



XII GLOBAL SCIENCE

AND INNOVATIONS 2021: CENTRAL ASIA

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC-
PRACTICAL JOURNAL**



Nur-Sultan, Kazakhstan



**ОБЪЕДИНЕНИЕ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ
В ФОРМЕ АССОЦИАЦИИ
«ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ «БОБЕК»
КОНГРЕСС УЧЕНЫХ КАЗАХСТАНА**

ISSN 2664-2271



НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
eLIBRARY.RU



РИНЦ

**«ГЛОБАЛЬНАЯ НАУКА И ИННОВАЦИЯ 2021:
ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ»**

№ 1(12). Февраль 2021
СЕРИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»
Журнал основан в 2018 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
Ж.Малибек, профессор;
Ж.Н.Калиев к.п.н.;
Лю Дэмин (Китай),
Е.Л. Стычева, Т.Г. Борисов (Россия)
Заместители главного редактора: **Е. Ешім, Е. Абиєв (Казахстан)**



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. H. Kromer. Proposed Negative - Mass Microwave Amplifier. Pphys. Rev. Lett. 109. №5, 1958, p.1856
2. H. Kromer. The Physical Principle a Negative – Mass Amplifier. Proc.IRE, 1959, p.397-406
3. И.М.Цидильковский. Электроны и дырки в полупроводниках. М.1972.
4. G.C.Dousmanis. Proposal for delection of Negative – Mass carriers by cyclotron resonance. Pphys. Rev. Lett. v.1, №2, 1958. p.
5. G.C.Dousmanis, R.C.Duncan, Ir.I.I.Thomas and R.C.Williams Experimental Evidence for carriers with Negative – Mass. Pphys. Rev. Lett. v.1, №1, p.404, 1958
6. Ю.М.Каган. Циклотронный резонанс в германии и кремнии. Роль отрицательных эффективных масс. ЖЭТФ. 38, 1854, 1960
7. R. Williams, F. Herman. Cyclotron Resonance of Non-Equilibrium Carrier Distributions p.599-603 Proc.Intern.conf.Semicond physics. Prague,1960.

УДК539.3:534.2

**О РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЛН В АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ
ТРИКЛИННОЙ СИСТЕМЫ**

Бектазинова Анара Копкельдиновна

магистрант специальности "Физика" НАО "Торайгыров университет",
г. Павлодар, Казахстан

Научный руководитель - Испулов Нурлыбек Айдаргалиевич

НАО "Торайгыров университет", г. Павлодар, Казахстан

Жумабеков Алмар Жумагалиевич

НАО "Торайгыров университет", г. Павлодар, Казахстан

Досумбеков Кайрат Рахметоллович

НАО "Торайгыров университет", г. Павлодар, Казахстан

***Аннотация:** В данной работе на основе метода матрицанта [1] рассмотрено построение системы дифференциальных уравнений 1-го порядка и вытекающей из нее матрицы коэффициентов для термоупругих волн, распространяющихся в анизотропной среде триклинной системы. Построена структура матрицанта уравнений движения термоупругих волн в объемном случае. Данная среда обладает самой низкой симметрией и обладает 21-ю упругими и 9-ю термомеханическими параметрами.*

***Ключевые слова:** анизотропная среда, триклинная система, термоупругие волны, уравнения движения, уравнения притока тепла, уравнение теплопроводности, периодическая структура, матрицант.*

Введение

Термоупругость описывает широкий круг явлений, являясь обобщением классической теории упругости и теории теплопроводности. В настоящее время термоупругость является вполне законченной областью в случае изотропной среды: записаны основные зависимости и дифференциальные уравнения, предложено несколько



методов решения уравнений термоупругости, доказаны основные энергетические и вариационные теоремы, решено несколько задач по распространению термоупругих волн. В настоящее время, наибольший интерес представляет распространение термоупругих волн в анизотропных средах. Это представлено в данной статье.

В данной статье на основе метода матрицанта [1] рассмотрено построение системы дифференциальных уравнений 1-го порядка и вытекающей из нее матрицы коэффициентов для термоупругих волн, распространяющихся в анизотропной среде триклинной системы.

