

Я.М. Гумницький, О.В. Люта, В.В. Сабадаш  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра екології та охорони навколишнього середовища

## РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВИВІЛЬНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ З КАПСУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

© Гумницький Я.М., Люта О.В., Сабадаш В.В., 2006

**Експериментально досліджено вплив домішок легкокорозчинної кристалічної речовини у плівці на процес вивільнення компонента з капсульованих мінеральних добрив. Визначено коефіцієнти дифузії через плівку з різним вмістом домішок легкокорозчинної кристалічної речовини.**

**Experimental research of the influence of included well soluble crystalline material in polymeric shell on the process of extraction of the component from capsulated mineral fertilizer were carried out. Were calculated coefficients of diffusion through the polymeric shell with different maintenance of the included well soluble crystalline material.**

**Постановка проблеми.** Застосування мінеральних добрив, крім позитивного ефекту, наносить ще й велику шкоду довкіллю, оскільки лише частина із усієї кількості внесених добрив засвоюється рослинами. У середньому ця частина для сільськогосподарських угідь становить приблизно: для азотних та калійних добрив – 50–60 %, а для фосфатних – до 25 %. При цьому змив ґрунту становить 50 млн. т в рік, а втрати компонентів мінеральних добрив у довкілля – 54 тис. т азоту, 162 тис. т фосфору, 54 тис. т калію в рік кожного. Втрати кальцію внаслідок ерозії становлять від 7 до 515 кг/га в рік, магнію – від 85 під зерновими культурами до 230 кг/га в рік на землях, які залишені під пар [1, 2]. Це пояснюється тим, що засвоєння рослинами поживних речовин залежить від швидкості розчинення добрив, а це, своєю чергою, залежить від кількості опадів. Саме це і призводить до виникнення багатьох екологічних проблем, таких як засолення ґрунтів, змив поверхневими водами компонентів добрив та їх проникнення у підземні водні горизонти, забруднення поверхневих водойм, підвищення концентрації нітратів у питній воді тощо [3]. Одним із шляхів запобігання забрудненню довкілля є застосування у сільському господарстві добрив пролонгованої дії, а саме – капсульованих добрив. Під час застосування цих добрив передбачається використання полімерних плівок різної товщини, для регулювання швидкості вивільнення компонентів із капсульованих частинок. Але навіть завдяки цьому неможливо забезпечити рівномірне вивільнення компонентів, оскільки вони застосовуються на різних типах ґрунтів і кількість опадів, які випадають, є різною у різних регіонах.

**Аналіз літературних джерел.** Результати експериментальних досліджень, які опубліковані в періодичних виданнях, стосуються насамперед впливу фізико-хімічних показників середовища на швидкість розчинення капсульованих мінеральних добрив. Велику увагу в цих дослідженнях приділено впливу водневого показника середовища на швидкість вивільнення компонентів із капсул [4, 5]. Проте відсутні відомості щодо регулювання проникності оболонки за рахунок внесення до складу плівки легкокорозчинних кристалічних речовин.

**Мета роботи** – дослідження впливу домішок легкокорозчинної кристалічної речовини у плівці на проникність полімерної оболонки і швидкість розчинення мінерального добрива.

Попередньо проводилися дослідження процесу вивільнення компонента із добрив, капсульованих ацетилфталілцелюлозною оболонкою, в рідинне середовище з різними значеннями рН середовища для регулювання оптимальної дози вивільнення компонентів із добрив на ґрунтах з різним водневим показником.

Покриття частинок здійснювали в апараті псевдозрідженого шару, що забезпечує рівномірність та однакову товщину покриття ацетилфталілцелюлозною оболонкою з додаванням легкокорозчинної кристалічної речовини [6].

Для дослідження впливу домішок на кінетику екстрагування використовували частинки сферичної форми з натрієвої селітри, покриті ацетилфталілцелюлозою з додатками легкокорозчинної кристалічної речовини. Як додаток використовували дрібнокристалічну сахарозу. Її вносили у плівку в кількості 0, 5 і 10 %. Діаметр частинок становив 4 мм, товщина оболонки в середньому становила 100 мкм. Усі дослідження проводились у нейтральному середовищі.

