

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.355.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

решение диссертационного совета от 25 февраля 2022 г., № 8
о присуждении **Баканову Максиму Олеговичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Теоретические и прикладные основы процессов высокотемпературной термической обработки и особенности технологии при производстве теплоизоляционного пеностекла» по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (строительство) принята к защите 19 ноября 2021 г., протокол № 21, диссертационным советом Д 212.355.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 153000, г. Иваново, Шереметьевский проспект, д. 21, созданный приказом Минобрнауки России № 290 н/к от 31 марта 2015 года.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

– новый подход к решению важной народно-хозяйственной проблемы информационно-аналитического обеспечения технологического процесса производства пеностекла на основе расчетных методик моделирования и прогнозирования основных параметров процесса высокотемпературной термической обработки для достижения не только нормативных, но и более высоких эксплуатационных показателей готовой продукции;

– теоретические положения и математические модели процесса нестационарного теплопереноса в структуре сырьевой смеси для производства

пеностекла на этапе нагрева и охлаждения в границах процесса высокотемпературной термической обработки;

– математическая модель динамики роста радиуса пор в структуре расплава сырьевой смеси для получения пеностекла на этапе вспенивания на основе уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье–Стокса) и уравнение неразрывности в сферических координатах;

– математическая модель нестационарного теплопереноса в слое сырьевой смеси для расчёта двумерных нестационарных температурных полей с учётом циклического изменения температурных условий в местах контакта металлической формы для вспенивания пеностекла с композитом сырьевой смеси на стадиях нагревания и охлаждения;

предложена и доказана научная гипотеза о возможности корректировки технологических параметров процесса производства пеностекла, на основе анализа конечных эксплуатационных характеристик готовой продукции посредством математического моделирования процесса высокотемпературной термической обработки;

доказана возможность и перспективность использования новых моделей термической обработки пеностекла для расчета и прогнозирования температурно-временных параметров процесса его производства, при этом получаемые результаты являются достоверными и создают предпосылки к их практическому применению;

введены новые расчетные коэффициенты, отражающие газодинамику процесса вспенивания расплава сырьевой смеси для получения пеностекла – коэффициент мощности источника газообразования α' и коэффициент начальных условий β' .

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, методики, алгоритмы совершенствования процессов теплопереноса в границах технологии высокотемпературной термической обработки на основе метода микропроцессов, вносящие вклад в расширение представлений о возможностях повышения эффективности и надежности производства пеностекла;

разработаны математические модели и получены номограммы, позволяющие исследовать функциональные зависимости температуры на поверхности тел канонической формы в зависимости от значений чисел Био и Фурье при малых значениях числа Фурье, что позволяет учитывать периодичность воздействия температуры на материал;

обоснованы подходы по совершенствованию технологического процесса производства пеностекла на основе теории графов с использованием методов сетевого моделирования, демонстрирующие, на основе анализа интегральной функции распределения времени реализации исходного и модернизированного сетевого графика, эффективность применения математического моделирования процессов высокотемпературной термической обработки;

проведена модернизация существующих математических моделей, методики, алгоритмов, обеспечивающих получение новых результатов при обосновании способов и параметров процессов теплопереноса в сырьевой смеси для получения пеностекла, вносящих вклад в расширение представлений о возможностях повышения эффективности и надежности технологического процесса производства;

изучено влияние размера пор на технологические характеристики пеностекла, позволяющее формировать его структуру с заданными свойствами;

установлены закономерности, определяющие условия для равномерного выделения газовой фазы по всему объему пеностекла, определяемые качеством перемешивания компонентов газообразующей смеси посредством применения растворов веществ, повышающих смачиваемость газообразователя;

рассчитаны многофакторные квадратичные зависимости физико-механических свойств пеностекла от технологических параметров его получения, а также от температурно-временных режимов вспенивания и стабилизации, которые положены в основу оптимизации технологии получения изделий из пеностекол на основе методов математического планирования и статистической обработки экспериментальных данных;

раскрыты механизмы формирования структуры и свойств пеностекла, определена степень влияния реакционной способности поверхности сырьевой

смеси для получения пеностекла на различных этапах высокотемпературной термической обработки пеностекла;

