**Влияние магнитных наночастиц природного происхождения на вязкоупругие свойства гидрогелей из биосовместимого полимера**

***Тимченко И.С., Квятковский А.Л., Филиппова О.Е.***

*Студент, 5 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*физический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: ivan.s.timchenko@gmail.com*

Полимерные гидрогели могут быть использованы в качестве «умных» материалов, способных реагировать на изменения внешней среды. К таким материалам относятся магнитные гели, в полимерную сетку которых внедряются магнитные наночастицы. Их можно использовать для создания, так называемых, «мягких» манипуляторов, представляющих собой полимерную матрицу, способную обратимо и контролируемо деформироваться, не нанося повреждения мягким тканям. Такие роботы могут найти применение, например, в неинвазивной хирургии. Еще одним преимуществом использования магнитных гидрогелей при создании «мягких» манипуляторов является способность магнитного поля проникать через различные материалы [1].

В литературе [2] было показано, что в магнитных гелях, помещенных в магнитное поле, наблюдалось выстраивание наночастиц сферической формы вдоль его силовых линий, что приводило к увеличению количества зацеплений в системе и росту модуля упругости геля при сдвиговой деформации, когда силовые линии перпендикулярны плоскости сдвига. Использование магнитного наполнителя в виде наночастиц вытянутой формы (например, цилиндрических) позволит усилить данный эффект. Этот эффект также может быть применен в «мягких» роботах. Повышенная упругость в области соприкосновения устройства и объекта манипулирования улучшает контроль над объектом.

В качестве магнитных частиц цилиндрической формы можно использовать нанотрубки галлуазита, модифицированного частицами феррита кобальта (II) [3]. Модифицированный галлуазит использовался для приготовления магнитных гелей на основе поливинилового спирта, сшитого борат-ионами. Вязкоупругие свойства гелей изучались реологическим методом.

*Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект №23-13-00177).*

**Литература**

1. Chung, H.-J., Parsons, A.M. and Zheng, L. Magnetically Controlled Soft Robotics Utilizing Elastomers and Gels in Actuation: A Review. // Adv. Intell. Syst. 2021, Vol. 3(3).
2. Shibaev A.V., Smirnova M.E., Kessel D.E., Bedin S.A., Razumovskaya I.V., Philippova O.E. Remotely Self-Healable, Shapeable and pH-Sensitive Dual Cross-Linked Polysaccharide Hydrogels with Fast Response to Magnetic Field. // Nanomaterials, 2021, V. 11(5), P. 1271.
3. Ghiyasiyan-Arani, M. and Salavati-Niasari, M., Decoration of green synthesized S, N-GQDs and CoFe2O4 on halloysite nanoclay as natural substrate for electrochemical hydrogen storage application. // Scientific Reports 2022, Vol. 12(1), P. 8103.