

ВЕСТНИК НАУКИ

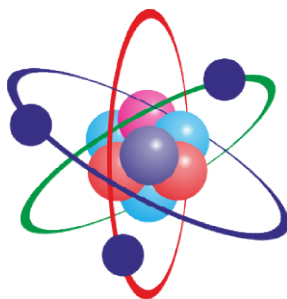
Сборник научных статей по материалам
Международной научно-практической конференции

**ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ,
ОБЩЕСТВА, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОНОМИКИ**



Издательство «НИЦ Вестник науки»

К-155-0



**ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ, ОБЩЕСТВА,
ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОНОМИКИ**

Сборник научных статей по материалам
IV - Международной научно-практической конференции

19 января 2021г.

Уфа, 2021

УДК 001
ББК 72
И73

И73 ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ, ОБЩЕСТВА, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОНОМИКИ / Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции (19 января 2021 г., г. Уфа) / – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2021. – 258 с.

В сборнике представлены материалы IV Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования, общества, производства и экономики», где нашли свое отражение доклады студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников ВУЗов по химическим, техническим, экономическим, филологическим, медицинским и другим наукам. Материалы сборника актуальны для всех интересующихся перспективными и инновационными направлениям развития науки и техники, и могут быть применены при выполнении научно-исследовательских работ, а также в преподавании соответствующих дисциплин.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за интерпретацию и изложение результатов научно-исследовательских работ, подбор и точность приведенных статистических данных, фактов, цитат, подлежащих открытой публикации.

Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

УДК 001
ББК 72

© Корректурa и верстка ООО «НИЦ Вестник науки», 2021
© Коллектив авторов, 2021

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Соловьев Игорь Алексеевич

д.ф.-м.н., профессор, академик Российской академии естественных наук

Колесов Владимир Иванович,

заслуженный работник высшей школы РФ.

Заслуженный деятель науки и образования

РАЕ. д. п. н., Профессор, д. э. н.к, академик

Российской академии естествознания

корпорация ученых и преподавателей,

Академик акмеологии и акмеологических

наук. ЛГУ имени А.С. Пушкина Санкт-

Петербур

Бондарев Борис Владимирович

к.ф.-м.н., доцент

Сонькин Валентин Дмитриевич

д.б.н, профессор, зав.кафедрой физиологии

Оськин Сергей Владимирович

д.т.н., профессор кафедры ЭМиЭП

Токарева Юлия Александровна

д.п.н., профессор

Половения Сергей Иванович

к.т.н. доцент, зав. каф.

Телекоммуникационных систем,

Белорусская государственная академия

связи

Шадманов Курбан Бадриддинович

д.ф.н., профессор

Слободчиков Илья Михайлович

профессор, д.п.н., в.н.с.

Баньков Валерий Иванович

д.б.н., профессор

Фирсова Ирина Валерьевна

д.м.н. доцент, зав. кафедрой

терапевтической стоматологии

Агаркова Любовь Васильевна

д.э.н., профессор

Лапина Татьяна Ивановна

д.б.н, профессор

Хуторова Людмила Михайловна

к.и.н., доцент

Литвиненко Нинель Анисимовна

д.ф.н., профессор кафедры истории

зарубежных литератур

Рязанцев Владимир Евгеньевич

к.м.н., доцент

Рязанцев Евгений Владимирович

к.м.н., доцент

Громова Анастасия Евгеньевна

доцент, кандидат культурологии

Мазина Юлия Ильинична

кандидат искусствоведения

Камзина Надежда Егновна

Кандидат искусствоведения

Гарапшина Лейля Рамилевна

к.соц.н., ассистент кафедры истории,

философии и социологии

Зайцева Екатерина Васильевна

к.с.н., доцент

Дьяков Сергей Иванович

к.психол.н., доцент, доцент кафедры

«Психология» ФГАОУ ВО

«Севастопольский государственный

университет». Севастополь. Крым.

