



среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/402.html> – Дата доступа: 03.05.2020.

3. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие / А.И. Федорова, А.Н.Никольская; под ред. Ю.Г. Королева. – Москва: ВЛАДОС, 2003. – 364 с.

4. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. Методические указания МУК РБ № 11-10-1-2002. – Минск, 2002. – 43с.



УДК 579.695

## **THERMODYNAMIC APPROACH TO REMOVE TOXIC METALS AND RADIONUCLIDES FROM INDUSTRIAL SEWAGE AND POLLUTED ECOSYSTEMS**

**O.B. Tashyrev<sup>1</sup>, V.M. Hovorukha<sup>1</sup>, O.A. Havryliuk<sup>1</sup>, A.V. Sachko<sup>2</sup>, G.V. Gladka<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU,*

*Acad. Zabolotnogo Str., 154, Kyiv, 03143, Ukraine*

<sup>2</sup>*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University*

*2 Kotsjubynskyi Str., Chernivtsi, 58012, Ukraine*

**e-mail:** tach2007@ukr.net

At the end of the 20th century, our planet was suggested to be on the brink of ecological disaster. In the 21st century, this environmental disaster has already erupted. Our planet is littered with waste and flooded with toxic sewage. The volumes of toxicants in ecosystems are increasing. The lack of a universal approach that theoretically substantiates and practically implements the optimal biotechnology of detoxification of metals and radionuclides is the methodological problem of waste treatment [1, 2, 3, 4].

We developed the concept of thermodynamic prediction of the interaction of microorganisms with metals and radionuclides. This concept makes it possible to create new effective environmental biotechnologies and, in some cases, to obtain valuable products from waste such as metal concentrate and pure water.

We consider the main classes of xenobiotics as extreme factors. They include solid and liquid organic waste, toxic metals and radionuclides. The thermodynamic prediction allows choosing the optimal reaction and metabolic pathway for the detoxification of metals and radionuclides by microorganisms and plants. Further, a microbiome detoxifying xenobiotics is selected and tested. Then a pilot project for wastewater treatment or bioremediation of ecosystems is created basing on the obtained experimental data. Finally, industrial biotechnology is being created at the last stage. It provides not only wastewater treatment and ecosystem bioremediation, but also makes it possible to obtain valuable products from toxic waste.

The main provisions of our Concept are as follows:

1. Non-specific microbial reduction of xenobiotics-oxidants (metals, radionuclides);
2. Non-specific microbial accumulation of metals and radionuclides due to their stereochemical analogy with macroelements;
3. Integration and combination of metabolic pathways of microorganisms for simultaneous implementation of multiple mechanisms of xenobiotics detoxification.

These provisions are used to develop the biotechnology for:

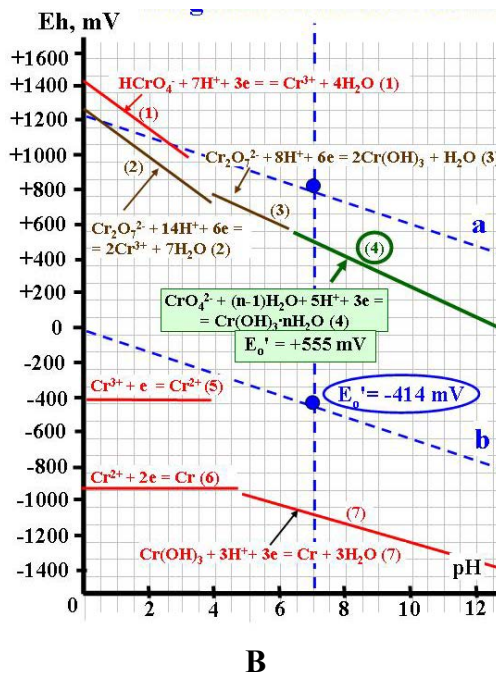
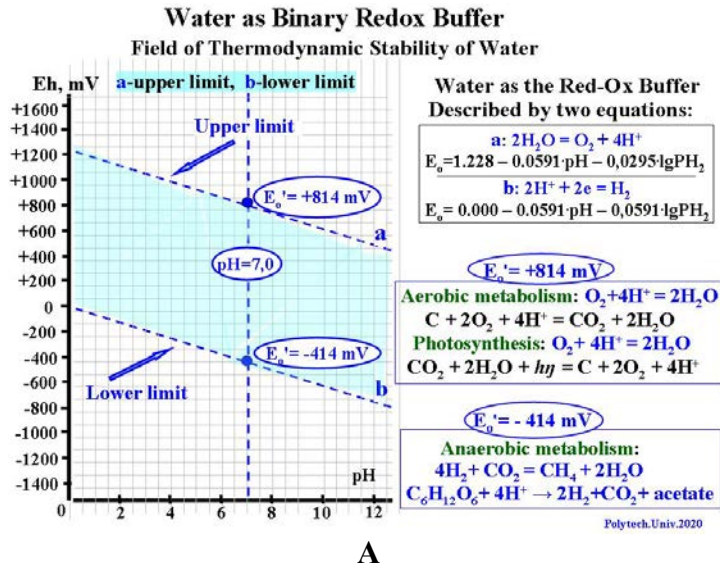
- sewage treatment from metals and radionuclides;



- bioremediation of aqueous and soil ecosystems polluted with metals and radionuclides.

To predict the pathways of microbial interaction with metals we used equations and diagrams of the elements stability in aqueous solutions in the coordinates of «pH-Eh» according to Pourbaix [5].

We postulated that all metabolic oxidative-reductive reactions carrying out during vital processes take place inside the zone of water stability (Fig. 1).



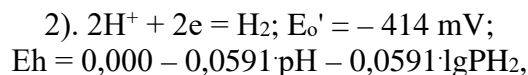
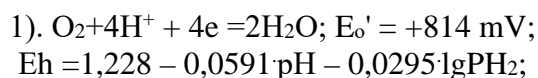
**Fig. 1 The thermodynamic prediction of microbial interaction with metals:**

**A – the thermodynamic stability of water and microbial metabolism;**

**B – the prediction of chromium compounds reduction by microorganisms. Reactions 1, 5, 6, 7 are impermissible, since their Eh is out of the zone of water stability. Reactions 2, 3 are possible, but unsuitable, because reduced  $\text{Cr}^{3+}$  is soluble. Only one reaction, 4 is suitable, because  $\text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  is insoluble.**



This zone is limited by two oxidative-reductive reactions. The first one is proton reduction to molecular hydrogen and the second is oxidation oxygen of water (or hydroxyl ion) to molecular oxygen:



where  $E_o'$  – standard redox potential of reaction ( $E_h$ , mV) at  $\text{pH}=7$  and 1M concentration of both oxidized and reduced forms of reacting compounds;  $\text{PH}_2$  – partial pressure of molecular hydrogen (1 atm).

Water is a thermodynamically stable dissolvent between these values. A width of  $E_h$  value zone inside which water is thermodynamically stable does not depend on  $\text{pH}$  and is equal to 1,228 V. On the diagram, the  $E_h$ - $\text{pH}$  dependence is inclined line, because redox potentials of both reactions are linear functions of  $\text{pH}$  [5, 6]. The zone of oxidative-reductive water stability is enclosed between potentials – 414 and + 814 mV at  $\text{pH} = 7$ .

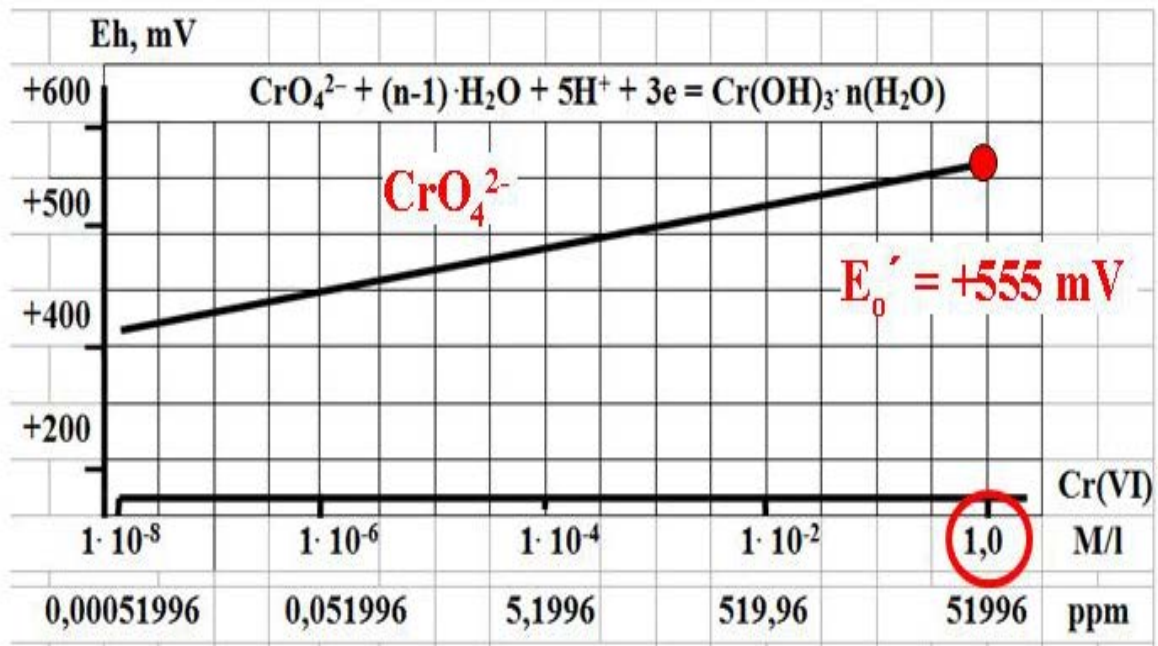
Toxicity of metal depends on the redox potential value of solution defined by the presence of oxidative-reductive system, formed by the oxidized and the reduced metal compounds and the position of this value regarding the limits of water thermodynamic stability zone. Microorganisms effectively use energy obtained from oxidative-reductive reactions which take place inside the zone of water stability (Fig. 1) [7]. Respectively, catabolic oxidative-reductive enzyme systems, starting from high potential oxygenases and cytochromes and ending with ferredoxins and hydrogenases with low redox-potentials, function within the limits of water thermodynamic stability zone [8, 9]. Thus, we supposed that microorganisms can interact with external redox systems and carry out oxidative-reductive reactions with their participation, including metals-oxidizers, upon condition that these reactions are within the zone of water stability thermodynamic.

In accordance with the prediction, we divided all the metals of the periodic system of elements into two groups (see explanations on the example of chromium compounds at Fig. 1, B). The first group includes metals that cannot be reduced by microorganisms. The second one includes metals that can be reduced by microorganisms. The reduction reactions of these metals can be used to remove metals from industrial sewage.

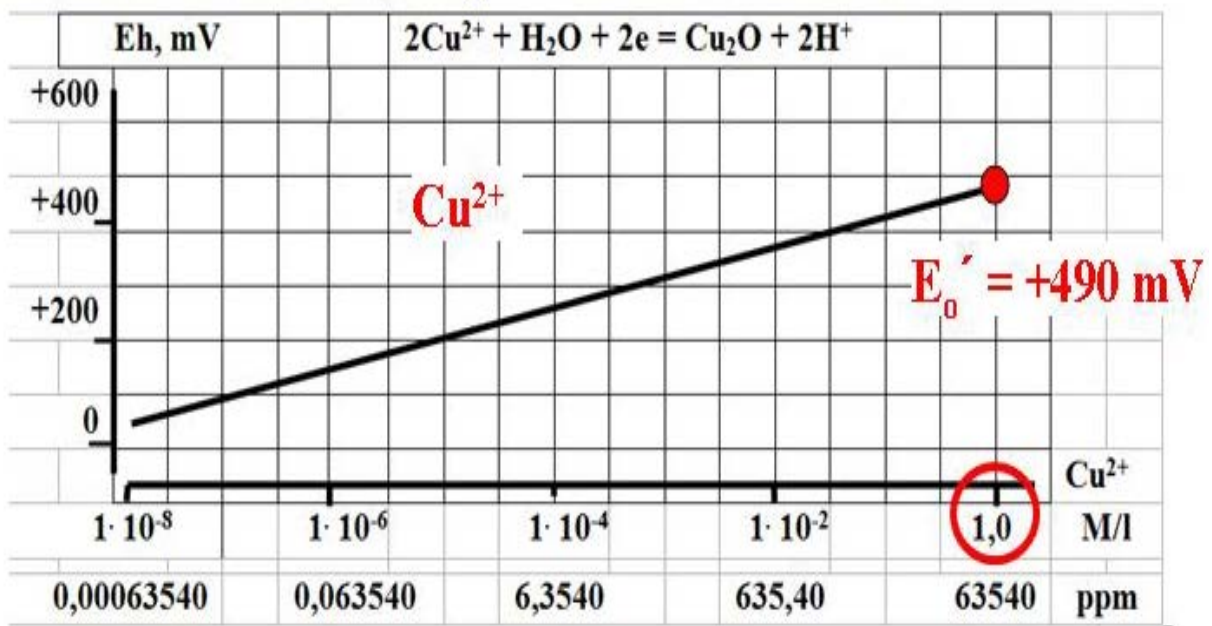
The possibility of the growth of microorganisms at ultrahigh concentrations of metals-oxidizers and interaction with them is one of the consequences of the theory. For example, even at 1M concentration of  $\text{CrO}_4^{2-}$  and  $\text{Cu}^{2+}$ , the redox potentials of the reactions of their reduction are inside the zone of water thermodynamic stability (Fig. 2. A, B; Fig. 3). Therefore, microorganisms can not only grow in the presence of ultrahigh concentrations of chromate and copper, but also reduce them to insoluble (and therefore non-toxic) compounds. We confirmed experimentally this seemingly fantastic hypothesis.

Thus, the thermodynamic prognosis allows isolating microorganisms to develop novel biotechnologies for the removal of metals-oxidizers in a wide concentration range.

The concept of the stereochemical analogy of metals and macroelements is promising for the development of environmental biotechnology. The stereochemical analogy implies the proximity or the equality of the ionic radii of macroelements and toxic metals (Fig. 4, A). Microorganisms actively absorb macroelements, i.e. ions necessary for microorganisms. Simultaneously with macroelements ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  etc.) microorganisms can transport toxic metals inside cells ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$  etc.), for example,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$  (Fig. 4, B).



A



B

Fig. 2. Dependence of the redox potential of reactions on the concentration of metals- oxidizers: A –  $\text{CrO}_4^{2-}$ , B –  $\text{Cu}^{2+}$ .

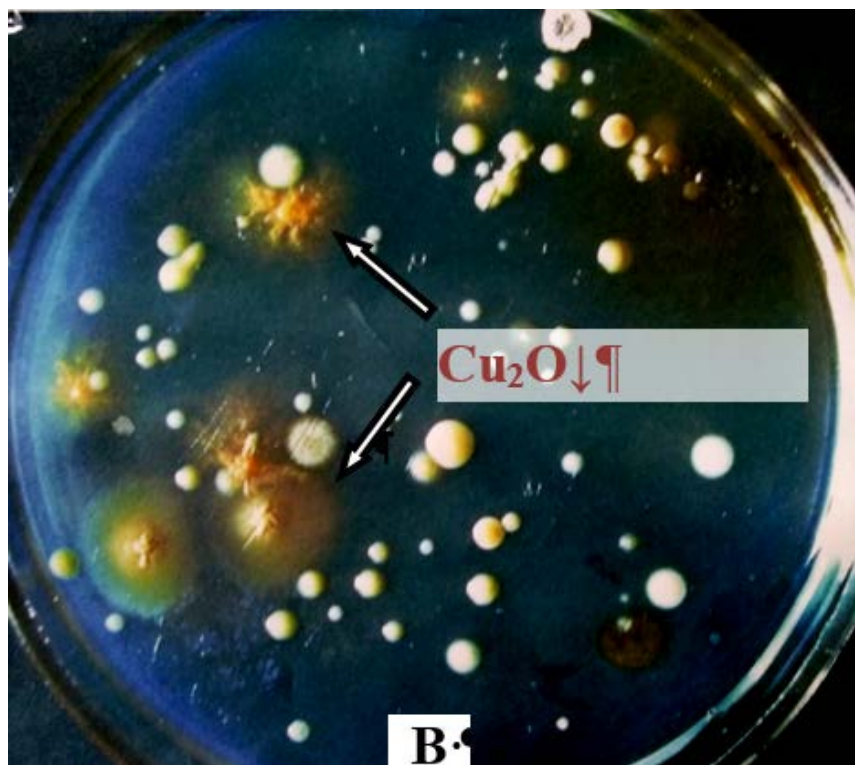
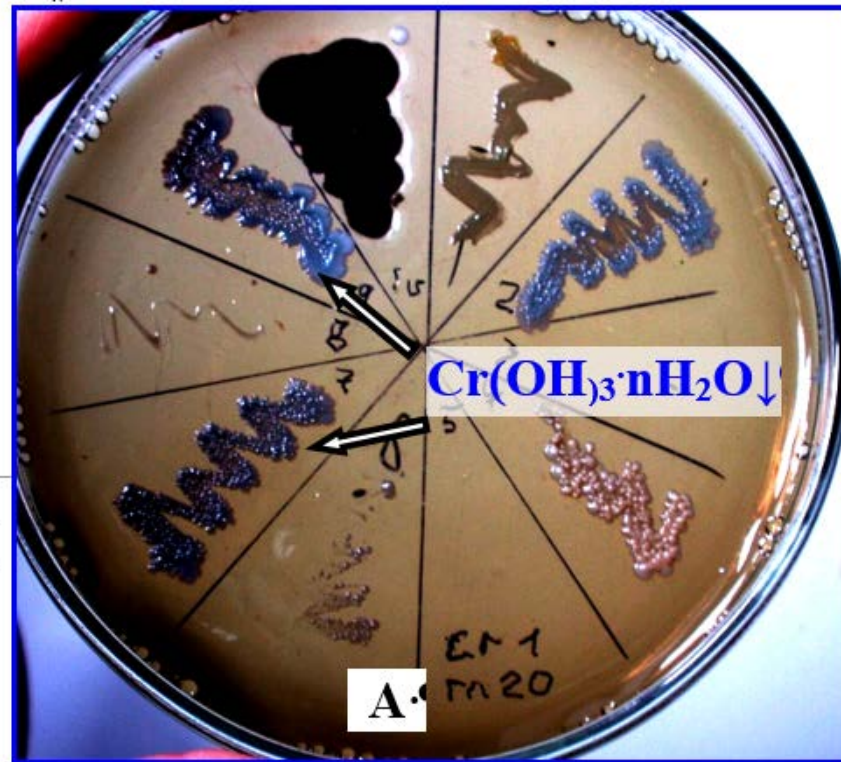


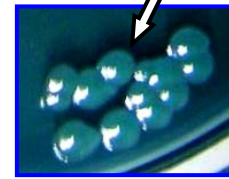
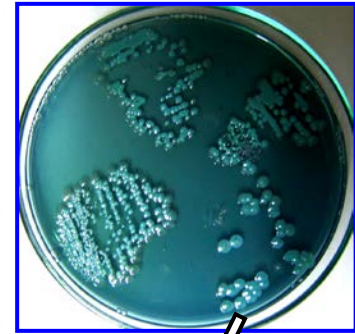
Fig. 3. Reduction of toxic metals to insoluble compounds:  
A -  $\text{CrO}_4^{2-}$  to  $\text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} \downarrow$ ; B -  $\text{Cu}^{2+}$  to  $\text{Cu}_2\text{O} \downarrow$ .



