

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Салимова Ильи Эркиновича «Гибкий теплозвукоизоляционный материал низкой плотности на основе стекловолокна», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов»

В современном авиастроении теплозвукоизоляционные материалы (ТЗИМ) являются важным элементом, обеспечивающим акустический комфорт, теплоизоляцию и безопасность пассажирских салонов и кабины экипажа. Традиционно применяемые материалы (минеральная вата, полимерные пены, комбинированные системы) не в полной мере соответствуют комплексу требований, регламентируемых Нормами лётной годности (НЛГ 25), а также специфике эксплуатации авиационной техники в климатических условиях Российской Федерации.

Особую проблему представляет недостаточная гидрофобность волокнистых материалов. Обеспечение стабильности эксплуатационных характеристик в условиях повышенной влажности, включая арктический климат, является критически важным требованием к ТЗИМ нового поколения. Накопление влаги приводит к значительному увеличению теплопроводности и массы ТЗИМ, ухудшению звукоизолирующих свойств, создаёт условия для развития нежелательных микроорганизмов и коррозии корпуса судна, а замерзание влаги при отрицательных температурах вызывает потерю эластичности. Актуальность создания новых ТЗИМ резко возросла в последние годы в связи с прекращением поставок импортного материала Microlite AA blankets (США) и прекращением производства отечественного материала АТМ-1. Таким образом, диссертационная работа, направленная на разработку гибкого волокнистого материала низкой плотности с улучшенными гидрофобными свойствами, обладает высокой научно-технической и практической значимостью.

Диссертантом выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, включающий анализ исходных компонентов, разработку состава связующего, изучение структуры и свойств получаемых материалов, а также математическое моделирование.

Разработана и изготовлена экспериментальная установка для аэрационного осаждения стеклянных и керамических волокон, обеспечивающая хаотичное расположение волокон в объеме материала и равномерную пропитку связующим. На установку получен патент RU 2817837 C1 от 22.04.2024 г. Предварительные изыскания (включавшие, в том числе, подробное экспериментальное изучение промышленных материалов Microlite AA blankets и АТМ-1) позволили найти оптимальное сочетание компонентов ТЗИМ. В качестве основного компонента было выбрано стекловолокно диаметром 1 мкм, а в качестве связующего – карбамидомодифицированная фенолформальдегидная смола марки Фенотам Н210М с добавлением гидрофобизирующей жидкости марки 136-41. Разработанные диссертантом состав и технология изготовления связующего обеспечили прочное скрепление стеклянных волокон в ТЗИМ, а также высокую гибкость, низкую плотность, пожаробезопасные и гидрофобные свойства материала.

Для оценки оптимальной плотности ТЗИМ предложена математическая модель, описывающая зависимость коэффициента теплопроводности от плотности волокнистого материала. Установлено, что основной вклад в теплопроводность дают конвекция и радиационный перенос тепла. Определено эффективное пороговое значение плотности 9 кг/м^3 , при котором за счет подавления конвекции коэффициент теплопроводности приобретает значения, удовлетворяющие требованиям авиастроения. Эксперимент подтвердил правильность этой оценки.

Плотность разработанного ТЗИМ, названного тепловозвукоизоляционным материалом ВТИ-29, меньше, чем у его зарубежного и отечественного аналогов. Материал ВТИ-29 примерно на 20% менее прочен, чем Microlite AA blankets, но зато по остальным параметрам не уступает ему, а по показателю влагопоглощения превосходит примерно в 3 раза. По плотности и физико-

механическим свойствам ВТИ-29 также не уступают отечественному аналогу АТМ-1, а по гидрофобным свойствам превосходит его. Достоверность этих результатов обеспечена применением комплекса взаимодополняющих методов и использованием сертифицированного оборудования.

Научная новизна диссертационного исследования определяется следующим:

1. Предложена математическая модель, описывающая зависимость коэффициента теплопроводности от плотности волокнистых материалов в диапазоне 5–35 кг/м³, которая позволила разделить вклады конвективной и радиационной составляющих в общий теплоперенос. Сходимость расчетных и экспериментальных данных составляет более 98 %.

2. На основе модели установлено и экспериментально подтверждено эффективное пороговое значение плотности 9 кг/м³ для волокнистых материалов на основе стекловолна диаметром 1 мкм, ниже которого происходит значительное ухудшение теплоизоляционных свойств.

3. Выявлены закономерности влияния состава связующего на физико-механические и гидрофобные свойства ТЗИМ, что позволило оптимизировать рецептуру связующего.


Практическая ценность работы подтверждается разработкой законченного технологического решения. Спроектирована, изготовлена и запатентована экспериментальная установка для аэрационного осаждения стеклянных и керамических волокон, что подтверждает новизну технических решений и готовность к масштабированию. Разработаны ТИ и ТУ на ТЗИМ марки ВТИ-29 и на связующее марки ВС-74. Результаты работы опубликованы в 6 рецензируемых научных изданиях, получен 1 патент РФ, подана 1 заявка на изобретение. Результаты также доложены и обсуждены на 2-х международных конференциях. Сказанное выше свидетельствует о достаточной апробации работы, сделанной на высоком экспериментальном уровне и представляющей собой законченное научное исследование.

По существу, у меня есть лишь одно небольшое замечание: в названии диссертации не упоминается рекордная гидрофобность разработанного

материала, хотя это и является одним из ярких результатов проведенного исследования. Данное замечание, безусловно, не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

По актуальности, научной новизне, практической значимости и объему выполненных исследований работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а её автор, Салимов Илья Эркинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

Главный научный сотрудник лаборатории
физики высоких давлений, д.ф.-м.н.

 Антонов В.Е.

«26» марта 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела имени Ю. А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН)
Почтовый адрес: 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 2.

Телефон: +7 (496) 522 40 27

E-mail: antonov@issp.ac.ru

Я, Антонов Владимир Евгеньевич, даю согласие на обработку персональных данных, размещение этих сведений и отзыва на официальном сайте.

Подпись Антонова В.Е. заверяю:

Ученый секретарь ИФТТ РАН, к.ф.-м.н.



А.Н. Терещенко

Почтовый адрес: 142432, г. Черноголовка Московской обл., ул. Академика Осипьяна, д. 2, ИФТТ РАН

Телефон: +7 (496) 522 4685

E-mail: tan@issp.ac.ru

«26» марта 2026 г.