Россия

Шендерей Павел Эдуардович

к.п.н., доцент,

проректор по научной и учебной работе,

Институт менеджмента, маркетинга и

права, г. Тольятти

Ефременко Евгений Сергеевич

зав. каф. Биохимии «Омский

государственный медицинский

университет» Минздрава России,

доцент, к. м. н.

Халиков Альберт Рашитович

(ответственный редактор)

к.ф.-м.н.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	8
О МАТРИЦЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕРМОУПРУГИХ ВОЛН, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ В АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ МОНОКЛИННОЙ СИСТЕМЫ (В СЛУЧАЕ НЕОДНОРОДНОСТИ СРЕДЫ ВДОЛЬ ОСИ X) <i>А.К. Бектазинова, Н.А. Испулов, К.К. Абишев, К.Р. Досумбеков, А.Ж. Жумабеков</i>	8
СЕКЦИЯ 2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	17
САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХА <i>О.В. Манченкова, В.Е. Соколова, О.Н. Сочинская.....</i>	17
ДЕФИЦИТ ОСТЕОТРОПНЫХ МИНЕРАЛОВ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ НЕЗАРАЗНОЙ ПАТОЛОГИИ У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ <i>А.А. Власенко, К.А. Семененко, О.И. Василяди.....</i>	21
СЕКЦИЯ 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	30
ПРОВЕДЕНИЕ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ <i>А.Н. Екимов</i>	30
ОПТИМИЗАЦИЯ СУШКИ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ В БАШЕННОЙ СУШИЛКЕ <i>Л.И. Романов, В.Е. Иванов</i>	33
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И ОСОБЕННОСТЕЙ АНТИРЕЗОНАНСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ <i>А.Д. Терешина.....</i>	37
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ <i>Е.М. Краснов, Д.Л. Харичева.....</i>	42
СЕКЦИЯ 4. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	48
ПРИНЦИПЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ <i>А.Г. Максимов, Н.В. Урюпина, Н.А. Максимов</i>	48
МЕТОДЫ РАЗВЕДЕНИЯ ОВЕЦ <i>А.Г. Максимов, Н.В. Урюпина, Н.А. Максимов</i>	50
ЭКОЛОГИЯ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>А.Г. Максимов, Н.В. Урюпина, Н.А. Максимов</i>	53
ВЛИЯНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ НА ОРГАНИЗМ САМКИ <i>А.Г. Максимов, Н.В. Урюпина, Н.А. Максимов</i>	57

ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЧИСТОПОРОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ <i>А.Г. Максимов, Н.В. Урюпина, Н.А. Максимов</i>	60
СЕКЦИЯ 5. ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ И АРХЕОЛОГИЯ	63
К ВОПРОСУ О ПАТРОЦИНИЯХ В ЭПОХУ ПОЗДНЕЙ АНТИЧНОСТИ <i>А.Ю. Пашкова</i>	63
СЕКЦИЯ 6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	70
ОСОБЕННОСТИ ДОХОДОВ И РАСХОДОВ ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Д.С. Караськова</i>	70
БЮДЖЕТИРОВАНИЕ: СУЩНОСТЬ И РОЛЬ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ <i>А.Х. Ихсанова</i>	76
ОРГАНИЗАЦИЯ БЮДЖЕТНОГО УЧЁТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>А.Н. Моргун</i>	81
АКТУАЛЬНОСТЬ И ФОРМЫ РАЗВИТИЯ НАЛОГОВОГО МОНИТОРИНГА В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ <i>О.Ю. Васильева</i>	85
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «АС-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ» <i>Н.А. Горьковенко, А.В. Жигунова</i>	89
ЦИФРОВАЯ ЭРА <i>С.Г. Денисов</i>	96
ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ <i>П.А. Кирильчик, А.В. Буйко</i>	102
ВЛИЯНИЕ БЕЗРАБОТИЦЫ В ПАКИСТАНЕ НА СОЦИАЛИЗАЦИЮ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ <i>А.В. Седлицкая, В.А. Сычев, Ю.К. Котлярова</i>	106
КВАЛИМЕТРИЯ КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ <i>А.С. Тойдугин</i>	110
КОРПОРАТИВНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА: СИЛА, ПОМОГАЮЩАЯ ПРЕДПРИЯТИЯМ КОНКУРИРОВАТЬ С COVID-19 <i>Хоанг Тхи Ле</i>	115
СЕКЦИЯ 7. ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ	120
ЗНАЧЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЛАНДШАФТА <i>Е.И. Калинин, С.М. Самедова</i>	120

