

## Отзыв

на автореферат диссертации **Кожуховой Натальи Ивановны «Научно-технологические основы синтеза геополимерных вяжущих и материалов на их основе»**, представленный на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия

Следуя современным тенденциям, которые находят реализацию в строительном материаловедении в мировом научном сообществе, активно поддерживающим концепцию «зеленого строительства», поиск альтернативных способов частичной, а в некоторых случаях, и полной замены неэкологичного и дорогостоящего портландцементного аналога, как наиболее распространенного строительного материала, на более доступные, но не менее ценные аналоги с точки зрения их потенциальной эффективности. В этом аспекте широкий спектр промышленных отходов с лёгкостью находит свою нишу в качестве сырьевых компонентов для производства строительных материалов. Среди таковых могут быть выделены геополимерные вяжущие и композиты на их основе, как разновидность бесцементных систем щелочной активации. В связи с этим, разрабатываемые в диссертационной работе научно-технологические основы получения геополимерных вяжущих позволяют решить проблему отсутствия комплексного подхода в вопросах синтеза геополимеров, как разновидности материалов щелочной активации.

Соискателем разработаны составы геополимерных вяжущих на основе алюмосиликатного техногенного (зола-уноса тепловых электростанций) и природного (перлит) сырья, в которых рациональные дозировки щелочного активатора определены в зависимости от его типа (NaOH, KOH) и характеристик применяемого алюмосиликатного компонента и минерального модификатора, что делает работу **практически значимой** для строительной отрасли. На основе разработанных вяжущих Кожуховой Н.И. предложены технологии производства материалов плотной и ячеистой структуры и получены образцы мелкозернистого бетона с показателями средней плотности 1950–2300 кг/м<sup>3</sup>, марками по прочности М50–М600, марками по морозостойкости F25–F100 и коэффициентами теплопроводности 0,19–0,71 Вт/м·°С, а также получены образцы пенобетонов с прочностью на сжатие 2,44–4,37 МПа, средней плотностью 490–730 кг/м<sup>3</sup>, коэффициентом теплопроводности 0,101–0,164 Вт/м·°С. Разработанные мелкозернистые геополимерные бетоны отличаются повышенной кислотостойкостью, биостойкостью и теплостойкостью (до 600 °С).

Полученные практические результаты позволяют говорить о том, что автору диссертационной работы удалось достичь поставленной цели по разработке научно-технологических основ производства геополимерных вяжущих атермального синтеза на основе природного и техногенного алюмосиликатного сырья для получения строительных материалов плотной и ячеистой структуры. В частности, были выявлены взаимосвязи между генетически и технологически обусловленными типоморфными особенностями алюмосиликатного сырья и сформированной таким образом их структурной и фазово-размерной гетерогенностью как фактора его реакционной способности в системах, твердеющих по геополимеризационному механизму; разработаны методы прогнозной оценки эффективности алюмосиликатного сырья с разными фазово-размерными особенностями структуры в условиях атермального геополимерного синтеза; установлены

закономерности фазо- и структурообразования в геополимерных системах на всех технологических этапах производства и при эксплуатации получаемых материалов на их основе; разработаны технологические принципы получения материалов плотной и ячеистой структуры на основе геополимерных вяжущих.

**Научная новизна** докторской диссертационной работы Кожуховой Н.И. состоит в научно-технологических принципах синтеза геополимерных вяжущих системы « $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MeO}$ », заключающихся в щелочной активации природного и техногенного низкокальциевого алюмосиликатного сырья с учетом совокупности его генетически обусловленных фазово-размерных характеристик: соотношения основных оксидов  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (от 1 до 4,5); наличия катионов щелочных ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) и концентрации щелочноземельных ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) металлов (не более 10 %); структуры (скрытокристаллическая, аморфная): степени кристалличности / концентрации рентгеноаморфной фазы (не менее 95 %) / стеклофазы (не менее 50 %). Оценка качества сырья с использованием комплексных коэффициентов, рассчитываемых с учетом количественных параметров химического, фазово-минерального составов, структуры и гранулометрии, легла в основу методологических принципов оценки реакционной способности алюмосиликатов в условиях геополимерного синтеза. Использование комплекса современных методов исследования, применение сертифицированного и поверенного оборудования и обработка большого объема экспериментальных данных подтверждают **степень достоверности полученных результатов**. Теоретические положения диссертационной работы не противоречат общепризнанным фактам и результатам работ отечественных и зарубежных исследователей. Результаты работы многократно апробированы в научных изданиях, в том числе высокорейтинговых, и доложены на ряде международных и всероссийских научно-технических конференциях, симпозиумах и конгрессах.

Автореферат написан грамотно и лаконично, хорошим научным языком с использованием предметного понятийного аппарата. По тексту автореферата имеются следующие вопросы и замечания:

1. Рисунок 7 требует пояснения. Почему происходит увеличение размера частиц алюмосиликатного сырья и уменьшение удельной поверхности в высокощелочной среде при использовании алюмосиликатов скрытокристаллической и стекловатой структур?

2. Из текста автореферата не ясно следующее: в таблице 1 содержание алюмосиликатного компонента в составе смеси вяжущего дается в виде общего значения для сырьевых компонентов (включая модифицирующие добавки), включая кристаллические и аморфные фазы? Расчет содержания щелочного компонента велся относительно этого значения? Или учитывалось количество растворяемой щелочью алюмосиликатной стеклофазы (скрытокристаллической фазы)?

3. Из рисунка 10 неясно, в каких системах образуется кальциевый полевой шпат – анортит? Особенно неясно его образование в условиях геополимеризации с применением  $\text{NaOH}$  и  $\text{KOH}$ .

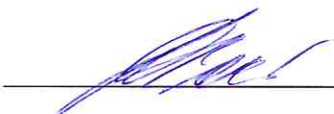
Отмеченные замечания не снижают степень научной значимости работы. Оценивая автореферат, можно говорить о том, что представленная к защите научная работа Кожуховой Н.И. на соискание ученой степени доктора технических наук является законченным научно-квалификационным исследованием, выполненным на актуальную

тему, имеющим важную для строительной отрасли практическую значимость. Диссертационная работа «Научно-технологические основы синтеза геополимерных вяжущих и материалов на их основе» соответствует всем требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Кожухова Наталья Ивановна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

**Васильев Юрий Эммануилович**, доктор технических наук (05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»), доцент, заведующий кафедрой «Дорожно-строительные материалы и химические технологии» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

125319, г. Москва, Ленинградский просп., д.64

Тел. +79037500377; e-mail: yu.vasilev@mipmadi.ru

 Ю.Э. Васильев

«15» 04 2025 г.

Подпись доктора технических наук,  
доцента Васильева Ю.Э. заверяю:  
Ученый секретарь  
ученого совета Университета



 М.Ю. Алексеева

«15» 04 2025 г.