

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 678.6:534.8081.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ, СТРУКТУРЫ И РАЗМЕРНОСТИ КОМПОНЕНТОВ ПО КРИТЕРИЮ ОСЛАБЛЕНИЯ ЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ**¹Негматов С.С., ¹Абед Н.С., ²Сергиенко В.П., ¹Улмасов Т.У., ²Бухаров С.Н., ¹Туляганова В.С., ¹Рузиева Б.Ю.**

¹ГУП «Фан ва тараккиёт»
²ИММС им. В.А. Белого НАН Б

Аннотация. В статье приведены результаты лабораторных испытаний процесса экспериментальной оптимизации рецептуры, структуры и размеров компонентов по критерию ослабления звуковой энергии.

Ключевые слова: акустика, композиция, матрица, рисовая лузга, вибропоглощения, звукопоглощения, акустические свойства, состав, эксперимент.

Введение. Проблема снижения уровней акустического воздействия на окружающую среду или в локализованных объемах является в настоящее время одной из основных проблем безопасной жизнедеятельности человека и безаварийного функционирования сложных технических объектов. Анализ технических аспектов проблемы показывает, что ключевую роль в снижении уровней акустического воздействия будут играть новые функциональные материалы. В этом аспекте проведение исследования по моделированию шумопоглощающих структур и реализации расчета акустических характеристик композитов на основе природного сырья и разработка наномодифицированных полимерных материалов на их основе является актуальной проблемой.

Применение нанотехнологий для создания акустических материалов позволит реализовать ряд новых свойств. Эффективное звукопоглощение и снижение вредных для человека факторов при производстве, эксплуатации и утилизации акустических композитов в разрабатываемой технологии предлагается достичь путем использования экологически безопасных компонентов с волокнистой и открыто-пористой структурой, в том числе отходов сельскохозяйственных и пищевых производств (шелухи риса, хлопка и др.), что позволит получить частично биоразлагаемые материалы. Высокие свойства звукопоглощения и звукоизоляции будут обеспечены за счет синтеза градиентных и слоистых структур композиционных материалов с применением расчетно-экспериментальной методологии проектирования шумопоглощающих конструкций.

В настоящее время выявлены механизмы и закономерности диссипации энергии звуковых волн в вязкоупругих средах, содержащих волокнистые компоненты природного

происхождения. Разработана физическая и численная модель звукопоглощения по механизмам внутреннего вязкого трения в элементах структуры и необратимых потерь упругой деформации в компонентах материала и разработаны структурно-технологические методы согласования входного импеданса конденсированного поглотителя с волновым импедансом свободной воздушной среды. Проводятся экспериментальное исследование влияния компонентов с волокнисто-пористой структурой и целевых добавок, в том числе наноразмерных, на эксплуатационные и виброакустические характеристики композитов.

Анализ актуальных исследований и достижений в области создания акустических композитов и шумопоглощающих конструкций на основе экологически безопасных компонентов и нанонаполнителей выполнен в работе [1]. Показано, что существенно возросший за последние десятилетия спрос на натуральные волокна сделал необходимым поиск альтернативных наполнителей.

Объект исследования. При этом в качестве перспективных материалов для изготовления акустических композитов предлагается использования экологически безопасных компонент с волокнистой и открыто-пористой структурой, в том числе отходов сельскохозяйственных и пищевых производств (шелухи гречихи и риса, непряжмых волокон льна, хлопка и др.), что позволит получить частично биоразлагаемые материалы. Кроме того, вовлечение в производство вышеперечисленных материалов позволит увеличить глубину переработки ценного сырья.

В работе [2] проведены исследования, направленные на использование продуктов переработки рисовой шелухи (ППРШ) марки Неосил, в качестве наполнителей, на свойства эластомерных композитов на основе каучука

СКС-30АРК, с целью улучшения динамических механических характеристик.

В работе [3] оцениваются характеристики композитов на основе цемента, изготовленных из рисовой шелухи и предназначенных для использования в акустические барьеры и в качестве теплоизоляционного материала в многослойных системах. Поскольку акустические барьеры подвергаются воздействию к внешним условиям и механическим нагрузкам проводится широкий спектр лабораторных испытаний для оценки механических, прочностных и акустические характеристики композитов.

Результаты и их обсуждение. Проведена экспериментальная оптимизация рецептуры акустических композитов, содержащих в качестве основного (по объёмному содержанию) натурального компонента – рисовую шелуху (RH), в качестве связующего полимера – эпоксидную смолу (ER), в качестве модифицирующих компонент – два различных типа силикатных и углеродных нанодобавок.