ФИЛОСОФИЯ ОСВОБОЖДЕНИЯ МОЛОДЕЖИ <i>А.П. Зубкова, Е.Е. Пойда</i>	123
ПРОБЛЕМЫ СОЦИОКУЛЬТУРЫ СЕЛЬСКОЙ МОЛОДЕЖИ <i>В.В. Ницета, Е.Е. Пойда</i>	128
ПРИРОДА НРАВСТВЕННОСТИ <i>В.А. Слинко, Е.Е. Пойда</i>	135
СЕКЦИЯ 8. ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ	141
ПРАВО ОБЩЕЙ СОВМЕСТНОЙ СОБСТВЕННОСТИ: ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ <i>А.Д. Долгова</i>	141
МЕТОДЫ АДМИНИСТРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТАМОЖЕННЫХ ОРГАНОВ <i>Н.А. Ронжина, Е.А. Обрядина</i>	147
ПРАВОВАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ПЕРЕВОЗЧИКА В СЛУЧАЕ АВАРИИ <i>О.Ю. Симонова, Н.А. Ронжина, Д.В. Абдулова, Е.А. Лосницкая</i>	153
НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КАДРОВОЙ РАБОТЫ В ОРГАНАХ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ <i>П.А. Шугарова</i>	158
О НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК КОМПОНЕНТЕ СИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ <i>С.В. Богатырев</i>	168
СЕКЦИЯ 9. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	174
АЛИМЕНТНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ РОДИТЕЛЕЙ В ОТНОШЕНИИ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ ДЕТЕЙ <i>Е.В. Новикова</i>	174
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ РЕЧИ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА <i>О.А. Садовнича</i>	177
ИСТОРИЧЕСКИЙ И СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ ВОЕННО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ВС РФ <i>М.В. Краснова, Е.В. Проняева</i>	185
СЕКЦИЯ 10. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	192
АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ШУНТИРОВАНИЯ ПРИ ГИДРОЦЕФАЛИИ <i>Д.А. Говоруха, М.М. Кауров</i>	192
ЛАТИНСКИЙ ЯЗЫК КАК ЯЗЫК МЕДИЦИНЫ <i>В.В. Панина, Е.А. Бардакова</i>	202

ВЛИЯНИЕ ГЛЮТЕНА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА В XXI ВЕКЕ <i>Ю.Н. Пухир, Т.Д. Лосева</i>	205
СЕКЦИЯ 11. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	209
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ КОМПЛЕКСА ГТО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ МОЛОДЕЖИ <i>С.Ю. Хрипунов</i>	209
СЕКЦИЯ 12. СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	213
СОЦИАЛЬНЫЕ И ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ <i>А.В. Иванов</i>	213
СЕКЦИЯ 13. ПОЛИТОЛОГИЯ	219
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К РАБОТЕ С КАДРАМИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ: РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ <i>И.А. Стреченцева, Т.Г. Голубева</i>	219
СЕКЦИЯ 14. АРХИТЕКТУРА	224
ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА В AUTODESK REVIT ARCHITECTURE ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОСЕЛКОВ <i>Е.В. Калинова</i>	224
КОНЦЕПЦИЯ НАЗВАНИЯ ЖИЛОГО РАЙОНА И УЛИЦ ЖИЛОГО РАЙОНА, ОГРАНИЧЕННОГО УЛИЦАМИ ЖЕЛЕЗНЯКОВА И БОТАНИЧЕСКАЯ В ГОРОДЕ ЛИПЕЦК <i>Е.М. Клокова</i>	229
ИГРОВАЯ ПЛОЩАДКА. РОЛЬ В ЖИЗНИ РЕБЕНКА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ ЛОНДОНСКОЙ ДЕТСКОЙ ПЛОЩАДКИ <i>И.Ф. Кабенова</i>	236
СЕКЦИЯ 15. ИНФОРМАТИКА И РОБОТОТЕХНИКА	250
ВЛИЯНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Ю.В. Кленишева, А.А. Бочарова</i>	250

