

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора

Рахимовой Наили Равиловны

на диссертационную работу

Смольской Екатерины Алексеевны на тему «Разработка экологически эффективных цементов с пониженным клинкер-фактором на основе природных и техногенных алюмосиликатов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, списка литературы из 312 наименований. Работа изложена на 193 страницах, содержит 71 рисунок, 22 таблицы, 1 приложение.

Актуальность темы диссертационной работы.

Развитие современных минеральных вяжущих, отвечающих требованиям устойчивого развития, требует расширения и адаптации минеральной сырьевой базы цементной промышленности под производство низкоэмиссионных разновидностей вяжущих с постепенным снижением их ресурсо- и энергоемкости. В последние десятилетия состав портландцементов претерпевает существенные изменения, состоящие в увеличении номенклатуры и содержания минеральных добавок в составе композиционных и мультикомпозиционных цементов. При этом повышение сырьевого разнообразия минеральных добавок достигается за счет поиска более распространенных и доступных минеральных ресурсов по сравнению с традиционными пуццолановыми добавками и минеральными наполнителями. Поэтому диссертация Смольской Е.А., выполненная в направлении решения задач обеспечения устойчивого развития промышленности строительных материалов, а именно разработки низкоуглеродных цементов с новыми минеральными добавками на основе природных и техногенных алюмосиликатов, является актуальной.

Научная новизна работы заключается в следующем:

Установлено влияние таких способов активации как термическая обработка в диапазоне температур от 550 до 700 °С и пилларирование на уровень пуццолановой активности глин различного структурного типа. Доказано, что термообработка -

наиболее эффективный способ активации для глин структурного типа 1:1, тогда как активация путем термообработки в присутствии щелочного реактанта или пилларирование обеспечивают максимальную реакционную способность глин структурного типа 2:1 и 2:1:1.

Разработаны оптимальные составы и исследованы свойства смешанных портландцементов с минеральными добавками из активированных глин различного структурного типа, термообработанных осадка сточных вод и отхода рисовой шелухи.

Предложен способ получения активных минеральных добавок, основанный на полимеризации глинистых минералов раствором щелочи. В результате термощелочной активации глина дегидроксилируется с образованием активных центров, обеспечивающих высокую пуццолановую активность. Метод позволяет снизить температуру обжига глин на 100 °С, что уменьшает энергоемкость производства минеральных добавок.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность и достоверность результатов обеспечивается исчерпывающим объемом испытаний и согласованностью экспериментальных данных, полученных с применением независимых физико-механических методов испытаний и современных взаимно дополняющих методов исследований.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций соискателя.

Обоснованы и исследованы четыре механизма активации алюмосиликатов разного структурного типа, для каждого из которых подобраны оптимальные режимы обработки: температура, изотермическая выдержка, скорость охлаждения, активаторы процесса.

Установлена эффективность применения в качестве активных минеральных добавок как природных термообработанных алюмосиликатов на основе глинистого сырья, так и термоактивированных отходов промышленности, таких как осадок сточных вод и рисовая шелуха.

Доказана эффективность применения метода пилларирования для активации алюмосиликатов структурного типа 2:1 (монтмориллонитовая группа) и 2:1:1 (хлоритовая группа), позволяющего получить добавки с высокой пуццолановой активностью, сопоставимой с промышленным метакаолином.

Разработаны составы смешанных цементов добавками из активированных глин, осадка сточных вод и золы рисовой шелухи, которые могут быть отнесены к цементу типа ЦЕМ II/A-II 52,5Н.

Оценка содержания диссертации.

В Главе 1 автором рассмотрены причины образования парниковых газов при производстве портландцементного клинкера и технологические решения для снижения выбросов CO_2 . Подчеркнута эффективность уменьшения доли портландцементного клинкера в цементах путем введения в их состав минеральных добавок. Рассмотрены перспективные направления разработки низкоуглеродных цементов с содержанием портландцементного клинкера до 50 % и снижением углеродных выбросов минимум на 20 %.

В Главе 2 приведены характеристики применяемых компонентов, условия их приготовления, а также перечень и методология примененных испытаний.

В главе 3 рассмотрены индивидуальные особенности состава и структуры выбранных материалов, механизмы их активации, приведены результаты исследования способов активации глин различного структурного типа на их реакционную способность. Установлено, что для глин структурного типа 1:1 оптимальная температура активации составляет 550–700 °С, при которой формируются активные оксиды кремния и алюминия. Для получения пуццолановых добавок на основе глин структурных типов 2:1 и 2:1:1 большую эффективность показали такие способы как термообработка с использованием щелочей и последующим измельчением и интеркаляция.

В Главе 4 описаны способы получения новых составов смешанных портландцементов с техногенными пуццолановыми добавками – термообработанным осадком сточных вод и рисовой шелухой. Показана эффективность их применения как пуццолановых добавок. Термообработанный осадок сточных вод по механизму активации подобен кальцинированным глинам структурного типа 2:1, то есть подвержен дегидроксилированию алюмосиликатной составляющей с образованием активных центров. Рисовая шелуха еще до термообработки содержит аморфный кремнезем, что приводит к образованию дополнительного количества гидросиликатов кальция при введении ее в портландцемент.

