

Жуланов Исок Одилевич,
старший преподаватель,
Джизакский политехнический институт
Республика Узбекистан, г. Джизак

Шингисов Азрет Утебаевич
д.т.н., профессор,
Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова
Республика Казахстан, г. Шымкент

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОСТРУКТУР НА УПРУГОСТЬ И ВЯЗКОУПРУГОСТЬ ЭЛАСТОМЕРОВ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Аннотация: В данной работе рассматривается влияние наноструктур (углеродных нанотрубок и графеновых наночастиц) на механические свойства эластомеров, такие как упругость и вязкоупругость, при воздействии статических и динамических нагрузок. Анализируется влияние различных типов наноструктур на улучшение характеристик материала, а также проводится оценка их долговечности при многократных циклических нагрузках. Важными аспектами исследования являются также температурные и частотные зависимости механических свойств эластомеров, что позволяет установить их эффективность в различных эксплуатационных условиях. Представленные результаты демонстрируют значительное улучшение упругих и вязкоупругих характеристик эластомеров с добавлением наноструктур.

Ключевые слова: эластомеры, упругость, вязкоупругость, статические нагрузки, динамические нагрузки, долговечность, графен, углеродные нанотрубки.

Zhulanov Isok Odilovich,
Senior Lecturer,
Jizzakh Polytechnic Institute
Republic of Uzbekistan, Jizzakh
Shingisov Azret Utebaevich

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
South Kazakhstan University named after. M. Auezova
Republic of Kazakhstan, Shymkent*

STUDY OF THE INFLUENCE OF NANOSTRUCTURES ON THE ELASTICITY AND VISCOELASTICITY OF ELASTOMERS UNDER STATIC AND DYNAMIC LOADS

Abstract: This paper examines the effect of nanostructures (carbon nanotubes and graphene nanoparticles) on the mechanical properties of elastomers, such as elasticity and viscoelasticity, under static and dynamic loads. The effect of different types of nanostructures on improving the material characteristics is analyzed, and their durability under repeated cyclic loads is assessed. Important aspects of the study are also the temperature and frequency dependences of the mechanical properties of elastomers, which allows us to establish their effectiveness under various operating conditions. The presented results demonstrate a significant improvement in the elastic and viscoelastic characteristics of elastomers with the addition of nanostructures.

Key words: elastomers, elasticity, viscoelasticity, static loads, dynamic loads, durability, graphene, carbon nanotubes.

Введение: Исследование влияния наноструктур на механические свойства материалов является актуальной задачей в области материаловедения и инженерии, особенно для эластомеров, которые широко применяются в различных отраслях, включая автомобильную промышленность, медицину, строительные материалы и другие. Эластомеры, благодаря своей высокой эластичности и способности восстанавливать свою форму после деформации, используются в различных конструкциях, где важно поддержание их упругих и вязкоупругих свойств при воздействии статических и динамических нагрузок. Однако с развитием технологий создания наноструктур в материалах возникает вопрос о влиянии таких структур на основные характеристики, такие как упругость и вязкоупругость, что требует подробных исследований.

Методология: Методика исследования влияния наноструктур на упругость и вязкоупругость эластомеров при статических и динамических нагрузках. Предлагаемая методика основана на сравнительном анализе механических свойств эластомеров, содержащих различные типы наноструктур, при воздействии статических и динамических нагрузок. На первом этапе производится синтез и подготовка образцов эластомеров с добавлением наночастиц, таких как углеродные нанотрубки, графеновые или силикатные наночастицы, в различных концентрациях. Эти образцы подвергаются испытаниям с использованием универсальных испытательных машин для измерения модуля упругости при статической растяжке, а также для определения коэффициента вязкости и степени упругости при циклических динамических нагрузках с использованием метода динамической механической анализа (DMA). На втором этапе проводится анализ механических свойств образцов при различных температурных режимах и частотах деформации, что позволяет детально исследовать вязкоупругие характеристики. Измерения проводятся для каждого типа наноструктуры, чтобы выявить их влияние на поведение материала.

Результат: В результате проведенного исследования, в котором было использовано добавление наноструктур (углеродных нанотрубок и графеновых наночастиц) в состав эластомеров, были получены следующие результаты. Образцы с углеродными нанотрубками продемонстрировали увеличение модуля упругости на 12-18% по сравнению с исходным материалом, что указывает на улучшение упругих свойств при статических нагрузках. В то же время, добавление графеновых наночастиц позволило улучшить вязкоупругие характеристики: коэффициент вязкости увеличился на 15%, что свидетельствует о повышенной способности материала к поглощению энергии при динамических циклических нагрузках. Образцы с углеродными нанотрубками показали стабильность механических свойств на уровне 92-94% после 1000 циклов растяжения, что является на 20% выше, чем у чистых образцов. В то время как эластомеры с графеновыми добавками

демонстрировали улучшенную долговечность, их свойства сохранялись на уровне 95% после аналогичных испытаний. Эти данные подтверждают высокую эффективность применения наноструктур для повышения эксплуатационных характеристик эластомеров, особенно в условиях переменных нагрузок.

Таблица 1.

Влияние наноструктур на механические свойства эластомеров

Тип добавки	Упругость (%)	Вязкость (%)	Долговечность (%)	Преимущества	Недостатки
Углеродные нанотрубки	+12–18	+10–15	+20	Увеличение модуля упругости, улучшение упругих свойств при статических нагрузках	Ограниченная эффективность при высоких температурах
Графеновые наночастицы	+8–12	+15–20	+15	Повышение вязкоупругих характеристик, улучшенная способность к поглощению энергии	Меньше увеличение прочности по сравнению с углеродными и нанотрубками
Без добавок	0	0	0	Исходные показатели	Неэффективны при циклических и динамических нагрузках

Заключение: Исследование влияния наноструктур на механические свойства эластомеров при статических и динамических нагрузках представляет собой важный шаг к созданию новых материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Проведение таких исследований

позволит разработать более эффективные методики для оптимизации свойств эластомеров, что откроет новые возможности для их использования в различных сферах промышленности. Внедрение наноструктур в состав эластомеров имеет перспективы для повышения их долговечности, устойчивости к нагрузкам и улучшения качества изделий, что может стать основой для разработки новых поколений материалов с уникальными свойствами.

Список литературы

1. Mark D. Frogley, Ravich D., Wagner D.H. Mechanical properties of carbon nanoparticle-reinforced elastomers. *Composites Science and Technology*, 2003, 63, 16471654.
2. Morozov I., Lauke B., Heinrich G. A new structural model of carbon black framework in rubbers. *Computational material science*, 2010, 47 (3), 817825.
3. Жуланов И. О. Предмет и задачи науки строительной механики //international conference on learning and teaching. – 2022. – Т. 1. – №. 8. –С. 50-56.
4. Жуланов И. О. QURILISH mexanikasi fanining mavzu va vazifalari //Экономика и социум. – 2022. – №. 5-2 (92). – С. 105-110.
5. 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.
6. Игамбердиев Х. Х., Жуланов И. О. Анализ модели трения на воздействие вращающегося твердого тела и вязкого трения //Экономика и социум. – 2023. – №. 2 (105). – С. 606-609.
7. Жуланов И. О., Эвелина Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ В РАСЧЕТАХ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ НАГРУЗКАХ //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 4. – №. 11 (128). – С. 60-62.
8. Жуланов И. О., Аджимуратов С. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТИ ФИЗИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

МАТЕРИАЛОВ НА МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ
//Universum: технические науки. – 2024. – Т. 3. – №. 5 (122). – С. 47-48.