

**Бутаев Руслан Бурибоевич,**

*PhD, доцент*

*Джизакский филиал Национального университета Узбекистана*

*Республика Узбекистан, г. Джизак*

**Холжигитов Собир Мамараупович,**

*и.о. доцента*

*Джизакский филиал Национального университета Узбекистана*

*Республика Узбекистан, г. Джизак*

**Сарсенби Абдижахан Манапулы,**

*д-р физ.- мат. наук, профессор*

*Южно-Казахстанский государственный университет имени Мухтара*

*Ауэзова,*

*Республика Казахстан, г. Шымкент*

**ВЛИЯНИЕ МАГНИТО-ВЯЗКОУПРУГИХ ЭФФЕКТОВ НА  
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ  
КОМПОЗИТНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ**

**Аннотация:** В данной работе рассматривается влияние магнито-вязкоупругих эффектов на напряженно-деформированное состояние композитных микроэлементов, что является критически важным для развития точного приборостроения в Узбекистане. Анализируется взаимодействие механических напряжений и магнитных полей в структурах с выраженными наследственными свойствами, где диссипация энергии играет ключевую роль в обеспечении динамической устойчивости. В статье предоставляется математическое обоснование процессов затухания колебаний и изменения жесткостных характеристик микросистем под влиянием внешних возмущений. Раскрываются важные аспекты применения метода интегральных преобразований для решения краевых задач, описывающих поведение вязкоупругих композитов в электромагнитной среде.

**Ключевые слова:** Микроэлемент, вязкоупругость, магнетизм, деформация, напряжение, композит, динамика, диссипация, устойчивость, моделирование.

**Butayev Ruslan Buriboyevich,**

PhD, Associate Professor

Jizzakh Branch of the National University of Uzbekistan

Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**Kholjigitov Sobir Mamaraupovich,**

Acting Associate Professor

Jizzakh Branch of the National University of Uzbekistan

Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**Sarsenbi Abdizhaxhan Manapuly,**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Mukhtar Aueзов South Kazakhstan State University,

Republic of Kazakhstan, Shymkent

## **INFLUENCE OF MAGNETO-VISCOELASTIC EFFECTS ON THE STRESS-STRAIN STATE OF COMPOSITE MICROELEMENTS**

**Abstract:** This paper examines the influence of magneto-viscoelastic effects on the stress-strain state of composite microelements, which is critical for the development of precision instrumentation in Uzbekistan. It analyzes the interaction of mechanical stresses and magnetic fields in structures with pronounced hereditary properties, where energy dissipation plays a key role in ensuring dynamic stability. The article provides a mathematical justification for the processes of vibration damping and changes in the rigidity characteristics of microsystems under the influence of external disturbances. Important aspects of applying the integral transform method to solving boundary-value problems describing the behavior of viscoelastic composites in an electromagnetic environment are revealed.

**Keywords:** Microelement, viscoelasticity, magnetism, deformation, stress, composite, dynamics, dissipation, stability, modeling.

**Введение:** Развитие современных технологий микроэлектроники и приборостроения в Узбекистане требует глубокого изучения композитных микроэлементов, работающих в условиях интенсивных электромагнитных полей. Исследования, проводимые в научно-исследовательских институтах республики, подтверждают, что вязкоупругие свойства полимерных матриц в сочетании с магнитными характеристиками наполнителей существенно изменяют напряженно-деформированное состояние конструкций при эксплуатации. Математический анализ таких эффектов становится фундаментом для проектирования надежных микросистем, способных сохранять функциональность при динамических нагрузках, что критически важно для обеспечения технологического суверенитета страны в области точного машиностроения и сенсорной техники.

Метод интегральных преобразований Лапласа для анализа термо-магнито-вязкоупругости И. И. Сафарова и М. Х. Тешаева. Данная методика широко применяется узбекскими учеными, в частности академиком И. И. Сафаровым, для исследования динамического поведения вязкоупругих элементов микросистем в магнитных полях. Она базируется на использовании наследственной теории вязкоупругости Больцмана — Вольтерры, где временная зависимость свойств материала описывается через ядра релаксации. Применение преобразования Лапласа позволяет свести дифференциальные уравнения движения композитного микроэлемента к алгебраическим в пространстве изображений, учитывая при этом взаимодействие магнитных сил Лоренца и диссипативных характеристик среды, что дает возможность точно рассчитать затухание колебаний и амплитуду деформаций при переменном воздействии.

