает водонепроницаемость и водостойкость искусственного камня.

Повышение влажности порового пространства при поступлении влаги из окружающей среды в процессе твердения снижает степень пересыщения раствора гидратными новообразованиями, снижает критический размер зародышей $r_{кр}$ кристаллогидратов. Уменьшение степени пересыщения раствора в поровом пространстве должно отражаться на снижении скорости роста кристаллогидратов. Результаты рентгенографического анализа модифицированного цементного камня, представленные на рисунке 7, подтверждают снижение скорости формирования кристаллогидратов увеличением содержания рентгеноаморфной фазы и повышение степени гидратации цемента при увеличении влажности окружающей среды.

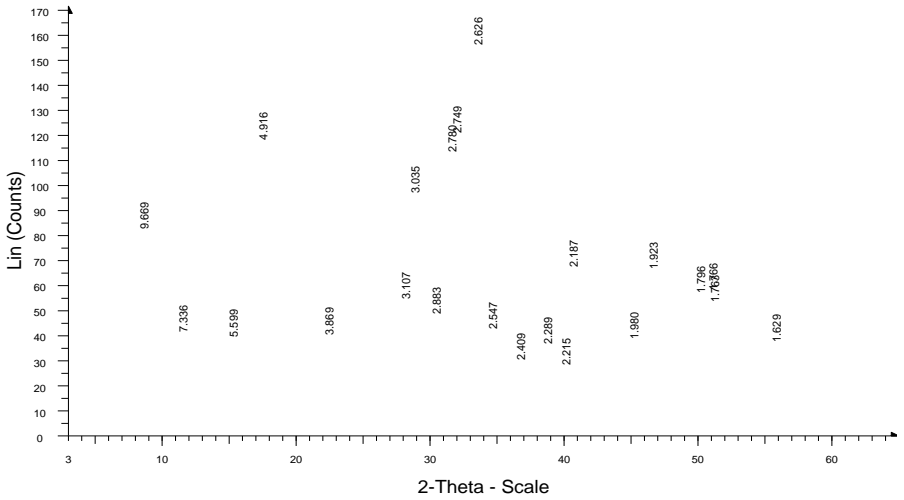


Рисунок 7 а. Рентгенофазовый анализ цементного камня без модификатора

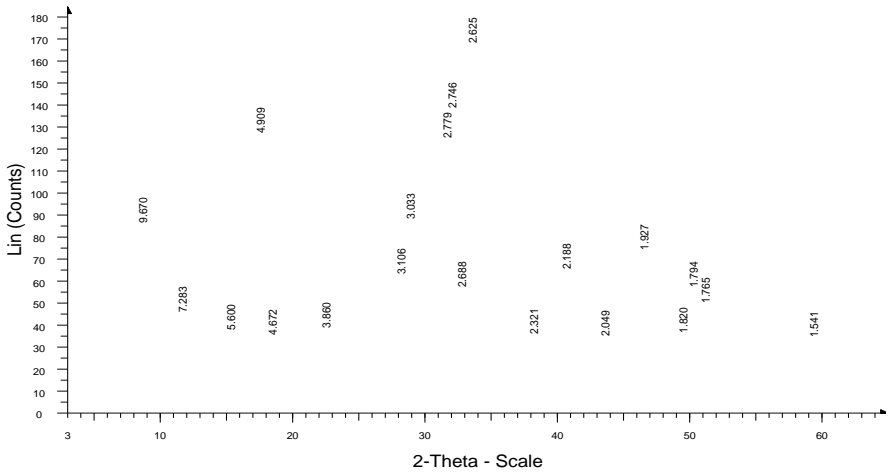


Рисунок 7 б. Рентгенофазовый анализ цементного камня с добавкой Пенетрон Адмикс в количестве 1 %, твердевшего в водной среде

Результаты исследования физико-механических и эксплуатационных свойств рациональных составов искусственного модифицированного прессованного камня на основе ОДКП представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-технические характеристики модифицированного прессованного каменного материала на основе ОДКП с добавкой 1% Пенетрон Адмикс

Наименование характеристики	Ед. изм.	Исследуемый материал, с содержанием цемента, % от массы сухих компонентов:	
		10	20
1. Прочность при сжатии	МПа	21	25
2. Коэффициент водостойкости	-	0,84	0,97
3. Марка по морозостойкости	цикл	50	50
4. Средняя плотность	кг/м ³	2000 - 2100	2100 - 2200
5. Общая пористость	%	23	20
6. Водопоглощение по массе	%	6,5	6,2
7. Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	менее 370 (1 класс)	менее 370 (1 класс)

На основании проведенных исследований доказана возможность получения атмосферостойкого искусственного прессованного каменного материала марок М200-М250 по прочности при комплексном использовании ОДКП.

В пятой главе представлен опыт промышленного внедрения результатов исследований при выпуске опытной партии прессованных стеновых мелкоштучных изделий (кирпича) на предприятии ООО "Корвет" (Республика Марий Эл).

Выявлено соответствие закономерностей формирования основных технико-эксплуатационных характеристик разработанного модифицированного материала, установленных на стадии лабораторных исследований, и результатов исследований образцов изделий, изготовленных в промышленных условиях.

Опытно-производственные испытания подтвердили возможность получения прессованного каменного материала на основе ОДКП с прочностью при сжатии, соответствующей маркам М 200 и М 250, морозостойкостью – марке F 50 и коэффициентом водостойкости 0,84-0,97 при расходе цемента 10-20 % от массы сухих компонентов при использовании добавки Пенетрон Адмикс в количестве 1 % от массы цемента.

В результате расчета основных показателей экономической эффективности подтверждена возможность и целесообразность производства стенового искусственного строительного камня методом

полусухого прессования при комплексном использовании отсевов дробления карбонатных пород.