На основе метода матрицанта рассматривались волновые процессы в упругих анизотропных средах, в анизотропных диэлектрических средах, волны в анизотропных пластинах, электромагнитные волны в средах с магнитоэлектрическим эффектом [2-5], волны в жидких кристаллах, распространение волн в термоупругих средах [6-8].

1. Определяющие соотношения

Анализ распространения термоупругих (связанных тепловых и упругих волн) в анизотропных средах основывается на совместном решении уравнений движения [9]:

$$\sigma_{ij,j} = \rho \ddot{U}_i \quad (1)$$

или в покомпонентной форме

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial X} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial Y} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial Z} = \rho \frac{\partial^2 U_x}{\partial t^2} \quad (1)'$$

$$\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial X} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial Y} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial Z} = \rho \frac{\partial^2 U_y}{\partial t^2}$$

$$\frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial X} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial Y} + \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial Z} = \rho \frac{\partial^2 U_z}{\partial t^2}$$

уравнения теплопроводности Фурье:

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

уравнения притока тепла:

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

где σ_{ij} - тензор напряжения, ρ - плотность среды, λ_{ij} - тензор теплопроводности, q_i - вектор притока тепла, ω - круговая частота, β_{ij} - термомеханические параметры, ε_{ij} - тензор малых деформаций Коши, c_ε - теплоемкость при постоянной деформации, $\theta = T - T_0$ - приращение температуры по сравнению с температурой естественного состояния T_0 , $\left| \frac{\theta}{T_0} \right| \ll 1$ для малых деформаций.



Физико-механические величины связаны соотношением Дюгамеля-Неймана:

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

Для *триклинной системы (системы)* оси произвольны, число упругих постоянных равно 21, а термомеханических параметров – 9. В матричном виде соотношение Дюгамеля - Неймана (4) для триклинной системы имеет вид:

$$\begin{pmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{zz} \\ \sigma_{yz} \\ \sigma_{xz} \\ \sigma_{xy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} \\ c_{12} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} \\ c_{13} & c_{23} & c_{33} & c_{34} & c_{35} & c_{36} \\ c_{14} & c_{24} & c_{34} & c_{44} & c_{45} & c_{46} \\ c_{15} & c_{25} & c_{35} & c_{45} & c_{55} & c_{56} \\ c_{16} & c_{26} & c_{36} & c_{46} & c_{56} & c_{66} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} \\ \beta_{12} & \beta_{22} & \beta_{23} \\ \beta_{13} & \beta_{23} & \beta_{33} \end{pmatrix} \theta \quad (4)'$$

где

c_{ijkl} - упругие параметры анизотропной среды триклинной системы;

β_{ij} -термомеханические параметры.

2. Система дифференциальных уравнений 1 порядка

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

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

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

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 $\vec{W}(x, y, z, t) = [u_z(z), \sigma_{zz}, u_x(z), \sigma_{xz}, u_y(z), \sigma_{yz}, \theta, q_z]^t \exp(i\omega t - imx - iny)$ - вектор-столбец. Символ t означает операцию транспонирования вектора - строки в вектор – столбец.

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



Матрица коэффициентов в объемном случае для триклинной системы имеет вид:

$$B = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} & b_{17} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & b_{26} & 0 & 0 \\ b_{24} & b_{14} & b_{33} & b_{34} & b_{35} & b_{36} & b_{37} & 0 \\ 0 & b_{13} & b_{43} & b_{33} & b_{45} & b_{46} & b_{47} & 0 \\ b_{26} & b_{16} & b_{46} & b_{36} & b_{55} & b_{56} & b_{57} & 0 \\ 0 & b_{15} & b_{45} & b_{35} & b_{65} & b_{55} & b_{67} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{78} \\ 0 & -i\omega b_{17} & -i\omega b_{37} & \omega b_{47} & -\omega b_{57} & -\omega b_{67} & b_{87} & 0 \end{bmatrix}$$