**Stereochemical Analogy of Metals and Macroelements**

*Ionic radii of cations, nm*

		0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
<b>Groups of Elements</b>	<b>Macro-elements</b>				<b>Mg<sup>2+</sup></b>		<b>Ca<sup>2+</sup></b>		<b>K<sup>+</sup></b> <b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	
	<b>I</b>				Fe <sup>3+</sup> Fe <sup>2+</sup>		Na <sup>+</sup>		Ag <sup>+</sup> Au <sup>+</sup> Rb <sup>+</sup> Cs <sup>+</sup>	
	<b>II</b>		Be <sup>2+</sup>		<b>Cu<sup>2+</sup></b> Zn <sup>2+</sup>		Cu <sup>+</sup> Cd <sup>2+</sup> Sr <sup>2+</sup>		Ba <sup>2+</sup> Ra <sup>2+</sup>	
	<b>III</b>		B <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> Ga <sup>3+</sup>	Sc <sup>3+</sup>		Y <sup>3+</sup> Hg <sup>2+</sup>		In <sup>+</sup> Tl <sup>+</sup>	
<b>IV</b>			Ge <sup>4+</sup> Ge <sup>2+</sup>	Ti <sup>4+</sup> Ti <sup>3+</sup> Ti <sup>2+</sup>		Pu <sup>6+</sup> Pu <sup>5+</sup> Pu <sup>4+</sup> Sn <sup>2+</sup> Th <sup>3+</sup>		Pb <sup>2+</sup>		

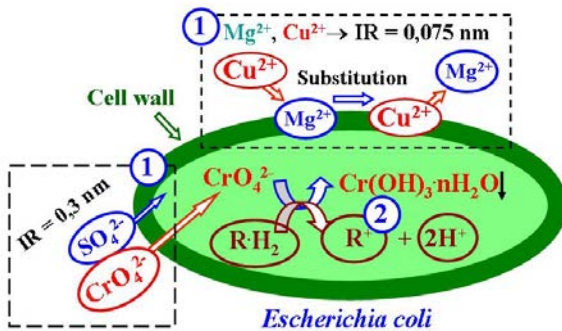


A

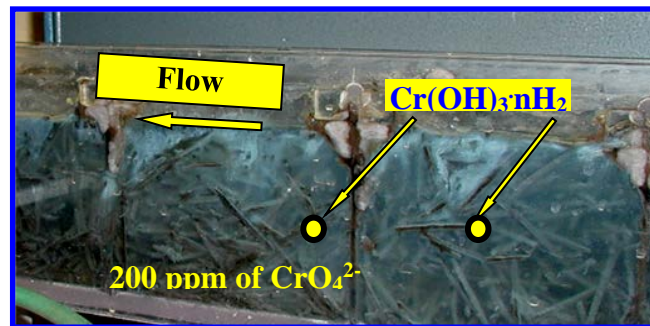
B

**Fig. 4. The concept of the stereochemical analogy of metals and macroelements: A – the calculations of the stereochemical analogy of metals and macroelements; B – accumulation of Cu<sup>2+</sup> inside bacterial colonies due to its stereochemical analogy with Mg<sup>2+</sup>.**

The simultaneous implementation of the reductive transformation of metals and their accumulation due to the stereochemical analogy (Fig. 5, A) allows developing universal biotechnologies for wastewater treatment (Fig. 5, B).



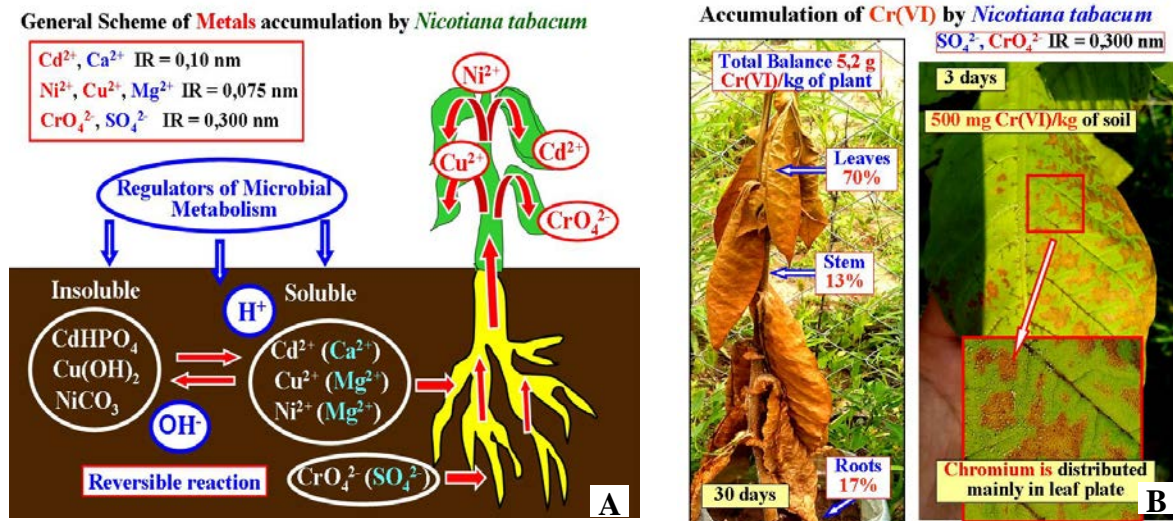
A



B

**Fig. 5. Development of the universal biotechnologies for wastewater treatment: A – combined mechanisms of microbial interaction with metals; B – purification of CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> galvanic sewage by Granulated Microbial Preparation in the direct flow plant**

For the purification of ecosystems from metals, we use phytobacterial biotechnology (Fig. 6. A, B).



**Fig. 6. The background for soil bioremediation biotechnology:  
 A – combined mechanisms of phytobacterial bioremediation of soil,  
 B – the accumulation of  $\text{CrO}_4^{2-}$  in *Nicotiana tabacum***

Conclusions:

1. The thermodynamic prognosis is the universal approach that allows theoretically substantiating and implementing all types of microbial interaction with xenobiotics (metals, radionuclides);
2. The developed the biotechnologies based on the thermodynamic calculations are ready for the implementation to purify different types of wastewater with obtaining of valuable products (pure water, metal concentrate);
3. We invite scientists and industrial companies for the collaboration in the field of environmental biotechnologies.

**References:**

1. De Clercq D. Biomethane production potential from restaurant food waste in megacities and project level-bottlenecks: A case study in Beijing / D. De Clercq, Z. Wen, F. Fan, L. Caicedo, // *Renew. Sust. Energ. Rev.* – 2016. – Vol. 59. – P. 1676-1685.
2. Fu F. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review / F. Fu, Q. Wang // *J. Environ. Manage.* – 2011. – Vol. 92. – P. 407-418.
3. Grimm N.B. Global Change and the Ecology of Cities / N.B. Grimm, S.H. Faeth, N.E. Golubiewski, C.L. Redman, J. Wu, X. Bai, J.M. Briggs // *Science.* – 2008. – Vol. 319. – P. 756-760.
4. Hudson-Edwards K. A. Mine Wastes: Past, Present, Future / K.A. Hudson-Edwards, H.E. Jamieson, B.G. Lottermoser // *Elements.* – 2011. – Vol. 7, No. 6. – P. 375-380.
5. Pourbaix M. Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions. – Oxford: Pergamon press, 1963. – 320 p.
6. Nikolsky B.P., editor. Handbook of chemistry. Leningrad: Khimia. – 1971. – 827 p.
7. Gottschalk G. Bacterial Metabolism. Springer-Verlag New York XIII. – 1979. – 359 p.
8. Schlegel, G., General Microbiology, 6th ed., Cambridge: Cambridge Univ. Press. – 1986. – 655 p.
9. Bacterial Energy Transduction, ed. by A. Christopher. – London-Toronto: Acad. press. – 1988. – 517 p.



УДК 606

## КУЛЬТИВУВАННЯ *IN VITRO* ТА ОТРИМАННЯ БОРОДАТИХ КОРЕНІВ *ASTRAGALUS DASYANTHUS*

**М.Т. То**

*Київський Палац дітей та юнацтва*  
вул. Івана Мазепи 13, Київ, 01010, Україна  
**e-mail:** maria.to.07.11.02@gmail.com

Однією з актуальних питань сьогодення є проблема зміни клімату, оскільки зміни клімату можуть призводити до зміни цілих екосистем. Особливо ця проблема стосується мало адаптивних, примхливих, рідкісних рослин. Одним із шляхів подолання цієї проблеми є використання біотехнологічних підходів, зокрема, культивування рослин *in vitro*. Така технологія дозволяє нівелювати вплив факторів навколишнього середовища (в тому числі кліматичних факторів) і культивувати рослину незалежно від сезону. Метод мікроклонального розмноження дає можливість створити штучне середовище, яке б задовольняло потреби кожної рослини, внаслідок цього збільшується врожайність та швидкість росту рослини. Завдяки культивуванню *in vitro* ви маєте змогу дослідити життєвий цикл рослини, також це є більш економічно вигіднішим у порівняно з традиційними методами.

Для нашого досліджу ми обрали *Astragalus dasyanthus*, що на даний момент є зникаючим видом. Він занесений до Європейського Червоного списку, Червоної книги України, Червоної книги Белгородської області, Червоного списку рослин Болгарії, Червоної Книги Республіки Молдови та Червоного списку МСОП. Разом з тим, астрагал є цінною сировиною для фармакологічної промисловості завдяки наявності флавоноїдів (кверцетину, кемпферолу), полісахаридів (арабіну, басорину), органічні кислоти, тритерпенові сапоніни, кумарини, вітаміни С і Е, гліциризин, слиз та сполуки заліза, кальцію, алюмінію, фосфору, магнію, натрію, барію, кремнію, стронцію, молібдену, ванадію і марганцю. Витяжки з різних частин астрагалу мають лікарські властивості, зокрема, заспокійливу, діуретичну, гіпотензивну та кардіотонічну дію. Тому задля активації біосинтезу цих речовин, ми вирішили трансформувати астрагал за допомогою Грам-негативних ґрунтових бактерій *Agrobacterium rhizogenes*. Ця трансформація може ініціювати отримання бородатих коренів. Перевагами цього методу є швидкий ріст, довготривала генетична та синтетична стабільність, збереження ознак, притаманних звичайним кореням.

Враховуючи вище зазначене, метою роботи було оптимізувати умови культивування *in vitro* та отримання «бородатих коренів» *Astragalus dasyanthus*.

Робота була виконана на базі Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України та лабораторії експериментальної біології відділу біології Київського Палацу дітей та юнацтва. Асептичні рослини астрагалу було отримано шляхом поверхневої стерилізації насіння. Для цього насіння послідовно витримували у 70%-му етанолі (30 сек), 25%- му розчині комерційного препарату «Білизна» протягом 10 хв (діюча речовина гіпохлорит натрію), стерильній дистильованій воді (тричі по 10 хв). Насіння було розділено на 2 частини: одну з них піддавали механічній скарифікації перед стерилізацією, другу частину насіння стерилізували без пошкодження. Пророщували насіння на поживному середовищі Мурасиге та Скуга. Після проростання рослини переносили середовища різного складу: 1) Мурасиге і Скуга (МС); 2) середовище Гамборга (В5); 3) Мурасиге і Скуга зі зменшеною вдвічі концентрацією макроелементів





(1/2МС); 4) середовище В5 з додаванням 0,5 мг/л індолілмасляноїкислоти (ІМК). Рослини культивувалися при освітленні 16 000 Лк та 16-тигодинному фотоперіоді.

Результати дослідження показали, що механічна скарифікація насіння суттєво підвищує ефективність проростання насіння після поверхневої стерилізації. Так, процент насінин, що проросли, після механічного ушкодження виріс у рази з 0,03% до 82,8%. При культивуванні на середовищі 1/2 МС протягом тижня ми спостерігали значне побіління астрагалу та загибель декількох проростків. При вирощуванні рослин астрагалу на середовищі Гамборга (В5) з додаванням 0,5 мг/л ІМК спостерігали чисельне галуження і більш інтенсивний ріст, збільшення кількості листків, однак корені у даних рослин не утворювались, спостерігалась лише незначна проліферація клітин в нижній частині стебла. Ростові показники рослин при культивуванні на середовищах МС та В5 майже не відрізняються між собою, але на МС рослини астрагалу з часом починають біліти. Також було отримано бородаті корені внаслідок трансформації астрагалу *Agrobacterium rhizogenes* А4, проте відсоток трансформованих есплантів виявився досить низьким - 1-3%. При цьому такі корені було отримано на 35-45 добу після трансформації.

Отже, для отримання асептичних рослин *Astragalus dasyanthus* достатньо ефективним є використання методу поверхневої стерилізації насіння розчином гіпохлориту натрію з попередньою механічною скарифікацією. Також було показано, що найбільш оптимальним для культивування *in vitro* рослин астрагалу є поживне середовище Гамборга з додаванням 0,5 мг/л ІМК. В результаті проведеної роботи було отримано «бородаті корені» астрагалу за допомогою *Agrobacterium rhizogenes*-опосередкованої трансформації, з частотою 1-3%.

#### Література:

1. Алтанцеєв Е., Калашникова Е. А. Розмноження астрагала монгольського (*Astragalus Mongholicus* Vge) в умовах *in vitro* / Е. Алтанцеєв, Е. А. Калашникова. // Вісті Тімірязевської сільськогосподарської академії: Науково-теоретичний журнал Російського державного аграрного університету - МСХА імені К.А. Тімірязєва, 2013. - Вип. 6 - с.40-48.
2. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М. Гродзинський. – К.: Українська Радянська Енциклопедія ім. М.П. Бажана, Український виробничокомерційний центр "Олімп". – 1992. – 58 с.
3. Матвєєва Н. А., Шаховський А. М. Отримання та культивування бородатих коренів рослин *Videns pilosa* L. / Н. А. Матвєєва, А. М. Шаховський // Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. - 2015. - Т. 13, № 1. - С. 46-50.
4. Отримання і цитологічний аналіз калусних культур астрагалу шерстистоцвіткового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) / І. А. Бугара, І. Н. Юркова, А. М. Бугара // Уч. зап. Тавр. нац. ун-та ім. В. І. Вернадського. Сер. Біологія, хімія. - 2008. - 21, № 2. - С. 9-14.





УДК 574.2: 594.

## ВПЛИВ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ НА ОРГАНІЗАЦІЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ НІШИ МІКРОМОЛЮСКА *VALLONIA PULCHELLA* (MULLER 1774)

**А.К. Умерова**

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького*  
вул.Гетьманська, 20, Мелітополь, Запорізька область, 72300, Україна  
**e-mail:** [avaumerova1994@gmail.com](mailto:avaumerova1994@gmail.com)

Одним з центральних положень сучасної екології є концепція екологічної ніші. Екологічна ніша виникла у відповідь на спробу описати загальну роль видів в угрупованні і на теоретичному рівні спеціалізувати поняття «популяція», «угруповання» та «екологічна система» [7]. Екологічну нішу можна зрозуміти в контексті двох вимірів: Грінелла та Елтона. Ніша Грінела враховує значення даного набору ресурсів для виживання виду. Вона розглядається двома способами: з одного боку, як комплекс умов середовища проживання, а з іншого - як поведінкові адаптації, що дозволяють організмам зберігатися і виробляти репродуктивне потомство [5]. Ніша Елтона [3] зосереджена для позначення функціональної ролі видів в угрупованні [4], при цьому він вважав, що абіотичні компоненти природного середовища не залежні від поняття "ніша". Пізніше Хатчінсон (1957) [6] запропонував екологічну нішу розглядати як гіпероб'єм у багатовимірному просторі, де вид потенційно може підтримувати життєздатність популяцій під впливом умов навколишнього середовища. З огляду на це, використання терміна «ніша» є доцільним як по відношенню до організму, так і по відношенню до популяції або виду.

Вивчення просторового розподілу наземних молюсків ґрунтовно досліджено. Більшість досліджень спрямовані на порівнянні угруповань молюсків у різних біотопах, які розрізняються за рослинним покривом, типом ґрунтів і рівнем вологості. Здебільшого на життєдіяльність молюсків впливають едафічні фактори: циркулюючі органічні і мінеральні речовини, градієнт вологості [1] і вміст кальцію. Окрім того, вплив макроклімату і наявність укриттів для зимування так само є важливими чинниками.

У результаті аналізу наукової літератури обґрунтована необхідність дослідження впливу рослинного покриву на молюска з використанням фітоіндикаційної шкали (за Дідухом) [2], що мешкає на штучних ґрунтоподібних конструкціях у межах Нікопольського марганцеворудного басейну, а саме у педоземах. Дослідження проведено в червні 2019 року. Експериментальний полігон складався із 105 проб, розташованих у межах 7 трансект (по 15 проб у кожній). Відстань між рядами в полігоні становить 3 м. У межах дослідження було обстежено повітряно-сухий ґрунт вагою 10,5 кг, у якому виявлено 124 екземплярів *Vallonia pulchella*. Таким чином, середня щільність цього виду в педоземах у період дослідження склала 1,18 екз./пробу.