использованы методы статистической проверки гипотез на основе расчета коэффициента Пирсона и Стьюдента с учетом разброса данных относительно средних значений измеряемых параметров для проверки адекватности разработанной математической модели теплопереноса при высокотемпературной термической обработке пеностекла, которые показали достаточную сходимость с экспериментальными данными исследования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны нелинейные математические модели и их программная реализация, позволяющие осуществлять прогнозирование основных технологических параметров пеностекла, скорость формирования пор при заданном температурно-временном режиме и весь цикл высокотемпературной термической обработки;

разработаны и внедрены программы для автоматизации моделирования и расчета процессов высокотемпературной термической обработки пористых материалов на основе пеностекла, которые дают возможность определить технологические параметры процесса с возможностью их совершенствования и корректировки;

создана методика по комплексной оценке адекватности математических моделей на основе обработки экспериментальных данных с использованием критерия Пирсона и Стьюдента с учетом разброса данных относительно средних значений измеряемого параметра;

предложено прикладное программное обеспечение для компьютерной информационной поддержки эффективного ведения технологических режимов процесса порообразования при высокотемпературной термической обработке пеностекла.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования: рекомендуется практическое использование предложенного в работе математического аппарата в виде совокупности математических моделей, методик, алгоритмов и программного обеспечения, позволяющего решать сложные

инженерно-технические задачи обоснования процессов высокотемпературной термической обработки пеностекла при проектировании и наладке технологических линий производства стеклокристаллических материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность полученных диссертантом теоретических результатов **подтверждается** экспериментальными результатами, которые соответствуют положениям теории теплопереноса, порообразования сырьевой смеси для получения пеностекла и методам экспериментального изучения физико-химических процессов, полученными непосредственно при изучении технологических параметров производства пеностекла с использованием порошковой технологии.

теория построена на положениях теплопереноса, проверяемых данных и фактах, полученных в результате лабораторных и натурных экспериментов при моделировании теплообмена, динамики порообразования в структуре пеностекла с высокой доверительной вероятностью полученных закономерностей, и согласуется с опубликованными ранее экспериментальными результатами;

идея моделирования технологического процесса производства пеностекла **базируется** на анализе практики реализации и обобщения передового опыта моделирования и прогнозирования этапов высокотемпературной термической обработки и их влиянии на эксплуатационные характеристики пеностекла;

использованы современные теоретические подходы с применением апробированных научных методов моделирования, результаты которых не противоречат и дополняют полученные ранее выводы по повышению эффективности технологического процесса производства пеностекла;

установлена достаточная сходимость результатов полученных в ходе теоретических расчетов и экспериментального моделирования с использованием соответствующих статистических критериев, что свидетельствует об адекватности разработанной математической модели;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации с применением информационных технологий, представлены выборочные совокупности экспериментальных данных при реализации исследования процессов высокотемпературной термической обработки пеностекла,

с обоснованием выбора комплекса наблюдаемых факторов и минимально необходимого числа наблюдений, позволяющих получить достоверные результаты.

Личный вклад соискателя состоит в: его непосредственном участии в обработке и анализе научно-технических источников информации, формулировке проблемы, цели, задач, программы и методики исследований, получении исходных данных, разработке теоретических положений и проведении научных экспериментов, апробации результатов исследования, обработке и анализе экспериментальных данных, подготовке основных публикаций при обосновании процессов высокотемпературной термической обработки и внедрении результатов в производство.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Следовало бы в работе указать технико-экономические показатели имеющейся на рынке продукции на основе пеностекла.

2. Автором не приведены данные о возможности использования разработанного математического аппарата для моделирования режимов термообработки других строительных материалов.

Соискатель согласился с высказанными замечаниями.

На заседании 25.02.2022 г. диссертационный совет принял решение за постановку и решение научной проблемы теоретического обоснования экспериментальных исследований процессов высокотемпературной термической обработки пеностекла и разработку на этой основе методов расчета и математического обоснования технологического обеспечения исследованных процессов и их практическую реализацию, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие строительного комплекса страны, присудить Баканову Максиму Олеговичу ученую степень доктора технических наук.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета
25 февраля 2022 г.