СЕКЦИЯ 1. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 539.3:534.2

**О МАТРИЦЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕРМОУПРУГИХ ВОЛН,
РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ В АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ
МОНОКЛИННОЙ СИСТЕМЫ (В СЛУЧАЕ
НЕОДНОРОДНОСТИ СРЕДЫ ВДОЛЬ ОСИ X)**

А.К. Бектазинова,
магистрант 2 курса, спец. «Физика»

Н.А. Испулов,
к.ф.-м.н., доц., проф.

К.К. Абишев,
к.т.н., доц., проф.

К.Р. Досумбеков,
ст. преп.

А.Ж. Жумабеков,
ст. преп.,

НАО «Торайгыров университет»,
г. Павлодар, Республика Казахстан

Аннотация: В работе исследуется распространение термоупругих волн в анизотропной среде моноклинной системы, с тензорными характеристиками, зависящими от одной из пространственных координат (выбрана ось X). Получена матрица коэффициентов и проведен анализ распространения взаимосвязанных тепловых и упругих (механических) волн в случае неоднородности вдоль оси X.

Ключевые слова: анизотропная среда, моноклинная система, уравнения движения упругой среды, уравнения теплопроводности Фурье, уравнение притока тепла, термоупругие волны, матричный метод

Введение. Исследование закономерностей волновых процессов в упругих средах с термомеханическим эффектом связано с необходимостью решения теоретических и прикладных задач

геофизики, сейсмологии, механики композитных материалов и т.д. Связанные уравнения термоупругости отличаются сложностью и обилием физико-механических параметров. Являясь разделом механики деформируемого твердого тела, теория термоупругости, опираясь на использование определенных физических свойств естественных кристаллов и керамик искусственного происхождения, изучает механику связанных тепловых и механических полей.

Волновые явления в кристаллах, т.е. в средах с ярко выраженной анизотропией целого ряда физических свойств, характеризуются более сложными закономерностями по сравнению с изотропным случаем.

В связи со сказанным, развитие и применение аналитических методов исследования, а также формирование представлений о поведении термоупругих волн в анизотропных средах с учетом термомеханического эффекта являются актуальными.

На основе метода матрицанта [1], ранее рассматривались волновые процессы в упругих анизотропных средах, в анизотропных диэлектрических средах, электромагнитные волны в средах с пьезомагнитным и магнитоэлектрическим эффектом [2, 3], распространение волн в жидких кристаллах и в термоупругих средах [4-7].

Метод исследования – метод матрицанта, который позволяет получать точные аналитические решения дифференциальных уравнений, описывающих распространение электромагнитных и упругих волн в средах с пьезоэлектрическими, пьезомагнитными, термоупругими и термопьезоэлектрическими свойствами.