У сукупності, різноманітні ґрунтові умови сприяють формуванню високого фітоценотичного різноманіття рослинності. Досить високе видове різноманіття рослинного покриву, дає можливість проаналізувати зміни умов навколишнього середовища використовуючи метод фітоіндикації. Фітоіндикаційні шкали застосовуються для опису екологічних ніш ґрунтових тварин, для відбору проб і оцінки просторової організації угруповань на урбанізованих територіях в різних ієрархічних рівнях. Дані фітоіндикації дозволяють оцінити аутокологічні особливості молюскій та визначити структуру угруповань. Аналіз фітоіндикаційних оцінок рослинності показав, що вологість (Nd) ґрунту досліджуваного локалітету сприятливі для субмезофітів (10,03) [2]. За режимом контрастності (fH) едафотоп відповідає гемігідроконтрастному типу (7,27). За



факторами кислотності (Rc) встановлено, що досліджуваний вид віддає перевагу, як нейтральним так і суббазофільним ґрунтам (7,72). Сольовий режим (Sl) у досліджуваному локалітеті характерний семіевтрофам (7,21). Вміст карбонатів у ґрунті досліджуваної ділянки (10,32) створює найбільш сприятливі умови для карбонатofilів. Це свідчить, що у ґрунті вміст CaO та MgO варіює у межах 5-10%. За вмістом засвоювання форм азоту (Nt) в угрупованні переважно представлені гемінітрофіли (4,3). З режимом аерації (Ae) ґрунту досліджуваний полігон відносяться до категорії субаерофілів (4,91). Середня оцінка терморезиму (Tm) становить 10,09 отже відповідає оптимуму для мезотермів. За шкалою омброрезима (Om), яка показує ступінь аридності-гумідності кліматичних умов, мікроклімат даної ділянки можна оцінити як субарідофiтний (11,61). Континентальність клімату визначається впливом на нього великих площ моря і суші та кліматоутворюючих процесів (центри атмосферного тиску, характер циркуляції атмосфери, концентрації і розподілу вологи, кількості й періодичності опадів, амплітуди температур і т.п.) [2]. У межах даного біогеоценозу середнє значення режиму континентальності (Kn) [2] дорівнює 8,58, що відповідає геміконтинентальному типу. Кріорежим (Cr) є гемікріофiтним. Режим освітлення (Lc) - геліофiтний, який характерний для відкритих місць існування [2].

Відповідно до отриманих результатів, можна припустити, що за домінуючими екологічними групами, ділянка, де мешкає *Vallonia pulchella*, може бути зарахована до багатих та збагачених карбонатними солями, а також небагатих на доступний нітроген гемінітрофiльних ґрунтів. Саме це зумовлює варіативний характер розміщення досліджуваного об'єкта, оскільки за цих умов знижується трофність ґрунту.

#### Література:

1. Čejka, T., & Hamerlík, L. (2009). Land snails as indicators of soil humidity in Danubian Woodland (SW Slovakia). *Polish Journal of Ecology*, 57, 741–747.
2. Didukh Ya. P. (2011). The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 176.
3. Elton Ch.S. *Animal Ecology*. – Chicago, 2001 (reprinted 1st edition: London, Sidgwick and Jackson, 1927).
4. Giller P.S. (1984). *Community Structure and the Niche*. – London. 184 p.
5. Grinnell J. (1917). The niche-relationships of the California Thrasher // *Auk*. – Vol. 34. 427–433.
6. Hutchinson G. E. (1957). Concluding remarks // *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology*, 22., 415–427.
7. Pianka, E., (1981) *Evolutionary Ecology* (in Russian), Mir, Moscow.





УДК 620.92

## ВПЛИВ ІОНІВ ФЕРУМУ НА ВИХІД БІОГАЗУ ПРИ АНАЕРОБНОМУ ЗБРОДЖУВАННІ ГНОЮ ВРХ

Н.Б. Голуб<sup>1</sup>, А.В. Шинкарчук<sup>2</sup>, О.А. Козловець<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

<sup>2</sup> ПП «КИЇВБУДПРОЕКТ»

e-mail: d.m.shav@gmail.com

Протягом останніх років проблемним питанням біотехнології метанового бродіння постає вплив сполук важких металів, які знаходяться в сировині, що робить її непридатною до збродження. Такою сировиною є осаді після очищення стічних вод промислових виробництв (шкіри, гальваніки та ін.). З іншої сторони, в невеликих концентраціях сполуки важких металів можуть спричинити позитивний вплив на анаеробну асоціацію мікроорганізмів, оскільки метали входять до складу активних центрів ферментів, які беруть участь у процесі метаногенезу [1]. Зокрема, додавання  $\text{FeCl}_3$  призводить до збільшення вмісту метану в біогазі з 48-50 до 62% при виробництві біогазу з залишків переробки манго [2]. Тобто, дослідження впливу різної концентрації сполук важких металів є актуальною задачею, що дозволить покращувати вихід біогазу з сировини за допомогою додавання таких сполук.

Метою роботи було дослідження впливу сполук Феруму (III) на вихід біогазу при анаеробній ферментації.

Модельним джерелом сировини для ферментації обрано гній ВРХ (СР  $16,2 \pm 0,8\%$ ). У якості джерела Феруму використовували  $\text{FeCl}_3$  (робочі концентрації 10, 35 та 50 мг /  $\text{дм}^3$ ). Збродження проводили у мезофільному режимі при температурі  $38 \pm 2$  °С протягом 25 діб, з перемішуванням, концентрація СОР - 8%. Інокулятом слугувала переброджена фракція з дослідної установки кафедри екобіотехнології та біоенергетики КПІ ім. І. Сікорського, об'єм ферментера – 0,9  $\text{дм}^3$ , ступінь заповнення 70%. Біогаз збирали у газгольдері мокрого типу.

Результати збродження показали, що додавання до сировини всього лише 10 мг/ $\text{дм}^3$   $\text{FeCl}_3$  підвищує загальний вихід біогазу на  $23,3 \pm 1,2\%$ , а додавання 50 мг/ $\text{дм}^3$  – підвищує на  $40,9 \pm 1,9\%$ .

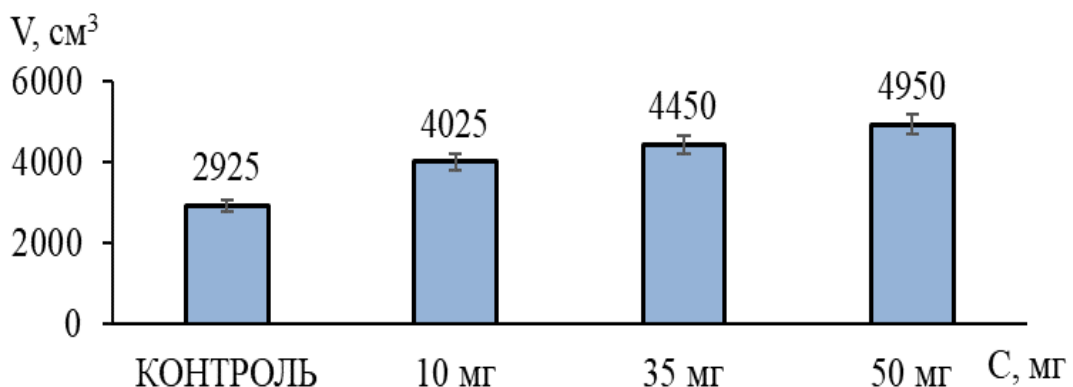


Рис. 1. Загальний вихід біогазу (V) за 25 діб збродження при використанні різних концентрацій  $\text{FeCl}_3$



Отже, отримані результати показують необхідність застосування сполук заліза у якості додаткового джерела іонів Феруму при зброджуванні гною ВРХ, що дозволить підвищити вихід біогазу.

#### Література:

1. Abdelsalam E, Samer M, Abdel-Hadi MA, Hassan HE, Badr Y. Effect of  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{NiCl}_2$  and  $\text{FeCl}_3$  additives on biogas and methane production. *Biol Engin Misr J Ag Eng*; 2015. 32(2):843-862.
2. Demirel B, Scherer P. Trace element requirements of agricultural biogas digesters during biological conversion of renewable biomass to methane. *Biomass & Bioenergy*; 2011. 35:992-998.



УДК 620.92

## ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**Н.Б. Голуб, М.В. Шинкарчук, Р.О. Козловець**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** malvina.schinkarchuk@gmail.com

За останні роки кількість діючих біогазових комплексів в Україні зростає в тричі. Відповідно збільшилося виробництво не лише біогазу, а й дигестату – перебродженого залишку біомаси, що використовують у якості органічного добрива для внесення на поля при вирощуванні різних культур за рахунок вмісту легкодоступних форм азоту, фосфору, калію, сірки та мікроелементів [1]. Незважаючи на те, що вітчизняне виробництво біогазу та дигестату зародилося ще в 1993 році, на сьогодні немає затверджених норм внесення дигестату для сільськогосподарських культур. Найбільш поширеним видом сировини для біогазових станцій у Європі, який набуває популярності в Україні, є силос кукурудзи. Саме тому дослідження впливу кількості внесених добрив на ріст та розвиток кукурудзи є актуальним питанням.

Для дослідження раціональних концентрацій дигестату при вирощуванні кукурудзи на ранніх етапах використовували переброджену фракцію з лабораторних метантенків кафедри екобіотехнології та біоенергетики «КПІ ім. І. Сікорського» (м. Київ, Україна). Дигестат було розділено на рідку і тверду фракції за допомогою лабораторного сита. Тверду фракцію сушили при температурі 40 °С в термостаті, після чого подрібнювали у зерномолці. До наважки стерилізованого ґрунту 25 г додавали добриво (для рідкого добрива концентрації, що досліджувалися, становили 1, 1.5 та 2 т/га, для твердого: 5, 15 та 25 т/га), змішували в зерномолці, після чого здійснювали посів. Норми внесення добрив приймали за аналогією з твердим гноєм ВРХ та гноївкою [2]. Як модельний об'єкт брали сорт цукрової кукурудзи «Делікатесна» (виробник Україна) з вегетаційним періодом від сходів до технічної стиглості 80-90 днів. Посів проводили лунковим способом, забезпечували щоденний полив, природній світловий режим (дослід припав на березень-квітень), кімнатну температуру. Термін експозиції – 20 діб.



Сходи кукурудзи з'явилися на 2 добу після посадки для зразків з концентрацією рідкого дігестату 2 т/га та концентраціями твердого дігестату 15 т/га і 25 т/га. Для контрольного зразку (без внесення добрив) сходи спостерігалися на 4 добу, а для інших зразків – на 3-4 робу. Вимірювання висоти рослин проводили на 5 та 20 добу вирощування.

Результати вирощування кукурудзи при застосуванні рідкої та твердої фракції дігестату показали, що раціональним вмістом для покращення росту рослин є 2 т/га та 15 т/га відповідно. Концентрація твердої фракції 25 т/га показала дещо менші результати (на 0,36 %), ніж концентрація 15 т/га –  $217,2 \pm 8,63$  мм. Рідка фракція при концентраціях 1 і 1,5 т/га показує на 3% менші результати (ріст рослин  $209,9 \pm 6,21$  і  $210,6 \pm 8,9$  мм відповідно), ніж при 2 т/га.

Отже, раціональні норми внесення добрив для отримання рослин з покращеним ростом на стадії 20 діб вирощування становлять 2 т/га рідкої фракції та 15 т/га твердої фракції.

### Література:

1. Шинкарчук МВ, В'ялов СА. Звіт з ОВД "Нове будівництво "Комплексу з переробки органічної частини відходів сільськогосподарського виробництва для виробництва електроенергії з біогазу" [Інтернет]. Київ: ТОВ «ПроЕнерджи»; 2018 [цитовано 2020 Квіт. 16]. 321 с. № РС 2019272792. Доступно на: <http://eia.menr.gov.ua/uk/case/id-2792>.

2. Корнієнко СІ, Гончаренко ВЮ, Ходєєва ЛП, Гладкіх РП, Парамонова ТВ та ін. Удобрення овочевих та баштанних культур: Монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД»; 2014. 370 с.



УДК 582.232:57.083.1:628.3

## БІОКОНВЕРСІЯ СКИДНОЇ ВОДИ З УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ (УЗВ) ЗАДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОМАСИ *NOSTOC LINCKIA* (ROTH.) BORN. ET FLAN.

**Є.І. Турянська, Л.М. Чебан**

*Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича*

вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58012, Україна

**e-mail:** yevturianska@gmail.com

З кожним роком все більше і більше збільшується попит на водні продукти харчування, що тягне за собою швидкий та інтенсивний розвиток наземної аквакультури у всьому світі. Проте такий постійний розвиток призводить до важливих проблем, найвагоміша з яких – утилізація стічних вод.

Оптимальним вирішенням цієї проблеми є біоконверсія. Завдяки цьому процесу відбувається перетворення речовин і енергії під впливом живих організмів або ж у їхніх клітинах. Біоконверсія притаманна будь-якій біологічній системі, оскільки перетворення речовин і енергії відбувається в реакціях метаболізму та в процесах обміну речовинами й енергією між живими організмами та доквіллям. Під дією клітин перетворюються метаболіти у структурно споріднені сполуки.

Завдяки культивуванню на скидних водах ціанобактерій, можна забезпечити видалення продуктів життєдіяльності риб, при цьому відбувається одночасне виробництво



біомаси. Дану біомасу можна використовувати для отримання цінних продуктів, наприклад, корм для аквакультури, лікарські засоби, натуральні барвники та біопаливо.

Перевагами вирощування представників роду *Cyanobacteria* є більш висока врожайність, використання не орних земель, відновлення поживних речовин із стічних вод, та ефективне захоплення вуглецю. Більше того, адаптація до широкого спектру умов навколишнього середовища робить їх багатим джерелом цікавих і корисних метаболітів. Дані організми мають потенціал для задоволення багатьох глобальних потреб; однак реалізація цього потенціалу вимагає зменшення поточних витрат на виробництво.

*Nostoc linckia* Roth. Born. et Flah. – це сланева гетероцистна ціанобактерія, що здатна до азотфіксації. Завдяки досить великим розмірам слані та значній кількості слизу вона не потребує складних підходів при посткультивацийному відділенні біомаси від живильного середовища. Завдяки своїй невибагливості до компонентного складу поживних середовищ дана ціанобактерія розглядається як чудовий об'єкт для застосування у різноманітних біотехнологічних процесах. Як і більшість сланевих видів, *N. linckia* швидко нарощує біомасу, чітко реагує на зміни компонентного складу живильного середовища [2].

Біомаса мікроводоростей характеризуються високим вмістом амінокислот та білків. Високий вміст основних нутрієнтів дозволяє використовувати *N. linckia* як корм для тварин, зокрема і в аквакультурі. Багатий склад фотосинтетичних пігментів дозволяє застосовувати даний вид як продуцент фотосинтетичних пігментів, що знаходять застосування в харчовій, косметологічній та фармацевтичній промисловостях.

Як об'єкт досліджень було обрано альгологічно чисту культуру *N. linckia*, яка підтримується в колекції Інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького Національного університету імені Ю. Федьковича.

Ціанобактерію вирощували на скидній воді з рибоводної установки замкненого водопостачання та на середовищі Фітцджеральда № 11 у модифікації Цендера і Горхема, що слугувало середовищем порівняння. Воду забирали з механічного фільтра, розливали на аліквоти, стерилізували в автоклаві при температурі 121 °С протягом 30 хв та стандартизували за показниками рН (7,5–8) та загальної мінералізації (495±5 ppm) [3].

Культивування проводили в колбах Ерленмейера об'ємом 500 мл при температурі 21 ± 2°С, освітленні люмінесцентними лампами близько 2500 лк та 16-ти годинному фотоперіоді. Інокуляцію проводили у співвідношенні інокулят : живильне середовище - 1:10 в стерильних умовах ламінар-боксу.

Ціанобактерії при наведених умов вирощували протягом 50 діб. В процесі культивування контролювали показники загальної мінералізації та рН середовища, а також щільність культури.

За показниками щільності культури визначали кількість біомаси з використанням оптичного показника при 750 нм на CaryWin UV 60 (Agilent, США). Перехід від одиниць оптичної густини (D750) до величини абсолютно сухої біомаси (АСБ) здійснювали через емпіричний коефіцієнт  $k$ : АСБ =  $k \times D750$ . Використовуючи отримані значення, будували криву росту для культури *N. linckia*.

У скидній воді визначали вміст різних форм азоту (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), вміст P та S до та після вирощування ціанобактерій. Визначення кількісного вмісту мінеральних елементів у скидній воді з УЗВ проводили згідно загальноприйнятих методик.

У обводненій біомасі визначали вміст білків, ліпідів та вуглеводів, хлорофілу а, каротиноїдів та фікобілінпротеїнів.

Водорозчинні компоненти клітин виділяли з використанням 0,1 М фосфатного буферного розчину з рН 7,4. Гідрофобні пігменти екстрагували 100% ацетоном. Оптичну густину екстрактів пігментів вимірювали спектрофотометрично на CaryWin UV 60 (Agilent, США) у діапазоні довжин хвиль 400–800 нм.



Ліпіди екстрагували методом Фолча. Загальний білок визначали методом Лоурі. Визначення ліпідів проводили за наявності сірчаної кислоти і фосфорно-ванілінового реагенту. Визначення кількості загальних вуглеводів проводили за кольоровою реакцією з антроновим реактивом. Отримані показники розраховували у вигляді масової частки (%) у розрахунку на суху біомасу.

Статистичне опрацювання отриманих результатів проводили з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel та методу однофакторного дисперсного аналізу (1-way ANOVA Tukey HSD test) в пакеті прикладних програм STATISTIKA 6.0. Відмінності отриманих результатів вірогідні при рівні значимості  $p \leq 0,01$  за критерієм Фішера.

Скидна вода із УЗВ має достатній вміст основних мінеральних елементів, що необхідно для нормальної життєдіяльності ціанобактерій. Мінеральний склад води із УЗВ істотно не відрізняється порівняно з середовищем Фітцджеральда.

Дослідження показали, що фізико-хімічні параметри скидної води із УЗВ повністю відповідали аналогічним характеристикам середовища Фітцджеральда.

Таблиця 1

## Фізико-хімічні показники скидної води з УЗВ

Характеристики культурального середовища	Скидна вода з УЗВ	Середовище Фітцджеральда
рН	7,0-8,0	7,0-8,0
Загальна мінералізація	371,0-477,0	232,0-547,0
Провідність [ $\mu\text{S}/\text{mL}$ ]	555,0-693,0	452,0-690,0
Редокс-потенціал [mV]	211,4-213,9	176,9-245,0

Такий склад скидної води сприяє росту різних мікроорганізмів, у тому числі мікроводоростей та ціанобактерій. Тому для наших досліджень в якості живильного середовища було використано скидну воду з установки замкнутого водопостачання аквакультування.

Щоб забезпечити нормальне функціонування клітин ціанобактерій потрібно забезпечити достатній вміст основних живильних елементів у культуральному середовищі. Дана вода збагачена солями азоту, фосфору та сірки. Саме цей фактор має сильний вплив на ріст та процеси синтезу мікроводоростей. Найкраще мікроводорості здатні засвоювати азот у нітратній або амонійній формі. Проте, при використанні нітратної форми азоту спостерігається інтенсивний приріст біомаси, тоді як іони амонію здатні пригнічувати розвиток культури. За умови дефіциту азотного живлення спостерігається інгібування росту альгокультури, що впливає і на вміст основних нутрієнтів у біомасі.

