



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## Сучасні технології у промисловому виробництві

### МАТЕРІАЛИ

*науково-технічної конференції викладачів,  
співробітників, аспірантів і студентів  
факультету технічних систем  
та енергоефективних технологій  
(Суми, 18-21 квітня 2017 року)*

### ЧАСТИНА 1

*Конференція присвячена Дню науки в Україні*



УДК 001.891 (063)

С91

Редакційна колегія:

відповідальний редактор – кандидат технічних наук, доцент  
О. Г. Гусак;

заступник відповідального редактора – кандидат технічних наук,  
доцент В. Г. Євтухов

Члени редакційної колегії:

кандидат хімічних наук, доцент С. Б. Большаніна; кандидат  
технічних наук, доцент С. М. Ванєєв; доктор технічних наук,  
професор В. О. Залого; кандидат технічних наук, професор  
І. Б. Карінцев; кандидат технічних наук, професор  
І. О. Ковальов; кандидат технічних наук, доцент  
А. В. Загорулько; доктор технічних наук, професор  
К. О. Дядюра; доктор технічних наук, професор Л. Д. Пляцук;  
доктор технічних наук, професор В. І. Склабінський

С91  
Сучасні технології у промисловому виробництві:  
матеріали науково-технічної конференції викладачів,  
співробітників, аспірантів і студентів факультету техніч-  
них систем та енергоефективних технологій (м. Суми,  
18–21 квітня 2017 р.): у двох частинах / редкол.:  
О. Г. Гусак, В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський  
державний університет, 2017. – Ч. 1. – 183 с.

УДК 001.891 (063)

До збірника ввійшли тези та матеріали доповідей, у яких наведені  
результати наукових досліджень студентів, аспірантів та викладачів  
факультету технічних систем та енергоефективних технологій СумДУ та  
інших ВНЗ України. Збірник може бути корисним для викладачів, аспірантів  
і студентів ВНЗ, а також інженерів галузей загального та хімічного  
машинобудування.

© Сумський державний університет, 2017

## СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»

Голова – доц. С. Б. Большаніна  
Секретар – ст. лаб. О. Г. Дерев'янок

20 квітня 2017 р.

Початок о 13<sup>30</sup>, ауд. Ц-308.

1. Мембранний електроліз в процесах регенерації розчинів, що містять  $\text{Cr}^{6+}$ .  
Доп.: Рибалко М. А., Ляховка А. В., студенти гр. І-62.  
Кер.: Большаніна С. Б., доцент.
2. Синтез плівок на основі альгінату та желатину з додаванням стрептоциду.  
Доп.: Ковшун А. В., Сандюк А. Ф., студенти гр. ЛС 613;  
Кириченко О. М., зав. навч. лабораторії.  
Кер.: Большаніна С. Б., доцент.
3. Очищення гальванічних розчинів.  
Доп.: Кириченко О. М., зав. навч. лабораторії.
4. Синтез гранульованих біоматеріалів на основі альгіната і гідроксиапатита с додаванням іонів срібра.  
Докл.: Чубур В. С., Умник І. В., Сипко І. А., студенти гр. ТС-41.  
Рук.: Воробьева І. Г., доцент.
5. Утворення плівок на основі альгінату натрію, желатину та фурациліну з додаванням іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Zn}^{2+}$ .  
Доп.: Руденко К. О., Голубов В. І., студенти гр. ЛС 611;  
Кириченко О. М., зав. навч. лабораторії.  
Кер.: Яновська Г. О., асистент.
6. Синтез гранульованих біоматеріалів на основі альгінату та гідроксиапатиту з додаванням іонів магнію.  
Доп.: Мосьпан А. Б., студентка гр. ТС-41.  
Кер.: Яновська Г. О., асистент.
7. Механізм утворення амелоїду білком S100A9.  
Доп.: Сулскіс Д., студент, Вільнюський університет, м. Вільнюс, Литва;  
Морозова-Рош Л. А., професор, Університет Умео, м. Умео, Швеція.  
Кер.: Яцішин І. О., асистент, СумДУ, м. Суми, Україна.
8. Розрахунок концентрації розчинів сульфатної кислоти.  
Доп.: Мосьпан А. Б., студентка гр. ТС-41.  
Кер.: Лебедев С. Ю., доцент.

9. Морфологія поверхні плівок  $Zn_2SnO_4$  отриманих хімічним методом спреї-піролізу.

Доп.: Салогуб А. О., студентка гр. ФЕ.м-61;

Кер.: Опанасюк А. С., професор.

Манжос О. П., доцент.

10. Хімія гемоглобіну.

Доп.: Кіяшко Ю. М., Тверезовська А. І., студенти гр. ЛС 612.

Кер.: Ліцман Ю. В., доцент.

11. Причины необычных вкусовых пристрастий.

Докл.: Бадер Муса Мохаммад Ахмад, студент гр. ЛС 626.

Рук.: Дыченко Т. В., ст. преподаватель.

12. Синтез 7-амино-3-трет-бутил-8-(2Н-тетразол-5-ил)пиразоло[5,1-с]1,2,4-триазин-4(6Р)-она и кинетические исследования.

Докл.: Григорьева Е. В., Ефремова А. Н., студенты гр. ХО-316.

Рук.: Миронович Л. М., профессор, ЮЗГУ, г. Курск, Россия.

13. Определение растворения лекарственного препарата метронидазола.

Докл.: Агафонова О. А., магистрантка.

Рук.: Миронович Л. М., профессор, ЮЗГУ, г. Курск, Россия.

## СЕКЦІЯ «ДИНАМІКА ТА МІЦНІСТЬ, КОМП'ЮТЕРНА МЕХАНІКА»

Голова – проф. В. А. Марцинковський.

