

УДК 541.64; 614.31**Руслана Волошин, Наталя Букартик, Олег Шевчук, Віктор Токарев**
Національний університет "Львівська політехніка"**ЗШИТІ ГІДРОГЕЛІ НА ОСНОВІ КОПОЛІМЕРІВ АКРИЛАМІДУ****Ruslana Voloshyn, Natalia Bukartyk, Oleh Shevchuk, Viktor Tokarev****CROSS-LINKED HYDROGELS BASED ON ACRYLAMIDE COPOLYMERS**

В останні роки значну увагу науковців привертає розробка методів контролю якості харчових продуктів. Зокрема, з цією метою можуть використовуватись зшиті гідрогелі, які містять в своїй структурі іони металів або мінеральні наночастинки. Так, відомо, що при псуванні продуктів виділяється сірководень. У випадку гідрогелю, що містить іони кадмію, в результаті абсорбції парів H_2S та перебігу іонообмінної реакції $Cd^{2+} + S^{2-} \rightarrow CdS$ утворюються наночастинки сульфід кадмію, які мають інтенсивно жовтий колір, тому гідрогель набуває жовтавого забарвлення. Це може бути використане для індикації якості харчових продуктів.

Дана робота присвячена дослідженню синтезу і властивостей реакційноздатних гідрофільних кополімерів, що відрізняються природою функціональних груп, молекулярними масами та здатні до формування тривимірних зшитих структур, а саме бінарних кополімерів акриламід (АкАм), акрилової кислоти (АК) та диметиламіноетилметакрилату (ДМАЕМ). Наявність в складі синтезованих кополімерів груп, здатних до іонного та комплексного зв'язування іонів металів, відкриває можливості формування гідрогелів, що містять в своїй структурі зв'язані іони металів.

Досліджено процеси кополімеризації таких бінарних систем у воді та в органічних розчинниках. У воді процес кополімеризації АкАм та Ак відбувається з високою швидкістю (0,1-0,2%/с в залежності від концентрації ініціатора) і до високих конверсій (97-99%). При редокс-ініціюванні з використанням метабісульфіту натрію, як відновника, молекулярна маса синтезованих кополімерів знижується, що пояснюється вищою швидкістю ініціювання. В органічних розчинниках має місце осаджувальна полімеризація, причому, якщо швидкість процесу у метанолі є співмірною зі швидкістю у водному розчині, то в діоксані вона знижується в 3-4 рази. Молекулярна маса полімерів, отриманих в органічних розчинниках, є набагато нижчою в порівнянні з полімерами, синтезованими у воді. На користь цього свідчить набагато нижча (майже на порядок) в'язкість їх водних розчинів. При додаванні зшиваючого реагенту (діалілфталату) швидкість полімеризації знижується, а молекулярна маса незначно зростає.

Процес кополімеризації АкАм з ДМАЕМ у воді при ініціюванні персульфатом амонію іде з помітною швидкістю вже при кімнатній температурі. Це, очевидно, зумовлено тим, що в даному випадку реалізується окисно-відновне ініціювання, де третинна аміногрупа ДМАЕМ виконує роль відновника. Такі окисно-відновні ініціюючі системи, де окисником є пероксид, а відновником – третинний амін (наприклад система діацилпероксид/третинний амін, персульфат калію/триетаноламін) відомі з літератури. Однак, в цьому випадку конверсія не перевищує 50-60%, що можливо пов'язано з неефективним розходуванням ініціатора. У випадку ж використання як ініціатора азобісізобутиронітрилу (ДАК), який не вступає у окисно-відновні реакції, ступінь перетворення досягає 97-99%.

Введенням у мономерну суміш структуруючого агента – N,N'-метилен-біс-акриламід (МБА) після полімеризації було отримано зшиті сітчасті структури, здатні формувати набряклі у воді гідрогелі. Як і очікувалось, при збільшенні вмісту МБА від 0,5 до 2% величина гель-фракції, тобто ступінь зшивання отриманого кополімеру

зростає від 65 до 76%. Одержані дані свідчать, що за швидкістю і ступенем набрякання отримані гідрогелі можуть бути віднесені до суперабсорбуючих полімерів, причому ступінь і швидкість набрякання визначаються природою використаного кополімеру та ступенем зшивання. Гідрогелі на основі обох типів кополімерів характеризуються надзвичайно високими ступенями набрякання. Однак, якщо для кополімерів полі(АкАм/АК) максимальний ступінь набрякання становить 2000-2500%, то для катіонактивних кополімерів полі(АкАм/ДМАЕ) він є вищим в декілька разів – 15000-17000%.

Ступінь набрякання зменшується зі збільшенням вмісту в системі зшиваючого агенту. Для кополімерів на основі АК при збільшенні вмісту МБАЗ 0,5 до 2%, ступінь набрякання зменшується від 2500% до 1400%, а для аміновмісних кополімерів – від 17000% до 8000%. Це, очевидно, пояснюється формуванням більш щільної і жорсткої полімерної сітки, що призводить до зниження здатності зшитого полімеру до набрякання.

Отримані структуровані гідрогелі є високоеластичними, пружними матеріалами, які до того ж характеризуються достатньо високою міцністю. Так, при стискувальних навантаженнях до 16 кПа їх відносна деформація становить 27-43% в залежності від ступеня зшивки без руйнування зразка, причому, після зняття навантаження зразки повністю відновлюють форму та розміри.

Було досліджено синтез гідрогелів, які містять в своїй структурі іони Cd^{2+} . Для цього в реакційну суміш додавали розчин ацетату кадмію. Дослідження кінетики свідчать, що введення солі практично не впливає на швидкість процесу. Обробка синтезованого гідрогелю газоподібним сірководнем приводить до забарвлення отриманих зразків у жовтий колір, що вказує на формування в ньому наночастинок CdS .

Таким чином, отримано структуровані гідрогелі, які містять в своїй структурі іони Cd^{2+} , здатні зв'язувати іони сірки, що може бути використано в сенсорах H_2S .