Используемая методология проведения экспериментальной оптимизации основана на исследовании трехкомпонентных систем при помощи метода экстремальных вершинных точек (extreme vertices) для двух серий образцов, отличающихся типом модифицирующих нанодобавок.

Применяемый математический метод позволил сократить объем экспериментов по оптимизации содержания наномодификаторов в полимерной матрице волокнисто-пористого акустического композита по критериям ослабления звуковой энергии.

Разработаны матрицы планирования экспериментов (табл. 1 и 2), изготовлены две группы (по 9 образцов в каждой группе) образцов толщиной 10 мм, диаметр 29 мм (рис. 1) и проведены лабораторные исследования их основных акустических характеристик в диапазоне частот 500-6400 Гц с использованием Standard Test Methods for Normal Incidence Determination Based on the Transfer Matrix Method (ISO 10534-2 и ASTM E2611-19).

Таблица 1

Матрица планирования для оптимизации композита, модифицированного MMR

№	Состав, массовая доля компонентов (г)			α			TL (dB)		
	A(ER)	B ₂ (RH)	C(MMR)	min	max	$f(\alpha_{\max})$, kHz	min	max	$f(TL_{\max})$, kHz
1	4.00	5.9	0.1	0.04	0.72	3.4	0.7	4.0	6.4
2	4.00	5.0	1.00	0.03	0.78	4.3	0.8	4.4	4.0
3	9.90	0.0	0.1	0.05	0.14	1.0	27	39	5.0
4	9.00	0.0	1.00	0.02	0.07	6.4	42	92	2.1
5	6.7	2.7	0.55	0.03	0.92	2.9	2.3	9.1	4.5
6	5.4	4.3	0.32	0.03	0.73	4.7	0.9	4.7	4.6
7	5.4	3.9	0.77	0.04	0.86	3.6	1.4	6.6	4.9
8	8.3	1.4	0.32	0.06	0.10	6.4	40	52	6.2
9	7.9	1.4	0.77	0.02	0.25	1.7	35	48	6.3

Экспериментальные данные, необходимые для построения оптимизационных моделей композитов, модифицированных силикатным нанонаполнителем монтмориллонитом (MMR) и наноразмерными

углеродными трубками (CNT), представлены на рисунках 6 и 7 соответственно для нормального коэффициента звукопоглощения (α) и звукоизоляции (TL).

Таблица 2

Матрица планирования для оптимизации композита, модифицированного CNT

№	Состав, массовая доля компонентов (г)			α			TL (dB)		
	A(ER)	B ₂ (RH)	C(CNT)	min	max	$f(\alpha_{\max})$, kHz	min	max	$f(TL_{\max})$, kHz
1	4.00	5.97	0.030	0.03	0.75	3.8	1.0	3.9	5.2
2	4.00	5.80	0.200	0.05	0.99	2.5	2.7	8.5	4.5
3	9.97	0.00	0.030	0.03	0.16	1.6	23	37	6.4
4	9.80	0.00	0.200	0.02	0.07	6.4	53	73	4.6
5	6.94	2.94	0.115	0.03	0.97	2.2	5.3	11	2.9
6	5.47	4.45	0.073	0.04	0.90	3.3	1.8	6.1	3.7
7	5.47	4.37	0.158	0.04	0.95	3.1	2.0	7.3	4.5
8	8.46	1.47	0.073	0.03	0.57	1.7	17	32	3.7
9	8.37	1.47	0.158	0.09	0.15	0.7	30	46	4.0

Данные таблиц 1 и 2 содержат также данные о частоте максимального звукопоглощения $f(\alpha_{max})$ и звукоизоляции

$f(TL_{max})$ для более полной оценки акустических свойств композитов.



Рис. 1. Фотографии экспериментальных образцов на основе рисовой лузги для проведения испытаний по определению коэффициента звукопоглощения и звукоизоляции: группа образцов из композитов, модифицированных монтмориллонитом (а); группа образцов из композитов, модифицированных углеродными нанотрубками (б)