При культивуванні культури *N. linckia* на скидній воді з УЗВ нами спостерігалось істотне зменшення вмісту різних форм азоту, сірки та фосфору. Так було відмічено, що в процесі вирощування біомаси відбувається повне поглинання амонійної форми та зменшення кількості нітратної форми азоту у 8 разів. Вміст фосфатів та сульфатів зменшилась у 7 та у 4 рази відповідно.

Отже, скидна вода з рибоводної установки замкнутого водопостачання є чудовою альтернативою в якості живильного середовища для культивування. Значний вміст сполук азоту (амоній, нітриту та нітрата), фосфатів та розчиненого органічного вуглецю повністю утилізується біомасою ціанобактерії у процесі її культивування.





Дослідження показали, що *N. linckia* зростає експоненціально протягом перших 30 днів з подальшою стабілізацією. Починаючи з 50 доби культивування було виявлено зменшення кількості біомаси, що зумовлено зменшенням в середовищі доступних живильних речовин.

Однією з найважливіших особливостей виду *N. linckia* є високий вміст білка, ця характеристика робить даний рід кандидатом на стале виробництво добрив, а також білкових добавок у кормах для тварин [1]. В процесі культивування ціанобактерії *N. linckia*, було отримано біомасу, яка характеризується вмістом основних нутрієнтів та пігментів відповідно до результатів, представлених у таблиці 2.

Таблиця 2

### Біохімічний склад біомаси *N. Linckia* за різних умов культивування

Досліджуваний показник	Середовище Фітцджеральда	Скидна вода з УЗВ
Загальні білки, %	56,6	55,1
Загальні ліпіди, %	15,3	14,1
Вуглеводи, %	10,7	9,3
Хлорофіл <i>a</i> , мг/г	17,4	16,2
Каротиноїди, мг/г	11,3	9,5

Отже, скидна вода із рибоводної установи може використовуватись як альтернативне середовище для культивування *N. Linckia*, а отримана таким чином біомаса характеризується практично таким ж вмістом білків, ліпідів, вуглеводів та пігментів, як і біомаса, вирощена на стандартному середовищі Фітцджеральда.

Застосування в якості поживного середовища скидної води із УЗВ дозволяє зменшити економічні витрати на отримання біомаси ціанобактерій, а також при цьому можна очистити скидну воду від надлишку біогенних елементів та використовувати її як зворотню.

### Література:

1. Complex evaluation of *Nostoc linckia* (Roth.) Born. et flah. biomass, cultivated on waste water from recirculating aquaculture system/ Y.I. Turianska, L.M. Cheban, M.M. Marchenko // Biological systems. 2018 № 10 (2). P. 113-118.
2. Nutritional quality of biomass from four strains of *Nostoc* and *Anabaena* grown in batch cultures/ Rosales-Loaiza N., C. Aiello-Mazzarri, L. Gómez// International Food Research Journal 2017, №24, p 2212–2219
3. Recirculating aquaculture systems waste water as a medium for increase of phytoplankton and zooplankton biomass/ O. I. Khudyi, M. M. Marchenko, L. M. Cheban, L. V. Khuda, O. V. Kushniryk, I. V. Malishchuk// International Letters of Natural Sciences. 2016. №54. 6 p.





УДК 582.675.1[581.522.4+581.95] (477-25)

## ОСОБЛИВОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ ЛОМИНОСІВ В УМОВАХ КИЄВА

І.Б. Ковалишин

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України

вул. Васильківська, 31/17, 03022 м. Київ, Україна

e-mail: Iryna\_V\_Kovalyshyn@ukr.net

Інтродукція рослин від початку пов'язана з міграцією людей, які привозили цінні господарські та декоративні об'єкти на свою батьківщину. Цей процес розпочався в доантичні часи й триває понині. Ботанічні сади після заснування стали осередками інтродукції. Для оцінювання успішності інтродукції більшість вчених опираються на здатність рослин в нових умовах вирощування плодоносити і давати життєздатне насіння [1, 2, 3, 4, 5].

Оцінку репродуктивної здатності *Clematis tibetana* Kuntze, *C. viticella* L. та *C. heracleifolia* DC, що культивуються в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України (м. Київ), було проведено за шестибальною шкалою О.А. Калініченка [6].

Дослідні рослини походять із різних областей Голарктичного флористичного царства [7]: *C. tibetana* – Північнокитайська провінція Східноазіатської області, *C. heracleifolia* – Японо-Корейська та Центральнокитайська пров. Східноазіатської обл., *C. viticella* – Середземноморська обл., Центральнoанатольська пров. Ірано-Туранської обл., Іллерійська й Евксинська пров. Циркумбореальної обл. Ареали досліджених ломиносів розташовані у південніших широтах, порівняно з Києвом.

В умовах НБС ім. М.М. Гришка НАН України (м. Київ) *C. tibetana*, *C. viticella* та *C. heracleifolia*, досягнувши репродуктивного віку, утворюють генеративні органи та плодоносять, проте, під час обстеження прилеглих до рослин територій, самосіву не було виявлено. Для оцінювання життєздатності насіння було визначено його лабораторну схожість. Дослідження проводили у Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Під час пророщування враховувалися відмінності форми, розмірів та часу проростання насіння видів ломиносів.



Рис. Насіння ломиносів:  
А – *Clematis viticella*, Б – *C. heracleifolia*, В – *C. tibetana*

Дрібне насіння *C. tibetana* та *C. heracleifolia* пророщували на апараті Якобсена. Схожість визначали на 14 добу. Крупне насіння *C. viticella*, піддавали впливу 0,1 н сірчаної кислоти та пророщували на живильному середовищі МС в умовах *in vitro*.



Схожість насіння визначали на 70 добу. За результатами дослідження було встановлено, що лабораторна схожість насіння *C. viticella*, *C. heracleifolia* і *C. tibetana* становить  $46,7 \pm 1,09$ ,  $66,7 \pm 5,36$  і  $84,7 \pm 4,25$  %, відповідно.

Отже, досліджені види в умовах м. Київ дають життєздатне насіння, тому, відповідно до 6-бальної шкали О.А. Калініченка, їх репродуктивна здатність характеризується чотирма балами, що дозволяє використовувати досліджені рослини у традиційних методах селекції, здійснювати вторинні інтродукційні випробування. Визначення факторів, які спричиняють відсутність самосіву досліджених видів ломиносів, потребує додаткових досліджень. Зважаючи на те, що основна господарська цінність ломиносів полягає у декоративності, ґрунтово-кліматичні умови НБС ім. М.М. Гришка НАН України як пункту інтродукції не знижують перспективності цієї культури для використання в урбофітоценозах Києва.

#### Література:

1. Вульф Е.В. Введение в историческую географию растений. Изд. 2-е. Л.: Сельхозгиз, 1933. 414 с.
2. Липа О. Л. Аптекарські, ботанічні і акліматизаційні сади України як інтродукційні осередки. *Наук. зап. Київ. держ. ун-ту ім. ТГ Шевченка*. 1948. № 7. 47-65.
3. Остапко В. М.; Зубкова Т. В. Интродукция раритетных видов флоры юго-востока Украины. Севастополь: Вебер, 2006. 296 с.
4. Діденко С. Я. Оцінка успішності інтродукції видів кавказької флори в умовах Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*. 2016. № 4. 14-21.
5. Шоль Г. Н. Оцінка успішності інтродукції рідкісних та зникаючих видів рослин у Криворізький ботанічний сад НАН України. *Інтродукція рослин*. 2018. № 2. 20-28.
6. Калиниченко А. А. Оценка адаптации и целесообразности интродукции древесных растений. *Бюл. ГБС*. 1978. № 108. 3-8.
7. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.



УДК 598.244

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ГНЕЗДОВАНИЯ БЕЛОГО АИСТА НА ТЕРРИТОРИИ ЩУЧИНСКОГО И ДЯТЛОВСКОГО РАЙОНОВ (ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)

**А.С. Кутель, В.О. Малышко, О.В. Янчуревич**  
*Гродненский государственный университет им.Янки Купалы*  
пер. Доватора, 3/1, Гродно, 230012, Беларусь  
**e-mail:** mail@grsu.by

**Актуальность.** Условия обитания белого аиста в различных регионах Европы имеют существенные различия, о чем свидетельствует исчезновение вида на гнездовании во второй половине 20 века на больших территориях в северо-западной Европе наряду с увеличением численности и расширением границ области гнездования в северно-восточной и восточной части ареала [1].



Сегодня белый аист *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758) – один из наиболее изученных видов птиц. Ведь накопленные результаты по экологии, поведению и распространению вида ставят его в ряд удобной экологической модели и индикатора состояния окружающей среды. Это уязвимый вид, включен в Приложение II Бернской и Боннской конвенций по сохранению мигрирующих диких животных – список видов, которые требуют постоянного контроля над состоянием численности их популяций [2]. В настоящее время он стал объектом интенсивных и многократных научных исследований и интерес к изучению вида не ослабевает, так как его численность с 2015 года снижается. Это может быть связано с созданием крупных агропромышленных комплексов, массовым сооружением силосных и водопроводных башен, электрификацией железных дорог, что ускорило переход аистов к гнездованию на нетрадиционных опорах [3]. Активно происходит ликвидация мелких деревень и хуторов, соломенные и тростниковые крыши заменяются металлическими, шиферными, черепичными. Также это связано с тем, что в Беларуси производится мелиорация, химизация, выпас скота. И все это отражается на распространении и численности популяции белого аиста [4].

**Цель** данной работы – оценить современное состояние популяций и особенности гнездования белого аиста на территории Щучинского и Дятловского районов Гродненской области.

**Материалы и методы.** В основу работы положены материалы исследований, которые проводились весной-летом 2019 г. на территории Щучинского и Дятловского районов Гродненской области (Беларусь).

Щучинский район расположен в северо-западной части Гродненской области, на западе Восточно-Европейской равнины, его площадь составляет 1900 км<sup>2</sup>. На территории района расположено 435 населенных пунктов сельского типа и 2 поселка городского типа. Сельхозугодья располагаются по району равномерно. По территории района протекает река Неман с притоками Лебеда и Котра.

Дятловский район расположен в юго-восточной части Гродненской области в бассейне реки Неман и занимает территорию 1500 км<sup>2</sup>. На территории района насчитывается 227 населенных пунктов, из них 223 – сельские. Основные реки, которые протекают на территории района: Неман, Молчадь, Дятловка, Щара, Подъяворка.

**Результаты исследований.** По результатам полевых исследований в 2019 году на территории Щучинского района зарегистрировано 68 гнезд, а на территории Дятловского района выявлено 93 гнезда белого аиста.

В целом, на территории Щучинского района нами выявлено 43 населенных пункта, в которых находятся гнезда белого аиста. Из них 62 жилых гнезда (91,2%) и 6 нежилых (8,8%). По одному гнезду зарегистрировано в 31 населенном пункте (72%), по 2 гнезда – в 8 населенных пунктах (19%), по 3 гнезда – в 2 населенных пунктах (5%), 6 гнезд – в 1 населенном пункте (2%), и наибольшее количество гнезд установлено в Желудке – 9 (2%). А в Дятловском районе нами зарегистрировано 53 населенных пункта с гнездами аистов. Из них 82 жилых гнезда (88,17%) и 15 нежилых (11,83%). По одному гнезду зарегистрировано в 31 населенном пункте (58,49%), по 2 гнезда – в 10 населенных пунктах (18,87%), по 3 гнезда – в 6 населенных пунктах (11,32%), 4 гнезда – в 6 населенных пунктах (11,32%) и это максимальное количество.

В ходе исследования мы определяли также возраст гнезд. На территории Щучинского района самое старое гнездо находится в д. Дикушки, его возраст составляет 25 лет, а самое молодое в д. Желудок, ему 1 год. На территории Дятловского района самое старое гнездо встретилось в д. Пенчицы и его возраст составил 23 года, а самое молодое в д. Семеновичи, ему 2 года.

Также нами производился анализ расположения гнезд аистов на различных опорах. Гнезда белый аист обычно устраивает на деревьях и различных сооружениях человека –



жилых и хозяйственных постройках, электрических и телефонных столбах, водонапорных башнях. В Щучинском и Дятловском районах наблюдается одинаковая тенденция: соответственно гнезда отмечали на столбах – 63% и 63,8%, на деревьях – 15% и 17,1%, на водонапорных башнях – 15% и 12,7%, на крышах – 4% и 4,3%, на других постройках – 3% и 2,1%.

При обустройстве гнезда аисты обычно используют различные материалы. Кроме древесных веток, могут быть задействованы тряпки и солома. Гнезда, на территории Щучинского района, где встречались только ветки, составили 72%, а в 28% использовались птицами и другие материалы. На территории Дятловского района гнезда, построенные из веток, встречались в 56% случаев, а в 44% случаев использовались и другие материалы.

На территории Щучинского района из 68 обнаруженных гнезд аистов 2 были разрушены и 4 оказались нежилыми. Таким образом, на территории района выявлено гнездование 62 пар белого аиста. Из них 58 пар (93,54%) были успешными и вывели потомство. По разным причинам не имели птенцов 4 пары (6,46%). На территории Дятловского района из 93 отмеченных гнезд 4 были разрушены и 11 являлись нежилыми. Таким образом, гнездящимися оказались 78 пар белого аиста, из которых 63 пары (86,30%) были успешными и имели потомство, а у 15 пар (13,7%) птенцов не было.

Как в Щучинском, так и Дятловском районах, в гнездах преимущественно находилось по 2 птенца. В обоих районах максимальное количество вылетевших птенцов составило 4.

**Заключение.** Таким образом, исследования распространения и гнездования белого аиста в Щучинском и Дятловском районах Гродненской области (Беларусь) показали, что около 90% всех изученных гнезд являлись жилыми. В обоих районах, в основном, аисты строят гнезда на столбах и для постройки используют древесные ветки. На территории Щучинского района из 62 пар 58 (93,54%) пар были успешными, а на территории Дятловского района из 78 гнездящихся пар, успешными оказались только 63 (86,30%) пары.

#### Литература:

1. Самусенко, И. Э. Современное состояние, распространение и биология белого аиста *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758) на территории Беларуси: автореф. дис. ... канд. биол. Наук: 03.02.04 / И. Э. Самусенко. – Минск, 2013. – 27 с.
2. Дубовик, В. Аисты республики / В. Дубовик // Наука. – 2015. – С. 9.
3. Самусенко, И. Э. Пернатые хищники и их охрана: учеб. пособие / И. Э. Самусенко, Р. В. Новицкий; под ред. П. А. Пакуль. – Минск: Изд. центр БГУ, 2012. – 455 с.
4. Самусенко, И. Э. Состояние и динамика численности популяции белого аиста *Ciconia ciconia* в Беларуси и факторы, их определяющие / И. Э. Самусенко // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и X зоол. конф., Минск, 18-20 нояб. 2009 г. Ч. 2: сб. науч. работ/ ГНПО «НЦП НАН Беларуси по биоресурсам»; под общей ред. М. Е. Никифорова. – Минск, 2009. – С. 496–502.





УДК 502.753

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ РІДКІСНИХ ВИСОКОГІРНИХ ВИДІВ РОДУ *GENTIANA* L. ФЛОРИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Л.Р. Грицак

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 47028, Україна  
e-mail: hrytsak1972@gmail.com

У останні роки почали змінюватися підходи до збереження фіторізноманіття. Поряд із традиційними методами збереження генофонду рідкісних видів рослин більше уваги приділяють розробці нових уніфікованих підходів, які поєднують у собі елементи як *in situ*, так й *ex situ* [2]. Основні їх принципи полягають у ґрунтовнішому вивченні біології та екології рідкісних видів та усіх загроз, які на них діють, а також у розробці методології активного втручання у процеси управління популяціями для запобігання їх вимиранню [1].

Актуальним є збереження генофонду й високогірних рідкісних видів роду *Gentiana* L. Проте, реалізація проектів з їх збереження передбачає використання системного підходу, який дозволяє виявити у системах стійкі взаємозв'язки елементів на усіх їх рівнях організації та, відповідно, з'ясувати структурність системи як наступний ступінь конкретизації цілого. При цьому, певний об'єкт розглядається як система і, одночасно, як елемент більш великої системи. Системний підхід дозволяє виявити різноманітні зв'язки як у межах кожної із трьох біосистем (фітоценозу, популяції, організму), так й між ними; встановити залежність цих систем від зовнішніх екофакторів, зміна інтенсивності, періодичності та вектору дії яких призводить до суттєвих перебудов у функціонуванні цих систем. Ключовою системою у цій організаційній структурі є окремий організм. Рецептори, розташовані на поверхні цитоплазматичних мембран клітин рослин, реагують на відхилення від оптимальних значень фізико-хімічних параметрів зовнішнього середовища. У відповідь сигнальні системи запускають каскад ланцюгових реакцій, характер яких залежить від діапазону толерантності рослини до дії певного чинника та наближення його значень до критичної межі. Це супроводжується змінами гормонального балансу, інтенсивністю метаболічних реакцій, які, у кінцевому результаті на рівні окремого організму, можна відслідкувати за особливостями кінетики ключових параметрів флуоресценції хлорофілу, вмістом фотосинтетичних пігментів, параметрами водного режиму. Відхилення у перебігу метаболічних і фізіологічних процесів призводять вже до структурних змін, які відображаються на особливостях морфометричних параметрів анатомічних структур листка, на віталітеті рослин, особливостях проходження ними етапів онтогенезу, репродуктивній біології, здатності до генеративного та вегетативного розмноження тощо. Пониження віталітету рослин, відхилення від магістрального шляху проходження етапів онтогенезу призводять до змін іншої системи – популяції. На цьому рівні порушення фіксуються за особливостями вікової, просторової, віталітетної структур популяцій та їх стратегіях. У свою чергу, це викликає турбулентні процеси, що спричиняють вже емерджентні зміни властивостей самих фітоценозів та екосистем, до складу яких вони входять.

Отже, застосування системного підходу – це не від'ємна складова програм із збереження генофонду видів роду *Gentiana*. Такий підхід дозволяє виявити не лише внутрішньоорганізаційні особливості їх популяцій у різних умовах зовнішнього середовища, але й відносини з іншими складовими елементами фітоценозів, а також системами вищого рангу, до складу яких вони входять.

### Література:

1. Monks L., Barrett S., Beecham B., Byrne M., Chant A., Coates D., Cochrane J A., Crawford A., Dillon R., Yates C. Recovery of threatened plant species and their habitats in the biodiversity hotspot of the Southwest Australian Floristic Region. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 59–74.
2. Volis S. Conservation-oriented restoration – a two for one method to restore both threatened species and their habitats. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41(2). P. 50–58.



# ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

## Секція № 2



## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОЕВ НИТРИДА КРЕМНИЯ SiNx, ОБОГАЩЕННЫХ КРЕМНИЕМ, ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СТЕХИОМЕТРИЯХ ДЛЯ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

L. Boudjemila<sup>1,2</sup>, V. Mahmoudi<sup>1</sup>, K. Khenfer<sup>1</sup>, В. Краснощек<sup>2</sup>, В. Давыдов<sup>2</sup>,  
Ю. Рудь<sup>3</sup>, Ф. Свитала<sup>3</sup>, А. Черемисин<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>University of science and technology Houari Boumediene  
Bab Ezzouar 16111, Algiers, Algeria

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29;

<sup>3</sup>Всероссийский научно Исследовательский Институт Фитопатологии  
Россия, 143095, Московская область, Одинцовский район, Большие Вязёмы,  
ул. Институтская, строение 5  
e-mail: lariessai21@gmail.com

В фотоэлектрической промышленности последние годы преобладают технологии кремниевых солнечных батарей, главным образом из-за низкой стоимости производства. В этой статье мы обсуждаем различные возможности повышения эффективности солнечных батарей и мы для достижения этой цели предлагается использовать обогащенные SiNx наноструктурированные слои. Практический интерес к данным пленкам вначале был обусловлен их использованием в качестве маскирующих слоев, в частности, для электрически перепрограммируемых элементах памяти (flash память). Позже что возможно создание как красного, зеленого и синего светодиодов (на основе пленок с кластерами разных размеров), так и белого светодиода. Мы представляем методы изготовления, а также результаты исследований для двух типов таких слоев, которые могут быть использованы для повышения эффективности солнечных элементов.

В приложениях для солнечных фотопреобразователей нитрид кремния обычно получают химическим осаждением из паровой фазы при помощи плазмы (PECVD) [1-3]. Важно, что этот материал действует как антиотражающее покрытие, что позволяет снизить оптические потери. Кроме того, его химический состав и, в частности, высокое содержание водорода, придает ему замечательные свойства для нейтрализации (пассивации) дефектов, расположенных на поверхности и в объеме кремния, в частности для кристаллической подложки.

Важно устранить любое загрязнение с поверхностей. Поэтому одной из задач исследования стало так же совершенствование методов определения характеристик, для того, чтобы контролировать качество выполняемой операции. Если не избежать ухудшения качества слоев, то может произойти диффузия фосфора в кремниевой подложке. Химическое осаждение слоев проводилось с помощью плазменного пара (PECVD) антиотражающего слоя при определенных условиях: температура осаждения  $T = 400^\circ \text{C}$ , давление осаждения  $P_r = 1700 \text{ мТорр}$ , мощность электрического разряда  $P = 3,5 \text{ кВт}$ , плазменная частота  $F = 430 \text{ кГц}$ , общий поток газов-прекурсоров  $DT = 4 \text{ л / мин}$ .

В нашей работе мы исследовали образцы с различными значениями R. Для изучения химического состава нитрида кремния были использованы технологии вторичной ионной масс-спектропии (SIMS). После нанесения слоя нитрида кремния при различной стехиометрии проводились измерения отражательной способности. В этом случае путем сканирования солнечного спектра (диапазон длин волн включал видимый и ближний инфракрасный диапазон) изучался отклик образца путем оценки абсорбционных свойств наночастиц Si в зависимости от стехиометрии слоя SiNx. Методом фотоэлектрической





спектроскопии проводились два типа измерений: измерение в вертикальной конфигурации образца для измерения всего тока ячейки и измерение в боковой конфигурации для измерения фототоков.

В результате исследований было установлено, что при именно для  $R = 8$ , слой является наиболее близким к стехиометрии. что подтверждается данными компьютерных расчетов. Полученные данные дают возможность разработать новые слои нитрида кремния, содержащие избыток кремния. Это является существенным условием получения слоев и кристаллизации нанокристаллов кремния в матрице  $\text{SiNx}$ .

#### Литература:

1. Raghavendra Sagar· Asha Rao Surface modification of silicon solar cell using  $\text{TiO}_2$  and  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ : fabrication and characterization Applied Physics A (2019) 125:859.
2. L. Dal Negro, J. H. Yi, L. C. Kimerling, S. Hamel, A. Williamson, and G. Gallib. Light emission from silicon-rich nitride nanostructures Appl. Phys. Lett. 88, 183103, 2006.
3. J. De la Torre , G. Bremond, M. Lemiti, G. Guillot, P. Mur, N. Buffet. Silicon nanostructured layers for improvement of silicon solar cells' efficiency: A promising perspective / Materials Science and Engineering C 26 (2006) 427–430.



УДК 504.75.06

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРОВ НОВЫХ КОМПОЗИТОВ ДЕРЕВО-ПЛАСТИК

**А.В. Черемисин<sup>1,2</sup>, Lin' Yu<sup>2</sup>, В.В. Краснощеков<sup>1</sup>, А.П. Глинушкин<sup>3</sup>, Ю.В. Рудь<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

<sup>2</sup>Guangdong University of technology  
Guangdong, 512226, China

<sup>3</sup>Всероссийский научно Исследовательский Институт Фитопатологии  
Россия 143095, Московская область, Одинцовский район, Большие Вязёмы,  
ул. Институтская, строение 5  
**e-mail:** 498652999@qq.com

Развитие различных областей науки и экономики требует создания новых материалов для решения различных задач, например, в экологических применениях для строительной отрасли. В процессе разработки новых материалов важным элементом является экспериментальное исследование их характеристик и структуры. Различные исследования показали, что наиболее целесообразным для исследований компонент, которые изготавливаются из отходов древесины и пластика, использовать оптические методы. Разработано большое число оптических спектрометров для их проведения. Так как в нашем конкретном случае концентрация жома и его температура изменяется при обработке в больших пределах исследования необходимо проводить в ближнем и дальнем диапазоне инфракрасного спектра. Поэтому в работе для исследований использовался инфракрасный спектрометр компании Bruker и разработанный экспериментальный стенд.

В технологиях приготовления композита температура разогрева жома и пластика изменяется до 674 К. Композиты изготавливались из различного жома (необработанного, приготовленного на пару и обработанного паром, а также проваренного) [1,2,3]. Далее



образцы исследовались на растяжение, изгиб и прочность с использованием динамической машины. Определялось предельное значение прочности на растяжение, прочности на изгиб, модуля изгиба и ударной вязкости. Эти величины зависят от степени компаундирования (соотношение концентраций между сополимерами и жомы при приготовлении композита). Поэтому в работе проводились спектральные исследования различных образцов композитов. Определялись пики спектров, соответствующие максимальным значениям параметров устойчивости материала. Также по спектрам определялось соотношение между концентрациями компонент, из которых приготовлен композит и технологию его приготовления. Эти данные позволяли тестировать материалы перед использованием только с помощью инфракрасного спектрометра. Это более доступно, чем использовать несколько механических машин, результаты испытаний на которых дадут меньше информации чем спектральный анализ [4,5].

Предварительно изготовленные образцы были исследованы на механических машинах на стандартные механические характеристики. Полученные результаты позволяют установить следующее. Оптимальное соотношение модификатора M-GPE / GPEW составляет около 8/2. В таком соотношении и при использовании полного цикла обработки жомы композит обладает наибольшей устойчивостью к различным воздействиям.

Было установлено, что приготовление пищи может улучшить механические свойства древесной муки и жмыха, а механические свойства вареной древесины были выше, чем у пропаренной древесины. Наконец, метод прививки расплава был использован для модификации полиэтиленового воска (PEW), и был получен PEW-g-МАН/ММА/ВА (M-GPEW). M-GPEW и MGPE были использованы совместно для улучшения межфазной совместимости предварительно обработанных древесных пластмассовых композитов. Полученные результаты показывают, что оптимальное соотношение составного модификатора M-GPE/GPEW составляет 8/2, причем механические свойства материала являются наилучшими, а механические свойства древесно-пластических композитов значительно больше подвержены влиянию, чем у одиночного модификатора. Экспериментальные результаты показали работоспособность предложенной методики исследований. Кроме того, исследования позволили установить положения максимумов в спектрах для различных жомов, которые показывают ослабление химических связей. По результатам спектрального анализа предложен способ определения эффективности прививки мономера из расплава на PE-WAX. Полученные результаты спектрального анализа показали, что предварительная обработка жомы и древесной муки методом кипячения и его дальнейшая обработка при высоких температурах значительно улучшает экологические свойства полученного композиционного материала.

#### Литература:

1. Крыжановский В.К., Бурлов В.В. Прикладная физика полимерных материалов. – СПб.: Изд-во СПбГТИ (ТУ), 2001. – 261 с. 6.
2. Сутягин В.М., Ляпков А.А. Учебное пособие. Физико-химические методы исследования полимеров. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 130 с. 7.
3. Клёсов А.А. Древесно-полимерные композиты. – СПб: Изд-во Научные основы и технологии, 2010. – 736 с. 8.
4. Рафиков С.Р., Введение в физикохимию растворов полимеров. – М.: Изд-во Наука, 1978. - 328 с. 9.
5. Блинов Л. М. Физические свойства и применение лентмюровских моно и мульти-молекулярных структур // Успехи химии, т. 52, № 8, 1983. с. 1263- 1300.  
УДК 628.161.3



## ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ТА СТИЧНИХ ВОД ВІД СПОЛУК АРСЕНУ РІЗНОГО ГЕНЕЗИСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ЗАЛІЗОВМІСНОГО АДСОРБЕНТУ

**Р.І. Антонюк, М.І. Літинська, Н.М. Толстопалова, І.М. Астрелін**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** romi4antoniuk@gmail.com

Глобальне потепління викликає багато негативних наслідків для очищення води, наприклад повені, зміна складу води в поверхневих та підземних джерелах тощо. Зростання вмісту природних органічних речовин у водних об'єктах та збільшення концентрації сполук арсену різного походження в природних водах призводить до зміни складу сирової води, що робить неефективними існуючі системи водоочисних споруд для підготовки питної води та подальшого очищення природних та стічних вод.

При сорбційному видаленні арсеновмісних речовин за допомогою гранульованих адсорбентів можливим є блокування їх поверхні нерозчинними арсенатами, що призводить до неповного використання сорбційного матеріалу.

Збільшення кількості арсеновмісних забрудників призводить до зниження ефективності очищення за допомогою існуючих у водоймах очисних рослин.

Арсен є одним з найбільш небезпечних елементів у світі. Максимально допустима концентрація арсену у питній воді становить 10 мкг/дм<sup>3</sup>. У той же час в багатьох країнах вміст арсену в природних водах може сягати 1000 мкг/дм<sup>3</sup> або вище, що значно більше, ніж допустимі концентрації.

Сполуки арсену згубно діють на людський організм внаслідок своєї токсичності. Середня напівлетальна доза арсеновмісних речовин становить від 0,014 до 0,185 г/кг. Але хронічний арсенікоз починає розвиватись за доз в 1000 разів нижчих за напівлетальну, діючих на організм протягом тривалого періоду часу.

Найбільшу загрозу здоров'ю людей становлять неорганічні сполуки арсену, що надходять до людського організму з питною водою.

Довготривале надходження сполук арсену з питною водою може призвести до раку крові, легень, шкіри, носових пазух, печінки тощо. До неканцерогенних ефектів можна віднести імунологічні, неврологічні та ендокринні розлади, а також генотоксичну дію.

Таким чином, існує необхідність в розробці ефективних і безпечних технологій глибокого очищення води від домішок арсену.

Використання дрібнодисперсного залізовмісного адсорбенту може ефективно вирішити багато проблем водоочищення, серед яких видалення арсеновмісних забрудників, забезпечення ефективності сорбції та повноти використання питомої поверхні сорбенту за рахунок малого розміру частинок, запобігання мембранному фоулінгу поданням сорбенту на мембрану для затримки поліютантів на його поверхні, а не на власне мембрані, що суттєво полегшує процес видалення забрудників з поверхні мембрани та продовжує час експлуатації комбінованої сорбційно-мембранної установки.

### Література:

1. Litynska M.I., Antoniuk R.I., Tolstopalova N.M., Astrelin I.M. // V Міжнародна науково-практична конференція [«Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти»], Київ: Збірка матеріалів. – 2017. – С.40-41.



## ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД СПОЛУК АМОНІЙНОГО АЗОТУ

**О.М. Терещенко, А.О. Бассак**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** okter789@gmail.com

В системі очистки навколишнього середовища від забруднень очистка стічних вод є одним з основних компонентів. Відповідно до сучасних поглядів основною причиною погіршення якості води поверхневих джерел є евтрофікація – процес зростання біологічної рослинності, який відбувається внаслідок порушення балансу поживних речовин. Він супроводжується бурхливим розвитком водоростей, особливо синьо-зелених, небажаних видів планктону, що негативно впливає на життєдіяльність риб. Продукти метаболізму водоростей надають воді неприємний запах, можуть стати причиною захворювань шкіри, шлунково-кишкового тракту, викликати алергічні реакції у людей і тварин. При розкладі водорості виділяють у воду поліпептиди, аміак і проміжні продукти білкового розкладу.

Видалення біогенних елементів необхідно також при створенні замкнених оборотних систем промислових підприємств. Наявність сполук азоту в оборотній воді призводить до біологічного обростання трубопроводів обладнання, а при низькій лужності може стати причиною розвитку корозійних процесів [1].

На очисні споруди сполуки азоту потрапляють переважно у вигляді амонійного азоту, азоту нітратів, нітритів та азоту, зв'язаного в органічні сполуки. Співвідношення масових концентрацій різних форм азоту не є постійною величиною. Так, органічні сполуки (наприклад, сечовина), які містяться в господарсько-побутових стічних водах, в результаті взаємодії з бактеріями руйнуються з утворенням амонійного азоту (процес амоніфікації). На вході в міські очисні споруди вміст його може складати від 20 до 50 мг/дм<sup>3</sup>.

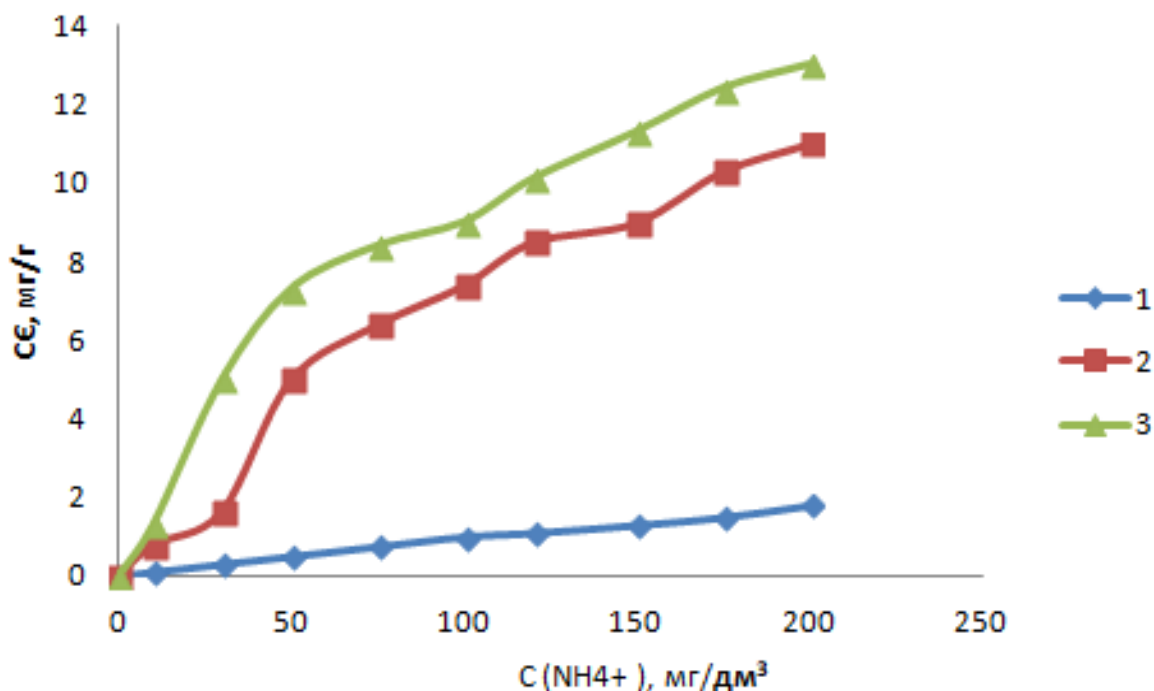
Переважає більшість очисних споруд в нашій країні спроектовані і побудовані 30 – 40 років тому і нездатні забезпечити сучасну якість очистки води. З цієї точки зору особливу актуальність і значення набуває їх реконструкція з впровадженням надійних технологій видалення біогенних речовин.

Традиційна біологічна очистка не забезпечує достатньої глибини очистки від біогенних речовин. Численні експериментальні данні свідчать про те, що при концентрації більш як 150 мг/дм<sup>3</sup> амонійний азот погіршує процес біологічної очистки стічних вод в аеротенках, викликаючи зменшення швидкості біологічного окиснення забруднень [2]. Ця обставина значно ускладнює видалення амонійного азоту шляхом біологічної нітрифікації-денітрифікації. Крім того, для деяких категорій стічних характерний невисокий вміст органічних речовин, що потребує спеціального введення в стічні води органічного субстрату при денітрифікації.

Вказані обставини підкреслюють перспективність використання фізико-хімічних методів видалення амонійного азоту з стічних вод, серед яких найбільш прийнятною є технологія, заснована на використанні сорбційного методу очистки [3]. Правильний вибір фільтруючого матеріалу у більшості випадків є простим і надійним способом поліпшити техніко-економічні показники роботи очисних споруд.

Метою даної роботи було встановлення принципової можливості використання сорбційних матеріалів при видаленні амонійного азоту, визначення їх сорбційних властивостей.

Для реалізації поставленого завдання були використані такі сорбенти: катіоніт КУ-2-8 в Na-формі, цеоліт, активоване вугілля. Випробування проводились на водних розчинах амонійній нітрату з концентрацією 50 мг  $\text{NH}_4^+$ /дм<sup>3</sup>. Сорбцію проводили в статичних умовах при кімнатній температурі при співвідношенні сорбент – розчин 1:100. Аналогічним чином досліджували процес сорбції амонійного азоту в залежності від концентрації солей жорсткості, які наявні у воді. Визначення залишкової концентрації амонійного азоту виконували згідно [4].



**Рис.1. Ізотерма сорбції йонів амонію:**  
**1 – активованим вугіллям; 2 – цеолітом;**  
**3 – КУ-2-8 в Na-формі**

Як видно з рис. 1 найбільшу вибірковість до цільового компонента виявив КУ-2-8 в Na- формі, найменшу – активоване вугілля. Цеоліт має досить велику сорбційну ємність до йонів амонію. Так, при рівноважній концентрації йонів амонію 30 мг/дм<sup>3</sup> сорбційна ємність для цеоліту становила 1,7 мг/г; починаючи з вказаного значення поглинання починає різко збільшуватись.

