

СИНТЕЗ ПРИЩЕПЛЕНИХ КОПОЛІМЕРІВ ПОЛІВІНІЛПІРОЛІДОНУ З ПОКРАЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГІЇ

Бегей Т. С., Мельник Ю. Я., Скорохода В. Й.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Taras.S.Behei@lpnu.ua

Інтенсивний розвиток полімерної хімії та технології сприяє створенню нових матеріалів для біомедичних застосувань, зокрема офтальмології. Полівінілпіролідон (ПВП) характеризується біосумісністю, нетоксичністю, здатністю до комплексоутворення та стабільними фізико-хімічними властивостями. У поєднанні з метакрилатами кополімери ПВП дають змогу одержувати гідрогелеві матеріали з контрольованими структурно-механічними характеристиками, придатні для створення м'яких контактних лінз. Для синтезу кополімерних гідрогелів використовували: 2-гідроксіетилметакрилат (ГЕМА), полівінілпіролідон (ПВП, $M_n = 12\ 600$), полі(етиленгліколь)диметакрилат (ПЕГДМА), як ініціатор пероксид бензоїлу (ПБ), як розчинники бутанол, циклогексанол, етиленгліколь, діетиленгліколь і диметилсульфоксид (ДМСО). Полімеризацію здійснювали блочним методом. Ініціатор (ПБ), ПВП і зшивач (ПЕГДМА) розчиняли у мономері. Отримані розчини змішували, дегазували та заливали у циліндричні поліетиленові форми. Процес полімеризації відбувався за багатостадійною температурною програмою: витримка при 50 °С протягом 4 год, підвищення температури до 60 °С зі швидкістю 0,5 °С/хв і витримка 1 год, подальше нагрівання до 80 °С зі швидкістю 0,5 °С/хв і витримка 3 год, після чого систему охолоджували до 30–35 °С. Отримані блоки гідрогелю промивали дистильованою водою до видалення залишків мономерів і досліджували у гідратованому стані. Дослідженнями встановлено, що прищеплена полімеризація ГЕМА у присутності ПВП відбувається через стадію комплексоутворення, константа якого значно залежить від природи розчинника та зростає у ряду: диметилсульфоксид (0) < циклогексанол (0,06) < етиленгліколь (0,17) < діетиленгліколь (0,21) < вода (0,28 дм³/моль). Зі зростанням константи комплексоутворення спостерігається збільшення ефективності прищеплення мономера до 87 % і зменшення молекулярної маси фрагмента між вузлами зшивання від 64 до 24 кг/моль. Це свідчить про формування більш щільної та стабільної гідрогелевої структури. Отримані кополімери мають рідкозшити сітчасту будову, що забезпечує їхню високу здатність до набрякання у воді. У зволоженому стані вони утворюють двофазну систему, в якій вода заповнює міжмакромолекулярні порожнини, сприяючи переходу полімеру зі склоподібного у високоеластичний стан. Зі збільшенням вмісту ПВП (до 50 % мас.) зростає водопоглинання (до 100 %), проникність для води $(50-100) \times 10^{-4}$ м³·м⁻²·год⁻¹, йонів NaCl $(200-270)$ моль·м⁻²·год⁻¹, киснепроникність синтезованих гідрогелів сягає $(1,0-1,5) \times 10^{-10}$ м²/с, що відповідає вимогам до матеріалів для офтальмологічних імплантів.

Механічні випробування показали, що міцність на розтяг синтезованих гідрогелів становить 0,3–0,5 МПа, відносне видовження при розриві – 200–270 %, світлопропускання – 90–96 %, показник заломлення $n^D = 1,42-1,43$. Додавання ПЕГДМА у кількості до 10 % мас. дозволяє оптимізувати співвідношення жорсткості й еластичності гідрогелевої матриці без втрати прозорості. Отримані гідрогелеві матеріали характеризуються високою стабільністю оптичних властивостей при гідратації та доброю сумісністю з біологічними тканинами. Досліджено закономірності формування оптично прозорих прищеплених кополімерів на основі ПВП і ГЕМА з покращеними фізико-механічними характеристиками, запропоновано методику їх синтезу, визначено вплив складу й умов полімеризації на структурні, механічні й дифузійні характеристики гідрогелів. Отримані гідрогелеві матеріали відзначаються прозорістю, підвищеною міцністю, високою проникністю для води, кисню й йонів, що робить їх перспективними для використання у виробництві м'яких контактних лінз підвищеної комфортності й інших офтальмологічних елементів.