Результати експериментальних досліджень показані у вигляді залежності концентрації вивільненої речовини від часу на рис 1.

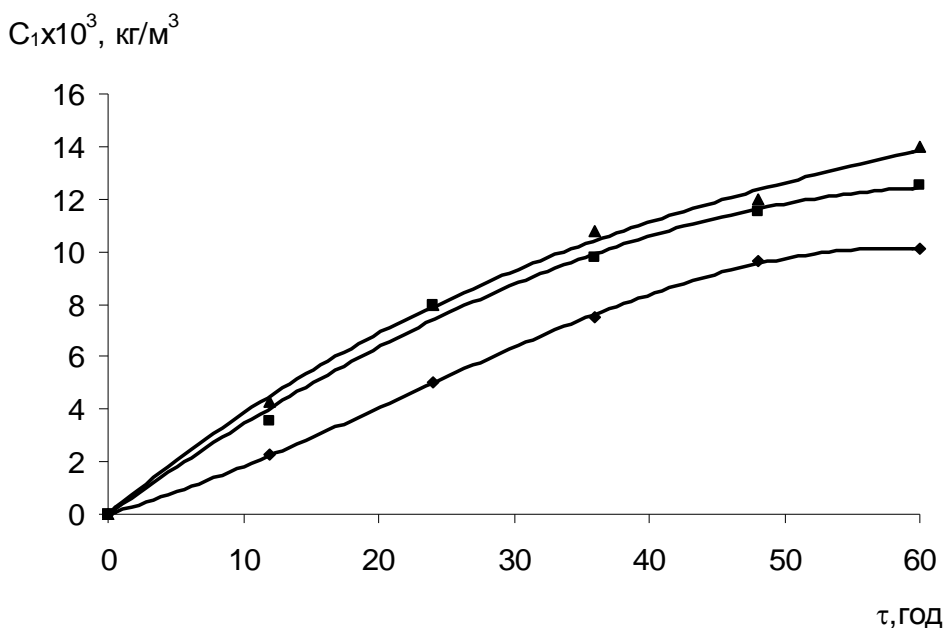


Рис. 1. Залежність концентрації вивільненої речовини від часу:  
 ◆ – 0 %, ■ – 5 %, ▲ – 10 %

Як бачимо із цього рисунка, введення легкокорозчинної кристалічної речовини в різних кількостях впливає по-різному на швидкість вивільнення компонентів натрієвої селітри із капсули. Під час проведення експериментальних досліджень спостерігалася динаміка збільшення проникності оболонки із збільшенням кількості введеного додатка до 5 %. Це пояснюється тим, що під час внесення капсульованих частинок у рідинне середовище проходить розчинення кристалічних додатків із оболонки. Внаслідок цього утворюються мікропори в оболонці і швидкість вивільнення цільового компонента зростає. Однак збільшення додатка понад 5 % не приводило до пропорційного зростання інтенсивності розчинення мінеральних добрив. Очевидно, що розміри утворених пор у плівці при внесенні 5 % додатків сягає максимального значення і подальше збільшення кількості додатків мало впливає на збільшення проникності оболонки. Це підтверджується тим, що швидкість вивільнення при внесенні 5 і 10 % додатків є близькою за значенням.

Отже, виникає можливість регулювання проникності оболонки додаванням до складу полімерного покриття кристалічних додатків в обмеженій кількості, а саме до 5 %, коли швидкість вивільнення є прямо пропорційно залежною від кількості внесених додатків. Це дасть змогу знизити економічні затрати на виробництво добрив пролонгованої дії, а також зменшити кількість внесених кристалічних речовин у ґрунт, які у великих кількостях можуть виступати забрудниками.

Математичну модель вивільнення цільового компонента через нерозчинні оболонки наведено в [4]. Ця модель є актуальною і для полімерного покриття із збільшеною пористістю. Згідно з

моделлю дослідні дані можуть бути подані у вигляді  $\frac{1}{3} \ln \left( \frac{a^3 + R^3}{a^3 + r_0^3} \right) = f(\tau)$ , що на графіку дає

прямі лінії. Тангенс кута нахилу цих ліній відповідає коефіцієнту масопередачі  $k$ , що враховує багатостадійність процесу. У цей коефіцієнт входить коефіцієнт дифузії у полімерній оболонці  $D_2$ , який робить основний внесок у кінетику масообміну.

