

**Экспериментальное исследование неоднозначности деформации
намагничивающегося эластомера в неоднородном магнитном поле**

Меркулов Дмитрий Игоревич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра гидромеханики, Москва, Россия

E-mail: merkulovdima@mail.ru

В данной работе экспериментально исследуется деформация тонких тел из намагничивающегося эластомера в неоднородном магнитном поле электромагнитной катушки. Аналогичное исследование было проведено М. Зрини [2] для тонкого тела из феррогеля в неоднородном магнитном поле электромагнита. В [2] обнаружена неоднозначность деформации такого тела и гистерезис длины при увеличении и уменьшении тока в электромагните.

В описанном ниже эксперименте используются тонкие тела из намагничивающегося эластомера. Упругие свойства эластомера определялись путем растяжения тела на гладкой горизонтальной плоскости. Один конец образца был жестко закреплен, а к другому приложена нагрузка. Горизонтальное расположение тела позволило пренебречь действием силы тяжести. Показано, что упругие свойства эластомеров могут описываться моделью Муни-Ривлина [1]. Магнитные свойства намагничивающегося эластомера определялись экспериментально силовым методом. Для этого из данного материала была изготовлена сфера и подвешена в поле электромагнита, после чего измерялась сила, с которой он действует на сферу. Датчиком Холла измерялось распределение поля в пространстве, и затем по известной формуле для силы, действующей на сферическое тело, вычислялась магнитная проницаемость материала.

Проводилось экспериментальное исследование деформаций тонкого тела из намагничивающегося эластомера в созданном электромагнитной катушкой неоднородном магнитном поле. Образец был подвешен на определенной высоте над электромагнитной катушкой, по которой проходил постоянный ток в диапазоне от 4 А до 20 А. Катушка была помещена в емкость с водой во избежание ее перегрева при больших токах. Вдоль оси катушки была жестко закреплена пробирка, в которой перемещался образец с расположенными на нем проволочными опорами. Таким образом предотвращалось отклонение образца от центра катушки. К нижнему концу тела был прикреплен указатель, и по его положению отмечалось изменение длины образца в зависимости от тока. В начале ток увеличивался по 0,5 А и фотографировалось расположение указателя. Затем ток уменьшался с таким же шагом, что позволило обнаружить гистерезис изменения длины тела. По экспериментальным данным были построены графики зависимости относительного удлинения тел в процентах от тока в катушке. Один из этих графиков представлен на Рис. 1. Из графика видно, что возможно существование двух устойчивых положений равновесия тела при одном и том же токе, разница между относительными удлинениями тел в этих положениях достигает 38%.

Предложена модель, описывающая исследуемую деформацию, и проведены предварительные расчеты.

Источники и литература

- 1) Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. М.: Химия, 1977. 437 с.
- 2) M. Zrinyi, L. Barsi, D. Szabo and H.-G. Kilian. Direct observation of abrupt shape transition in ferrogels induced by nonuniform magnetic field. J. Chem. Phys., vol. 106 (1997), pp. 5685-5692

Слова благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 16-51-12024). Выражаю благодарность профессору В.А. Налетовой за постановку задачи и руководство работой.

Иллюстрации

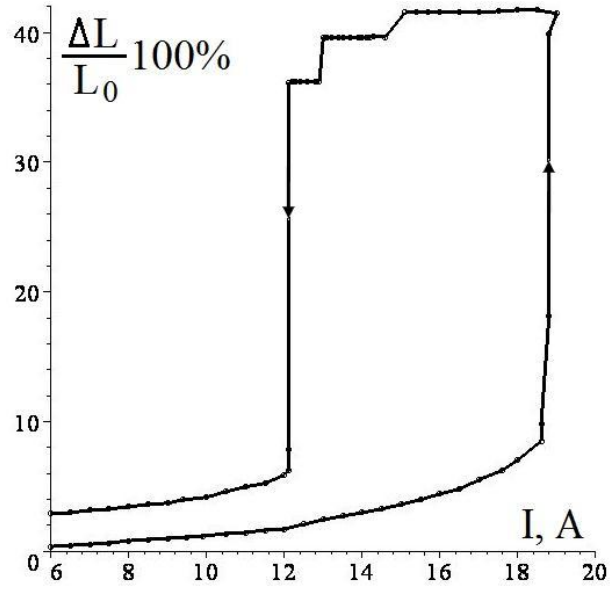


Рис. 1. Зависимость относительного удлинения от тока