Основная часть. Распространение термоупругих волн в анизотропных средах описывается уравнениями движения (без учета массовых сил) [8]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{XX}}{\partial X} + \frac{\partial \sigma_{XY}}{\partial Y} + \frac{\partial \sigma_{XZ}}{\partial Z} &= \rho \frac{\partial^2 U_X}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial \sigma_{XY}}{\partial X} + \frac{\partial \sigma_{YY}}{\partial Y} + \frac{\partial \sigma_{YZ}}{\partial Z} &= \rho \frac{\partial^2 U_Y}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial \sigma_{XZ}}{\partial X} + \frac{\partial \sigma_{YZ}}{\partial Y} + \frac{\partial \sigma_{ZZ}}{\partial Z} &= \rho \frac{\partial^2 U_Z}{\partial t^2}, \end{aligned} \quad (1)$$

решаемых совместно с уравнением теплопроводности Фурье и уравнением притока тепла, которые соответственно имеют вид:

$$\lambda_{ij} \frac{\partial \theta}{\partial x_j} = -q_i, \quad (2)$$

$$\frac{\partial q_i}{\partial x_i} = -i\omega \beta_{ij} \varepsilon_{ij} - i\omega \frac{c_\varepsilon}{T_0} \theta, \quad (3)$$

где σ_{ij} – тензор напряжения;

ρ – плотность среды;

λ_{ij} – тензор теплопроводности;

q_i – вектор притока тепла;

ω – круговая частота;

β_{ij} – термомеханические постоянные $\beta_{ij} = \beta_{ji}$;

ε_{ij} – тензор деформации;

c_ε – теплоемкость при постоянной деформации;

$\theta = T - T_0$ – приращение температуры по сравнению с температурой естественного состояния T_0 , принимается допущение, что изменение температуры мало $\left| \frac{\theta}{T_0} \right| \ll 1$ для малых деформаций.

Физико-механические величины связаны соотношением Дюгамеля – Неймана:

$$\sigma_{ij} = c_{ijkl} \varepsilon_{kl} - \beta_{ij} \theta, \quad (4)$$

где c_{ij} – упругие параметры, подчиняющиеся условию симметрии: $c_{ijkl} = c_{jikl} = c_{ijlk} = c_{klij}$; ε_{kl} – тензор малых деформаций Коши $\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i})$.

Уравнения (1)-(4) определяют взаимосвязь механических напряжений и температуры как функции независимых переменных – теплового поля и деформации.

Таким образом, соотношения (1)–(4) составляют замкнутую систему уравнений термоупругости, которая описывает распространение термоупругих волн.

На основе метода разделения переменных в случае гармонической зависимости от времени [1]:

$$\begin{aligned} [U_i(x, y, z, t); \sigma_{ij}(x, y, z, t); \theta; q_z] \\ = [U_i(z), \sigma_{ij}(z), \theta; q_z] e^{i(\omega t - mx - ny)}. \end{aligned} \quad (5)$$

Система уравнений (1)-(4) приводится к системе дифференциальных уравнений 1-го порядка с переменными

коэффициентами, описывающей распространение гармонических волн:

$$\frac{d\vec{W}}{dz} = B\vec{W}. \quad (6)$$

Здесь $B = B[c_{ijkl}(z), \beta_{ij}(z), \omega, m, n]$ - матрица коэффициентов, элементы которой содержат в себе параметры среды, в которой распространяются термоупругие волны; m, n -компоненты волнового вектора \vec{k} .

Вектор \vec{W} имеет вид:

$$\vec{W}(x, y, z, t) = [u_z(z), \sigma_{zz}, u_x(z), \sigma_{xz}, u_y(z), \sigma_{yz}, \theta, q_z]^t \exp(i\omega t - imx - iny). \quad (7)$$

Символ t означает операцию транспонирования вектора – строки в вектор – столбец.

Неоднородность среды предполагается вдоль оси X . При построении матрицы коэффициентов B используется представление решения в виде (5), из системы уравнений (1)-(4) выделяются производные по X и исключаются компоненты тензора напряжения, не входящие в граничные условия. Множитель $\exp(i\omega t - imx - iny)$ всюду опущен.