Секретар – зав. лаб. С. О. Міщенко

19 квітня 2017 р. Початок об 11<sup>25</sup>, ауд. Н-112.

1. Различные приемы нахождения центра тяжести в сложных, плоских сечениях. Сопоставление усилий в плоском кронштейне.

Докл.: Моисеенко В. С., ученица,

Трифонов К. Д., ученик. Центр детского и юношеского творчества, г. Белополье.

Рук.: Смирнов В. А., директор, Центр НТТУМ, СумГУ, г. Сумы.

2. Изучение условий прочности и типов задач деформации поперечного изгиба и осевого сжатия, растяжения.

Докл.: Тарасенко Д. ученица, школа № 5, Центр внешкольного образования, г. Лебедин.

Рук.: Смирнов В. А. директор, Центр НТТУМ, СумГУ, г. Сумы.

## МЕМБРАННИЙ ЕЛЕКТРОЛІЗ В ПРОЦЕСАХ РЕГЕНЕРАЦІЇ РОЗЧИНІВ, ЩО МІСТЯТЬ $\text{Cr}^{6+}$

Рибалко М. А., студент; Ляховка А. В., студент;  
Большанина С. Б., доцент

Сполуки шестивалентного хрому широко використовуються в сучасній промисловості. Найважливіша область їх застосування - гальванічне виробництво, яке незмінно є одним з основних забруднювачів навколишнього середовища. З метою підвищення якості очищення стічних вод і регенерації хромовмісних розчинів застосований спосіб регенерації таких розчинів з використанням електрохімічного модуля. Даний прилад складається з електролізера, розділеного катіонообмінною мембраною на зовнішній анод і катодну камеру, з розміщеним в ній катодом, підключеними до джерела постійного струму. Лабораторний електролізер (Рис.1) включав: анод, виготовлений зі свинцю (марки С2), і катод з титану (ВТ1-0). У анодну камеру подавали хромовмісний розчин, що підлягав регенерації, а в катодну камеру наливали католіт - 1% розчин сірчаної кислоти. Електроліз проводили при густині струму  $d_A$  5-10 А /  $\text{дм}^2$ . Катіонообмінна мембрана Ralex CM-PES 11-66 встановлювалася таким чином, що утворювала одну зі стінок катодної камери з боку анода. Впритул до мембрани з боку анода прикріплювалася фільтрувальна тканина. Наявність фільтрувальної тканини перешкоджає швидкому засміченню мембрани.

В процесі електролізу іони  $\text{Cd}^{2+}$  або  $\text{Zn}^{2+}$  переходитимуть в катоду камеру, а іони  $\text{Cr}^{3+}$  будуть окислюватися на аноді відповідно до схеми:

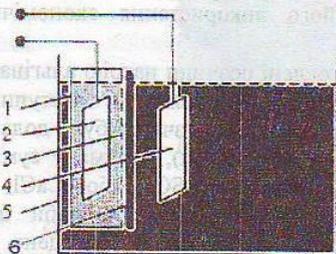


Рисунок 1 – Схема мембранного електролізера з зовнішнім анодом.

- 1 – корпус електролізера;
- 2 – внутрішній електрод - катод;
- 3 – іонообмінна мембрана;
- 4 – зовнішній електрод - анод;
- 5 – ванна з робочим розчином;
- 6 – фільтрувальне полотно.

Ефективність роботи модуля досить висока. За 250 годин роботи в ванні гальванічної лінії було повернуто понад 2 кг (2,44 кг) сполук шестивалентного хрому.

## СИНТЕЗ ПЛІВОК НА ОСНОВІ АЛЬГІНАТУ ТА ЖЕЛАТИНУ З ДОДАВАННЯМ СТРЕПТОЦИДУ

Ковшун А. В., студент; Сандюк А. Ф., студент;  
Кириченко О. М., зав. навч. лабораторії; Большанина С. Б., доцент

Метою нашої роботи було виготовлення плівок, які можуть бути використані в медичній практиці для швидкого загоювання ран. Основою для виготовлення плівкових матеріалів є біополімери желатин (Жел), що є денатурованою формою колагену, та натрію альгінат (Альг), який отримують із водоростей і широко використовують у якості біодобавки. В якості лікарського засобу використали стрептоцид, що має антисептичні, бактеріостатичні та регенеруючі властивості і належить до групи сульфаніламідів. Всі компоненти є безпечними для організму людини.

Натрію альгінат – лінійний, аніонний полісахарид, який складається з глікозидних залишків  $\beta$ -D-мануранової і  $\alpha$ -L-гулуранової кислот і утворює плівку завдяки взаємодії з двовалентними катіонами двовалентних металів ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ). До того ж він має відмінні сорбційні властивості та широко використовується в якості ефективного ентеросорбенту, оскільки чудово зв'язує і виводить з організму токсини, шлаки, радіонукліди і навіть солі важких металів. Основною метою використання желатину у складі плівок була його амінокислотна подібність до колагену, який є необхідний для нормального функціонування шкіри людини, але при цьому, в порівнянні з колагеном він має значно меншу антигенність, що розширює межі його застосування. Порошок стрептоциду можна застосовувати не тільки при ранах, опіках, фурункулах, карбункулах але й при інших захворюваннях шкіри інфекційно-запального характеру, до того ж він відрізняється достатньо низькою ціною, що робить його використання економічно вигідним.

Для виготовлення плівок були приготовлені розчини натрію альгінату (3%) і желатину (3%). Компоненти було змішано у наступних співвідношеннях Альг/Жел: 1:1, 2:1, 3:1. До колоїдних розчинів було додано суспензію стрептоциду (2 табл по 0,5 г на 100 мл води), отриману суміш виливали в чашку Петрі та додавали розчини  $\text{ZnSO}_4$  або  $\text{CaCl}_2$  з концентраціями 0,1 М, плівки залишали в розчинах на 2 доби для остаточного гелеутворення. Співвідношення компонентів наведено в таблиці.

