

Исследование вязкоупругих свойств магнитных эластомеров

Сорокин Владислав Валерьевич

Студент 4-го курса

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,

Физический факультет, Москва, Россия

E-mail: v_sorokin@polly.phys.msu.ru

Магнитный эластомер – это полимерная сетка с внедренными магнитными частицами микрометрового размера. Такие эластомеры относятся к так называемым «умным» материалам – новому классу материалов, свойства которых обратимо изменяются под влиянием внешних воздействий. В частности, магнитные эластомеры могут значительно изменять свои реологические характеристики при помещении в однородное магнитное поле небольшой напряженности ($0 - 1000 \text{ мТ}$).

В данной работе были исследованы вязкоупругие свойства магнитных эластомеров на основе силиконовых матриц, наполненные частицами карбонильного железа диаметром $\sim 3-50$ мкм. Всего было синтезировано 9 эластомеров. Образцы различаются жесткостью матрицы (мягкая и жесткая матрицы), массовой долей наполнителя (0%, 70% и 82%), а также пространственной структурой наполнителя (изотропные и анизотропные).

Реологические измерения были выполнены с использованием реометра *Physica MCR 301* («Anton Paar», Австрия) с измерительной системой «плоскость-плоскость» и магнитной ячейкой.

Исследованы механические характеристики материала в различных режимах работы реометра. На первом этапе были получены кривые зависимостей модуля накопления $G'(f)$ и модуля потерь $G''(f)$ от частоты осцилляций при фиксированной амплитуде деформации $\gamma = 1\%$. Также получены зависимости $G'(\gamma)$ и $G''(\gamma)$ от амплитуды деформаций при фиксированной частоте $\omega = 10 \text{ рад/с}$.

Вторым этапом стало исследование поведения динамических модулей $G'(t)$, $G''(t)$, а также нормальной силы $F_N(t)$ от времени в магнитном поле при фиксированной амплитуде и частоте деформаций.

По результатам эксперимента наблюдается огромный рост модулей при включении магнитного поля. Модуль накопления в магнитном поле напряженностью 0.6 Т возрастает на 2-3 порядка по сравнению с модулем накопления в отсутствие поля, модуль потерь – на 1-2 порядка.

При помещении образца в постоянное однородное магнитное поле его модуль накопления монотонно возрастает с течением времени и имеет тенденцию к насыщению. При этом образцы обладают большим временем релаксации, которое зависит от амплитуды сдвига, и система продолжительное время не приходит в равновесное состояние.

Также было обнаружено, что в магнитном поле значительно увеличивается нормальное напряжение образца, что объясняется процессом структурирования магнитных частиц внутри эластомера в цепи, ориентированные вдоль направления магнитного поля.