

Regularities of Hydrogel Composite Materials Obtaining based on Copolymers of Methacrylic Esters and Polyvinylpyrrolidone

Oksana Galyshyn, Jourij Melnyk,
Mykola Prusak, Volodymyr Skorokhoda

Department of Chemical Technology of Plastics
Processing, Lviv Polytechnic National University,
12 Bandera Str., Lviv, UKRAINE,
E-mail: jourij_melnyk@polynet.lviv.ua

Regularities of polymerization of polyvinylpyrrolidone (PVP)-methacrylic compositions in the presence of indifferent disperse fillers have been studied. The effect of nature, composition and amount of the filler on polymerization rate and performance characteristics of the obtained materials was established.

The main kinetic parameters of polymerization of dispersion-filled (PVP)-methacrylic compositions were found. PVP with molecular weight $(12...28) \cdot 10^3$ was used for the study. 2-Hydroxyethyl methacrylate and glycidyl methacrylate were used as monomers, benzoyl peroxide and potassium persulfate as initiators and hydroxyapatite and sorption-capable SFEROGEL granules of various fractions as fillers.

The research revealed the main relationships between monomer conversion and proportion of polymer-monomer compositions, amount of the solvent as well as the nature, amount and dispersity of the filler. Introduction of filler with highly-developed surface into polymer hydrogels on the basis of PVP-methacrylic compositions was shown to enable polymerization resulting in composites with required strength, sorption and diffusion properties.

On the basis of the developed compositions, composite hydrogel membrane films were obtained. Their physico-mechanical, sorption-desorption and diffusion transport properties were tested.

The study of release of model substances and drugs through the synthesized composite membranes verified that mass transfer parameters can be varied in a wide range via membranes' compositional proportion, amount and content of the filler and film thickness. Membranes made from SFEROGEL-filled copolymers of 2-hydroxyethyl methacrylate with PVP offer increased diffusion permeability, which proves the participation of fine-dispersed sorption-capable hydrogels in membrane mass transfer.

Translated by Polyglot Translation Bureau
<http://www.polyglot-lviv.com>

Закономірності одержання композиційних гідрогелевих матеріалів на основі кополімерів полівінілпіролідону і метакрилових естерів

Оксана Галишин, Юрій Мельник,
Микола Прусак, Володимир Скорохода

Кафедра хімічної технології переробки пластмас,
Національний університет "Львівська політехніка",
УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12,
E-mail: jourij_melnyk@polynet.lviv.ua

Досліджено закономірності полімеризації полівінілпіролідон-(мет)акрилатних композицій у присутності індиферентних дисперсних наповнювачів. Встановлено вплив композиційного складу, природи і кількості наповнювача на швидкість полімеризації і експлуатаційні властивості одержаних матеріалів.

Ключові слова – гідрогель, 2-гідроксіетилметакрилат, полівінілпіролідон, полімерні композити.

I. Вступ

Розроблення полімерних композитів на основі біологічно індиферентних матеріалів, які, залежно від природи полімерної матриці і властивостей наповнювача, а також їх комбінації, відзначались би оптимальними і прогнозованими експлуатаційними властивостями, є актуальною проблемою хімії та технології високомолекулярних сполук. Полімеризаційним наповненням отримують полімерні матеріали, основні властивості яких суттєво відрізняються від властивостей матриці [1]. За суттю це є універсальний принцип створення полімерних композиційних матеріалів з новим комплексом фізичних і механічних властивостей, які визначаються мікротетерогенністю системи і фазовими взаємодіями на межі полімер – наповнювач. При цьому властивості композиційного матеріалу залежать від властивостей наповнювача практично такою ж мірою, що і від вихідного полімеру.

Рідкоструктуровані прищеплені кополімери метакрилатів і функційно активних полімерів, зокрема полівінілпіролідону (ПВП), ефективно застосовуються в медико-біологічних цілях [2], у т.ч. у вигляді плівок та мембран [3]. Виявлено, що ефективним способом модифікування властивостей таких кополімерів є введення до їх складу наповнювачів на стадії полімеризації [4].

II. Результати та обговорення

Для визначення оптимальних композиційних складів та режимів синтезу гідрогелевих композитів нами встановлені основні кінетичні параметри полімеризації дисперсно наповнених ПВП-(мет)акрилатних композицій. Для досліджень використовували ПВП з молекулярною масою $(12...28) \cdot 10^3$. Як метакрилові мономери використовували 2-гідроксіетилметакрилат,

гліцидилметакрилат та їхні суміші; як ініціатори – пероксид бензоїлу і персульфат калію; як наповнювачі – гідроксіапатит і сорбційно здатні гранули кополімеру „Сферогель” різних фракцій.