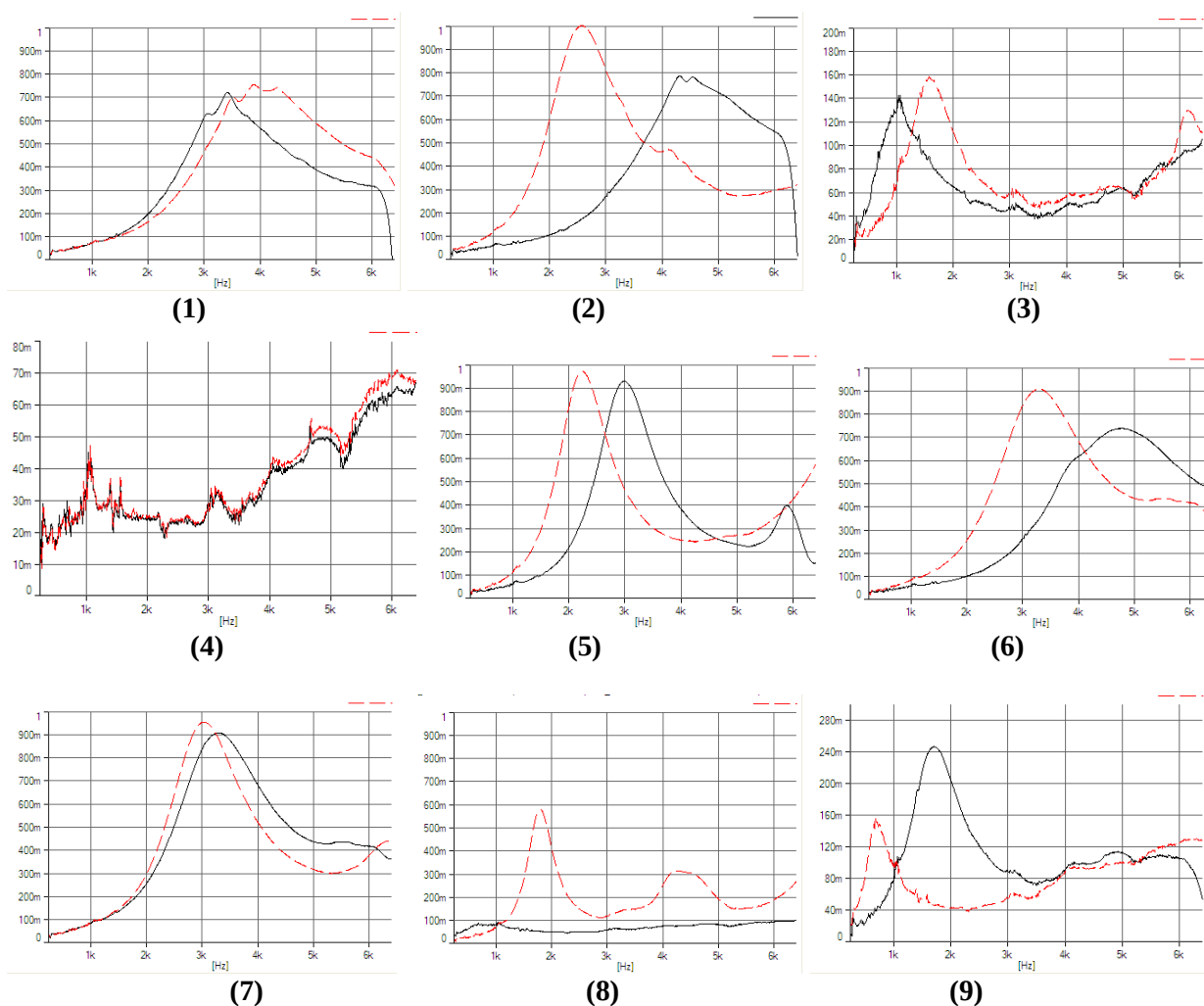


Рис. 2. Сравнительные экспериментальные характеристики звукопоглощения композитов, модифицированных монтмориллонитом (сплошная кривая) и углеродными нанотрубками (пунктирная кривая). Нумерация рисунков соответствует номеру смеси в табл. 1 и 2.