Для анизотропной среды моноклинной сингонии характерно наличие оси симметрии второго порядка. Структуры матрицы B и вектор – столбец граничных условий в объемном случае для моноклинной сингонии в случае оси симметрии второго порядка ($z||A_2$) и неоднородности вдоль оси X :

$$B = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & 0 & b_{17} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & b_{26} & 0 & 0 \\ b_{24} & b_{14} & b_{33} & b_{34} & b_{35} & 0 & b_{37} & 0 \\ 0 & b_{13} & b_{43} & b_{33} & b_{45} & b_{46} & b_{47} & 0 \\ b_{26} & 0 & b_{46} & 0 & b_{55} & b_{56} & 0 & 0 \\ 0 & b_{15} & b_{45} & b_{35} & b_{65} & b_{55} & b_{67} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{78} \\ 0 & -i\omega b_{17} & -i\omega b_{37} & 0 & -i\omega b_{47} & 0 & b_{87} & 0 \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Ось Z параллельна оси симметрии второго порядка.

Элементы b_{ij} матрицы имеют следующий вид:

$$b_{12} = c_{66} / \delta; b_{13} = inb_3; b_{15} = ila; b_{14} = -c_{16} / \delta;$$

$$b_{17} = \left(1 + \frac{c_{12}^2}{\delta}\right) \frac{\beta_{11} + \beta_{12}}{c_{11}};$$

$$b_{21} = -\omega^2 \rho; b_{24} = in; b_{26} = il;$$

$$b_{33} = ind; b_{34} = \frac{c_{11}}{\delta}; b_{35} = ilc;$$

$$b_{37} = \frac{c_{16}(\beta_{11} + \beta_{12})}{\delta};$$

$$b_{43} = l^2 \left(c_{44} - \frac{c_{45}^2}{c_{55}} \right) + n^2 (c_{11}c_{12}b - c_{26}d) - \omega^2 \rho;$$

$$b_{45} = nl \left(c_{23} + c_{44} - bc_{13} - dc_{36} - \frac{c_{45}^2}{c_{55}} \right);$$

$$b_{47} = \frac{1}{\delta c_{11}} \left[(\delta + c_{16})(\beta_{11} + \beta_{12})c_{12} - \delta c_{11}(\beta_{12} + \beta_{22}) - \right. \\ \left. - c_{11}c_{16}c_{26}(\beta_{11} + \beta_{12}) \right];$$

$$b_{46} = ilc_{45}/c_{55};$$

$$b_{55} = \frac{inc_{45}}{c_{55}};$$

$$b_{56} = \frac{1}{c_{55}};$$

$$b_{65} = l^2 (c_{33} - ac_{13} - cc_{16}) + n^2 \left(c_{44} - \frac{c_{45}^2}{c_{55}} \right) - \omega^2 \rho;$$

$$b_{67} = \frac{1}{\delta c_{11}} [(\delta c_{13} + c_{13}c_{16}^2 - c_{11}c_{16}c_{36})(\beta_{11} + \beta_{12}) - \delta c_{11}\beta_{33}]; b_{78} = \\ - \frac{1}{\lambda_{11}};$$

$$b_{87} = -i\omega \left(1 + \frac{c_{16}^2}{\delta}\right) \frac{\beta_{11} + \beta_{12}}{c_{11}};$$

$$\delta = c_{11}c_{66} - c_{16}^2;$$

$$a = \frac{c_{13}c_{66} - c_{16}c_{36}}{\delta};$$

$$b = \frac{c_{12}c_{66} - c_{16}c_{26}}{\delta};$$

$$c = \frac{c_{11}c_{36} - c_{13}c_{16}}{\delta};$$

$$d = \frac{c_{11}c_{26} - c_{12}c_{16}}{\delta}.$$

Из структур матриц коэффициентов (8) следует, что в пространственном случае упругие волны различной поляризации взаимосвязаны между собой и с тепловой волной (наличие коэффициентов b_{17} , b_{26} , b_{35} , b_{37} , b_{45} , b_{47} , b_{67}).

