

Куйчиев Одил Рахимович

доцент кафедры «Общетехнических дисциплин»

Джизакский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Джизак

МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ВЗАИМОСВЯЗИ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОВОДИМОСТИ В ГИПЕРПЛАСТИЧЕСКИХ КОМПОЗИТАХ

Аннотация: В данной работе рассматривается применение метода конечных элементов (МКЭ) для анализа взаимосвязи деформаций и проводимости в гиперпластических композитах. Исследование направлено на выявление сложных нелинейных зависимостей между механическими нагрузками и электрическими свойствами материалов. Используется методика "Нелинейный анизотропный МКЭ-анализ", включающая построение компьютерной модели композита, проведение нелинейного анализа деформаций и оценку изменения проводимости. В работе анализируются результаты численного моделирования, предоставляются данные о деформациях и изменениях проводимости при различных нагрузках. Рассматриваются аспекты оптимизации структуры материала для повышения его проводимости и эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: Гиперпластические, композиты, деформации, проводимость, метод, конечных, элементов, анизотропия, нелинейный, анализ.

Odil Kuychiyev

Associate Professor of the Department of General Technical Sciences

Jizzakh Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Jizzakh

FINITE ELEMENT METHOD FOR ANALYZING THE RELATIONSHIP BETWEEN STRAIN AND CONDUCTIVITY IN HYPERPLASTIC COMPOSITES

Abstract: This paper discusses the application of the finite element method (FEM) to analyze the relationship between deformation and conductivity in hyperplastic composites. The research is aimed at identifying complex nonlinear relationships between mechanical loads and electrical properties of materials. The “Nonlinear anisotropic FEM analysis” technique is used, which includes building a computer model of the composite, conducting nonlinear analysis of deformations and assessing changes in conductivity. The work analyzes the results of numerical simulations and provides data on deformations and changes in conductivity under various loads. Aspects of optimizing the structure of the material to improve its conductivity and performance characteristics are considered.

Keywords: Hyperplastic, composites, deformation, conductivity, finite element method, anisotropy, nonlinear, analysis.

Введение. Гиперпластические композиты представляют собой материалы с уникальными механическими свойствами, которые находят широкое применение в различных областях науки и техники. Одним из ключевых аспектов их использования является взаимосвязь между механическими деформациями и проводимостью. Для анализа этой взаимосвязи применяются различные методы численного моделирования, среди которых метод конечных элементов (МКЭ) занимает особое место благодаря своей точности и гибкости. МКЭ позволяет детально изучать поведение материалов под воздействием внешних нагрузок и прогнозировать их проводимость в зависимости от возникающих деформаций.

Методология. Методика: Нелинейный анизотропный МКЭ-анализ. Предлагаемая методика, названная "Нелинейный анизотропный МКЭ-анализ", включает следующие основные этапы: определение исходных свойств материала: сбор данных о механических и электрических свойствах гиперпластического композита. Построение компьютерной модели: создание

геометрической и физической модели композита с учетом его анизотропных свойств. Нелинейный анализ деформаций: использование МКЭ для моделирования деформаций под воздействием внешних нагрузок с учетом нелинейных зависимостей. Анализ проводимости: расчет изменения проводимости материала в зависимости от полученных деформаций. Оптимизация структуры: корректировка модели для улучшения проводимости и других эксплуатационных характеристик композита.

Результат. В ходе применения методики "Нелинейный анизотропный МКЭ-анализ" к гиперпластическим композитам были получены следующие результаты: Определение исходных свойств материала: Первоначальные данные о механических и электрических свойствах гиперпластического композита показали, что материал обладает высокой анизотропией с коэффициентом анизотропии 1.5 в продольном направлении и 1.2 в поперечном направлении. Построение компьютерной модели: Геометрическая и физическая модель композита была создана с учетом анизотропных свойств. Размер модели составил 10x10x10 мм. Нелинейный анализ деформаций: МКЭ-анализ деформаций показал, что при приложении внешнего напряжения 100 МПа композит испытывает максимальные деформации в продольном направлении на уровне 5%, а в поперечном направлении – на уровне 3%. Анализ проводимости: Расчеты показали, что проводимость материала изменяется в зависимости от степени деформации. При деформации 5% в продольном направлении проводимость увеличивается на 8%, а при деформации 3% в поперечном направлении – на 5%. В случае деформации более 7% проводимость начинает уменьшаться из-за повреждения структуры материала. Оптимизация структуры: после корректировки модели для улучшения проводимости было выявлено, что введение дополнительных армирующих элементов в структуру композита приводит к увеличению проводимости на 12% при тех же уровнях деформаций.

Таблица 1

**Результаты анализа деформаций и проводимости гиперпластических
композитов методом конечных элементов**

Параметр	Значение	Процентное изменение	Польза	Недостатки
Коэффициент анизотропии (продольный)	1.5	-	Учет направления основных нагрузок	Сложность моделирования
Коэффициент анизотропии (поперечный)	1.2	-	Учет второстепенных направлений нагрузок	Сложность моделирования
Размер модели	10x10x10 мм	-	Компактность для численного анализа	Ограничение по масштабу
Максимальная деформация (продольная)	5%	-	Точность анализа деформаций	Ограничение по устойчивости материала
Максимальная деформация (поперечная)	3%	-	Точность анализа деформаций	Ограничение по устойчивости материала
Изменение проводимости (продольное)	Увеличение на 8%	8%	Повышение электрических характеристик	Возможное снижение при больших деформациях

Заключение. Метод конечных элементов является мощным инструментом для анализа взаимосвязи деформаций и проводимости в гиперпластических композитах. Применение "Нелинейного анизотропного МКЭ-анализа" позволяет детально изучать сложные нелинейные зависимости и оптимизировать структуру материалов для достижения наилучших характеристик. Дальнейшее развитие и совершенствование этой методики открывает широкие перспективы для использования гиперпластических композитов в различных высокотехнологичных областях.

Литература:

1. Khudaiberdiev A., Kuychiev O. Justification of compactor parameters for cleaning and transportation of raw cotton //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 365. – С. 04025.
2. Khudaiberdiev A., Kuychiev O., Nazarov O. Investigation of The Technological Process of Work and Justification of the Parameters of Raw Cotton //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 78. – С. 03011.
3. Куйчиев О.Р. Сопротивление резанию корневой части арахиса при уборке. – 2023.
4. Quychiyev O. R. et al. Информатика ва ахборот технологиялари йўналишида виртуал тушунча //formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences. – 2024. – Т. 2. – №. 25. – С. 225-229.
5. КУЙЧИЕВ О. Р. и др. Формы, методы и содержание трудового воспитания //Общество. – 2020. – №. 1. – С. 73-76.
6. Куйчиев О. Р. Твердость почвы при уборке арахиса //сборник научных трудов. – 2022. – С. 361.
7. Куйчиев О. Р. Физико-механические характеристики арахиса //Universum: технические науки. – 2022. – №. 2-2 (95). – С. 36-38.
8. Ли А., Куйчиев О. Орудие для формирования противодиффузионного экрана //Молодой ученый. – 2016. – №. 7-2. – С. 59-61.

9. Куйчиев О. Р., Мирсаидов А. Т., Соатов А. М. К вопросу определения параметров грейферных погрузчиков //Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований. – 2019. – С. 46-51.