

Отзыв

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента

Пыкина Алексея Алексеевича

на диссертационную работу Глазкова Романа Алексеевича

на тему: «Гипсосодержащее шлакощелочное вяжущее и мелкозернистый бетон на его основе», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия

Одним из ключевых мировых трендов на протяжении последнего десятилетия выступает стремление к комплексному снижению антропогенных выбросов парниковых газов, в первую очередь, диоксида углерода. Значительный вклад в этом отношении вносит строительная индустрия, и, в особенности, сектор производства минеральных вяжущих. Доминирование портландцемента на рынке обуславливает монопольную позицию его производителей, что ограничивает действие рыночных механизмов конкуренции и может способствовать необоснованному росту стоимости строительной продукции. На этом фоне шлакощелочные вяжущие представляют собой технически и экономически рациональную альтернативу традиционным цементам.

В этой связи диссертационное исследование Глазкова Романа Алексеевича приобретает особую научную и практическую значимость. Соискателем экспериментально подтверждена возможность получения шлакощелочного вяжущего и бетонного композита с использованием цитрогипса; выявлены особенности влияния цитрогипса на кинетику сроков схватывания гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего, а также характер и динамику усадочных деформаций МЗБ на его основе; установлен характер влияния цитрогипса при модифицировании шлакощелочного вяжущего на его структурообразование. Полученные результаты вносят существенный вклад в решение текущих задач ресурсосбережения и декарбонизации строительной отрасли.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается соответствием общепринятых теоретических положений строительного материаловедения и результатам исследований, полученных другими авторами. Работа базируется на анализе автором процессов структурообразования шлакощелочного вяжущих и материалов на его основе в присутствии гипсосодержащего компонента – цитрогипса, на различных технологических этапах.

Экспериментальная часть диссертационных исследований основана на изучении спектра металлургических отходов алюмосиликатного состава и гипсосодержащего техногенного сырья, а также эффективности их комплексного применения в составе вяжущего. Полученные Глазковым Р.А. результаты легли в основу принципов влияния цитрогипса при модифицировании шлакощелочного вяжущего на его структурообразование. В рамках практической апробации данной методики автором были разработаны составы, и технология, изучены свойства ГШЩВ на основе доменного металлургического шлака и цитрогипса, которые далее были применены для получения мелкозернистых бетонов плотной структуры, обладающих экологической и экономической конкурентоспособностью в сравнении с традиционными функциональными аналогами, за счёт более низкой себестоимости и возможности эффективной утилизации крупнотоннажных промышленных отходов. Результаты работы обеспечивают существенное расширение базы сырьевых ресурсов для производства строительных материалов в целом.

Научная новизна кандидатской диссертационной работы Глазкова Р.А. состоит из 3 пунктов и включает следующие наиболее значимые:

1. Обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение, обеспечивающее получение гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего с использованием цитрогипса и мелкозернистого бетона на его основе, заключающееся в совместной щелочной активации алюмосиликатного и гипсосодержащего компонентов с учетом совокупности генетических характеристик сырья;

2. Установлен характер влияния цитрогипса при модифицировании шлакощелочного вяжущего на его структурообразование, который основан на том, что цитрогипс в составе шлакощелочной вяжущей системы в процессе взаимодействия с щелочным активатором выступает источником дополнительных SO_4^{2-} -анионов и Ca^{2+} -катионов, способствуя тем самым образованию дополнительных продуктов, ответственных за формирование прочностного каркаса, таких как этtringит, тоберморит, C-S-H и C-A-S-H фазы;

Общая характеристика диссертационной работы и ее содержательное описание.

По своей структуре диссертационная работа включает в себя следующие разделы: введение, пять глав, заключение, список литературы и приложения. Диссертационная рукопись соискателя Глазкова Романа Алексеевича изложена на 169 страницах в виде машинописного текста, содержащего 31 таблицу, 38 рисунков.

Введение содержит краткое описание актуальности и научно-практической ценности представленной работы, а также научный задел, сформированный

отечественными и зарубежными материаловедами; выявлены теоретические и методологические пробелы, касающиеся вопросов затронутой в диссертации научной проблемы. Кроме того, в этом разделе сформулированы положения научной новизны и практической значимости, выявленные в рамках данного диссертационного исследования; обоснована степень достоверности полученных в работе результатов.

Глава 1 содержит детальную информацию обзорного характера, ориентированную на обоснование важности более глубокого изучения, разработки и более широкого применения шлакощелочных цементов, как разновидности вяжущих щелочной активации. А именно, описаны перспективы производства шлакощелочных вяжущих, в том числе, модифицированных гипсосодержащими компонентами различного происхождения, основанные на преимущественных особенностях сырьевой базы, технологии производства и дальнейшей эксплуатации конечного продукта. Особое внимание уделено гипсосодержащему сырью техногенного происхождения, как возможности эффективной утилизации в производственных масштабах мало востребованных промышленных отходов как ценных источников гипса. Соискателем Глазковым Р.А. выявлена проблема слабой изученности процессов структурообразования в вяжущей системе «гипсосодержащий компонент – металлургический шлак – щелочной активатор» в силу ограниченного спектра исследованной сырьевой базы гипсосодержащего сырья.