Отличные от нуля элементы матрицы B – b_{13} , b_{24} определяют взаимную трансформацию продольной и поперечной X – поляризованной волн. Элементы b_{15} , b_{26} описывают взаимосвязь поперечной Y -поляризации с продольной волной. Отличный от нуля элемент b_{45} определяет взаимную трансформацию между волнами поперечной поляризации.

При распространении термоупругих волн в плоскости XZ ($n=0$) матрица коэффициентов (8) имеет вид:

$$B' = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 & b_{17} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & 0 \\ b_{24} & 0 & 0 & b_{34} & 0 & 0 \\ 0 & b_{13} & b_{43} & 0 & b_{47} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{78} \\ 0 & -i\omega b_{17} & -i\omega b_{47} & 0 & b_{87} & 0 \end{pmatrix};$$

$$B'' = \begin{pmatrix} 0 & b_{34} \\ b_{65} & 0 \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Из матрицы (9) следует, что упругая продольная волна Z -поляризации и упругая поперечная X -поляризации связаны и обладают термоупругим эффектом, т.е. являются затухающими), это доказывает наличие в структуре коэффициентов b_{17} , b_{47} , b_{78} , b_{87}), поперечная волна Y - поляризации является незатухающей, т.к. выделяется отдельной матрицей 2-го порядка.

Элементы матриц коэффициентов (9) имеют вид:

$$b_{12} = \frac{1}{c_{11}}; b_{13} = \frac{c_{12}}{c_{11}} im; b_{17} = \frac{\beta_{11}}{c_{11}};$$

$$b_{21} = -\omega^2 \rho; b_{24} = im;$$

$$\begin{aligned}
 b_{34} &= \frac{I}{c_{44}}; b_{43} = \left(c_{11} - \frac{c_{12}^2}{c_{11}} \right) m^2 - \omega^2 \rho; \\
 b_{47} &= \left(\frac{c_{13}}{c_{33}} \beta_{11} - \beta_{11} \right) im; \\
 b_{65} &= -c_{44} m^2 - \omega^2 \rho; \\
 b_{78} &= -\frac{1}{\lambda_{33}}; \\
 b_{87} &= -i\omega \left(\frac{\beta_{11}^2}{c_{11}} + \frac{c_\varepsilon}{T_0} \right).
 \end{aligned}$$

В плоскости YZ ($m=0$) структура (8) примет следующий вид:

$$B' = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & b_{15} & 0 & b_{17} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{26} & 0 & 0 \\ b_{26} & 0 & 0 & b_{34} & 0 & 0 \\ 0 & b_{15} & b_{65} & 0 & b_{67} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{78} \\ 0 & -i\omega b_{17} & -i\omega b_{67} & 0 & b_{87} & 0 \end{pmatrix};$$

$$B'' = \begin{pmatrix} 0 & b_{34} \\ b_{43} & 0 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Из данных матриц коэффициентов можно сделать вывод, что Y-поперечная и Z – продольная упругие волны подвержены термоупругому эффекту и затухают (наличие коэффициентов b_{17} , b_{67} , b_{78} , b_{87}), X – упругая поперечная волна распространяется независимо и не затухает, откуда следует, что Y – упругая поперечная волна не подвержена термомеханическому эффекту. Этот факт известен из экспериментальных исследований [9]. Эти исследования говорят об отсутствии термоупругого эффекта у одномерных волн поперечной поляризации и наличия термоупругого эффекта у продольной волны. При распространении по образцу упругой продольной волны между областями сжатия и растяжения будут возникать градиенты температуры. Это приведет к потоку тепла и в

результате к диссипации энергии, т.е. к затуханию волны, которое зависит от частоты.

Заключение. В статье, для термоупругих волн, распространяющихся в анизотропной среде моноклинной системы, построена матрица коэффициентов в объемном случае и проведен анализ матриц коэффициентов. Получены структуры матриц коэффициентов при распространении термоупругих волн в анизотропных средах вышеперечисленных классов в плоскости XZ и YZ, определены типы волн и взаимная трансформация волн различной поляризации.

