

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИТОАКТИВНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ*Деринг Е.В., Сафронов А.П.*Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Магнитоактивные эластомеры (резины, наполненные магнитными наночастицами) представляют интерес как управляемые композиты, жёсткость которых может изменяться под действием внешнего магнитного поля. В отличие от водонасыщенных феррогелей, эластомерные матрицы позволяют получить материалы с более высокой прочностью и стабильностью формы, что важно для задач демпфирования, виброизоляции и сенсорики.

Цель работы – установить, как массовая доля магнитного наполнителя и однородное магнитное поле влияют на плотность и модуль упругости силиконовых композитов при одноосном сжатии. В качестве полимерной матрицы использовали однокомпонентный силиконовый герметик на основе полидиметилсилоксана, сшиваемый метилацетоксисиланом под действием влаги воздуха. В качестве наполнителей использовали сферические наночастицы (НЧ) Fe и Fe₃O₄ при наполнении 0–60% от массы композита. НЧ имели удельную поверхность 5.0 м²/г (Fe) и 6.9 м²/г (Fe₃O₄). Плотность композитов определяли гидростатическим взвешиванием при 23±2 °С по ГОСТ 267–73. Модуль Юнга рассчитывали по линейному участку зависимостей напряжения от деформации, полученных методом последовательных нагружений. Магнитное поле до 600 мТ задавали электромагнитом и прикладывали параллельно оси сжатия.

Показано, что плотность ρ композитов монотонно возрастает с увеличением массовой доли наполнителя и имеет нелинейный характер. Для ненаполненного эластомера $\rho_0 = 0.95$ г/см³; при наполнении 60% достигнуты значения плотности 2.361 г/см³ (Fe) и 1.897 г/см³ (Fe₃O₄). Более высокая плотность у серии с Fe согласуется с большей плотностью металлического железа по сравнению с магнетитом.

Введение магнитных частиц приводит к росту модуля упругости по сравнению с ненаполненной матрицей. Для композитов, наполненных Fe₃O₄ значение модуля упругости, остается в одном диапазоне значений при наполнении 30–50%. При увеличении наполнения до 60% наблюдается резкий рост модуля Юнга. Для серии с Fe отмечено немонотонное поведение модуля и большой разброс значений, что связано с повышенной склонностью Fe к агломерации, неоднородностью распределения частиц и изменением эффективности армирования при разных концентрациях.

Наложение однородного магнитного поля напряжённостью 600 мТ обеспечивает дополнительное увеличение эффективного модуля, особенно при высоком содержании наполнителя. При этом для композитов с наночастицами Fe влияние поля выражено сильнее, но сохраняется немонотонность, обусловленная микроструктурными факторами.