Общие выводы

1. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена принципиальная возможность производства высокоэффективного искусственного каменного материала на основе комплексного использования отсевов дробления низкопрочных карбонатных пород, неоднородных по составу, по технологии полусухого прессования с применением модифицирующих добавок.

2. Определены рациональные границы корректирования зернового состава ОДКП с повышенным содержанием пылевидных фракций частичной заменой на 30-50 % ОДКП природным кварцевым песком. Установлена рациональная водопотребность формовочных смесей (11-14 %) для технологии полусухого прессования изделий при использовании прессующего давления 15 МПа. Установлены зависимости влияния предварительной фторизации ОДКП и модификации формовочной смеси добавками метилгидроэтилцеллюлозы TyloseM 15000 и стирол-акриловой дисперсией на формирование свойств прессованного искусственного каменного материала.

3. Разработаны новые составы водостойкого и морозостойкого прессованного материала с прочностью M200 и M250 и морозостойкостью F50 за счет использования метода химического модифицирования добавками RheoFIT 774 и Пенетрон Адмикс при комплексном применении неоднородных и низкопрочных ОДКП. Выявлена необходимость создания условий повышенной влажности на ранней стадии твердения искусственного каменного материала.

4. Установлены механизмы улучшения структурных параметров, повышения водостойкости и морозостойкости прессованного каменного материала на основе отсевов дробления карбонатных пород. Добавка Пенетрон Адмикс берет на себя в материале функцию крента и способствует заполнению дефектов структуры кристаллогидратами с кристаллизацией мелких стабильных кристаллов кристаллогидратов в порах и трещинах распрессовки материала.

5. Определены основные физико-механические и эксплуатационные характеристики рациональных составов прессованного каменного материала на основе отсевов дробления карбонатных пород, модифицированного добавкой Пенетрон Адмикс,

при расходе цемента 10-20 % Прочность при сжатии материала составила 20-25 МПа, морозостойкость соответствует марке F 50, коэффициент водостойкости превышает значение 0,8. Значения средней плотности, общей пористости и водопоглощения (по массе) полученного материала составили 2100 кг/м³, 20-23%, 6,5-6,2% соответственно.

Основные положения диссертации отражены в следующих публикациях:

**Научные статьи, опубликованные в изданиях,
рекомендованных ВАК:**

1. Кононова О.В., **Черепов В.Д.**, Солдатова Е.А. Композиционные материалы на основе модифицированных отсеков карбонатных пород // Известия КазГАСУ. – Казань. – 2011. – № 1 (15). – С. 165-171.

2. Исследование свойств бетонов на основе осадочных пород / Кононова О.В., Минаков Ю.А., Краснов А.М., **Черепов В.Д.**, Солдатова Е.А. // Известия КазГАСУ. – Казань. – 2011. – № 3 (17). – С. 122-128.

3. Кононова О.В., **Черепов В.Д.** Модифицированный искусственный камень на основе отсеков дробления карбонатных пород [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/107-8295> (дата обращения: 05.02.2013).

4. **Черепов В.Д.**, Коршунова Н.П. Бетон на основе низкопрочных карбонатных пород [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/108-8676> (дата обращения: 26.03.2013).

5. Кононова О.В., **Черепов В.Д.** Структурообразование искусственного камня на основе отсеков дробления карбонатных пород [Электронный ресурс] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9 (часть 6). – с. 1200 - 1204. – URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10004306 (дата обращения: 19.09.2014).

Научные статьи, доклады:

6. Кононова О.В., **Черепов В.Д.**, Солдатова Е.А. О комплексном использовании местных осадочных пород // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: сборник статей международной научно-технической конференции. – Пенза, 2010. – С. 79-82.

7. Кононова О.В., **Черепов В.Д.** Исследование свойств цементного композиционного материала на основе модифицированных отсеков дробления карбонатных пород // Научные исследования наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов. XIX научные чтения: сборник докладов международной научно-практической конференции. – Белгород, 2011. – Ч.2. – С. 115-119.

8. Кононова О.В., **Черепов В.Д.** О применение модифицированных отсеков дробления карбонатных пород // Четырнадцатые Вавиловские чтения. Россия в глобальном мире: вызовы и перспективы развития: материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции. – Йошкар-Ола, 2011. – Ч.2. – С. 232-233.

9. Кононова О.В., **Черепов В.Д.**, Иванов Н.А. Полимерцементные композиции на основе карбонатных пород // Четырнадцатые Вавиловские чтения. Россия в глобальном мире: вызовы и перспективы развития: материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции. – Йошкар-Ола, 2011. – Ч.2. – С. 175-178;

10. Кононова О.В., **Черепов В.Д.**, Солдатова Е.А. Композиционные материалы на основе модифицированных осадочных пород // Актуальные проблемы формирования и развития инновационной инфраструктуры. Региональные аспекты: сборник статей межрегиональной молодежной научной конференции. – Элиста, 2011. – С.41-44.

11. Кононова О.В., **Черепов В.Д.**, Коршунова Н.П. Исследование самоуплотняющегося бетона на основе низкопрочных карбонатных пород: сборник статей Международной научной конференции студентов и аспирантов по естественнонаучным и техническим дисциплинам: в 3 ч. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2013. – Ч. 3. – С. 229-231.

12. Кононова О.В., **Черепов В.Д.** Стеновой материал на основе отсеков дробления карбонатных пород // XVIII Вавиловские чтения: сборник докладов Международной междисциплинарной научной конференции. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014.

Подписано в печать ____ . ____ . 2015 г. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Ризограф.
Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ № 5604.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
Поволжского государственного технологического университета
424000, г. Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17, т. (8362) 68-68-99