Найбільш вдалим для формування плівок було співвідношення Альг/Жел = 3:1 (див. рисунок), такі плівки є щільними та гнучкими при отриманні, як в розчині  $\text{ZnSO}_4$ , так і в розчині  $\text{CaCl}_2$ .

Таблиця – Співвідношення компонентів при синтезі плівок  
Альг-Жел-стрептоцид

Співвідношення Альг/Жел	Об'єм розчину		
	V (3% Жел), мл	V (3% Альг), мл	V суспензії стрептоциду, мл
1:1	10	10	10
2:1	10	20	10
3:1	10	30	10

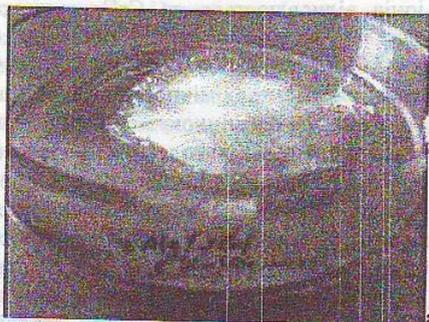


Рисунок – Плівки складу 3 Альг/1 Жел в 0,1 М розчинах  $ZnSO_4$  (а) і  $CaCl_2$  (б)

Отримані плівки є перспективним матеріалом, для біомедичного застосування, оскільки усі складові є доступними і майже не мають протипоказань, не викликають алергічної реакції. Для підвищення її еластичності доцільно додавати гліцерин, а для коригування товщини – використовувати спрей-розпилення розчинів солей. Плівка створить надійний бар'єр, що перешкоджатиме потраплянню в середину рани бактерій, до того ж йони  $Zn^{2+}$ , що входять до її складу, матимуть додаткову антисептичну дію.

## ОЧИЩЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ РОЗЧИНІВ

Кириченко О. М., зав. навч. лабораторії

У даній роботі розглядаються шляхи застосування мембранного електролізу на гальванічній ділянці підприємства, де застосовуються розчини пасивіровки і освітлення, що містять сполуки шестивалентного хрому. У таких розчинах в результаті тривалої експлуатації  $\text{Cr}^{+6}$  з хромат ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) і дихромат ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) іонів відновлюється до  $\text{Cr}^{+3}$ , а цинкове або кадмієве покриття розчиняється. В результаті в розчинах накопичуються іони трьохвалентного хрому і металів, що робить їх непридатними для експлуатації. Використання електрохімічного модуля, що складається з електролізера, розділеного катіонообмінною мембраною на зовнішній анод і катодну камеру, з розміщеним в ній катодом, дозволяє не тільки провести процеси регенерації йонів хрому, а й позбавити технологічні розчини від йонів домішкових металів. Одночасно з процесами регенерації дихромат іонів, яке відбувається на аноді, катіони домішкових металів, через фільтрувальне полотно і катіонообмінну мембрану мігрують в катодну камеру. У катодній камері ці іони відновлюються до металів або, як показав рентгенофазового аналіз, утворюють в розчині католіту малорозчинні сполуки - карбонати, оксиди. На рисунку представлені дані щодо вилучення домішок з технологічних ванн пасивіровки та освітлення.

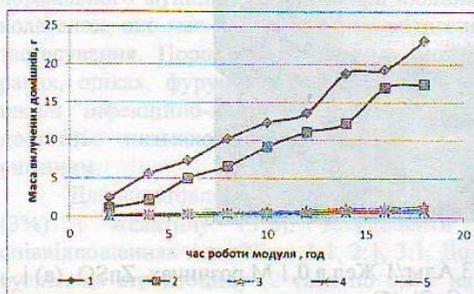


Рисунок — Вилучення домішок при роботі модуля і маси речовин, що виділяються на катоді:  
1 – маса загального осаду;  
2 – маса кадмію; 3 – маса карбонату кадмію; 4 – маса магнетиту; 5 – маса оксиду кремнію

За 18 годин роботи модуля з ванни пасивіровки об'ємом 150 л було видалено більше 20 г домішок.

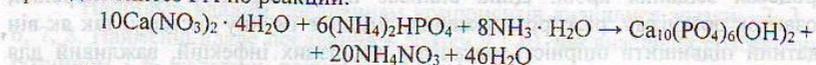
Процеси катодного відновлення, які протікають в електролізері, дозволяють ефективно очищати гальванічні ванни від домішкових металів, що позитивно впливає на якість покриттів. Можливість тривалий час експлуатувати ванни освітлення і пасивіровки, не скидати в стічні води агресивні і токсичні компоненти з цих ванн, вирішує екологічну задачу - захист навколишнього середовища. І що не менш важливо зменшується плата за стоки, їх утилізацію і нейтралізацію.

## СИНТЕЗ ГРАНУЛИРОВАННЫХ БИОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЬГИНАТА И ГИДРОКСИАПАТИТА С ДОБАВЛЕНИЕМ ИОНОВ СЕРЕБРА

Чубур В. С., студент; Умник И. В., студент; Сипко И. А., студент;  
Воробьева И. Г., доцент

Среди металлов серебро обладает наиболее сильным бактерицидным действием. Чувствительность разных патогенных и непатогенных организмов к серебру неодинакова. Патогенная микрофлора намного более чувствительна к ионам серебра, чем непатогенная. Поэтому серебро действует избирательно, в большей степени уничтожая вредные микроорганизмы [1]. Серебро обладает более мощным антимикробным эффектом, чем пенициллин, биомицин и другие антибиотики, и оказывает губительное действие на штаммы (разновидности) бактерий, устойчивые к антибиотикам. Очень важно, что при этом ионы серебра безвредны для клеток организма человека, в отличие от микроорганизмов[2]