Из структуры матрицы коэффициентов следует, что в пространственном случае упругие волны различной поляризации и тепловые волны взаимосвязаны. Связь тепловой волны с упругими волнами характеризуется коэффициентом b_{17} , который равен

$$b_{17} = \frac{(c_{45}^2 - c_{44}c_{55})(\beta_{13} + \beta_{23} + \beta_{33})}{a}$$

Взаимосвязь упругих волн различной поляризации определяется наличием и расположением в матрице коэффициентов - b_{37} , b_{47} , b_{57} , соответственно равные:

$$b_{37} = \frac{(c_{35}c_{44} - c_{34}c_{45})(\beta_{13} + \beta_{23} + \beta_{33})}{a};$$

$$b_{47} = -i \left(\frac{c_{34}^2\beta_{13} + c_{33}(c_{45}\beta_{23} - c_{44}\beta_{13}) + c_{35}c_{44}\beta_{33} - c_{34}(c_{35}\beta_{23} + c_{45}\beta_{33})}{a} \right);$$

$$b_{57} = -\frac{(c_{35}c_{45} - c_{34}c_{55})(\beta_{13} + \beta_{23} + \beta_{33})}{a};$$

где

$$a = c_{35}^2c_{44} - 2c_{34}c_{35}c_{45} + c_{34}^2c_{55} + c_{33}(c_{45}^2 - c_{44}c_{55})$$

Малое количество нулей в матрице коэффициентов говорит о низкой симметрии анизотропной среды триклинной системы.

3. Структура матрицанта

Построение структуры матрицанта основано на его представлении в форме экспоненциального матричного ряда [10]:

$$T = E + \int_0^z B dz_1 + \int_0^z \int_0^{z_1} B(z_1)B(z_2) dz_1 dz_2 + \dots \quad (7)$$

И аналогичном представлении обратного матрицанта T^{-1}

$$T^{-1} = E - \int_0^z B dz_1 + \int_0^z \int_0^{z_1} B(z_2)B(z_1) dz_1 dz_2 - \dots \quad (8)$$



Матричные ряды (7), (8) представимы в виде сумм матриц

$$T = \sum_{n=0}^{\infty} T_{(n)}, T^{-1} = \sum T_{(n)}^{-1} \quad (9)$$

Структура матрицанта в случае распространения термоупругих волн в кристаллах триклинной системы в объемном случае определена в виде:

$$T^{-1} = \begin{pmatrix} t_{22} & -t_{12} & -t_{42} & t_{32} & -t_{62} & t_{52} & t_{82} & -t_{72} \\ -t_{21} & t_{11} & t_{41} & -t_{31} & t_{61} & -t_{51} & -t_{81} & t_{71} \\ -t_{24} & t_{14} & t_{44} & -t_{34} & t_{64} & -t_{54} & -t_{84} & t_{74} \\ t_{23} & -t_{13} & -t_{43} & t_{33} & -t_{63} & t_{53} & t_{83} & -t_{73} \\ -t_{26} & t_{16} & t_{46} & -t_{36} & t_{66} & -t_{56} & -t_{86} & t_{76} \\ t_{25} & -t_{15} & -t_{45} & t_{35} & -t_{65} & t_{55} & t_{85} & -t_{75} \\ t_{28} & -t_{18} & -t_{48} & t_{38} & -t_{68} & t_{58} & t_{88} & -t_{78} \\ -t_{27} & t_{17} & t_{47} & -t_{37} & t_{67} & -t_{57} & -t_{87} & t_{77} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Структура матрицанта есть зависимость между элементами прямого и обратного матрицанта в форме (7)-(8) и все следствия, вытекающие из него, а также зависимость между элементами T и T^{-1} , следующие из тождества [10]:

$$TT^{-1} = T^{-1}T = E \quad (11)$$

где

E -единичная матрица.

Таким образом, в работе построена система дифференциальных уравнений 1-го порядка, описывающая распространение термоупругих волн в анизотропных средах триклинной системы, а знание структуры матрицы коэффициентов в этой системе позволяет определить связь между волнами различной поляризации, в данном случае определить связь упругих и тепловых волн, т.е. наличие термоупругого эффекта. Построена структура матрицанта уравнений движения термоупругих волн в объемном случае.

