

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРОГЕЛЕЙ ПОЛИГИДРОКСИЭТИЛМЕТАКРИЛАТА

Деринг Е.В., Нохрин К.А., Сафронов А.П.

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Гидрогели, в состав которых входят магнитные частицы, называются феррогелями. Данные материалы находят применение в медицине, биоинженерии, биотехнологии как биосенсоры, устройства для доставки лекарств, искусственные мышцы, системы очистки воды и в других направлениях. Главное преимущество феррогелей заключается в возможности управления их поведением с помощью внешнего магнитного поля. Для настройки важных функциональных характеристик феррогелей, определяющих область применения материала, таких как степень набухания и модуль упругости, можно регулировать концентрацию мономера и магнитного наполнителя в реакционной смеси.

Целью этого исследования был синтез феррогелей на основе полигидроксиэтилметакрилата (ПГЭМА), содержащих наночастицы магнетита Fe_3O_4 , и исследование степени набухания и механических свойств при одноосном сжатии при воздействии внешнего магнитного поля, направленного параллельно и перпендикулярно относительно прикладываемой нагрузки.

Реакционная смесь для синтеза феррогелей состояла из водного раствора 2-гидроксиэтилметакрилата (ГЭМА) с различными концентрациями мономера: 1.6, 2, 3, 4, 4.5, 5 и 5.5 моль/л. Сшивающим агентом являлся метиленадиакриламид (МДАА) в мольном соотношении 1:100 к мономеру. В качестве магнитного наполнителя добавляли наночастицы магнетита Fe_3O_4 в диапазоне от 10 до 40 % по массе, а также получили образцы без магнитных частиц для сравнения. Был использован магнетит производства Alfa Aesar с удельной поверхностью $6.9 \text{ м}^2/\text{г}$, его частицы были квазисферической формы с диаметром около 190 нм. Реакцию полимеризации инициировали окислительно-восстановительной реакцией между пероксодисульфатом аммония (ПСА) и N,N,N',N'-тетраметил-1,2-этилендиамина (ТЕМЕД) при комнатной температуре.

Гидрогели, синтезированные при концентрации мономера менее 4.8 моль/л, имеют молочно-белый цвет и не прозрачны, что указывает на их гетерогенность. При более высокой концентрации ГЭМА гидрогели становятся прозрачными и гомогенными. Увеличение содержания магнитных частиц в полимерной сетке феррогелей ПГЭМА приводит к увеличению степени их набухания как гомогенных, так и гетерогенных гелей. Вероятно, это связано с низким адгезионным взаимодействием магнитных частиц с полимерной сеткой, что приводит к ее разрыхлению. Модуль упругости феррогелей измеряли путем последовательных нагружений при воздействии магнитного поля в диапазоне от 0 до 200 мТ. Обнаружено, что модуль упругости феррогелей заметно увеличивается под действием магнитного поля, параллельно направленного относительно нагрузки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант 20-12-00031).