Поэтому целесообразно вводить их в современные биоматериалы для ортопедического применения с целью уменьшения воспаления на начальной стадии имплантации. Их основой является гидроксиапатит (ГА), входящий в состав костной ткани, имеющий отличные адсорбционные свойства и хорошо сочетающийся с природными полимерами, в частности, с альгинатом (АЛЬГ). Добавление антибактериальных компонентов возможно при синтезе, благодаря свойству альгината образовывать комплексы с ионами металлов. В нашей работе были синтезированы материалы ГА-АЛЬГ-Ag. Сначала проведен синтез ГА по реакции:



Свежеприготовленный раствор ГА смешивали с 3%-ным водным раствором альгината в концентрации 10 % и полученную суспензию по каплям добавляли в 0,1 М раствор кальций нитрата, выдерживали в нем гранулы в течении 24 часов, промывали и помещали в 0,01 М раствор аргентум нитрата на сутки. Полученные материалы требуют дальнейшего исследования их структурных особенностей и биоактивности.

### Список литературы

1. Doer R. Zur Oligodinamie des Silbers / R. Doer, W. Bergner // Biochem. Zeitschr. -1922. - N131. - P. 351 - 356.
2. Иванов В.Н. Некоторые экспериментальные и клинические результаты применения катионов серебра в борьбе с лекарственно-устойчивыми микроорганизмами /В.Н. Иванов, Г.М. Ларионов, Н.И. Кулиш, М.А. Лутцева и др. // Серебро в медицине, биологии и технике. Сиб.отд. РАМН. - 1995. - №4 - С. 53 - 62.

## УТВОРЕННЯ ПЛІВОК НА ОСНОВІ АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ, ЖЕЛАТИНУ ТА ФУРАЦИЛІНУ З ДОДАВАННЯМ ІОНІВ $\text{Ca}^{2+}$ та $\text{Zn}^{2+}$

*Руденко К. О., студент; Голубов В. І., студент;  
Кириченко О. М., зав. навч. лабораторії; Яновська Г. О., асистент*

В останні роки відбувається стрімкий розвиток біофармації, науки, що обґрунтувала вплив лікарської форми та допоміжних речовин на терапевтичний ефект лікарського засобу. Актуальним стає створення нових лікарських форм з підвищеною біодоступністю лікарських речовин, зручних для використання хворими та лікарем. Деякі з них можуть бути використані при реконструкції дефектів кісткових тканин, що утворюються в результаті патологічних змін в організмі, значних хірургічних втручань або травм.

Желатин (Жел) є денатурованою формою колагену, що входить до складу шкіри, тому його використання при утворенні плівкових матеріалів є цілком природним. Лікарський засіб "Фурацилін", застосовують при багатьох запальних захворюваннях, дрібних ушкодженнях шкіри (подряпини, порізи) і глибоких (пролежні, виразки, гнійні рани), при інфікуванні ЛОР-органів і в офтальмології [1]. Альгінат натрію (Альг) - лінійний, аніонний полісахарид, який складається з глікозидних залишків  $\beta$ -D-мануранової і  $\alpha$ -L-гулуранової кислот і взаємодіє з двовалентними катіонами металів ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  та ін.). При розчиненні у воді утворює колоїдний розчин, але він не розчинний у спирті, органічних розчинниках, кислих середовищах із  $\text{pH} < 3$  [2]. Іони кальцію впливають на проникність клітин тканин для калію і натрію, надають стабілізуючий вплив на мембрани нервових клітин, беруть участь в процесах зсідання крові. Цинк впливає на всі процеси кровотворення, розвиток організму, ріст, розмноження, зміцнює імунну систему, так як він здатний підвищити опірність організму до різних інфекцій, важливий для обміну білків, жирів і вуглеводів.

Для проведення дослідів спочатку подрібноли і розчинили в невеликій кількості води 4 таблетки Фурациліну по 20 мг. До отриманого розчину додали 100 мл 1% желатину. Потім змішали утворений колоїдний розчин з альгінатом натрію 1% в різних співвідношеннях (див. таблицю). Однакову кількість колоїдного розчину помістили в 2 чашки Петрі, в одну з яких додавали 0,1 М р-н  $\text{CaCl}_2$ , а в іншу - 0,1 М р-н  $\text{ZnSO}_4$ .

Таблиця – Співвідношення компонентів при синтезі плівок

	Номер зразку									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Концентрація желатину	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	3%
Концентрація альгінату	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%

Продовження таблиці

Співвідношення Альг/Жел	1:1	1:1	2:1	2:1	3:1	3:1	4:1	4:1	1:3	1:3
Розчин гелеутворювача	CaCl <sub>2</sub>	ZnSO <sub>4</sub>								

Плівки після 60 годин були взяті для дослідження в них десорбції йонів Ca<sup>2+</sup> та Zn<sup>2+</sup>, а отримані препарати залишені для подальших досліджень у фізіологічному розчині з метою оцінки здатності вивільнення йонів в умовах організму.

На рисунку представлений загальний вигляд плівок у розчинах йонів металів Ca<sup>2+</sup> і Zn<sup>2+</sup> відповідно.

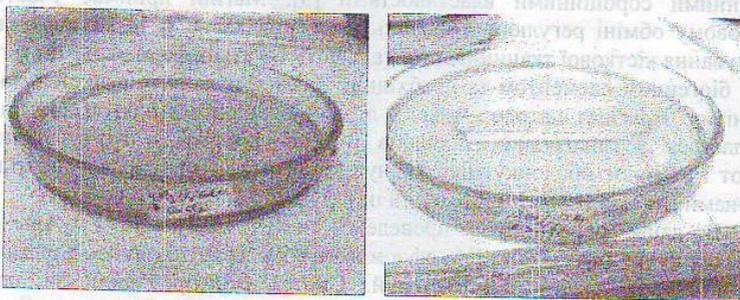


Рисунок – Плівки Альг-Жел-Фурацилін в розчинах а) CaCl<sub>2</sub> та б) ZnSO<sub>4</sub>

Найбільш вдалим поєднанням компонентів виявились зразки: 2, 3, 5, 6, 7, 8. Найменш вдалим поєднанням – зразки 9 і 10, що внаслідок розбавлення розчином 3 % желатину плівку так і не сформували, а залишились у вигляді желеподібної субстанції при 18°C.