Данная работа выполнена в рамках научно-исследовательского гранта АР08856290, финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Глеуконов С.К. Метод матрицанта. Павлодар, НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2004, 148 с.
2. Глеуконов С.К., Бобеев А.Б., Сабитова Д.С. Уравнение дисперсии электромагнитных волн в слое с магнитоэлектрическим эффектом // Труды школы-семинара «Волны-2016». Физика и применение микроволн. Электродинамика, 2016. Т.6. - С. 75-77.
3. Глеуконов С.К., Жукенов М.К. О едином описании поверхностных волн и волн Лембовского типа. Материалы III международной научно-практической конференции «Математическое моделирование механических систем и физических процессов» – Алматы, 2016 – С. 174-175.



4. Тлеукунов С.К., Досанов Т.С., Испулов Н.А., Гутенко А.Д., Досумбеков К.Р. О поверхностных волнах в пьезомагнитных средах. Материалы Международной конференции «Инновационные подходы к решению технико-экономических проблем», г. Москва, С. 104-110.

5. Tleukenov, S. K.; Zhukenov, M. K.; Ispulov, N. A. Propagation of electromagnetic waves in anisotropic magnetolectric medium. BULLETIN OF THE UNIVERSITY OF KARAGANDA-PHYSICS Volume: 2 Issue: 94 Pages: 29-34. Published: 2019.

6. Ispulov, N. A. Qadir, A., Shah, M. A., Seythanova, Ainur K., Kissikov, T. G., Arinov, E. Reflection of thermoelastic wave on the interface of isotropic half-space and tetragonal syngony anisotropic medium of classes 4, 4/m with thermomechanical effect, CHINESE PHYSICS B, Number of article: 038102, DOI: 10.1088/1674-1056/25/3/038102 – 2016.

7. Ispulov, N. A. Qadir, A., Zhukenov, M. K., Arinov, E., The Propagation of Thermoelastic Waves in Anisotropic Media of Orthorhombic, Hexagonal, and Tetragonal Syngonies, ADVANCES IN MATHEMATICAL PHYSICS, Number of article: 4898467, DOI: 10.1155/2017/4898467 – 2017.

8. Ispulov, N. A. Qadir, A., Zhukenov, M. K., Dossanov, T. S. Kissikov, T. G. The Analytical Form of the Dispersion Equation of Elastic Waves in Periodically Inhomogeneous Medium of Different Classes of Crystals. ADVANCES IN MATHEMATICAL PHYSICS. Number of article: 5236898, DOI: 10.1155/2017/5236898 - 2017.

9. Новацкий В. Теория упругости. - М.: Мир, 1986, 556 с.

10. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1988, 552 с.

УДК 539.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН САМОУПРОЧНЕНИЯ МАРГАНЦОВИСТЫХ СТАЛЕЙ

Фадеев Тимур Владимирович, Сапрыкин Дмитрий Николаевич, Бердюгин Александр Николаевич, Жомартқан Нұрасыл Қайратұлы.

Аспирант 1 курс спец. – Технологии материалов

Научный руководитель – Квеглис Людмила Иосифовна

Устькаменогорск, Казахстан.

Аннотация: Марганцовистые литейные стали марок 110Г13Л и 20ГЛ применяемые в производстве изделий для нужд железнодорожного транспорта и других отраслях промышленности, исследованы достаточно широко. Однако, остаются невыясненными следующие вопросы:

- природа самоупрочнения сталей при ударном нагружении;
- структура, сформированная в зоне сдвиговой деформации;
- причины локального изменения намагниченности в условиях ударной нагрузки.

Ключевые слова: марганцовистые стали, самоупрочнение, сталь Гадфильда, трансмутация металлов.

Цель работы - выявление природы самоупрочнения марганцовистых сталей и разработка технологических методов управления этим явлением.