Розрахунок коефіцієнтів масопередачі здійснюємо за допомогою програми EXCEL (результати показано графічно на рис. 2 і наведено у вигляді таблиці).

**Значення коефіцієнта масопередачі  $k$  за різного вмісту  
легкорозчинної кристалічної речовини**

№ з/п	% вміст	Товщина оболонки, $\delta$ , м	Коефіцієнт масопередачі, $k$ , м/с	Коефіцієнт дифузії, $D_2$ , $m^2/c$	Коефіцієнт кореляції, $R^2$
1	0	$1 \cdot 10^{-4}$	$1,35 \cdot 10^{-7}$	$1,34 \cdot 10^{-11}$	0,9722
2	5	$1 \cdot 10^{-4}$	$3,34 \cdot 10^{-7}$	$3,35 \cdot 10^{-11}$	0,9607
3	10	$1 \cdot 10^{-4}$	$3,65 \cdot 10^{-7}$	$3,65 \cdot 10^{-11}$	0,9471

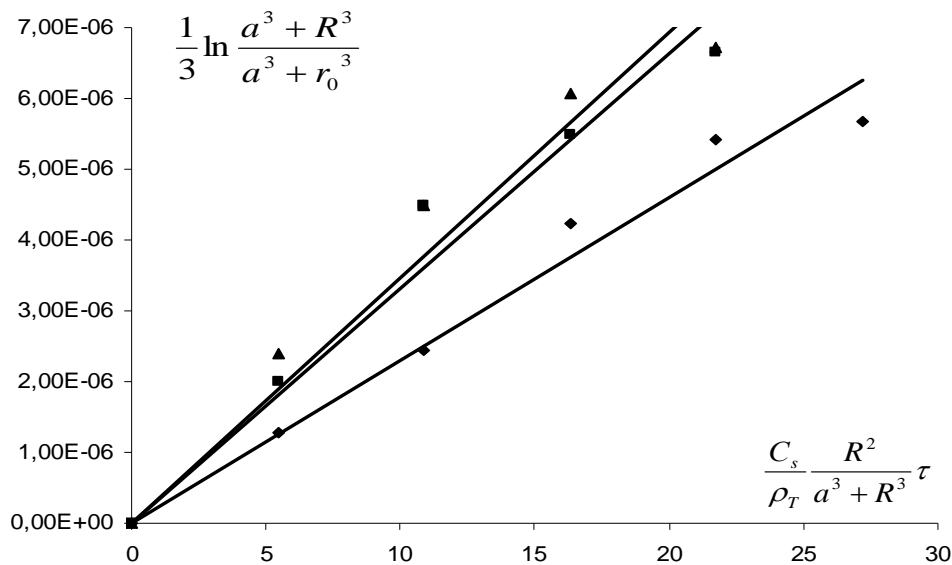


Рис. 2. Визначення значення коефіцієнта масопередачі  $k$  за різного % вмісту легкорозчинної кристалічної речовини:  
◆ – 0 %, ■ – 5 %, ▲ – 10 %

**Висновки.** Як бачимо із таблиці, коефіцієнт дифузії  $D_2$  є найменшим за екстрагування компонентів через полімерну оболонку без додавання легкорозчинної кристалічної речовини. Під час внесення 5 % кристалічної речовини коефіцієнт дифузії збільшується у 2,5 рази порівняно із чистою оболонкою. Однак збільшення кількості кристалічних додатків до 10 % збільшує швидкість вивільнення цільового компонента порівняно з 5 % лише у 1,09 рази. Тому з метою уникнення забруднення довкілля кристалічними речовинами доцільно вносити не більше 5 % легкорозчинної кристалічної речовини.