Отримані плівки складу Фурацилін-Альг-Са(Зп) є перспективними матеріалами при запальних захворюваннях, порізах завдяки їх біосумісності (яка забезпечується використанням не шкідливих для організму матеріалів, що мають природне походження). Наявність в таких плівках Фурациліну стимулюватиме загоюванню ран.

Список літератури

1. R.S. Vardanyan, V.J. Hruby Antimicrobial Drugs Synthesis of Essential Drugs 2006, Pages 499 – 523.

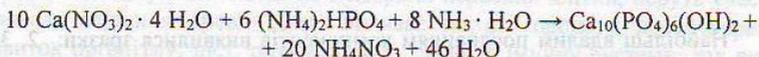
2. J. Venkatesan, I. Bhatnagar, P. Manivasagan, K.-H. Kang, Se-K Kim Alginate composites for bone tissue engineering: A review. International Journal of Biological Macromolecules Vol. 72 (2015) 269 – 281.

## СИНТЕЗ ГРАНУЛЬОВАНИХ БІОМАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ АЛЬГІНАТУ ТА ГІДРОКСИАПАТИТУ З ДОДАВАННЯМ ІОНІВ МАГНІЮ

*Мосьян А. Б., студентка; Яновська Г. О., асистент*

В останні роки значна увага приділяється створенню керамічних матеріалів медичного призначення, які можуть бути використані при реконструкції дефектів кісткових тканин, що утворюються в результаті патологічних змін в організмі, значних хірургічних втручань або травм [1]. Величезна кількість матеріалів на основі гідроксиапатиту  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (ГА) використовуються для заміщення кісткових дефектів, оскільки він є основним мінеральним компонентом кісткової тканини [2] і володіє відмінними сорбційними властивостями [3]. Магній приймає участь у кістковому обміні регулюючи ступінь засвоєння кальцію та впливаючи на формування кісткової тканини, активує роботу багатьох ферментів. До того ж він є біогенним елементом та необхідний для нормального функціонування організму. Альгінат натрію (Альг) - лінійний, аніонний полісахарид, який складається з глікозидних залишків  $\beta$ -D-мануранової і  $\alpha$ -L-гулуранової кислот і утворює оболонку мікрогранул завдяки взаємодії з двовалентними катіонами металів ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  та ін.).

В даній роботі було проведено синтез матеріалів ГА-Альг-Mg. Спочатку було синтезовано ГА, сформовані мікрогранули, які занурювали в розчин  $\text{MgSO}_4$  різних концентрацій. Синтез ГА проводили за такою реакцією:



Для отримання матеріалів ГА-Альг синтезований ГА було змішано з 3% розчином натрію альгінату у співвідношенні 1:1 для отримання композитних мікрогранул із вмістом альгінату 1,5%. Отриману суспензію капали в 0,1 М розчин  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Частину мікрогранул одразу було тричі промито дистильованою водою з наступним зануренням у 0,05 М, 0,1 М та 0,2 М розчин  $\text{MgSO}_4$  на 24 години (зразки 1a, 1b, 1c). Частину мікрогранул було залишено у 0,1 М розчині  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  на 24 години, після чого їх тричі промили дистильованою водою і занурили в розчини  $\text{MgSO}_4$  відповідних концентрацій на 24 години (зразки 2a, 2b, 2c). Фільтрати після 24 годин було взято для дослідження в них концентрації йонів  $\text{Mg}^{2+}$ , а отримані гранули висушені і залишені для подальших досліджень десорбції йонів  $\text{Mg}^{2+}$  у фізіологічному розчині з метою оцінки здатності вивільнення йонів  $\text{Mg}^{2+}$  в умовах організму. На рисунку представлений загальний вигляд мікрогранул у 0,05 М розчині  $\text{MgSO}_4$ .

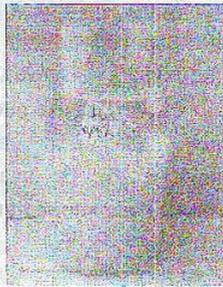
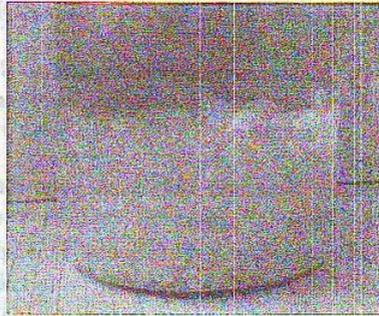


Рисунок – Морфологія гранульованих біоматеріалів ГА-Альг- $Mg^{2+}$ .

Отримані мікрогранули складу ГА-Альг- $Mg$  є перспективними матеріалами для заповнення кісткових дефектів завдяки їх біосумісності (яка забезпечується використанням не шкідливих для організму матеріалів, що мають природне походження). Наявність в таких мікрогранулах ГА стимулюватиме розвиток кісткової тканини внаслідок ідентичності їх основного матеріалу - ГА. Дослідження сорбційних властивостей отриманих мікрогранул дозволить підібрати оптимальні концентрації для контрольованого вивільнення іонів  $Mg^{2+}$  в умовах організму.