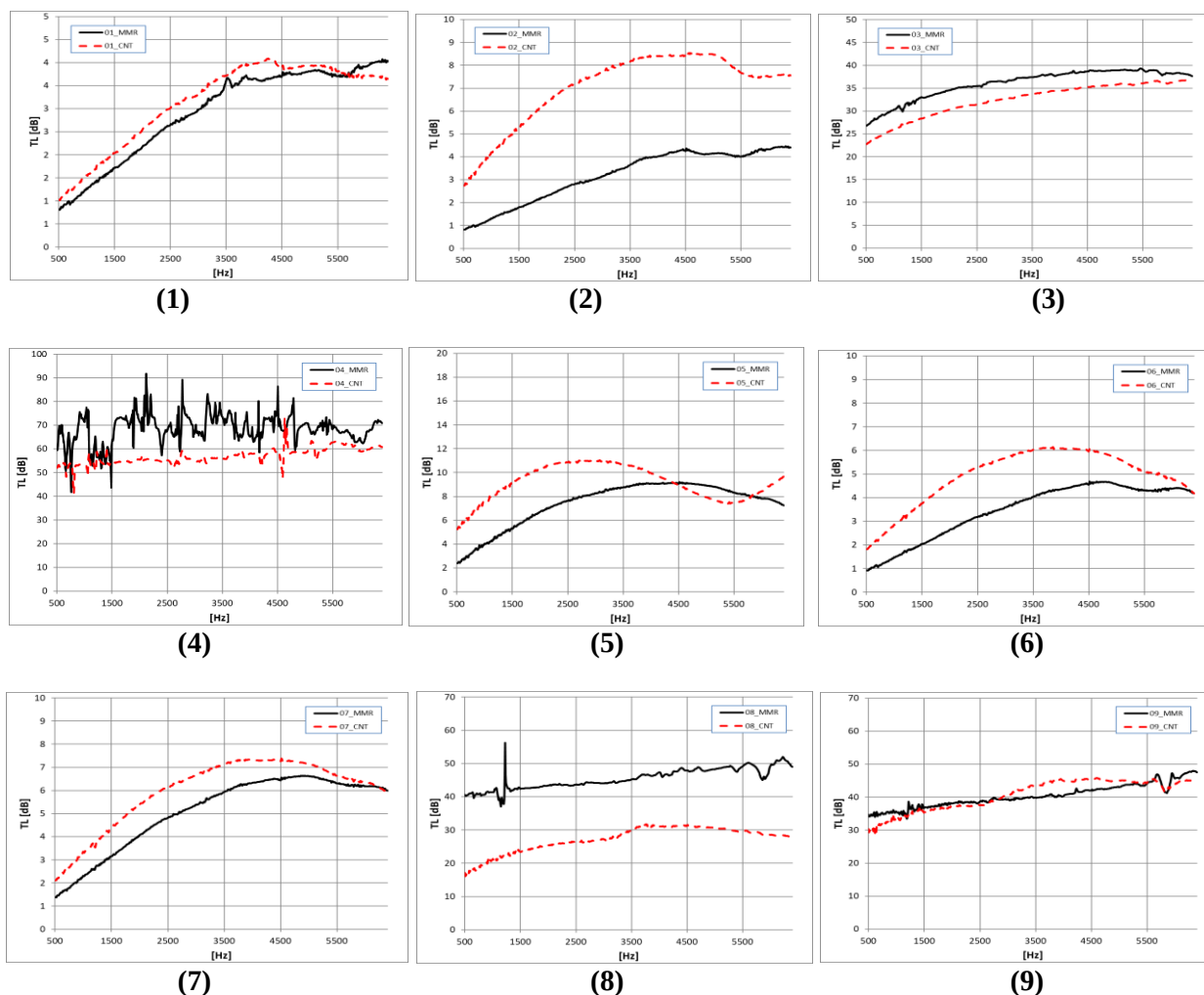


Рис. 3. Сравнительные экспериментальные характеристики звукоизоляции (TL) композитов, модифицированных монтмориллонитом (сплошная кривая) и углеродными нанотрубками (пунктирная кривая). Нумерация рисунков соответствует номеру смеси в табл. 1 и 2.

В таблице 3 приведены составы и акустические свойства композитов.

Таблица 3

Оптимальный состав и прогнозируемые акустические свойства композитов

Состав композита (соотношение долей компонентов)	Целевой диапазон значений		Прогнозируемые значения	
	α	TL (dB)	α	TL (dB)
ER:RH:MMR (59,77: 30,23:10,0)	0.2 – 0.9	8 – 30	0.61	27.05
ER:RH:CNT (58,71: 39,53:1,74)	0.2 – 0.9	8 – 20	0.77	20.04

Закключение. Таким образом, полученный массив экспериментальных данных в сочетании с применяемыми математическими моделями трёхкомпонентных смесей позволяют