Таким чином, виходячи з отриманих результатів, в якості перспективних сорбентів можна вибрати катіоніт КУ-2-8 в Na-формі і цеоліт.

На рис. 2 представлені кінетичні криві поглинання  $\text{NH}_4^+$  обраними сорбентами.

Як видно із рис. 2 особливо інтенсивно поглинання відбувається протягом перших 30 хв. Для обох сорбентів.

Для перевірки роботи сорбентів у реальних умовах були проведені випробування на розчинах, які містили солі жорсткості (йони  $\text{Ca}^{2+}$  можуть конкурувати з йонами амонію) (рис. 3). Як показали дослідження, наявність йонів  $\text{Ca}^{2+}$  до 80 мг/дм<sup>3</sup> майже не впливають на сорбційну здатність цеолітового сорбенту (рис. 3 (а)); для КУ-2-8 цей вплив досить помітний (рис. 3 (б)). Це підтверджує той факт, що цеоліт більш селективний сорбент по відношенню до амонійного азоту.

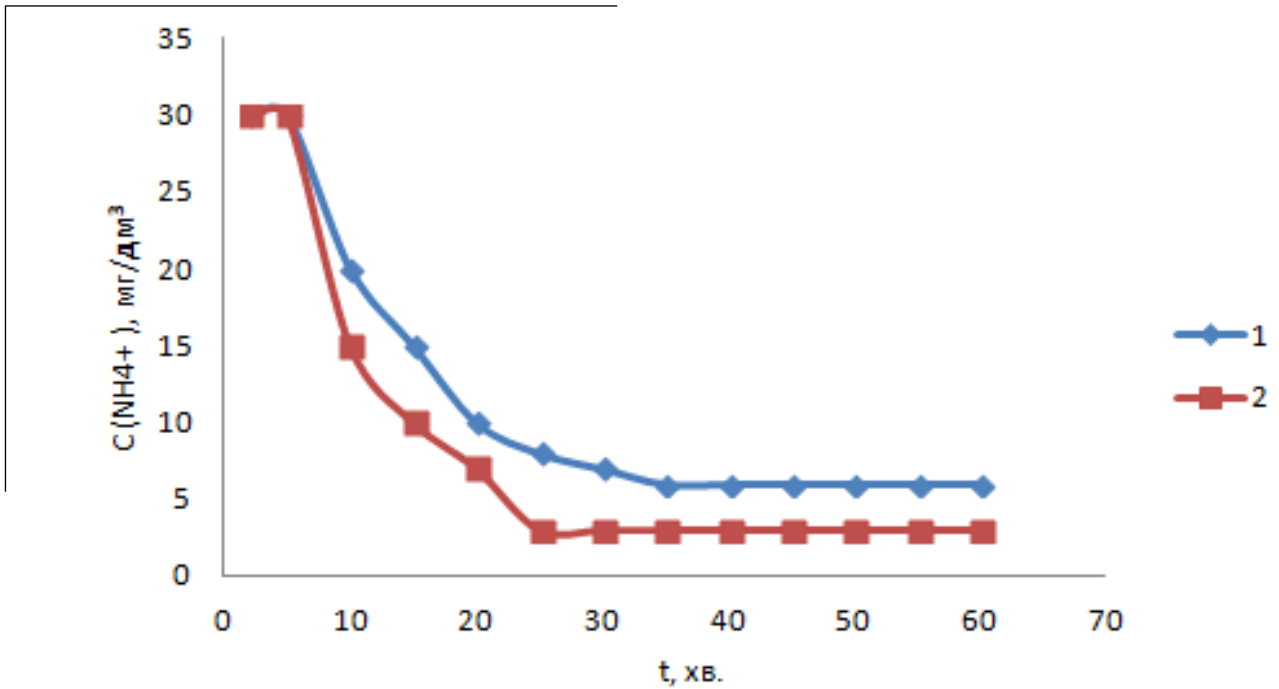


Рис. 2. Кінетичні криві поглинання йонів  $\text{NH}_4^+$ :  
1 – цеолітом; 2 – катіоніт КУ-2-8 в Na-формі.

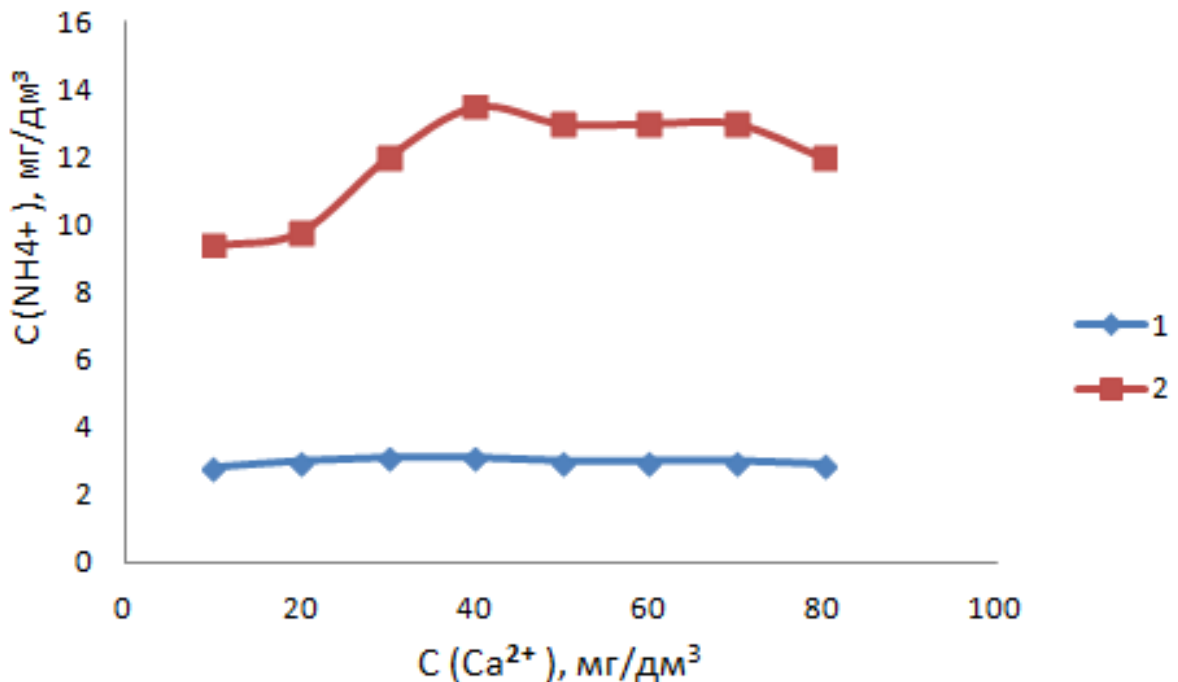


Рис. 3. Вплив йонів  $\text{Ca}^{2+}$  на рівноважну концентрацію йонів  $\text{NH}_4^+$  у розчинах з концентрацією  $30 \text{ мг/дм}^3$ : 1 – цеоліт; 2 – катіоніт КУ-2-8 в Na-формі.

Отже, показано, що найбільш ефективним сорбентом при поглинанні йонів амонію був цеоліт. Встановлено, що в статичних умовах максимальна сорбція амонію відбувається перші 30 хв процесу. Солі жорсткості до  $80 \text{ мг/дм}^3$  не впливають на ефективність вилучення йонів амонію.

**Література:**

1. Разумовский Э.С., Залетова Н.А. Удаление биогенных элементов из городских сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 1991. – №6. – С.28-30.
2. Яковлев, С.В. Биологическая очистка производственных сточных вод: процессы, аппараты и сооружения / Яковлев С.В., Скирдов И.В. и [др.]. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
3. Луценко Г.Н., Цветкова А.И., Свердлов И.Ш. Физико-химическая очистка городских сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984. – 48 с.
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных и сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.



УДК 628.16(08)

**ОБРОБКА ВОДИ В ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІ З ФІЛЬТРУЮЧИМ КАРТРИДЖЕМ****І.В. Белов, В. М. Радовенчик, Р. Д. Чеботарьова***Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** zigor322@gmail.com

Стан забезпечення питною водою окремих регіонів України сьогодні катастрофічний. Це відноситься, перш за все, до вододефіцитних та промислово розвинутих регіонів. Як показали результати проведеного моніторингу [1], близько 20 % питної води в багатьох населених пунктах України не відповідає вимогам чинного стандарту. В окремих регіонах навіть вода з артезіанських свердловин відрізняється підвищеним вмістом заліза та інших шкідливих мікроелементів, в ній фіксуються і патогенні мікроорганізми [2]. Досить часто із вживанням неякісної питної води пов'язують масові спалахи кишкових інфекцій [3]. При цьому широкий спектр забруднень не дозволяє очищати значні об'єми води традиційними методами. Наприклад, для ефективного видалення сполук заліза (II) їх необхідно спочатку окислити до сполук заліза (III), а потім видалити з води відстоюванням або іншими традиційними методами. Гумінові речовини, що завжди присутні в природних водах, також потребують попереднього окислення. Але, якщо у випадку сполук заліза це може бути кисень повітря, то у випадку гумінових речовин використовують більш ефективні окислювачі – хлор, озон і т.п. Обов'язковим етапом обробки питної води є її знезараження для зниження мікробного забруднення.

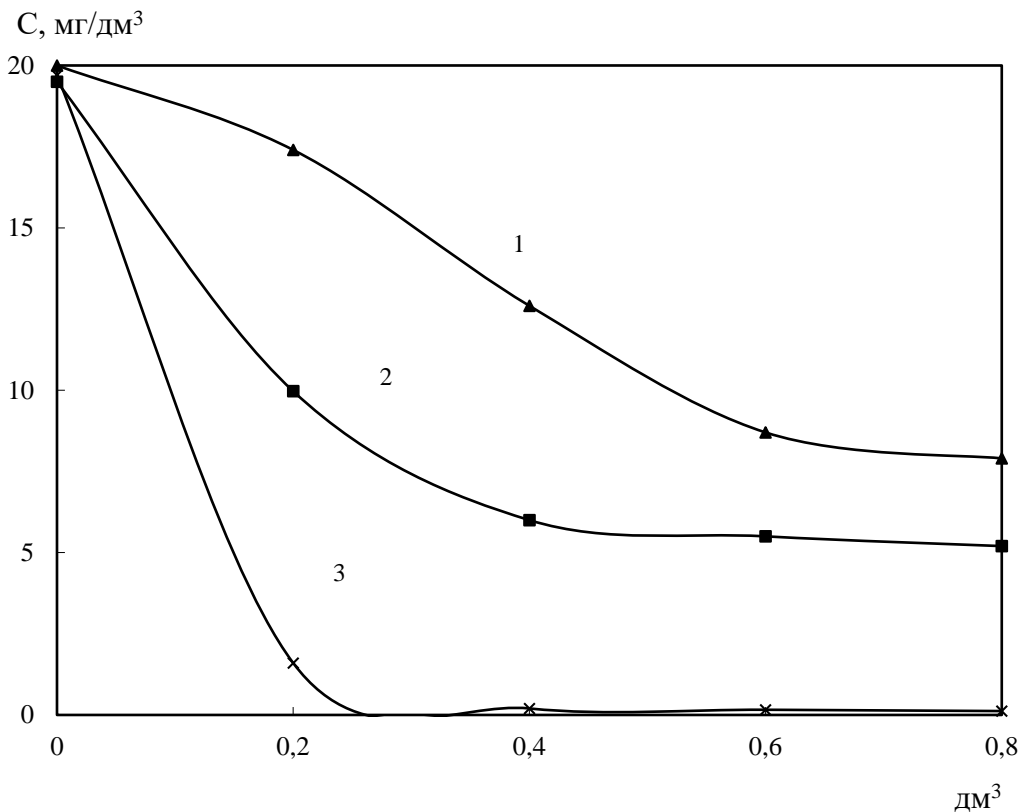
Не останню роль в низькій якості питних вод із централізованих мереж відіграє зношеність і застарілість водопровідної інфраструктури. Саме цей фактор досить часто стає причиною значних концентрацій іонів заліза в питних водах, мікробним її забрудненням та значним вмістом органічних домішок. В таких умовах виникає необхідність використання комплексних ефективних технологій, котрі дозволяють одночасно знешкоджувати всі перераховані забруднювачі і можуть встановлюватися в точках відбору з водопровідної мережі, що попередить повторне її забруднення. Такою комплексною технологією може бути комбінація фільтрування через картриджі з активованим вугіллям з електрохімічної обробкою [4]. Такі пристрої можуть бути досить простими, компактними і монтуватися в кінцевих точках споживання води. При такому поєднанні в анодному просторі електролізера в залежності від природи анодного



матеріалу і умов проведення електролізу утворюється ряд окислювачів з різним окисно-відновним потенціалом, котрі мають бактерицидну дію.

Метою нашої роботи було вивчення ефективності очищення води від іонів заліза, гумусових речовин і мікроорганізмів шляхом поєднання фільтрування та електролізу. В якості лабораторного був використаний електролізер з катодом із сталеві сітки, електродні камери якого розділені фільтруючим картриджем. В якості модельної використовували воду з київського водопроводу. Для імітації найбільш поширених забруднювачів води - заліза, гумінових речовин і мікробних забруднень, в модельні зразки додавали 7 мг/дм<sup>3</sup> заліза, 20 мг/дм<sup>3</sup> гумінової кислоти (ГК) і 105 кол/дм<sup>3</sup> *Bac. Subtilis*.

Як було встановлено в результаті досліджень, часткове очищення води від гумінових речовин відбувається вже при фільтруванні води через вугільний картридж без накладання постійного струму (рис. 1, крива 1) за рахунок адсорбції органічних речовин на активованому вугіллі. При накладанні електричного струму ступінь очищення води збільшується і залежить від величини струму, що проходить через систему. Максимальна ефективність досягається при струмі 0,3 А. Вміст гумінових речовин при такому струмі знаходиться на рівні показника кольоровості дистильованої води (рис. 1, крива 3).



**Рис. 1. Зміна концентрації гумінової кислоти при фільтруванні через вугільний картридж без струму (1), при струмі 0,05 А (2) і при струмі 0,3 А (3)**

Видалення двохвалентного заліза відбувається, вірогідніше всього, в об'ємі завантаження фільтра, де встановлюється окислювальне середовище. При цьому рН води знижується до нейтрального за рахунок переносу іонів Н<sup>+</sup> із анодної камери. Як видно з результатів, які представлені на рис. 2, вміст заліза у воді знижується з 7 до 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

Важливим фактором є вміст у природній воді хлоридів. Це дозволяє за відповідних умов отримувати в електролізері активний хлор та одночасно знезаражувати воду. Як встановлено в результаті експериментів, при вихідній концентрації хлорид-іонів у





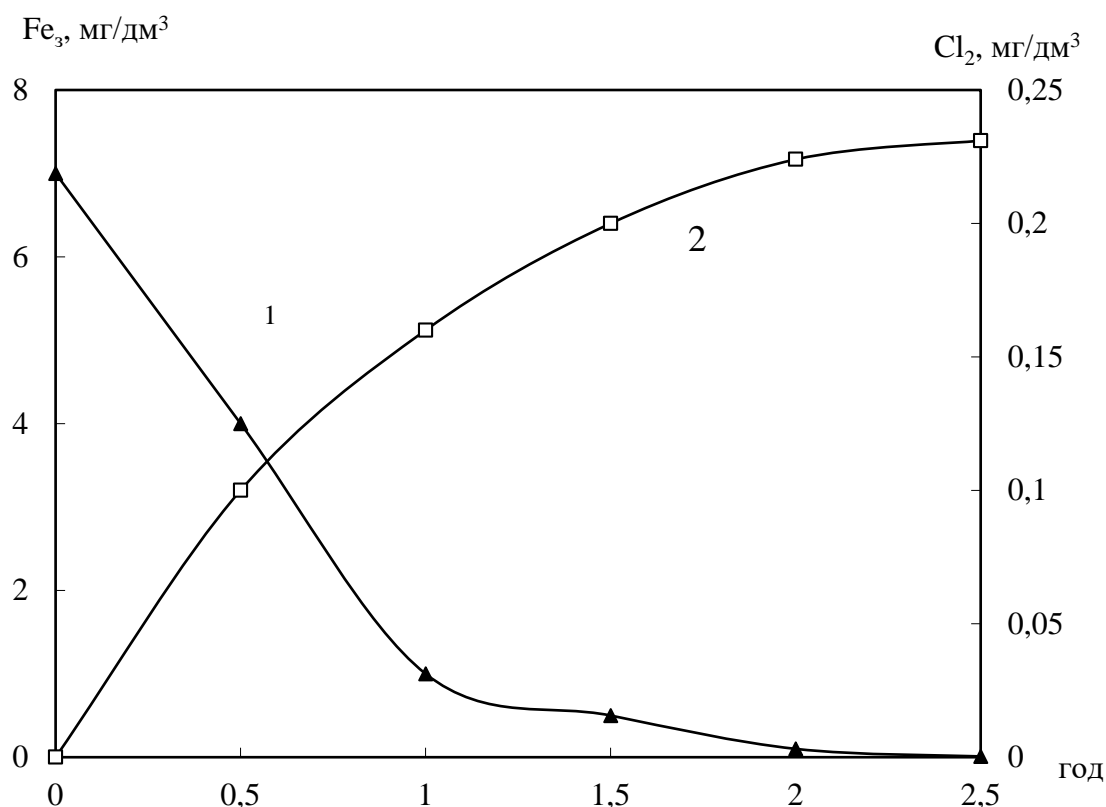
водопровідній воді на рівні  $20 \text{ мг/дм}^3$  в анодному процесі відбувається окислення частини хлорид-іонів до активного хлору, що забезпечує знезараження води. При цьому максимальна його концентрація в очищеній воді досягає  $0,23 \text{ мг/дм}^3$  через 2,5 годин електролізу (рис. 2, крива 2). Опосередкованим підтвердженням цього процесу є зниження вмісту іонів заліза (II) дзеркально до вмісту активного хлору.

Залежність основних характеристик води від часу електрообробки за описаних умов приведена в табл. 1. Оптична густина проб свідчить про зниження вмісту гумінових речовин та сполук заліза. За півтори години обробки цей показник знижується в 25 разів.

