3) расчет переменных $\mathbf{y}^{(K,M)}$, $\mathbf{z}^{(K,M)}$ и параметра нагрузки $\alpha^{(K,M)}$ на текущем K-м шаге по параметру T_K продолжается до достижения необходимой близости переменных $\mathbf{y}^{(K,M)}$ на M-й и $(M-1)$-й итерациях.

В работе сравнивается поведение мягких оболочек вращения различных канонических форм меридиана (полусфера, цилиндр, тор, конус) из неогуковского материала при больших деформациях под воздействием равномерно распределенного по меридиану давления. Размеры оболочек подбираются из условия равенства геометрических размеров в плане и площадей недеформированной поверхности оболочек.

Установлен ряд особенностей решения рассматриваемой задачи. В частности, при решении задачи с использованием соотношений безмоментной теории для полусферической оболочки полученное решение можно считать достоверным лишь до достижения некоторой минимальной величины давления в закритическом состоянии, однако с вычислительной точки зрения данная задача обладает наивысшей скоростью сходимости. Для конической оболочки характерно минимальное значение критической нагрузки среди всех рассмотренных вариантов формы меридиана.

При решении задач деформирования мягких оболочек из высокоэластичных материалов с использованием соотношений моментной теории отмечены нехарактерные для случая использования уравнений безмоментной теории вычислительные сложности. Для их преодоления предложено введение в разрешающие соотношения ряда упрощений, соответствующих особенностям напряженно-деформированного состояния.

Список литературы

1 **Усюкин, В. И.** Об уравнениях теории больших деформаций мягких оболочек / В. И. Усюкин // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. – 1976. – № 1. – С. 70–75.

2 **Коровайцева, Е. А.** Смешанные уравнения теории мягких оболочек / Е. А. Коровайцева // Труды МАИ. – 2019. – № 108. – URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=109235.

3 **Шаповалов, Л. А.** Уравнения эластики тонкой оболочки при неосесимметричной деформации / Л. А. Шаповалов // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. – 1976. – № 3. – С. 62–72.

4 **Давиденко, Д. Ф.** Об одном новом методе численного решения систем нелинейных уравнений / Д. Ф. Давиденко // Доклады АН СССР. – 1953. – Т. 88, № 4. – С. 601–602.

УДК 539.3

АНАЛИЗ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ВИСКЕРИЗОВАННОГО СЛОЯ В ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Г. И. КРИВЕНЬ, А. А. ОРЕХОВ
Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

В аэрокосмической промышленности к материалам предъявляются высокие требования по прочности, жесткости и демпфированию, поскольку со временем всё больше конструктивных элементов самолетов конструируется из композитных материалов. Механические свойства волокнистых композитов контролируются условиями контакта между волокном и матрицей, поэтому для более эффективной передачи нагрузок между волокнами и матрицей разрабатываются различные способы, направленные на улучшение межфазных адгезионных свойств композита и на увеличение эффективной площади поверхности волокна. Одним из таких способов является выращивание специальных наноструктур – вискерсов (нанопроволок и углеродных нанотрубок) на поверхности волокна. Для полученного модифицированного композиционного материала в результате образования специальной наноструктуры на поверхности волокон одновременно могут быть улучшены различные свойства: прочность, жесткость, усталость, а также электро- и теплопроводность. Значительную роль в таких композитах играет вискеризованный слой, вводимый первоначально для улучшения трансверсальных характеристик.

Вискеризованный слой на поверхности волокон может играть существенную роль в реализации высоких демпфирующих характеристик модифицированного волокнистого композита в целом. В связи с этим в данной работе изучаются эффективные динамические свойства вискеризованного 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 основ-