#### Список літератури

1. Баринов С.М., Комлев В.С. Биокерамика на основе фосфатов кальция. - М.: Наука, 2005. – 204 с.
2. Hench L. L., Bioceramics: from concept to clinics. / J. Am. Ceram. Soc. 74 (1991) 1487-1510.
3. В.М. Thomson, М. Asce, С.Л. Smith, R.D. Busch, M.D. Siegel, С. Baldwin, Removal of metals and radionuclides using apatite J. Environ. Eng. 129 (2003) 492 – 499.

## МЕХАНІЗМ УТВОРЕННЯ АМІЛОЇДУ БІЛКОМ S100A9

Сулскіс Д., студент, Вільнюський університет, м. Вільнюс, Литва;  
Морозова-Рош Л. А. професор, Університет Умео, м. Умео, Швеція;  
Яцішин І. О., асистент, СумДУ, м. Суми, Україна

Амілоїдоз це процес агрегації білків за допомогою утворення крос бета-листів. Ці агрегати мають структуру фібрил і є чинниками низки захворювань, включаючи хвороби Альцгеймера та Паркінсона. Механізми утворення амілоїду підрозділяють на первинні – нуклеація, та вторинні – автокатолітична нуклеація, фрагментація та дисоціація. Проінфламаторний білок S100A9 є частиною амілоїдних бляшок у тканинах мозку пацієнтів з хворобою Альцгеймер [1]. Кінетика формування амілоїду досліджувалася за допомогою флуоресценції (Thioflavin T –  $\lambda_{ex}/\lambda_{em}=450/482$  нм, 20 мМ; 42 °С, рН 7.4; S100A9 – 30-300 нМ,  $\mu=13242$  Да). На рисунку 1а наведено кінетичні залежності утворення фібрил. Залежність часу напівперетворення від концентрації є лінійною (рисунок 1б). Це вказує на те, що механізмом утворення амілоїду білком S100A9 є первинна нуклеація [2].

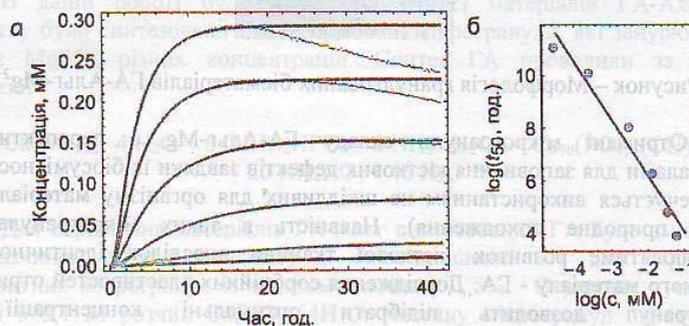


Рисунок 1 – Утворення амілоїду з білка S100A9, а – кінетичні залежності, б – залежність часу напівперетворення реакції від концентрації

### Список літератури

1. Horvath, I., et al., Pro-inflammatory S100A9 Protein as a Robust Biomarker Differentiating Early Stages of Cognitive Impairment in Alzheimer's Disease. ACS Chemical Neuroscience, 2016. 7(1): p. 34 - 39.
2. Oosawa, F. and M. Kasai, A theory of linear and helical aggregations of macromolecules. Journal of molecular biology, 1962. 4(1): p. 10 - 21.

## РОЗРАХУНОК КОНЦЕНТРАЦІЙ РОЗЧИНІВ СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

Мосьян А. Б., студентка; Лебедев С. Ю., доцент

У багатьох галузях науки, промисловості, виробництві сільськогосподарської продукції і продуктів харчування, медицині використовуються розчини кислот і основ, що мають різні концентрації. Для визначення концентрації розчину традиційно застосовують ареометричний метод. Сутність цього методу полягає у визначенні густини розчину за допомогою набору ареометрів і встановленні його концентрації на підставі відповідних значень у довідкових таблицях. Значення густини розчину, отримане при вимірюванні ареометром, не завжди можна знайти у довідковій таблиці. У таких випадках значення концентрації розчину розраховують, використовуючи метод інтерполяції.

Сучасна комп'ютерна техніка дозволяє зробити процес розрахунку концентрацій розчинів більш зручним, а, головне, більш точним. У цій роботі пропонується спосіб розрахунку концентрацій розчинів кислот й основ за формулами, отриманими шляхом обробки наявних літературних даних щодо значень густини розчинів.

Методика опрацювання літературних даних полягала в наступному. Наявні у довідкових таблицях дані [1-3] (у цьому випадку 308 значень), які пов'язують густину розчину ( $\rho$ ) сульфатної кислоти та його молярну концентрацію ( $C$ ) представляли у вигляді графіку  $C=f(\rho)$ . Після цього підбирали вид лінії тренду та оцінювали її якість за допомогою коефіцієнту кореляції  $R^2$ . В ідеальному випадку цей коефіцієнт повинен дорівнювати одиниці.

Було встановлено, що кращим рівнянням, яке описує залежність молярної концентрації від густини, є поліном виду  $C = ar^2 + br + d$ . Більша кількість членів поліному ускладнює залежність, менша – робить її менш точною.

Однак очевидним є те, що одним рівнянням неможна точно описати всю область концентрацій, тому що на окремих ділянках спостерігається відхилення від монотонності. Саме тому нами було виділено декілька ділянок, на кожній з яких залежність  $C=f(\rho)$  описується максимально точно. Графік для одного з таких діапазонів представлений на рисунку.

У таблиці наведені значення коефіцієнтів рівняння  $C = ar^2 + br + d$  для всього діапазону концентрацій сульфатної кислоти, представлених в літературі. Видно, що для різних інтервалів коефіцієнти цього рівняння сильно відрізняються. Крім того слід зазначити, що для всіх інтервалів коефіцієнт кореляції практично дорівнює одиниці, що підтверджує правильність проведених нами розрахунків.