Створення капсульованих добрив з додаванням легкорозчинної кристалічної речовини забезпечить поступове вивільнення цільового компонента добрив із капсул залежно від умов середовища, особливостей сільськогосподарських культур, кількості випадання опадів тощо. Завдяки внесенню різної кількості додатків легкорозчинної кристалічної речовини до складу оболонки ми можемо регулювати проникність оболонки у широких межах, що уможливить створювати добрива, спеціально призначені для умов різних регіонів, особливостей культур, які будуть вирощуватися, і забезпечить рівномірне вивільнення компонентів із капсул протягом усього періоду вегетації рослин.

1. Бакка М. Т., Стрельченко В. П. *Основи ведення сільського господарства та охорона земель.* – Житомир, 2000. 2. Сапрыкин Ф. Л. *Геохимия почв и охрана природы.* – Л., 1984. 3. Ковда В.С. *Эколо-*

гические проблемы применения удобрений – М., 1984. 4. Гумницький Я.М., Мельничук В.В., Нагурський О.А. Вплив фізико-хімічних показників середовища на швидкість розчинення мінеральних добрив // Экотехнология и ресурсосбережение. – № 6. – 2004. – С. 54–58. 5. Гумницький Я.М., Мельничук В.В., Нагурський О.А. Вплив рН середовища на швидкість вивільнення корисного компонента з капсульованих частинок // Вісник НУ “Львівська політехніка” “Хімія, технологія речовин та їх застосування”. – 2002. – № 447. – С. 185–187. 6. Дытнерский Ю.М. Основные процессы и аппараты химической промышленности: Пособие по проектированию. – М., 1991.

УДК 66.684

Л.І. Шевчук, В.Л. Старчевський\*

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра технології органічних продуктів,  
\*кафедра загальної хімії

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ УЛЬТРАЗВУКУ В ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

© Шевчук Л.І., Старчевський В.Л., 2006

**Досліджено процес очищення води із природних водоймищ від патогенних і непатогенних мікроорганізмів шляхом їх окиснення і показано, що хімічна дія ультразвуку пов’язана з явищем кавітації, що виникає в рідині під час проходження через неї коливань достатньої потужності.**

**The process of water purification from the natural reservoirs from pathogenic and nonpathogenic microorganisms by its oxidation in ultrasound cavitations conditions, and is showed that the chemical action of ultrasound is connected with the phenomenon that appears in liquid on passing fluctuations of sufficient power through it.**

**Постановка проблеми.** Загальновідомо, що стічні води – це суміш різноманітних розчинених і завислих у воді органічних і неорганічних речовин, в тому числі ксенобіотиків і іонів важких металів в концентраціях, дуже малих, за мірками технічної мікробіології, і дуже високих з точки зору класичної гідробіології. І якщо для мінералізації навіть однієї речовини необхідна участь декількох мікроорганізмів, то зрозуміло, що очищення будь-якої стічної води неможливо здійснити за допомогою одного виду мікроорганізмів. Так, метод біологічного очищення отримав широке застосування для очищення стічних вод хімічних виробництв, однак до основних недоліків цього методу слід віднести: високі капітальні затрати, необхідність точного дотримання технологічного режиму очищення, токсичну дію на мікроорганізми багатьох органічних і неорганічних сполук, необхідність розбавлення стічних вод у разі високої концентрації домішок. Тому нами запропоновано використання фізико-хімічного методу очищення стічних вод, а саме – кавітаційного методу обробки стоків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботі [1] запропоновано нову концепцію біологічного очищення води в прямоочних системах конвеєрного типу, яка передбачає широке коло гідробіонтів – від анаеробних бактерій до риб і вищих водних рослин. Згруповані у відповідні біоценози, іммобілізовані вони потребують спеціальних місць для утримування. У [2] запропоновано використання гідродинамічного озонатора для очищення стічних вод, де кавітація виникає за рахунок турбулізації рідини за перепону.

**Мета роботи** – дослідити фізико-хімічні закономірності дії ультразвуку (УЗ) на процес очищення стічних вод від органічних та біологічних забруднень.

**Експериментальна частина.** Як об’єкти досліджень в роботі використано природні води з озера Наварія Львівської області та із забруднених водойм, які відрізняються між собою