Образцы и методы исследования



СОДЕРЖАНИЕ
CONTENT

Олимов Хамид Хайдарович, Собиров Комил Содик ўғли, Бозорова Мунира Шавкатовна (Бухоро, Ўзбекистон)	3
Мадалиев Муродил Эркинжон угли (Фергана, Ўзбекистон)	8
Асқаров Илияс Асқарұлы (Нұр-Сұлтан, Қазақстан)	14
Yechshanova Rupiya Kadyrbekkyzy (Nur-Sultan, Kazakhstan)	19
Сырлыбаева Гулбану Аскарбаевна (Алматы, Қазақстан)	25
Қанибайқызы Құндызай (Қызылорда, Қазақстан)	29
Э.М.Керимова, Н.З.Гасанов, А.А.Исмаилов, С.Х.Умаров*, А.А.Исмаилов** (Баку, Азербайджан)	33
¹ Umarov S. Kh., ² Gasanov N. Z., ¹ Khozhiyev T. S. (Baku, Azerbaijan)	39
Тоқтарқажина Азиза Тоқтарқажықызы (Алматы, Қазақстан)	44
Ералиев С.Е ¹ , Шуакаев М.К ² , Бердіахмет И, Асил А. (Алматы, Қазақстан)	49
Әлдіғұл Айгерім Жасқайратқызы (Атырау, Қазақстан)	53
Шертайлақов Ғайрат Мурадович, Қосимов Ориф Фахриддин ўғли, Эшонқулова Мадина Носир қизи (Жиззах, Ўзбекистон)	57
Сапарова Динара Масалімқызы, Сарсенова Алия Куламановна (Алматы, Қазақстан).....	61
Фадеев Тимур Владимирович, Сапрыкин Дмитрий Николаевич, Бердюгин Александр Александрович, Жомартхан Нұрасыл (Усть-Каменогорск, Қазақстан).....	66
Акиева Айжан Бейсембиевна, Наурызбаева Фаруза Найманкановна (Өскемен, Қазақстан)	72
Аккуленова Сақыпжамал Тохтарбаевна (Алматы облысы, Қазақстан)	74
Сағынова Ардақ Әділбекқызы (Нур-Султан, Қазақстан)	82
Әбдиева Гүлім Сайлаубекқызы (Өскемен, Қазақстан)	86
Казангапова Баян Алькеновна, Алмырза Ақарыс, Алмырза Алма (Алматы, Қазақстан).....	92
Бигожа Ондасын Дарменулы (Ақтау, Қазақстан)	97
Бектазинова Анара Копкельдиновна (Павлодар, Қазақстан)	101
Фадеев Тимур Владимирович, Сапрыкин Дмитрий Николаевич, Бердюгин Александр Николаевич, Жомартқан Нұрасыл Қайратұлы (Устькаменогорск, Қазақстан)	106
Клеверова Валерия, Бакиржанқызы Айгерім (Шымкент, Қазақстан)	111
Ильясова Лаззат Кучкаровна (Алматы, Қазақстан)	115
Кунбасова Замзагул Жунисбековна (Алматы облысы, Қазақстан)	120
Мендібаева Айгүл Қуанышбайқызы (Қызылорда, Қазақстан)	123
Имомов Рўзибой Карамат ўғли (Тошкент, Ўзбекистон)	126
Садриддинов П.Б., Исматов У.Б. (Душанбе, Таджикистан)	129
Жубанова Жулдыз Маратовна (Атырау, Қазақстан)	131
Қаюмов Ш., Марданов А.П., Хайтов Т.О., Каюмов А.Б. (Ташкент, Ўзбекистон).....	134
Зияталы Қымбат Ержанқызы, Жұмабекова Айжан, Абдукаримова Дильноза (Алматы, Қазақстан)	138



Научное издание

МАТЕРИАЛЫ

Международного научно-методического

журнала

**«GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2021:
CENTRAL ASIA»**

Сборник научных статей

Ответственный редактор – Е. Абиев

Технический редактор – Е. Ешим

Подписано в печать 08.02.2021

Формат 190x270. Бумага офсетная. Печать СР

Усл. печ. л. 25 п.л. Тираж 10 экз.