Таким чином, запропонований нами підхід дозволяє спростити розрахунки концентрацій розчинів за значеннями їх густин. Крім того,

розрахункову формулу можна вводити до комп'ютерних програм, у яких концентрація використовується в якості параметру.

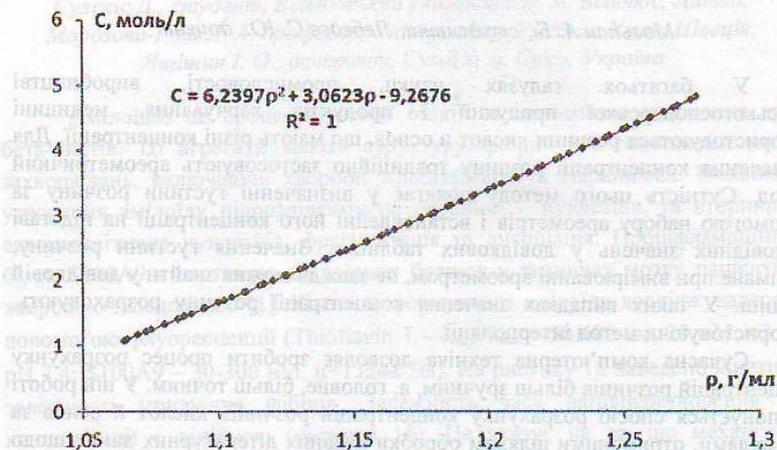


Рисунок – Залежність концентрації розчину сульфатної кислоти від густини

Таблиця – Дані для розрахунку концентрацій розчинів сульфатної кислоти

Кислота	Коефіцієнти рівняння $C = a\rho^2 + b\rho + d$ , моль/л			Інтервал використання $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$R^2$
	a	b	d		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8,0307	-0,4755	-7,5319	1,000 – 1,060	1,0000
	6,2397	3,0623	-9,2676	1,061 – 1,279	1,0000
	2,3467	13,1400	15,788	1,280 – 1,539	1,0000
	9,4108	-9,0344	1,6271	1,540 – 1,760	1,0000
	173,2070	-587,4123	512,2513	1,761 – 1,820	0,9997
	884,9785	-3175,2629	2864,4892	1,821 – 1,829	0,9998
	5926,1688	21632,7007	19759,1696	1,830 – 1,836	0,9992

#### Список літератури

1. Лазарев А. И., Харламов И. П., Яковлев П. Я., Яковлева Е. Ф. Справочник химика-аналитика. – М.: Металлургия, 1976. – 184 с.
2. Рабинович В. А., Хавин З. Я. Краткий химический справочник. – Л.: Химия, 1977. – 376 с.
3. Лидин Р. А., Андреева Л. Л., Молочко В. А. Справочник по неорганической химии. – М.: Химия, 1987. – 320 с.

## МОРФОЛОГІЯ ПОВЕРХНІ ПЛІВОК $Zn_2SnO_4$ ОТРИМАНИХ ХІМІЧНИМ МЕТОДОМ СПРЕЙ-ПІРОЛІЗУ

*Салогуб А. О., студент; Опанасюк А. С., професор; Манжос О. П., доцент*

На сьогоднішній день потрібні напівпровідникові оксиди ( $Cd_2SnO_4$ ,  $Zn_2SnO_4$ ,  $In_2CdO_4$ ,  $In_2Sn_4O_{12}$ ) є перспективними з огляду широких можливостей використання у якості віконних шарів сонячних елементів. Станат цинку ( $Zn_2SnO_4$ ) зарекомендував себе як альтернатива бінарним оксидам ( $In_2O_3$ ,  $SnO_2$ ,  $ZnO$ ) через низьку вартість отримання та відносно високий показник перетворення енергії. Так для сонячних елементів на базі активних поглинаючих шарів  $CdTe/CZTSe$  ефективність перетворення енергії збільшилася з 13,5% зі струмознімальним шаром  $SnO_2$ , і до 15,8% при  $Zn_2SnO_4$ , що тільки підтверджує перспективність обраного напрямку досліджень. Однак через маловивченість  $Zn_2SnO_4$  постала проблема контролю їх властивостей, обумовлених фізико-технологічними параметрами осадження.

Хімічним методом спреї-піролізу, що передбачає конденсацію з рідкої фази, були осаджені тонкі шари  $Zn_2SnO_4$ . З'єднання станат цинку отримували при різній температурі підкладки  $T_s = (250 - 450)^\circ C$  та сталій концентрації  $Zn$  та  $Sn$ , у відношенні 1:2. Джерелом  $Sn$  та  $Zn$  виступали 0,25 М пентагідрату тетраклориду олова і 0,5 М гексагідрату нітрату цинку та декілька крапель  $HNO_3$ , у якості розчинника виступала дистильована вода, на кожен реагент, крім азотної кислоти, її приходилося по 10 мл. Плівки були осаджені на скляні підкладки, що попередньо очищувалися етанолом та водою за допомогою ультразвукової ванни.

Дослідження морфології поверхні проводилися з використанням мікрофотографій отриманих за допомогою скануючого електронного мікроскопу Hitachi S-4800 та атомно-силового мікроскопу NT-MDT в напівконтактному режимі вимірювання. Товщина плівок була визначена шляхом фотографування поперечного перерізу плівок.

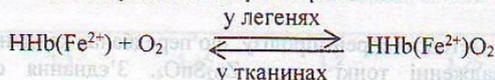
Результати досліджень показали, що ріст плівок відбувався пошарово, а розмір їх зерен визначався температурою підкладки. Отримані мікрофотографії дали змогу оцінити шорсткість поверхні тонких шарів. Така особливість відображає структурні зміни не тільки у плівці, але й на границі розділу фаз плівка-підкладка.