с достаточной надёжностью определить рецептурный состав композита, обеспечивающего оптимальный баланс по основным акустическим характеристикам.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.Н. Бухаров, В.П. Сергиенко, В.В. Кожушко, Е.Ф. Кудина, А.С. Тулейко, Р. Янков, М. Датчева, А. Алексиев. Акустические композиты и шумопоглощающие конструкции. Часть I: Экологические безопасные компоненты и нанонаполнители (Обзор) / С.Н. Бухаров, // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т.7, №1. – С. 6-22.
2. Корнеев Ю.В., Емелянов С.В. Лукьянова А.Ю. и др. Исследование влияния дисперсности продуктов переработки рисовой шелухи на свойства эластомерных композитов // Каучук и резина, 2018.- Т.77, №1, с. 22-24.
3. Marques B., Almeida I., et al. Rice husk cement-based composites for acoustic barriers and thermal insulating layers// Journal of Building Engineering 39(2021), pp. 1-16.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Исследование закономерностей формирования эпоксисилоксановых полимерных материалов для применения в осях железобетонных изделий	3
Jo'rayev M.M., Xushvaqto'v S.Y., Xasanova M.A. Yeryong'oq po'stlog'i asosidagi yangi materialning fizik kimyoviy xossalari	6
Жумаева А.А. Модификацияланган базальт билан тўлдирилган ПВХ композицияларини қайта ишлашда уларнинг технологик хоссаларини тадқиқ қилиш ва пластограммалар таҳлили	9
Турабджанов С.М., Кучкарова Н., Юсупова Г., Шамсуддинов Л. Титан (IV) билан КУ-2-8 катионитини модификациялаш шароитларини ва олинган ионитнинг қўлланиш соҳаларини аниқлаш	12
Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Исследование взаимосвязи между структурой эпоксисилоксановых полимерных композиций и их важнейшие эксплуатационные свойства	16
Tursunova D.I., Maksumova O.S. Kislotali gidroliz usuli bilan tovuq patidan sintez qilingan oqsilining xromatografik tahlili	19
Usmonova X.X., Eshtursunov D.A., Botirov S.X., Muxamediyev M.G., Bekchanov D.J. Uzoq tartibdagi ta'sirlashuvga asoslangan ion almashinuvchi materiallar yordamida suvli eritmalaridan Cu(II) ionlarini samarali ajratib olish	23
Sherkulova N., Shodiev D., Khamidova I. Great opportunities to increase the range and competitiveness of silk fabrics	25

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Эргашев Н.Э., Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Негматов Ж.Н., Муродов И.И., Абдукаххаров А.А. Исследование физико-механических свойств композиционных полиэтиленовых материалов триботехнического назначения	28
Berdiyev D.M., Abdullayev B.K., Abdullayev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash	31
Махмадуллаев Ж.О., Джалилов А.Т., Соттикулов Э.С., Соатов С.Ў. Маҳаллий полимер олтингутуртти резина қоришмаларининг реологик хоссаларига бўлган таъсирини ўрганиш	34
Абед Н.С. Исследование влияния минеральных, волокнистых и углеграфитовых наполнителей на физико-механические свойства композиционных полимерных материалов	36
Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Маткаримова Н.С., Носирхужаев С.К., Нуралиев О.У., Исмоилов Ж.Б., Акрамов У.А., Чориев Х.И., Тухтамуродов Ф.Б. Термодинамические основы процесса восстановления оксидов металлов в медных производственных конвертерных шлаках с применением клинкера	40
Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Эргашев Н.Э., Абдукаххаров А.А., Муродов И.И., Бозорбоев Ш.А. Исследование антифрикционно-износостойких композиционных полиэтиленовых материалов применяемых в рабочих органах хлопковых машин и механизмов	46
Абралов М.А., Рауфов Л.М. Повышение износостойкости деталей тяго-дутьевых механизмов нанесением покрытий с переменной твердостью	48
Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Абдукаххаров А.А., Эргашев Н.Э., Муродов И.И., Негматов Ж.Н. Исследование возникновения температуры и заряда статического электричества в зоне трения при фрикционном взаимодействии композиционных полиэтиленовых материалов с хлопко-сырцом	51
Негматов С.С., Абед Н.С., Сергиенко В.П., Улмасов Т.У., Бухаров С.Н., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю. Экспериментальная оптимизация рецептуры, структуры и размерности компонентов по критерию ослабления звуковой энергии	53
Юнусходжаева Х.М., Юнусходжаева Н.Д., Миртолипова Н.Х. Исследования характеристик утепляющих материалов для проектирования теплозащитной одежды	57
Абдуллаев Ф.К., Тураходжаев Н.Д., Махмудов Ф.М., Тўраев А.Н., Йўлдашев О.Ч., Ахмидова М.Э. Исследования износостойкости высокохромистых чугунов	61
Тилабов Б.К. Технологические процессы изготовления качественных металлопрокатных продукции	64
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Axmedova M.E., Nurdinov Z.B. Yuqori bosim ostida ADC12 markali alyuminiy qotishmasidan quyib olingan avtomobil detallarining mexanik va mikrostrukturaviy xossalari tadqiqot qilish	68
Эрматов О.С., Холдоров Б.Б., Ражабов Ё.С., Додаев К.О. Получение новых свойств соусов-паст за счёт добавления муки пророщенной крупы маш (<i>Vigna radiata</i>)а	71