слоя в модифицированных композитах с учетом структурных характеристик межфазного слоя: длины вискерсов, объемного содержания вискерсов, их механических свойств. В случае чистого сдвига вдоль вискерсов оцениваются эффективные динамические свойства межфазного слоя, полученные методом трех фаз и методом Рейсса.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-3607.2022.1.1

УДК 519.633

МЕТОДОЛОГИЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

Ек. Л. КУЗНЕЦОВА
Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

В работе на основе неявных градиентных методов минимизации функционалов невязки предложена методология численного решения обратных задач для уравнений параболического типа с тензорным характером переноса потенциала, которая до настоящего времени никак не освещена в литературе, но востребована наукой и практикой, особенно в проблемах диагностики реально протекающих процессов.

Для восстановления указанных компонентов предложена следующая методология.

1 На основе неявного метода градиентного спуска разработан алгоритм минимизации функционала невязки экспериментальных и расчетных значений температур в ограниченном числе пространственно-временных узлов.

2 Осуществлена линеаризация функционала невязки.

3 Построены матрицы чувствительности температур в выбранных пространственно-временных узлах, на основе которых построен итерационный алгоритм по определению приращений вектора искомых параметров.

4 Расчетные значения получены на основе нового экономичного абсолютно устойчивого метода переменных направлений с экстраполяцией численного решения задач для уравнений параболического типа со смешанными производными.

5 Доказана теорема о существовании и единственности решения обратной задачи теплопроводности в анизотропных телах, позволившая начинать итерационный процесс по значениям компонентов тензора теплопроводности, отличающихся от искомых в несколько раз.

Полученные результаты подтвердили эффективность предложенной методологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 20-01-00523.

УДК 512.54

САМОСОВМЕЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ N-АРНЫХ ГРУПП И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗ ЧЕТЫРЕХ ВЕКТОРОВ

Ю. И. КУЛАЖЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Изучение свойств n-арных групп, связанных со свойствами объектов аффинной геометрии, равно как и изучение объектов аффинной геометрии методами теории n-арных групп, осуществлялось многими авторами [1–5]. Например, терпарные группы, которые изучали Х. Прюфер [6], Дж. Кертайн [7], нашли применение в аффинной геометрии [8, 9], а также в других областях знаний.

Дальнейшее развитие приложений теории n-арных групп [2, 10–12] послужило толчком к введению нового понятия «Самосовмещение элементов n-арных групп» [13]. В настоящее время исследования, связанные с самосовмещением элементов n-арных групп, развиваются по двум основным направлениям. Первое связано с симметричными точками и построением на *n*-арной группе специальных фигур аффинной геометрии, обладающих заданными свойствами [13], а второе изучает свойства различных последовательностей векторов *n*-арных групп [14].

Приведенные ниже результаты примыкают ко второму направлению исследований.

В частности, приведенные в формулировке теоремы равенства являются векторными аналогами понятия самосовмещения произвольного элемента $p \in A$ относительно последовательности вершин соответствующих четырехугольников, построенных на полуабелевой *n*-арной группе *A*.

Отметим, что используемые в работе понятия и обозначения можно найти в [13].

Приведем полученный результат.

Теорема. Пусть *A* – полуабелева *n*-арная группа. Если *a, b, c* – произвольные точки из *A*, *а d* – такая точка из *A*, что четырёхугольник <*a, b, c, d*> – параллелограмм *A*, то справедливы следующие равенства:

$$\overrightarrow{pd} + \overrightarrow{S_d(p)c} + \overrightarrow{S_c(S_d(p))S_c(b)} + \overrightarrow{S_{S_c(b)}(S_c(S_d(p)))S_d(a)} = \vec{0},$$

$$\overrightarrow{pb} + \overrightarrow{S_b(p)S_b(a)} + \overrightarrow{S_{S_b(a)}(S_b(p))S_c(d)} + \overrightarrow{S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_b(p)))c} = \vec{0},$$

$$\overrightarrow{pd} + \overrightarrow{S_d(p)S_b(a)} + \overrightarrow{S_{S_b(a)}(S_d(p))S_c(d)} + \overrightarrow{S_{S_c(d)}(S_{S_b(a)}(S_d(p)))S_d(a)} = \vec{0}.$$

Список литературы

1 **Vakarelov, D.** Ternary groups / D. Vakarelov // God. Sofij. Univ., Mat. Fak. 1966/67. – Vol. 61. – P. 71–105.

2 **Русаков, С. А.** Некоторые приложения теории n-арных групп / С. А. Русаков. – Минск, 1998.

3 **Dudek, W. A.** Ternary quasigroups connected with the affine geometry / W. A. Dudek // Algebras, Groups and Geometries. – 1999. – Vol. 16. – P. 329–354.

4 **Dudek, W. A.** On Rusakovs n-ary rs-groups / W. A Dudek, N. A Stojakovic // Czechoslovak Math. J. – 2001. – Vol. 51 (126). – P. 275–283.

5 **Kulazhenko, Yu. I.** Geometry of semiabelian n-ary groups / Yu. I. Kulazhenko // Quasigroups and Related Systems. – 2011. – Vol. 19. – P. 265–278.

6 **Prufer, H.** Theorie der Abelschen Gruppen I. Grundeigenschaften / H. Prufer // Math. Z. – 1924. – Bd. 20. – S. 165–187.

7 **Certain, J.** The ternary operation $(abc)=ab^{-1}c$ of a group / J. Certain // Bull. Amer. Math. soc. –1943. – Vol. 49. – P. 869–877.

8 **Baer, R.** Linear algebra and projective geometry / R. Baer. – New York : Academic Press, 1952. – 336 p.

9 **Brănzel, D.** Structures affines et operations ternaries / D. Brănzel // An. Sti. Iniv. Iasi, sect. I a Mat. – 1977. – Vol. 23. – P. 33–38.

10 **Dornte, W**. Untersuchungen uber einen verallgemeinerten Gruppenbegriff / W. Dornte // Math. Z. – 1928. – Bd. 29. – S. 1–19.

11 **Post, E. L.** Polyadic groups / E. L. Post // Trans. Amer. Math. Soc. − 1940. − Vol. 48, no 2. − P. 208−350.

12 **Русаков С. А.** Алгебраические n-арные системы: Силовская теория n-арных групп / С. А. Русаков. – Минск : Беларуская навука, 1992. – 264 с.

13 **Кулаженко, Ю. И.** Полиадинамические операции и их приложения : [монография] / Ю. И. Кулаженко. – Минск : БГУ, 2014. – 311 с.

14 **Kulazhenko, Yu. I.** Semi-cummutativity criteria and self-coincidence of elements expressed by vectors properties of n-ary groups / Yu. I. Kulazhenko // Algebra and Discrete Math. – 2010. – Vol. 9, no 2. – P. 98–107.

УДК 539.374

ЗАДАЧА О СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ПЯТИСЛОЙНОЙ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ

Е. А. ЛАЧУГИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

За последние годы слоистые элементы конструкций получили широкое применение в народном хозяйстве, включая строительство и машиностроение. Это обусловливает требование по созданию расчетных механико-математических моделей, учитывающих как квазистатический, так и динамический характер нагрузок. В связи с этим исследование свободных колебаний круговой пятислойной пластины является актуальным. Методы расчета и постановки краевых задач для слоистых элементов конструкций рассмотрены в работах [1–17].

Здесь для симметричной по толщине упругой круговой пятислойной пластины с жестким заполнителем приведены уравнения движения в перемещениях. Вывод уравнений движения проведен