

**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*

## **ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУР НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРОВ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

**Аннотация:** В данной работе рассматривается влияние наноструктур на реологические свойства эластомеров при статических и динамических воздействиях. Анализируются различные типы наночастиц, такие как нанотрубки, графен и наноалмазы, и их воздействие на вязкость, жесткость и термостойкость эластомерных материалов. Предоставляется подробное исследование изменения динамического модуля упругости и модуля потерь при использовании осцилляционной реометрии, что позволяет оценить механические и температурные характеристики материалов с наноструктурами. Важным аспектом исследования является также влияние температуры на стабильность реологических свойств, что позволяет определить области применения различных типов эластомеров с добавленными наночастицами.

**Ключевые слова:** наноструктуры, эластомеры, реология, вязкость, жесткость, динамика, термостойкость, модуль, температура, механика.

**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*

## **INFLUENCE OF NANOSTRUCTURES ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ELASTOMERS UNDER STATIC AND DYNAMIC EFFECTS**

**Abstract:** This paper examines the effect of nanostructures on the rheological properties of elastomers under static and dynamic stress. Various types of nanoparticles, such as nanotubes, graphene, and nanodiamonds, and their effects on the viscosity, stiffness, and thermal stability of elastomeric materials are analyzed. A detailed study of the change in the storage modulus and loss modulus using oscillatory rheometry is provided, which allows us to evaluate the mechanical and thermal characteristics of materials with nanostructures. An important aspect of the study is also the effect of temperature on the stability of rheological properties, which allows us to determine the areas of application of various types of elastomers with added nanoparticles.

**Key words:** nanostructures, elastomers, rheology, viscosity, rigidity, dynamics, thermal stability, modulus, temperature, mechanics.

**Введение:** Эластомеры, благодаря своей высокой эластичности, широко используются в различных областях, таких как производство шин, медицинских устройств, уплотнителей и многих других изделий. Одним из перспективных направлений в разработке новых эластомеров является внедрение наноструктур, которые могут существенно улучшить их реологические свойства. Реология, как наука о течении веществ и их деформациях, играет ключевую роль в оценке поведения материалов при различных механических и термических воздействиях. Влияние наноструктур на реологические характеристики эластомеров, особенно в условиях

статических и динамических нагрузок, представляет собой важную задачу, поскольку это может значительно улучшить эксплуатационные характеристики таких материалов, увеличив их долговечность и эффективность.

**Методология:** Методика исследования реологических свойств эластомеров с наноструктурами при статических и динамических воздействиях. Методика основывается на использовании осцилляционной реометрии для оценки изменения реологических характеристик эластомеров при различных типах воздействий. Для этого эластомерные образцы с добавленными наноструктурами (например, нанотрубками, графеном или наноалмазами) подвергаются циклическому тестированию при различных температурах и частотах деформаций. Осцилляционный реометр позволяет измерять такие параметры, как динамический модуль упругости ( $G'$ ) и модуль потерь ( $G''$ ), которые характеризуют упругие и вязкие компоненты материала при разных деформациях. Это дает возможность оценить поведение материала как при малых, так и при больших деформациях. Результаты этих измерений позволяют сделать выводы о том, как различные типы наноструктур влияют на реологические свойства эластомеров и какие наночастицы наиболее эффективны для улучшения их механических характеристик в условиях эксплуатации.

**Результат:** В результате проведенного исследования по методике осцилляционной реометрии было установлено, что введение наноструктур в состав эластомеров существенно влияет на их реологические свойства при статических и динамических воздействиях. В частности, при добавлении нанотрубок в эластомерный материал было отмечено увеличение динамического модуля упругости на 25%, что свидетельствует о значительном повышении жесткости материала при малых деформациях. При этом, добавление графена и наноалмазов продемонстрировало наибольшее улучшение вязкости, с увеличением модулей потерь на 18-22%, что указывает на более высокую сопротивляемость материала к деформациям при

динамических нагрузках. Температурные зависимости также показали интересные результаты: материалы с наноструктурами демонстрировали стабильность своих реологических характеристик в широком диапазоне температур. В частности, образцы с добавлением нанотрубок сохраняли свою эластичность до температуры 150°C, в то время как эластомеры без наноструктур теряли около 12% своей упругости уже при температуре 100°C. Данные исследования показали, что наноструктуры могут не только улучшать механические свойства эластомеров, но и повышать их термостойкость, что открывает возможности для их использования в более жестких эксплуатационных условиях.

*Таблица 1.*

*Влияние наноструктур на реологические свойства эластомеров*

<b>Тип наноструктуры</b>	<b>Увеличение жесткости (динамический модуль упругости)</b>	<b>Увеличение вязкости (модуль потерь)</b>	<b>Температурная стабильность</b>	<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>	<b>Рекомендации для использования</b>
<b>Нанотрубки</b>	+25%	+18%	Сохранение эластичности до 150°C	Повышение жесткости, стабильность при высоких температурах	Умеренное увеличение вязкости	Подходит для высокотемпературных условий
<b>Наноалмазы</b>	+22%	+20%	Сохранение эластичности до 145°C	Повышение жесткости и вязкости	Меньшая термостойкость по сравнению с нанотру	Использовать в средних температурных диапазонах

					бками	
<b>Без наноструктур</b>	-	-	Потеря 12% жесткости и при 100°C	Дешевле, простой в производстве	Уязвимость к изменениям температуры	Рекомендуется для обычных эксплуатационных условий

**Заключение:** Влияние наноструктур на реологические свойства эластомеров представляет собой многообещающую область исследований, которая может привести к созданию новых высококачественных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Разработанные методы исследования позволяют детально изучить поведение таких материалов при различных воздействиях, что откроет новые возможности для их применения в различных отраслях. Внедрение наночастиц в эластомеры представляет собой перспективный подход для повышения их производительности и долговечности, а также для разработки новых, более эффективных материалов.

#### 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.