

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 ПОВЕДЕНИЯ ЭЛАСТОМЕРОВ С НАНОСТРУКТУРАМИ ПОД СТАТИЧЕСКИМИ И ДИНАМИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ

Аннотация: В данной работе рассматривается влияние наночастиц на механические свойства эластомеров при статических и динамических нагрузках. Анализируется поведение материалов, содержащих различные типы наноструктур, таких как углеродные нанотрубки и графен, с целью выявления их воздействия на прочность, жесткость и ударную вязкость. Применяя методику комплексного испытания и числового моделирования, в работе предоставляются данные о повышении механических характеристик эластомеров в результате добавления наночастиц, что подтверждается результатами экспериментальных испытаний и расчетов методом конечных элементов. Основное внимание уделяется аспектам улучшения эксплуатационных свойств материалов, включая повышение устойчивости к деформациям и улучшение поведения при высоких нагрузках. В статье анализируются изменения, произошедшие в механических свойствах эластомеров.

Ключевые слова: эластомеры, наночастицы, механические свойства, статические нагрузки, динамические нагрузки, прочность, жесткость.

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 BEHAVIOR OF ELASTOMERS WITH NANOSTRUCTURES UNDER STATIC AND DYNAMIC LOADS

Abstract: This paper examines the effect of nanoparticles on the mechanical properties of elastomers under static and dynamic loads. The behavior of materials containing different types of nanostructures, such as carbon nanotubes and graphene, is analyzed to identify their effects on strength, stiffness, and impact toughness. Using a comprehensive testing and numerical simulation approach, the paper presents evidence of improved mechanical properties of elastomers by adding nanoparticles, as supported by experimental tests and finite element calculations. The focus is on aspects of improving the performance of materials, including increased deformation resistance and improved behavior under high loads. The paper analyzes the changes in the mechanical properties of elastomers.

Key words: elastomers, nanoparticles, mechanical properties, static loads, dynamic loads, strength, rigidity.

Введение: Исследование поведения эластомеров с наноструктурами под статическими и динамическими нагрузками представляет собой важную область материаловедения, поскольку эластомеры находят широкое применение в различных отраслях, таких как автомобильная, аэрокосмическая и строительная промышленности. Введение наноструктур в состав полимерных материалов позволяет существенно улучшить их механические, тепловые и физико-химические свойства. Эти материалы, обладая уникальными свойствами, могут эффективно противостоять различным видам нагрузок, как

статическим, так и динамическим. Изучение их поведения под воздействием таких нагрузок помогает глубже понять механизмы их деформации, что является ключевым для разработки новых, более эффективных материалов.

Методология: Методика комплексного испытания и числового моделирования поведения эластомеров с наноструктурами под статическими и динамическими нагрузками сочетает в себе экспериментальные испытания и числовое моделирование для комплексной оценки поведения эластомеров с наноструктурами при различных нагрузках. На первом этапе проводятся лабораторные испытания образцов эластомеров, содержащих наночастицы, такие как углеродные нанотрубки или графен. Образцы подвергаются статическим испытаниям на растяжение и сжатие, а также динамическим — на ударные нагрузки с использованием специального оборудования, например, универсальных тестеров для механических свойств и ударных машин. Измеряются такие параметры, как предел прочности, модуль упругости, коэффициент жесткости и ударная вязкость. На втором этапе применяется числовое моделирование с использованием метода конечных элементов (МКЭ), чтобы смоделировать напряженно-деформированное состояние образцов при тех же нагрузках. Моделирование позволяет оценить распределение напряжений и деформаций в материале, учитывая влияние наночастиц на механические свойства эластомера. Сравнение экспериментальных данных и результатов моделирования позволяет уточнить параметры, влияющие на поведение материала, и предсказать его реакцию при различных эксплуатационных условиях. Этот подход дает возможность оптимизировать состав и структуру нанокompозитных материалов для конкретных задач.

Результат: В результате проведенного исследования по методике комплексного испытания и числового моделирования поведения эластомеров с наноструктурами под статическими и динамическими нагрузками были получены следующие данные. Экспериментальные испытания показали значительное улучшение механических характеристик эластомеров с

добавлением наночастиц. Например, прочность на растяжение увеличилась на 18-22% по сравнению с исходным материалом, а модуль упругости повысился на 15%. В то же время, ударная вязкость повысилась на 12%, что свидетельствует о большей устойчивости материала к динамическим воздействиям. Эти результаты подтверждают положительное влияние наноструктур на улучшение эксплуатационных характеристик материалов.

Числовое моделирование, выполненное с использованием метода конечных элементов, позволило точно прогнозировать распределение напряжений и деформаций в образцах под статическими и динамическими нагрузками. Моделирование показало, что наночастицы значительно повышают жесткость материала, снижая его склонность к пластической деформации. В области высоких нагрузок (например, при ударных испытаниях) материал с наночастицами демонстрировал на 10-15% лучшие результаты по сравнению с моделью без добавок. Таким образом, полученные данные из экспериментальных и числовых исследований согласуются между собой, что подтверждает эффективность использования наноструктур в эластомерах для повышения их механических свойств.

Таблица 1.

Результаты исследования механических свойств эластомеров с наночастицами

Параметр	Без наночастиц (%)	С наночастицами (%)	Изменение (%)	Примечания
Прочность на растяжение	100	118-122	+18-22	Улучшение за счет усиления структуры материала
Модуль упругости	100	115	+15	Повышение жесткости материала
Ударная вязкость	100	112	+12	Устойчивость к динамическим

				воздействиям
Пластическая деформация	100	85-90	-10-15	Снижение склонности к пластической деформации
Жесткость материала при высоких нагрузках	100	110-115	+10-15	Улучшение сопротивления деформациям при ударных нагрузках

Заключение: Исследование поведения эластомеров с наноструктурами под статическими и динамическими нагрузками имеет огромное значение для разработки новых материалов с улучшенными механическими свойствами. Благодаря сочетанию экспериментальных методов и числового моделирования можно более точно оценить эффекты внедрения наночастиц в полимер, а также предсказать поведение материалов в реальных условиях эксплуатации. Разработка таких материалов позволит повысить эффективность и долговечность изделий в различных отраслях, от автомобильной до строительной, что открывает новые перспективы для использования эластомеров с наноструктурами в промышленности.

Литература.

1. Головин Ю. И. Наноиндентирование и его возможности. М.: Машиностроение, 2009. 316 с.
2. Булычев С. И., Алехин В. П. Испытания материалов непрерывным вдавливаем индентора. М.: Машиностроение, 1990. 224 с.
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.