

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРОГЕЛЕЙ СОПОЛИМЕРОВ ПОЛИГИДРОКСИЭТИЛМЕТАКРИЛАТА И ПОЛИАКРИЛАМИДА

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

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

Гидрогель – мягкий, биосовместимый материал с полимерной сеткой, насыщенной водой. Благодаря схожести с биологическими тканями он широко используется в медицине, биотехнологии и других отраслях. Функциональные возможности гелей могут быть значительно расширены при введении в его структуру магнитных частиц, что позволяет управлять механическими свойствами при помощи наложения внешнего магнитного поля. Такой материал принято называть феррогелем.

Цель исследования — синтез феррогелей на основе сополимеров полигидроксиэтилметакрилата и полиакриламида П(ГЭМА-АА), определение степени набухания и изучение влияния магнитного поля на механические характеристики феррогелей при различной ориентации направления магнитного поля и направления приложения нагрузки.

В качестве мономеров при синтезе феррогелей использовали 2-гидроксиэтилметакрилат (ГЭМА) и акриламид (АА) в мольных соотношениях 80:20; 60:40; 40:60; 20:80. Сшивающий агент — метилendiакриламид (МДАА) с мольным соотношением к мономеру 1:100. В качестве наполнителя использовали наночастицы FeOx сферической формы с удельной поверхностью 9,8 м²/г в количестве от 0 до 30% по массе. Полимеризация инициировалась реакцией между пероксодисульфатом аммония (ПСА) и N,N,N',N'-тетраметил-1,2-этилендиамина (ТЕМЕД) при 25 °С.

Рост содержания магнитных частиц в полимерной сетке приводил к увеличению степени набухания феррогелей, вероятно за счёт низкой адгезии между частицами магнетита и полимерной сетки, что вызывало её разрыхление.

При мольном содержании ГЭМА 40–60% в составе сополимера формировались микрогетерогенные, но макроскопически однородные гели с небольшими порами в полимерной матрице. При содержании ГЭМА >60% образовывались гетерогенные гели с крупно пористой структурой.

Гетерогенные феррогели на основе ПГЭМА и сополимеров с содержанием ПГЭМА >60% демонстрировали механические потери, которые снижались при уменьшении содержания ГЭМА в составе сополимеров и переходе к микрогетерогенным и гомогенным структурам.

Введение магнитных частиц повышало модуль упругости гомогенных феррогелей П(ГЭМА-АА), но не влияло на гетерогенные образцы. Магнитное поле (0–250 мТ), приложенное параллельно нагрузке, увеличивало модуль феррогелей ПАА (15% FeOx) с коэффициентом 230 Па/мТ, но не влияло на феррогели П(ГЭМА-АА).

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