Таблиця 1

**Зміна оптичної щільності, концентрації *Bacillus subtilis* і витрата електроенергії  $W$  при електрообробці води при струмі 0,3 А**

Час, год.	Оптична густина, у.о.	Концентрація <i>Bac. subtilis</i> , КУО/см <sup>3</sup>	$W$ , кВт·год/м <sup>3</sup>
0	0,2	$5 \cdot 10^4$	0
0,5	0,05	$3 \cdot 10^2$	1,4
1,0	0,01	50	2,0
1,5	0,008	0	2,5



**Рис. 2. Зміна концентрації іонів заліза (1) і активного хлору (2) від часу електрообробки води при струмі 0,3 А**



З табл. 1 також видно, що за півтори години відбувається практично повне знезараження води. При цьому такі високі характеристики води забезпечуються при витраті енергії всього 2,5 кВт·год/м<sup>3</sup>.

Проведені дослідження підтверджують можливість створення на основі процесів фільтрування та електролізу комплексної технології для видалення із води сполук заліза (II), гумінових речовин та знищення мікроорганізмів. Експериментально показано, що за допомогою електролізера з фільтруючим картриджем з активованим вугіллям за відповідних умов концентрація заліза може бути зменшена з 7 до 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, вміст гумінових речовин з 20 до 1 мг/дм<sup>3</sup>, кількість мікроорганізмів знижена з  $5 \cdot 10^4$  до 0 кол/см<sup>3</sup>. При цьому витрата електроенергії не перевищує 2,5 кВт·год/м<sup>3</sup>. Такі показники дозволяють розробляти на основі отриманих результатів компактні та ефективні пристрої для одночасного очищення та знезараження води, які здатні замінити традиційні технологічні процеси із кількома окремими етапами обробки – коагулювання, відстоювання, окислення, знезараження. Отримані результати є хорошим стимулом для продовження досліджень в цій галузі.

#### Література:

1. Никитин С. В., Мубаракшин Р. Р. Гигиеническая оценка водоснабжения в сельском районе // Гигиена и санитария, 2005. - №4. - С. 55 – 58.
2. Алексеев В. С. Патогенные микроорганизмы в подземных водах систем питьевого водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника, 2003. – № 11. - С. 5–9.
3. Пономаренко А. М. Питна вода як значущий фактор інфекційної захворюваності населення України // Актуальные проблемы транспортной медицины, 2008. - № 4 (14). - С. 7 – 13.
4. Bagrii V. A., Chebotaryeva R. D., Bashtan S. Yu., Remez S. V., Goncharuk V. V. // Journal of Water Chemistry and Technology, 2008. - 30, №2. - С. 184 – 191.



УДК 574 (063)

## МОНІТОРИНГОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ НІТРАТІВ ТА НІТРИТІВ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ УКРАЇНИ

**Б. Бублій<sup>1</sup>, Ю. Носачова<sup>1</sup>, О. Зуй<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

<sup>2</sup>Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України  
бул. Академіка Вернадського 42, Київ-142, 03142, Україна

**e-mail:** danisimo10@meta.ua

Якість середовища життя і стан здоров'я людини, її працездатність і тривалість життя визначається в першу чергу якістю атмосферного повітря, питної води і споживаної їжі. Охорона навколишнього середовища стає актуальним завданням сучасності. У результаті антропогенної діяльності людство все більше віддаляє себе від природи і умов формування адаптаційних механізмів організму. Людство стає заручником технічного прогресу, перебуваючи під тиском інших, створених ним самим умов. Вкрай негативно технічна діяльність людини впливає на якість водних ресурсів. Це призводить до



катастрофічного зниження якості води по фізичним, хімічним та бактеріологічним показникам.

Проведені дослідження мають на меті моніторингове вивчення наявності та шляхів надходження нітратів та нітритів в підземні води України та розробку методів кількісного визначення даних аніонів в водних середовищах.

Присутність азотовмісних сполук у більшості водних джерел, продуктах харчування, атмосфері і ґрунті безумовна і немінуча. Гниття рослинного і тваринного матеріалу, добрива і стічні води, вимивання з місць захоронення відходів і з атмосфери, промислові відходи є джерелом надходження нітратів в воду.

Аміак є початковим продуктом розкладання органічних азотовмісних речовин. Тому наявність аміаку у воді може розцінюватися як показник небезпечного в епідемічному відношенні свіжого забруднення води органічними речовинами тваринного походження. У деяких випадках наявність аміаку не вказує на недоброякісність води, наприклад: в глибоких підземних водах аміак утворюється за рахунок відновлення нітратів при відсутності кисню або підвищений вміст аміаку в болотистих і торф'яних водах аміак рослинного походження.

Одночасний вміст у воді аміаку, нітритів і нітратів свідчить про незавершеність цього процесу і небезпечність забруднення води. Однак підвищений вміст нітратів може мати і мінеральне походження. Нітрати використовують як добрива селітра, у вибухових речовинах, в хімічному виробництві і в якості консервантів харчових продуктів. Деякі нітрати є результатом фіксації в ґрунті атмосферного азоту бактеріальний синтез. Нітрити використовують в якості консервантів харчових продуктів. Деякі нітрати і нітрити утворюються при вимиванні дощем оксидів азоту, які є результатом розряду блискавки або надходять з антропогенних джерел.

Оскільки жоден з типових методів очищення і знезараження води не змінює значного рівня вмісту нітратів, і концентрація нітратів помітно не змінюється в системі розподілу води, рівень їх вмісту у водопровідній воді часто відповідає рівню у водних джерелах. Кількість нітритів у водопровідній воді нижча, ніж в природних водах за рахунок їх окислення в процесі водопідготовки, особливо під час хлорування [1].

В даний час відбувається постійне зростання концентрації азотовмісних сполук через широке використання нітратних добрив, надлишок яких з ґрунтовими водами надходить в джерела водопостачання. Згідно з санітарними правилами і нормами, у воді централізованого водопостачання вміст нітратів не повинен перевищувати  $50 \text{ мг/дм}^3$ , нітритів –  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ .

Постійне вживання води з підвищеним вмістом нітратів призводить до захворювань крові, серцево-судинної системи. Розрізняють первинну токсичність власне нітрат-іона; вторинну, пов'язану з утворенням нітрит-іона, і третинну, обумовлену утворенням з нітритів нітрозамінів. Смертельна доза нітратів для людини становить 8 – 15 г. При виявленні в пробі води нітратів в кількості вище нормативу вдаються до очищення води за допомогою зворотного осмосу або іонного обміну. Вода, що має відхилення від нормативів за вмістом тих чи інших хімічних елементів і речовин, має, як правило, запах і присмак.

Для дорослої людини гранично допустима норма нітратів 5 мг на 1 кг маси тіла людини, тобто 0,25 г на людину вагою в 60 кг. Для дитини допустима норма не більше 50 мг.

Порівняно легко людина переносить денну дозу нітратів в 15-200 мг; 500 мг - це гранично допустима доза (600 мг – вже токсична доза для дорослої людини). Для отруєння грудного малюка досить і 10 мг нітратів.[2]

Максимально допустима концентрація даної сполуки в воді становить  $50 \text{ мг/дм}^3$ . Клас безпеки даного забруднювача - 3, що означає помірно небезпечна речовина. Професійно



очищення проводять двома способами: зворотний осмос; іонний обмін за допомогою нітрат-селективних чи інших смол. Зворотний осмос вважається одним з найбільш ефективних способів очищення води не тільки від нітратних, а й інших сполук, які забруднюють воду. По суті, відбувається пом'якшення води. Іонний обмін досить ефективний у боротьбі з нітратами і деякими іншими іонами. Відрізняє даний метод той факт, що навіть коли відбувається стрибок концентрації забруднювачів у воді, то установка продовжує працювати на оптимальному рівні, очищуючи воду до заданого стану. Іонний обмін. Великих проблем з забрудненою водою цілком можна уникнути простою установкою системи очищення води від нітратів на основі балонного фільтра, в якому використовується спеціальна нітрат-селективна іонообмінна смола. Влаштований цей матеріал так, що з води поглинаються лише нітрати. Корисні для людського організму солі фільтром не зачіпаються. Вартість даного методу трохи нижча, ніж зворотного осмосу, але дорожче, ніж стандартне пом'якшення води. Також воду можна очищувати більш дешевими методами, наприклад, очищення активованим вугіллям або глиною також дає позитивний результат. [3]

Визначення кількості нітратів та нітритів дозволить ідентифікувати таку воду та очищувати її найкращим та найефективнішим способом, або взагалі виключити її із вживання, якщо не доцільно очищувати. Існує декілька методів, які дозволяють визначати кількісний вміст нітратів та нітритів у воді.

Визначення нітратів у воді іонометричним методом. Методика призначена для аналізу проб прісних природних і очищених стічних вод, проб розтопленого снігу і льоду безпосередньо

На місці відбору проб або в лабораторіях. Діапазон визначуваних концентрацій 0,5-100 г/дм<sup>3</sup>. Методика заснована на вимірі рівноважного потенціалу іоноселективного електрода, зануреного в розчин визначається іона. Концентрацію визначального іона знаходять по градувальному графіку. При виконанні аналізів необхідно дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії.[4]

Методика вимірів масової концентрації нітратів у водах потенціометричним методом з іоноселективним електродом. Методика дозволяє виконання вимірювань масової концентрації нітратів в пробах води в діапазоні 0,6 - 6200 мг/дм<sup>3</sup> з іоноселективним електродом. В основу визначення покладено вимір потенціалу електрода, селективного до нітрат-іонів. За величиною електродного потенціалу з градувальної залежності знаходять концентрацію в пробі нітрат-іонів.[5]

Фотометричний метод визначення вмісту нітритів з використанням сульфанілової кислоти. Суть методу полягає у взаємодії нітритів в досліджуваній пробі води з сульфаніловою кислотою в присутності 1-нафтиламіну з утворенням червоно-фіолетової забарвленої сполуки з подальшим фотометричним визначенням і розрахунком масової концентрації нітритів в пробі досліджуваної води.

Фотометричний метод визначення вмісту нітритів з використанням 4-амінобензолсульфонамідом. Суть методу полягає у взаємодії нітритів в досліджуваній пробі з 4-амінобензолсульф-фонамідом в присутності ортофосфорної кислоти при (значенні) рН 1,9, з утворенням забарвленої сполуки з подальшим фотометричним визначенням і розрахунком масової концентрації азоту нітритів в пробі досліджуваної води.

Фотометричний метод визначення вмісту нітратів з використанням фенолдисульфінкової кислоти. Суть методу полягає у взаємодії нітратів з фенолдисульфінковою кислотою з утворенням нітропохідних фенолу, які з лугами утворюють забарвлені в жовтий колір сполуки, із наступним фотометричним визначенням і розрахунком масової концентрації нітратів в пробі досліджуваної води.

Фотометричний метод визначення вмісту нітратів з використанням саліциловокислого натрію. Суть методу полягає у взаємодії нітратів з саліциловокислим натрієм в



сірчанокиислому середовищі з утворенням солі нітросаліцилової кислоти, забарвленої в жовтий колір, і наступним фотометричним визначенням і розрахунком масової концентрації нітратів в пробі досліджуваної води [6].

Авторами запропоновано застосувати фотометричний метод визначення нітратів, який базується на їх відновленні до нітритів на кадмієвій колонці, з наступним визначенням нітритів по реакціях з реактивом Грісса (тобто, сумішшю сульфанілової кислоти та 1-нафтиламіну).

Методика приготування кадмієвого редуکتора, тобто колонки, заповненої обмідненим кадмієм:

- 25 г гранульованого кадмію потрібно промити 1,1 М розчином HCl, а потім відмити водою;
- залити метал 100 см<sup>3</sup> розчину CuSO<sub>4</sub> (20 г/дм<sup>3</sup>) на 5 хв або поки поблякне синє забарвлення розчину;
- декантувати, повторно залити світлим розчином CuSO<sub>4</sub>, поки не почне утворюватися коричневий колоїдний осад;
- промити водою, щоб видалити осад міді;
- далі складаємо колонку: висота має бути 13 см, на низ поміщуємо скловату і заповнюємо колонку кадмієм та покриваємо водою до верха колонки.

Для активації колонки потрібно 100 см<sup>3</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> з концентрацією 1 мг/дм<sup>3</sup>, час пропускання складає 8-10 см<sup>3</sup> на 1 хв. Перші 25 см<sup>3</sup> проби, які пройшли через колонку, відкидають, інші розливаємо в колби по 25 см<sup>3</sup> і додаємо реактив Грісса.

Міряємо оптичну густину при зеленому світлофільтрі,  $\lambda=536$  нм. Концентрацію нітритів, утворених з нітратів проби, визначаємо за градувальним графіком (рис. 1).

Концентрацію нітритів в пробах вод визначали, додаючи реактив Грісса безпосередньо до води, не пропускаючи її через кадмієвий редуктор, і вимірюючи оптичну густину розчину.

Проведене вивчення літературних джерел, а також проведений моніторинг вмісту нітратів та нітритів у водах дозволяє зробити висновки про перспективність вивчення даної теми щодо її подальшого розвитку. Пити очищену воду – це не розкіш, а буденність, на яку заслуговує кожна людина, адже чиста вода – це запорука нашого здоров'я.

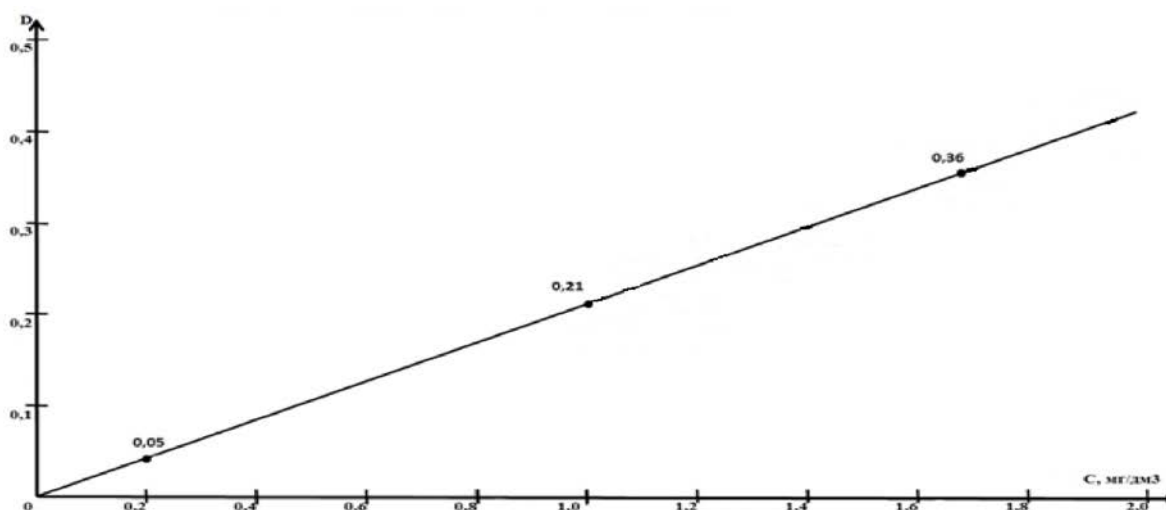


Рис.1. Градувальний графік для визначення концентрації нітрату у воді



## Отримані результати по сумарній концентрації нітратів та нітритів у водах

№	Походження проби	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>
1	Київська водопровідна вода	1,22
2	Підземний горизонт (20 м) м. Вінниця	243
3	Підземний горизонт (25 м) Закарпатська область	1,13
4	Підземний горизонт (20 м) м. Одеса	1,86
5	Підземний горизонт (18 м) м. Івано-Франківськ	2,43
6	Підземний горизонт Київська область джерело 1 (13 м)	394
7	Підземний горизонт Київська область джерело 2 (22 м)	67
8	Марка «Артезіанська» вода	1,68
9	Марка «Моршинська» бутильована	1,4
10	Біологічно очищена бутильована	1,03

**Література:**

1. Нітрати, нітрити та нітрозозаміни у харчових продуктах та воді URL: [http://medved.kiev.ua/arh\\_nutr/art\\_2007/n07\\_3\\_5.htm](http://medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2007/n07_3_5.htm) (дата звернення: 14.04.2020).
2. Нітрати URL: <https://komfort-eko.com/ua/terms/40/> (дата звернення: 14.04.2020).
3. Очистка воды от нитратов в домашних условиях URL: <http://vse-o-vode.ru/zagryaznenie/ochistka-vody-ot-nitratov/> (дата звернення 13.04.2020).
4. Определение нитратов в воде ионометрическим методом URL: <http://icolog.ru/labi/opredelenie-nitratov-v-vode-ionometricheskim-metodom.htm> (дата звернення 10.02.2020).
5. Методика измерений массовой концентрации нитратов в водах потенциометрическим методом с ионселективным электродом. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293837/4293837301.htm> (дата звернення: 01.04.2020).
6. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ (с поправками) URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115428> (дата звернення: 29.03.2020).



УДК 628.161.2:546.71

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРБЦІЙНИХ ТА КАТАЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ ВОДИ ВІД ІОНІВ МАРГАНЦЮ**

**І.П. Возна, М.М. Твердохліб, М.Д. Гомеля**  
*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*  
 пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна  
**e-mail:** Ivashka.sonce@gmail.com

Вода – це джерело існування всього живого на Планеті, тому, цей природний ресурс, є найважливішим з усіх і питання по збереженню його є найактуальнішим та, навіть, життєво необхідним. Найбільш негативно на водойми впливає антропогенна діяльність, яка збільшується з кожним новим роком. Разом з зростанням антропогенного впливу на навколишнє природне середовище збільшується й кількість забруднення джерел водопостачання, адже дуже багато підприємств неконтрольовано



скидають свої забруднені стічні води в водні об'єкти. З кожним роком, таких джерел, стає все менше, а якість води в них погіршується. В результаті цього поверхневі та підземні води можуть мати велику кількість різноманітних неорганічних та органічних речовин. А деякі з них, перевищують свої допустимі концентрації [1].

Марганець потрапляє у водні об'єкти двома способами. Перший і найбільш поширений спосіб – це техногенний, тобто скидання марганцю в воду разом з неочищеними стічними водами від металургійних та хімічних підприємств. Також деякі сільськогосподарські добрива містять марганець, котрий потім потрапляє в воду. Другий спосіб – це природний, тобто марганець може вимиватися водою з мінералів, надходити через розкладання водних тваринних та рослинних організмів, особливо синьо-зелених.

Згідно з санітарно-гігієнічними вимогами України допустимі концентрації іонів марганцю в воді складають  $\leq 0,1$  мг/дм<sup>3</sup>. Але за рахунок антропогенного впливу та деяких природних факторів вміст марганцю у водних об'єктах може становити 0,5-5 мг/дм<sup>3</sup>[2].