Дослідженнями встановлені основні залежності конверсії мономеру від складу полімер-мономерних композицій, кількості розчинника, а також природи, кількості наповнювача та його дисперсності. Встановлено, що введення в композити сорбційно-активного наповнювача зумовлює зменшення конверсії мономеру і зниження швидкості реакції полімеризації. Введенням наповнювача з високорозвиненою поверхнею в полімерні гідрогелі на основі ПВП-(мет)акрилатних композицій можна контролювати процес полімеризації для одержання композитів з необхідними міцнісними і сорбційно-дифузійними властивостями.

З метою практичного застосування розроблених композиційних гідрогелів на їх основі отримували плівки ініційованою калію персульфатом полімеризацією композицій ГЕМА-ПВП і наповнювачів у водному середовищі в закритих формах у присутності дисперсних наповнювачів. Полімеризацію здійснювали у повітряному термостаті за попередньо розробленими для вказаних композицій режимами.

Встановлено, що деформаційно-міцнісні характеристики композитних плівок на основі кополімерів ГЕМА-ПВП значно залежать від вихідного композиційного складу, кількості і типу наповнювача. Проте, у всіх випадках, при введенні до складу гідрогелевих плівок наповнювачів у кількості до 10 % мас. їхні міцні характеристики знаходяться на рівні відомих гідрогелевих плівок.

З метою встановлення практичної придатності синтезованих наповнених плівок на основі ГЕМА-ПВП як мембран досліджували їхні сорбційно-десорбційні і дифузійно-транспортні властивості на прикладі модельних низкомолекулярних речовин – хлоридів калію і натрію та конкретних ліків – натрію диклофенаку та ібупрофену. Дослідженнями встановлено, введення наповнювачів приводить до зростання сорбційної здатності плівок, причому плівки, наповнені дисперсними наповнювачами неорганічної природи, відзначаються нижчою сорбційною здатністю, порівняно з плівками наповненими гранульним кополімером „Сферогель”. Нижчою сорбційною здатністю характеризується ненаповнена гідрогелева плівка, а також плівка, наповнена гідроксіапатитом. Встановлено, що збільшення кількості наповнювача сприяє підвищенню

сорбції солей плівками, а збільшення частки води у композиції зменшує сорбційну здатність плівок, наповнених гранульним кополімером „Сферогель”.

Виконані дослідження вивільнення модельних речовин та ліків через синтезовані композитні мембрани підтвердили, що параметри масоперенесення можна змінювати в широких межах композиційним складом мембран, природою і кількістю наповнювача, а також товщиною плівки. Мембрани на основі кополімерів 2-гідроксіетилметакрилату з ПВП, наповнені „Сферогелем”, характеризуються підвищеною дифузійною проникністю, що свідчить про участь сорбційно здатних дрібнодисперсних гідрогелів у мембранному масоперенесенні.

Висновок

Визначені основні кінетичні параметри перебігу процесу полімеризації ПВП-(мет)акрилатних композицій у блоці і воді в присутності індиферентних дисперсних наповнювачів залежно від композиційних складів, природи і кількості наповнювача. Виконані дослідження покладені в основу розробленого способу одержання біологічно толерантних полімерних композиційних матеріалів полімеризаційним наповненням, яке дозволяє одержувати композитні гідрогелеві мембрани з підвищеною сорбційною ємністю і регульованими дифузійно-транспортними характеристиками.

Література

- [1] Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси и композиты / Пер. с англ. под ред. Ю. К. Годовского. – М.: Химия, 1979. – 440 с.
- [2] Melnyk J.J., Galyshyn O.Z., Skorokhoda V.J., Suberlyak O.V. Influence of polyvinylpyrrolidone on forming membranes structure for medical-biological application // 3rd Intern. Summer School “Supramolecular Systems in Chemistry and Biology”. Abstract Book, (Lviv, Ukraine, September 6-10, 2010) / Lviv Polytechnic National University. – P. 118.
- [3] Мельник Ю.Я., Галишин О.З., Скорохода В.Й., Суберляк О.В. Гідрогелеві мембрани на основі кополімерів полівінілпіролідону. Особливості технології формування // Хімічна промисловість України.-2009.-№ 4 (93).-С. 26-31.
- [4] Галишин О.З., Мельник Ю.Я., Ємець А.Р., Скорохода В.Й. Наповнені гідрогелеві плівки для систем контролюваного вивільнення речовин // Вісник НУ“ЛП” “Хімія, технологія речовин та їх застосування”.-2010.-№ 667.-С. 408-411.