Таким чином, мікрорельєф отриманих плівок досить неоднорідний, що підтверджується наявністю зерен з нечіткими границями. Завдяки встановленим фізико-технологічним режимам було досліджено характер зміни морфології поверхні  $Zn_2SnO_4$  при різній температурі підкладки. А також встановлені оптимальні параметрами отримання плівок станат цинку для подальшого використання у якості віконних шарів в сонячних елементах третього покоління.

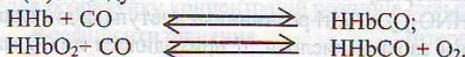
## ХІМІЯ ГЕМОГЛОБІНУ

Кіяхко Ю. М., студент; Тверезовська А. І., студент; Ліцман Ю. В., доцент

Однією з найважливіших комплексних сполук в організмі людини є гемоглобін. Це складний білок, молекула якого складається з двох частин: білкової – глобіну та небілкової – гему. Гем – біонеорганічний комплекс Феруму (II) з поліциклічною органічною сполукою порфірином. Комплексоутворювач  $\text{Fe}^{2+}$  утворює шість зв'язків за донорно-акцепторним механізмом. Чотири зв'язки з атомами Нітрогену порфіринового ліганду, п'ятий – зв'язок з атомом Нітрогену амінокислоти гістидину у складі білка глобіну, а шостий – зв'язок з молекулою води. Молекула гемоглобіну містить чотири фрагменти  $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$ ,  $\beta 1$ ,  $\beta 2$ , кожний з яких здатен до обміну ліганду молекули води на молекулу кисню і перетворенню внаслідок перебігу даного процесу на оксигемоглобін. Вказана лігандообмінна реакція відбувається у легенях, а у тканинах відбувається зворотна реакція за такою схемою:

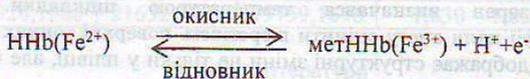


Для гемоглобіну та оксигемоглобіну також можливий перебіг лігандообмінної реакції з обміну молекули води або молекули кисню на молекулу карбон (II) оксиду:



Внаслідок перебігу цієї реакції відбувається утворення карбоксигемоглобіну, який у 210 разів міцніший за оксигемоглобін, що призводить до зменшення кисневої ємності крові та отруєння організму.

Також для гемоглобіну можливий перебіг окисно-відновних реакцій. Дія таких окисників як нітриту, нітрати, нітроген (IV) оксиду, гідроген пероксиду, озону спричиняє перетворення гемоглобіну на метгемоглобін внаслідок окиснення Феруму (2+) до Феруму (3+) та відриву катіонів від ліганду – води:



Метгемоглобін не здатен переносити кисень, отже, його утворення спричиняє зменшення кисневої ємності крові.

Отже, для гемоглобіну характерними є лігандообмінні реакції, в яких не відбувається зміни ступеня окиснення Феруму; окисно-відновні реакції, в яких відбувається окиснення Феруму (2+) до Феруму (3+); кислотно-основні перетворення. Всі зазначені види перетворень гемоглобіну мають важливе біологічне значення, зокрема, перебіг лігандообмінних реакцій дозволяє гемоглобіну виконувати функцію із транспортування кисню, а кислотно-основних – брати участь у регуляції рН крові.

## ПРИЧИНЫ НЕОБЫЧНЫХ ВКУСОВЫХ ПРИСТРАСТИЙ

*Бадер Муса Мохаммад Ахмад, студент; Дыченко Т. В., ст. преподаватель*

В данной работе рассмотрены некоторые причины тяги к определенным продуктам питания.

Шоколад содержит много магния. Поэтому сильное желание шоколада может указывать на нехватку этого минерала, который влияет на работу сердца и мышц, важен для здоровья кожи и волос. В случае нехватки магния хочется также и кислых продуктов. Источником магния являются орехи, зеленые листовые овощи, коричневый рис, цельно зерновой хлеб, тыквенные семечки.

Желание сладкого свидетельствует о нехватки хрома. Низкий уровень этого элемента замедляет углеводный обмен и клетки не получают глюкозу из крови, а организм – необходимое количество энергии. Хром содержится в говядине, курятине, моркови, картофеле, брокколи, спарже, цельно зерновом хлебе, яйцах.

Если хочется мяса, это может быть признаком того, что организм нуждается в железе и цинке. Последний минерал играет важную роль для поддержания иммунной системы. Цинк содержится в креветках, чечевице, шпинате, тыквенных семечках, сыре.

Тяга к твердому сыру свидетельствует о дефиците кальция. Он не только отвечает за крепкие зубы и кости, но и принимает участие в нервных и мышечных функциях. Твердые сыры содержат много жира, поэтому можно получить кальций из маложирных молочных продуктов, лосося, сардины, брокколи и миндаля.

Желание к пище, богатой углеводами, может свидетельствовать о нехватке аминокислоты триптофан. Организм нуждается в ней для синтеза гормона серотонина, который регулирует настроение. Дефицит серотонина вызывает депрессию, тревожность, бессонницу. Углеводы не содержат триптофан, но они повышают уровень глюкозы в крови, что способствует поступлению триптофана в головной мозг. Источником триптофана является индейка, молоко, яйца, грецкие орехи, кешью, творог, бананы.

Если не хватает азота, то возникает желание в большом количестве есть хлеб. Азот содержится в продуктах с высоким содержанием белка – мясе, рыбе, орехах и бобах.

При нехватке хлоридов хочется соленых продуктов. Чтобы восполнить их недостаток можно выпить некипяченое козье молоко, съесть рыбу, приправлять салаты морской солью.

Тяга к тонизирующим напиткам свидетельствует, что не хватает серы. Именно отсутствие этого элемента в организме отвечает за желание выпить кофе или чай. Восполнить нехватку можно клюквой, хреном, брокколи, белокочанной капустой.

