

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации  
*Гольцман Бориса Михайловича*

«Научные основы ресурсосберегающей технологии термически вспененных алюмосиликатных материалов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.14 Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

### **Актуальность**

Разработка ресурсосберегающей технологии получения термически вспененных алюмосиликатных материалов является актуальной научно-технической задачей, обусловленной необходимостью импортозамещения недолговечных и горючих полимерных и минераловатных утеплителей. Результаты, представленные в диссертационной работе Гольцман Б.М., вносят значительный вклад в решение проблем энергоэффективности и утилизации техногенных отходов в строительстве, что соответствует приоритетным направлениям стратегии научно-технологического развития РФ.

### **Научные результаты диссертационной работы**

Автором обоснованы принципиально новые технологические решения получения вспененных алюмосиликатных материалов, установлены закономерности формирования их фазового состава, макро- и микроструктуры, а также выявлено влияние комплексных порообразующих смесей и флюсующих добавок на процессы спекания, плавления и вспенивания. Значительный теоретический и практический интерес представляют результаты исследований в области изучения механизмов взаимодействия жидкого стекла и глицерина, формирования углеродной нанопазы и её окислительно-восстановительного взаимодействия с сульфат-ионами и оксидом железа, а также разработка фторидно-боратной флюсующей смеси, обеспечивающей снижение температуры вспенивания на 100 °С. Предложена трехкомпонентная система «плавень – вспениватель – активатор», позволяющая перерабатывать широкий спектр природного и техногенного алюмосиликатного сырья. Автором убедительно изложены доказательства эффективности гидратного механизма вспенивания, механизма «самовспенивания» золошлаковых отходов за счёт взаимодействия остаточного углерода с  $Fe_2O_3$ , а также возможности получения пористых фосфатных стекломатриц для комплексных удобрений.

### **Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования**

Впервые детально описаны механизмы термического разложения глицерина в составе пеностекольных шихт, включая образование углеродной нанопазы в  $sp^2$ -состоянии и её окислительно-восстановительное взаимодействие с сульфат-ионами и оксидом железа, обеспечивающее интенсивное вспенивание размягчённой стекломассы. Разработаны модели, объясняющие синергетический эффект гидратного и углеродного механизмов газовыделения, а также выявлены закономерности деполимеризации алюмосиликатной матрицы под действием щелочных и фторидно-боратных добавок, что позволяет снизить температуру синтеза и энергозатраты.

### **Практическая значимость диссертационной работы**

Разработанные составы смесей обеспечивают возможность гибкого регулирования характеристик конечного продукта: плотность от 150 до 550 кг/м<sup>3</sup>, прочность от 1 до 5 МПа и среднего размера пор около 400 мкм. Предложена и апробирована технология «самовспенивания» золошлаковых отходов без введения дополнительного порообразователя, а также разработаны рекомендации по подбору компонентного

состава шихты для получения пористых материалов на основе широкого спектра алюмосиликатного сырья.

Научная новизна и практическая значимость работы подтверждены значительным объемом публикаций (78 научных работ, в т.ч. 19 – в журналах, индексируемых в перечне ВАК РФ, 23 – в изданиях, индексируемых в Scopus/WoS), пятью патентами РФ на изобретение и свидетельством о регистрации программы для ЭВМ.

#### **Замечания и рекомендации**

1. Установлено, что оптимальное соотношение  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{NaF}=4:1$  обеспечивает получение материала с минимальной плотностью ( $378 \text{ кг/м}^3$ ). Тем не менее, в автореферате отсутствуют данные о влиянии отклонений от этого соотношения (например, 3:2 или 5:0) на равномерность пористой структуры и стабильность свойств пеноматериала.

2. В работе предложена фторидно-боратная флюсующая смесь, однако в автореферате отсутствуют результаты оценки химической стойкости полученных пеноматериалов (в кислотных, щелочных или водных средах), что принципиально важно для материалов, содержащих остаточные фториды и потенциально склонных к коррозии стеклофазы и выщелачиванию компонентов.

Вышеуказанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей высокой оценки проделанной работы.

#### **Заключение**

Диссертационная работа Гольцман Б. М. является научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические решения, внедрение которых имеет существенное значение для развития отрасли строительных материалов. Работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции), а ее автор, **Гольцман Борис Михайлович**, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.14 Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Казмина Ольга Викторовна, доктор технических наук (05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), профессор Научно-образовательного центра Н.М. Кижнера инженерной школы новых производственных технологий ФГАОУ ВО «Национально исследовательский Томский политехнический университет», 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, тел: 8 (3822) 70-63-48, e-mail: [kazmina@tpu.ru](mailto:kazmina@tpu.ru)



Казмина Ольга Викторовна  
28. мая 2026 г.

Подпись Казминой О.В. заверяю:

Ученый секретарь ФГАОУ ВО  
«Национально исследовательский  
Томский политехнический  
университет»



В.Д. Новикова