В Главе 5 показана эффективность применения пилларированных глин как активной минеральной добавки к портландцементу. При этом смешаннослойные минералы классов 2:1 и 2:1:1 показали наибольшую пригодность при активации этим способом. С помощью инфракрасной спектроскопии и измерения удельной поверхности выявлена зависимость интенсивности ИК-спектра и формы полос поглощения от степени активации глин. Установлено, что интенсивность поглощения инфракрасного излучения пилларированными монтмориллонитом и иллит-хлоритом почти в 2,5 раза больше, чем у каолинита, указывая на преобладание процессов интеркаляции над дегидроокислением. Выводы главы вносят вклад в теорию активации глин и содержат рекомендации по повышению качества алюмосиликатных добавок в композиционных вяжущих веществах.

В Главе 6 представлено обоснование преимуществ предварительного щелочной активации глин перед термообработкой. Этот подход продемонстрировал существенное повышение пуццолановой активности добавок, что выражается в снижении на 100 °С температуры, необходимой формирования активных центров. Такое сокращение температурного режима обусловлено деполимеризацией некоторых участков молекулярных цепочек глины в ходе реакции дегидроокисления, что инициирует образование новых функциональных центров. Предложенный подход имеет практическое значение, поскольку открывает возможность снижения энергозатрат при производстве активных минеральных добавок и повышения качества готового продукта.

В Главе 7 содержатся результаты исследования кинетики набора прочности в течении 1 года смешанных портландцементов с разработанными пуццолановыми добавками. Разработаны и исследованы 13 цементных составов с клинкер-фактором до 0,5. Приведены результаты исследования влияния пуццолановых добавок на коррозионную стойкость цементного камня. Коэффициенты сульфатостойкости портландцементного камня составили для контрольного состава – 0,88, составов с добавками монтмориллонитовой и иллит-хлоритовой глин – 0,93, каолиновой глины – 0,95.

В Главе 8 представлены результаты опытно-промышленной апробации полученных низкоуглеродных составов. Опытно-промышленные испытания

проводились на территории Тульской области на цементном предприятии в п. Новогуровский.

В заключении сформулированы общие выводы по результатам проведённых исследований, а также даны рекомендации и дальнейшие перспективы исследований.

Соответствие автореферата диссертации.

Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертационной работы.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.

По материалам диссертации опубликовано 30 работ, из них 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 5 статей в изданиях, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus. Публикации в полном объеме отражают основные положения диссертации, что в сочетании с выступлениями на научных конференциях позволило пройти ей достаточную апробацию в научно-инженерной среде специалистов.

В целом необходимо отметить логичность построения и изложения результатов исследований, достаточный анализ полученных результатов с систематической отсылкой к литературным источникам, знание диссертантом предмета исследований и владение им научной терминологией из различных областей знаний. Список литературы отражает полноту обзора в предметной области как отечественных, так и зарубежных исследований.

Замечания и рекомендации по диссертации и автореферату:

1. В диссертации и автореферате не указано глины каких месторождений использовались при проведении исследований.

2. В связи с тем, что результатами многочисленных работ установлено, что оптимальная температура активации глин структурного типа 2:1 находится в интервале 800-850°C, выводы об эффективности исследованных способов активации глин разного структурного типа были бы более обоснованными при термической обработке глин в более широком температурном диапазоне.

3. Поскольку потенциал химической активности алюмосиликатов наиболее полно реализуется при размере частиц <45 µm, наряду с удельной поверхностью

соискателю следовало проанализировать и гранулометрический состав исследованных добавок.

4. В табл.7.2. на стр.138 приведены составы смешанных портландцементов с бинарными минеральными добавками из активированных глин и карбонатных пород при разном их процентном содержании, но не приведено обоснования выбранных соотношений компонентов бинарных добавок.

5. В тексте диссертации присутствуют многочисленные повторы.

Замечания не имеют принципиального значения и не умаляют достоинств работы в целом, а именно, ее актуальность, научную новизну и практическую значимость.

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

Диссертация Смольской Екатерины Алексеевны на тему «Разработка экологически эффективных цементов с пониженным клинкер-фактором на основе природных и техногенных алюмосиликатов» является завершенной научно-квалификационной работой, отличающаяся актуальностью и внутренним единством, в которой на основании проведенных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, а именно, решена задача по снижению клинкер-фактора цемента до 0,5, при этом разработанные низкоуглеродные цементные составы обладают высокой прочностью, коррозионной стойкостью и морозостойкостью.

Результаты диссертации получены на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровнях с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и экспериментально апробированы. Представленные в работе результаты принадлежат Смольской Е.А., они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа соответствует критериям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции Постановления Правительства Российской Федерации), с учетом соответствия

паспорта специальности, а ее автор, **Смольская Екатерина Алексеевна**, заслуживает присуждения ей ученой степени **кандидата технических наук** по специальности 2.6.14 Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор

(специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия),

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,

профессор кафедры строительных материалов

Адрес: 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1

Телефон: +7 (843) 510-47-27

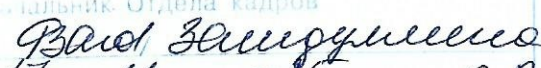
E-mail: rahimova.07@list.ru

Сайт: <https://www.kgasu.ru/>


подпись

Рахимова Наиля Равиловна

Собственноручную подпись

Н. Р. Рахимовой
Полностью
Начальник Отдела кадров

17 11 2025 г. Р. Р.

 17 ноября 2025 г.

Даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.


подпись

Рахимова Наиля Равиловна