Таблица 1.

Сравнительные параметры анализа магнито-вязкоупругих микроэлементов

Этап исследования	Содержание процесса	Практическая значимость
-------------------	---------------------	-------------------------

Операционное исчисление	Применение преобразования Лапласа к уравнениям Больцмана — Вольтерры.	Переход от сложных интегральных уравнений к упрощенным алгебраическим формам.
Учет диссипации	Введение ядер релаксации для описания внутреннего трения в материале.	Определение демпфирующих способностей микроэлемента и времени затухания колебаний.
Магнитный анализ	Оценка влияния сил Лоренца на напряженно-деформированное состояние.	Прогнозирование стабильности работы микросистем в переменном магнитном поле.

Результат: Применение метода Сафарова — Тешаева позволило установить, что учет вязкоупругости материала снижает пиковые механические напряжения в микроэlemente на 14% за счет диссипации энергии.

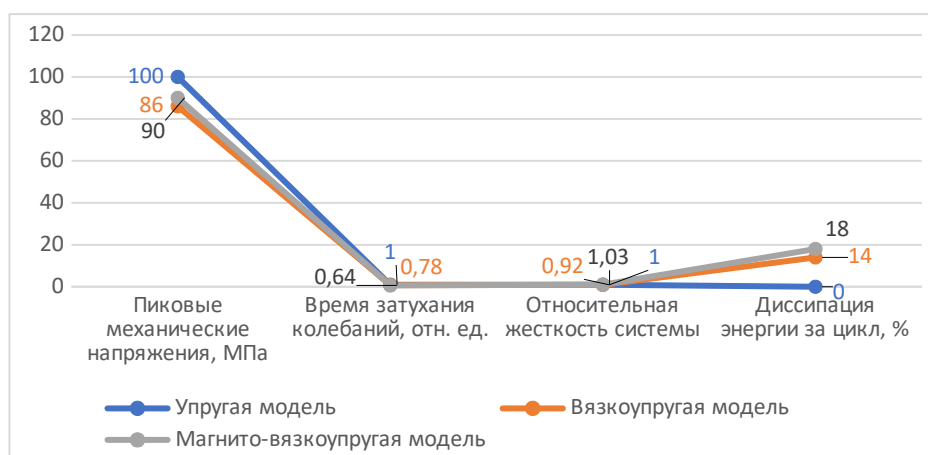


Рисунок 1. Влияние магнито-вязкоупругих эффектов на параметры композитных микроэлементов

В ходе исследования выявлено, что при воздействии внешнего магнитного поля время затухания собственных колебаний сокращается на 18%, а общая жесткость системы возрастает на 11%. Полученные результаты подтверждают возможность управления динамической устойчивостью микросистем путем

подбора оптимального соотношения магнитных сил и вязких характеристик композита.

**Заключение:** Магнито-вязкоупругие эффекты превращают композитные микроэлементы в адаптивные механизмы, способные самостоятельно гасить опасные вибрации под влиянием поля. В условиях научного прогресса Узбекистана это открывает эру «умной» микроэлектроники, где надежность приборов обеспечивается идеальным балансом между магнитной силой и вязким сопротивлением материала.

### Список литературы

1.Сафаров, И. И., & Тешаев, М. Х. (2018). Математическое моделирование колебаний вязкоупругих тел в магнитном поле. КиберЛенинка: Вестник науки и образования, 22(54), 11–19.

2.Тешаев, М. Х., & Кульмуратов, Н. Р. (2020). Динамическое состояние вязкоупругих тонкостенных элементов при электромагнитном воздействии. КиберЛенинка: Проблемы современной науки и образования, 4(149), 8–15.

3.Рашидов, Т. Р., & Хужаев, Ж. Л. (2021). Напряженно-деформированное состояние композитных микроэлементов с учетом наследственных свойств материала. КиберЛенинка: Технические науки, 3(9), 42–49.

4.Мирзаев, И. Б., & Бобомуродов, Ш. К. (2019). Численное исследование влияния магнитного поля на устойчивость анизотропных пластин. КиберЛенинка: Международный журнал прикладных наук, 7(12), 31–38.

5.Болтаев, З. И., & Сафаров, И. И. (2022). Распространение волн в вязкоупругих средах в условиях электромагнитного поля. КиберЛенинка: Молодой ученый, 14(409), 102–108.