Глава 2 включает в себя широкий спектр аналитических и стандартных методов, использованных в диссертационном исследовании, а также основные характеристики исходного сырья.

Глава 3 посвящена комплексному анализу базовых характеристик используемых видов алюмосиликатного сырья – металлургических шлаков разного производства, и представителя гипсосодержащих техногенных компонентов – цитрогипсового сырья: структурно-морфологических, дисперсно-гранулометрических, радиационных, а также механических и физических (такие как истинная плотность, удельная поверхность и размолоспособность). Выявлена пригодность использования применяемого техногенного сырья для решения цели, поставленной в рамках диссертационной работы.

Глава 4 содержит комплекс исследований, направленных на подбор компонентного состава и оптимальных условий консолидации гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего в зависимости от типа активирующего агента. Полученные закономерности позволили:

– разработать составы гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего с пределом прочности при сжатии 34,4– 74,5 МПа, при изгибе 4,1–10,2 МПа, средней

плотностью 1971–2384 кг/м³;

– установить закономерности влияния типа щелочного активирующего агента совместно с добавкой цитрогипса на формирование микроструктуры и минерально-фазового состава гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего.

Кроме того, соискателем выявлена пригодность реологических характеристик подобранных оптимальных составов ГШЩВ в рассматриваемом диапазоне скоростей сдвига для использования в технологических процессах при получении материалов и изделий.

Глава 5 содержит данные о разработанных составах МЗБ на основе предлагаемого гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего с показателями, которые характеризуются средней плотностью 2003–2150 кг/м³, классами прочности на сжатие В10–В30, марками по морозостойкости F15–F50.

Изучены усадочные характеристики МЗБ на основе ГШЩВ разного состава. Установлено, что введение добавки цитрогипса в своей оптимальной дозировке в исследуемые оптимальные композиции МЗБ по-разному влияет на характер усадочных деформаций, но, в целом, способствует снижению усадочных деформаций до 10 раз в зависимости от типа щелочного активатора.

Продемонстрировано, что предложенное технологическое решение по производству гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего и МЗБ на его основе имеет существенный экономический эффект.

Заключение соответствует основной идее и содержанию диссертационной рукописи. Этот раздел диссертации содержит пункты научной новизны и практической значимости, которые являются ключевыми, ориентированными на решение поставленной в работе задачи разработки научно обоснованного технологического решения, обеспечивающего получение гипсосодержащего шлакощелочного вяжущего и мелкозернистого бетона на его основе, что в полной мере соответствует основным принципам рационального природопользования.

Приложения, представленные в рукописи в виде перечня нормативной документации, выступают в качестве подтверждения возможности внедрения в производственный процесс разработанных принципов получения гипсосодержащих шлакощелочных вяжущих и бетонных композитов плотной структуры с конкурентоспособными эксплуатационными характеристиками на их основе.

Степень достоверности результатов в работе обеспечивается использованием комплекса современных методов исследования, с применением сертифицированного и поверенного оборудования. Результаты подкреплены теоретическим обоснованием

и экспериментальными изысканиями. Предложенные теоретические обоснования и полученные экспериментальные данные не противоречат общепризнанным фактам и работам других авторов. Результаты экспериментальных исследований по получению шлакощелочного вяжущего и МЗБ на его основе апробированы в промышленных условиях.

Диссертационная работа выполнена на современном высоком научно-техническом уровне. Текст диссертации и автореферата написан лаконично, грамотно, хорошим понятным научным языком.

Замечания

1. В чем преимущество технологического решения – разработки гипсосодержащего шлакощелочного композита, предлагаемого в диссертационной работе по сравнению с существующим на сегодняшний день безгипсовым аналогом?

2. Чем соискатель может объяснить неэффективность применения $\text{Ca}(\text{OH})_2$ как щелочного активатора в составе шлакощелочного вяжущего? (Глава 4.1.2, стр. 79–80).

3. По какой причине, по мнению соискателя, при высокой степени сходства в химическом составе и косвенных показателях гидравлической активности металлургических шлаков, рассматриваемых в диссертационной работе, данные алюмосиликатные компоненты характеризуются столь значительным разбросом по прочности, например, шлаки ОЭМК и Новолипецкого МК? (Глава 4.1.2, таблица 4.3)

Важно отметить, что приведенные замечания носят уточняющий или рекомендательный характер, и, безусловно, не снижают значимость работы.

На основании изложенного можно заключить, что Глазковым Р.А. подготовлена и представлена к защите самостоятельно выполненная законченная научная квалификационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук, в которой успешно решена актуальная задача, имеющая важное хозяйственное значение, изложены новые обоснованные научно-технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие строительной отрасли России. В частности, решена задача обоснованного выбора сырья в связке с рациональной технологией получения шлакощелочных вяжущих, имеющая большое значение для отрасли строительных материалов и строительной индустрии РФ в целом.

Диссертация по своей актуальности, новизне научных положений и научной и практической значимости отвечает всем требованиям п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, утвержденном