Данная работа выполнена в рамках научно-исследовательского гранта AP08856290, финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список литературы

[1] Тлеуменов С.К. Метод матрицанта. / С.К. Тлеуменов. – Павлодар, ПГУ им. С. Торайгырова, 2004. 172 с.

[2] О поверхностных волнах в пьезомагнитных средах. / С.К. Тлеуменов, Т.С. Досанов, Н.А. Испулов, А.Д. Гутенко [и др.]. // Материалы Международной конференции «Инновационные подходы к решению технико-экономических проблем». – Москва, 2019. 104-110 с.

[3] Tleukenov S.K. Propagation of electromagnetic waves in anisotropic magnetoelectric medium. / S.K. Tleukenov, M.K. Zhukenov, N.A. Ispulov. // Bulletin of the university of karaganda-physics. 2019. Vol. 2. Iss. 94. 29-34 pp.

[4] Тлеуменов С.К. Изучение распространения электромагнитных волн в жидких холестерических кристаллах. / С.К. Тлеуменов, К.Р. Досумбеков. // Вестник ПГУ, серия физико-математическая. – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2004. № 4. 148 с.

[5] Reflection of thermoelastic wave on the interface of isotropic half-space and tetragonal syngony anisotropic medium of classes 4, 4/m with thermomechanical effect. / N.A. Ispulov, A. Qadir, M.A. Shah, K. Ainur [et al.]. // CHINESE PHYSICS B, Number of article: 038102, DOI: 10.1088/1674-1056/25/3/038102 – 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.researchgate.net/>

publication/294682450_reflection_of_thermoelastic_wave_on_the_interface_of_isotropic_half-space_and_tetragonal_syngony_anisotropic_medium_of_classes_4_4m_m_m_with_thermomechanical_effect. (дата обращения: 15.01.2021).

[6] The Propagation of Thermoelastic Waves in Anisotropic Media of Orthorhombic, Hexagonal, and Tetragonal Syngonies. / N.A. Ispulov, A. Qadir, M.A. Shah, K. Ainur [et al.]. // ADVANCES IN MATHEMATICAL PHYSICS, Number of article: 4898467, DOI: 10.1155/2017/4898467 – 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35711935>. (дата обращения: 15.01.2021).

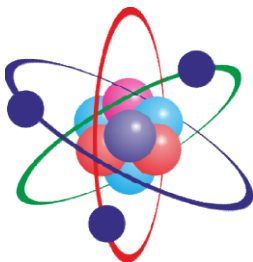
[7] The Analytical Form of the Dispersion Equation of Elastic Waves in Periodically Inhomogeneous Medium of Different Classes of Crystals. / N.A. Ispulov, A. Qadir, M.A. Shah, K. Ainur [et al.]. // ADVANCES IN MATHEMATICAL PHYSICS. Number of article: 5236898, DOI: 10.1155/2017/5236898 – 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <https://downloads.hindawi.com/journals/amp/2017/5236898.pdf>. (дата обращения: 15.01.2021).

[8] Новацкий В. Теория упругости. / В. Новацкий – М.: Мир, 1986. 556 с.

[9] Труэлл Р. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. / Р. Труэлл, Ч. Эльбаум, Б. Чик. – М.: Мир, 1972. 307 с.

© А.К. Бектазинова, Н.А. Испулов, К.К. Абишев,
К.Р. Досумбеков, А.Ж. Жумабеков, 2021

Издательство «НИЦ Вестник науки»



**ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ, ОБЩЕСТВА,
ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОНОМИКИ**

Сборник научных статей по материалам
IV Международной научно-практической конференции

г. Уфа 19 января 2021

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Изображение на обложке предоставлено сайтом <https://pixabay.com>
лицензия Simplified Pixabay License

Формат 60×84 1/16
Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 15,8