Безпечна для людського організму добова доза марганцю коливається від 1 до 5 мг, в залежності від віку людини: діти – 1-2 мг, дорослі – 2,5-5 мг. Надмірна кількість іонів марганцю в воді, що використовується для побутових та питних потреб, може призвести до розвитку багатьох серйозних захворювань. Тривалий вплив марганцю може спричинити порушення функцій центральної нервової системи, серцево-судинної системи, нирок, печінки та навіть головного мозку, викликати проблеми з пам'яттю, зниження апетиту, підвищеної стомлюваності, мутагенні й алергічні ефекти та погіршення метаболізму. А також може спричинити появу легневих захворювань, м'язової атрофії, ракових захворювань та хвороби Паркінсона.

Також марганець може негативно впливати на побутову техніку, адже він накопичується в трубопроводах, й водопровідна вода може містити осад та каламутність через осаджений марганець. Разом з цим, його надлишок виявляється в появі плям та коричневого осади на поверхні сантехніки, а також, при довгостроковому періоді, марганець може забивати труби.

Багаточисленні літературні дані вказують про розробку новітніх напрямків в очищенні водних об'єктів від іонів марганцю в останні роки [3 - 5]. Ефективними методами видалення розчинних сполук марганцю з водних джерел є такі методи, що передбачають використання фільтрувальних завантажень з нанесеною окислювальною плівкою на гранули матеріалу. Дана плівка слугує як каталізатор окислення. Під час цього часто гранули фільтруючого завантаження покриваються вищими оксидами металу – як правило, це оксид марганцю. Тому в якості основи для фільтрувального завантаження застосовують модифіковані сорбенти та природні матеріали, наприклад антрацит, кварцовий пісок, базальтовий гравій, доломіт [6, с.490], керамзит, цеоліт, кварцит та глини різного походження [7, с. 1340].

Метою даної роботи є розробка та обґрунтування методики ефективного очищення води від іонів марганцю за допомогою сорбційних та каталітичних процесів.

Вилучення сполук марганцю є важким завданням, оскільки потрібні потужні окисники та створення певних умов для окиснення його до нерозчинної форми. А представлені на українському ринку фільтрувальні матеріали для видалення сполук марганцю є достатньо дорогими та зазвичай не відповідають заявленим характеристикам.

В процесі дослідження використовували сильнокислотний катіоніт КУ-2-8 в кислій Н<sup>+</sup> та сольовій Na<sup>+</sup> формах, а також фільтрувальне завантаження на основі катіоніту



КУ-2-8, модифікований магнетитом. Катіоніт в  $\text{Na}^+$  форму переводили 10% розчином гідроксиду натрію. Катіоніт модифікований магнетитом отримували за рахунок сорбції іонів заліза (II) та (III) з наступним обробленням даного катіоніту розчином луку. Для отримання катіоніт КУ-2-8 в  $\text{Ca}^{2+}$  формі після модифікування магнетитом його обробляли 10% розчином хлориду кальцію.

Сорбція іонів марганцю проходила в динамічних умовах, розчин сульфату марганцю приготований на дистильованій воді або водопровідній воді пропускали через  $10 \text{ см}^3$  іоніту. Сорбцію іонів на катіоніті та очищення води на фільтруючому завантаженні здійснювали при фільтруванні відповідних розчинів з витратою  $10\text{-}15 \text{ см}^3/\text{хв}$ .

Для визначення сорбційної ємності сильнокислотного катіоніту КУ-2-8, процес сорбції іонів марганцю здійснювали з використанням іоніту в  $\text{H}^+$  та  $\text{Na}^+$  формі. Використовували розчини приготовані на дистильованій воді з початковою концентрацією по іонам марганцю  $280 \text{ мг/дм}^3$ .

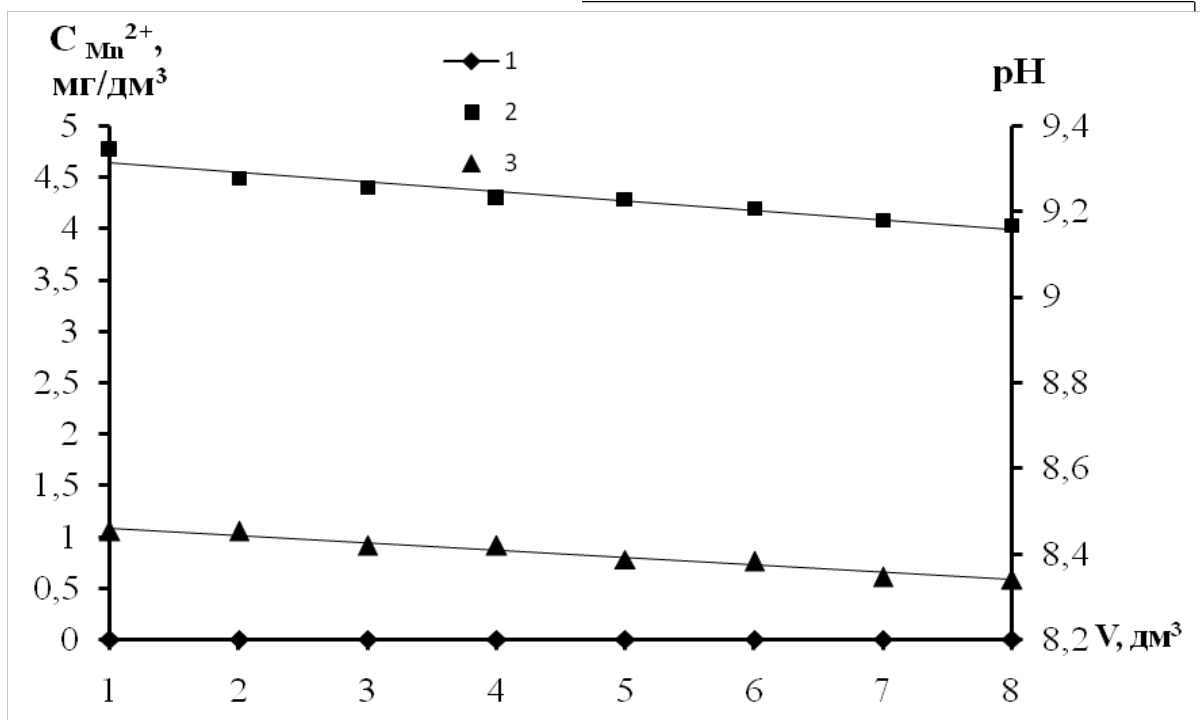
Маса сорбованих іонів при використанні іоніту в  $\text{H}^+$  формі, становила  $600,685 \text{ мг}$ , а повна обмінна динамічна ємність для цього ж іоніту становила  $60\,068,5 \text{ мг/дм}^3$  або  $2224,8 \text{ мг-екв/дм}^3$ . При використанні іоніту в  $\text{Na}^+$  формі маса сорбованих іонів становила  $595,95 \text{ мг}$ , повна обмінна динамічна ємність дорівнювала  $59\,595 \text{ мг/дм}^3$  або  $2207,2 \text{ мг-екв/дм}^3$ . Обмінна ємність обох форм катіоніту є практично однаковою та досить високою. При цьому сорбція іонів марганцю проходила в кислому середовищі. В процесі фільтрування на іоніті в  $\text{H}^+$  формі рН розчину була в межах  $2,9\text{-}4,3$ , а на іоніті в  $\text{Na}^+$  формі рН становила  $5,8\text{-}4,6$ .

Відомо, що каталізатори на основі магнетиту є досить ефективними при окисленні іонів заліза (II), тому вони можуть добре працювати і для окислення іонів марганцю (II). Важливим аспектом використання магнетиту в процесах окислення марганцю є здатність магнетиту сорбувати окислені та гідролізовані сполуки марганцю. Тобто отриманий в процесі окиснення оксид або гідроксид марганцю сорбується поверхнею магнетиту. Саме тому він забезпечує задовільні результати по вилученню марганцю при відносно низьких значеннях рН середовища.

Очищення води в динамічних умовах від іонів марганцю здійснювали при фільтруванні водопровідної води крізь шар катіоніту КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$  та  $\text{Ca}^{2+}$  формі, що модифікований магнетитом ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). В ході застосування такого катіоніту можливо як окислення на магнетиті іонів марганцю, так й часткова їх сорбція разом з іонами жорсткості на іоніті. На рис.1 представлені результати по очищенню води з використанням модифікованого катіоніту від іонів марганцю (II) з початковим рН середовища  $8,1$  і початковою концентрацією марганцю  $5,0 \text{ мг/дм}^3$ .

Як видно з рис.1 під час фільтрування крізь катіоніт КУ-2-8, що модифікований магнетитом, відбулося повне вилучення іонів марганцю з розчину не залежно від форми катіоніту. Проте в процесі фільтрування на іоніті в  $\text{Na}^+$  формі відбулося зростання рН з  $8,1$  до  $9,3$  в результаті обміну іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  на іони  $\text{Na}^+$ . Під час фільтрування води крізь модифікований катіоніт в  $\text{Ca}^{2+}$  формі, практично не відбувалося зміни рН середовища, що знаходився в межах  $8,2\text{-}8,4$  та була повністю відсутня сорбція іонів жорсткості. В такому випадку можна говорити про те, вилучення іонів марганцю відбувається за рахунок каталітичного окислення. Таке фільтрувальне завантаження затримує й основну масу одержаного під час окиснення оксиду марганцю.





**Рис.1. Графік залежності концентрації марганцю (II) (1) та pH (2;3) середовища від об'єму пропущеної води крізь катіоніт КУ-2-8, що модифікований магнетитом в Na<sup>+</sup>(2) та Ca<sup>2+</sup> (3) формі**

Слід також відмітити, що даний катіоніт, модифікований магнетитом може вилучати іони марганцю за різними механізмами. По-перше відбувається каталітичне окислення на поверхні магнетиту за рахунок взаємодії із атомами заліза в ступені окислення 3+. Залізо відновлюється до Fe<sup>2+</sup>, але при взаємодії із киснем розчиненим у воді знову переходить у стан Fe<sup>3+</sup>. Далі отриманий оксид марганцю MnO<sub>2</sub> може включатись у кристалічну решітку магнетиту, що сприяє сорбційному вилученню марганцю із води. Крім того можлива сорбція кисню на поверхні магнетиту з подальшим окисненням та сорбцією марганцю.

#### Література:

1. М. М. Твердохліб. Інтенсифікація процесів очищення води від сполук заліза та марганцю //Київ.2019.
2. Стан питної води в Україні / Український Урядовий портал: веб-сайт. URL: <http://labprice.ua/statti/stan-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/>.
3. Назаров В.Д., Назаров М.В., Разумов В.Ю., Дрёмина М.А., Осипова А.А. Очистка природных вод от железа и марганца. Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7. № 4 (29). С. 54.
4. Carolina C. F., Kumara P. S., Saravanana A., Joshibaa G. J., Naushad Mu. Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: A review. Journal of Environmental Chemical Engineering.2017. Vol. 5. P. 2782–2799.
5. Marsidi N., Abu Hasan H., & Sheikh Abdullah S. R. . A review of biological aerated filters for iron and manganese ions removal in water treatment. Journal of Water Process Engineering. 2018. Vol. 23. P.1–12.
6. Aziz H.A. Smith P.G. Removal of manganese from water using crushed dolomite filtration technique. Wat. Res. 1996. Vol.30. № 2. P. 489 – 492.
7. Калюкова Е.Н. Иванская Н.Н. Деманганация водных растворов природным сорбентом. Вестник Башкирского университета. 2009.Т.14. № 4. С. 1340 – 1342.



УДК 67.08

## ЕФЕКТИВНА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ БІОСОРБЕНТІВ

**В.В. Галиш<sup>1,2</sup>, І.М. Трус<sup>1</sup>, М.Д. Гомеля<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

<sup>2</sup>*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України*

вул. Генерала Наумова 17, Київ-164, 03164, Україна

**e-mail:** v.galysh@gmail.com

Проблема накопичення рослинних відходів є важливою та нагальною не лише в Україні, а й у світі. Одним з найбільш перспективних способів переробки такого роду відходів є застосування їх в якості біосорбентів для видалення йонів важких металів зі стічних вод [1, 2]. Привабливість застосування біосорбентів пов'язана з їх невисокою вартістю та доступністю, а також зі здатністю до щорічного відновлення. До сировинних ресурсів біосорбентів відносяться лігноцелюлозні відходи деревообробки, виробництва целюлози, гідролітичних виробництв, сільського господарства та харчової промисловості. Для того, щоб створити маловідходну комплексну технологію очищення стічних вод від йонів важких металів, необхідно розробити ефективні методи утилізації відпрацьованих біосорбентів.

Одним з найбільш перспективних способів утилізації мінеральних осадів, що утворюється при обробці стічних вод, є їх використання у складі будівельних матеріалів [3]. Такі осади можуть використовуватися як активатори твердіння цементу або частково замінити цемент в бетоні [4, 5]. Що стосується твердих високодисперсних лігноцелюлозних матеріалів, то дані щодо їх використання в композиції цементу відсутні, тому необхідним є дослідження впливу їх витрати на фізико-механічні властивості композитного матеріалу. Такий підхід дозволить вдосконалити існуючу технологію виробництва будівельних матеріалів та запровадити принципово новий підхід до переробки та утилізації твердих рослинних відходів агропромислового комплексу.

Метою даної роботи було дослідження впливу використання немодифікованих та модифікованих шкаралуп волоських горіхів як добавок на фізичні та механічні властивості цементу.

В роботі як вихідну сировину використовували шкаралупи волоських горіхів (розмір частинок 0,5-1,0 мм, що містили 41,2%, целюлози, 37,5% лігніну, 5,2% смол, жирів, воску, 2,3% мінералів. Модифікування рослинної сировини проводили розчинами 30-75 мас.%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Немодифіковані та модифіковані шкаралупи використовувались як добавки до композиції цементу. Для цього використовували цемент типу І/500. Мінералогічний склад цементу наступний, мас. %:  $\text{C}_3\text{S}$  - 57,10,  $\text{C}_2\text{S}$  - 21,27,  $\text{C}_3\text{A}$  - 6,87,  $\text{C}_4\text{AF}$  - 12,19. Приготування зразків проводили шляхом змішування всіх компонентів у кульовому млині протягом 20 хв. Відбір проб цементу для досліджень здійснювався квартуванням. Зразки випробовували в лабораторних умовах для визначення нормальної густини, тривалості тужавлення, міцності на стиск та коефіцієнту водовідведення.

Оцінюючи вплив вмісту немодифікованих шкаралуп волоських горіхів на фізичні та механічні властивості цементу, було встановлено, що використаний наповнювач відіграє роль високодисперсної добавки, яка збільшує нормальну густину та прискорює затвердіння цементу, ро що свідчать дані табл. 2.

Збільшення нормальної густини відбувається за рахунок того, що необхідно більше води для утворення адсорбційних водних оболонок навколо дрібнодисперсних частинок шкаралупи. Чим більший вміст шкаралупи, тим більше води витрачається на отримання



тіста нормальної густини. Прискорення твердіння відбувається за рахунок того, що добавка діє як загусник (аналогічно дії глини).

Таблиця 1

**Вплив вмісту немодифікованих шкаралуп волоських горіхів у складі цементу на його фізичні та механічні властивості**

Вміст шкаралуп, мас. %	Нормальна густина, %	Час тужавлення, хв		Міцність на стиск, %		Коефіцієнт водовідведення, %
		початок	кінець	у віці 2 дні	у віці 28 днів	
-	24,0	62	140	100	100	4,1
1	24,5	60	130	98	98	4,5
3	27,1	45	90	68	95	6,0
5	28,4	40	75	65	80	6,0

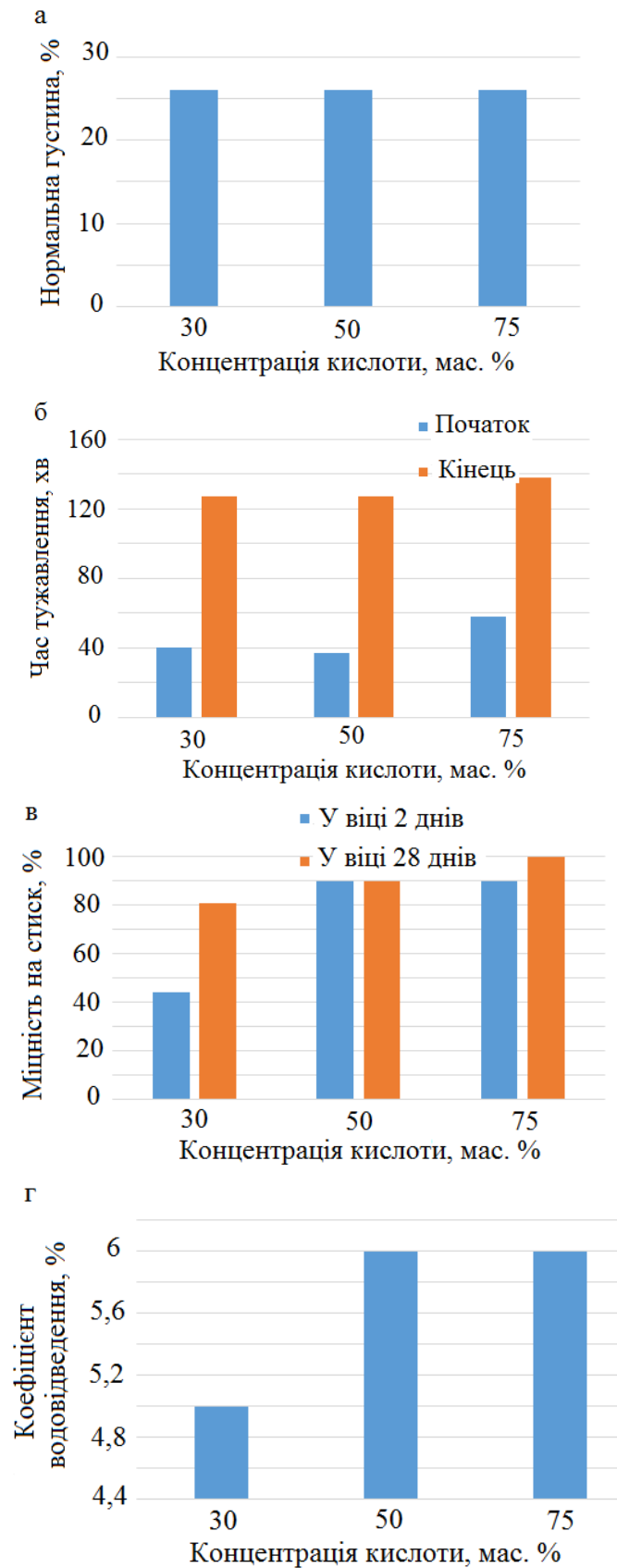
Міцність на стиск зразків цементу зменшується зі збільшенням вмісту шкаралуп волоського горіха, але цей ефект є досить незначним. Оскільки горіхова шкаралупа не вступає у реакції гідратації та гідролізу і не здатна тверднути, то надлишкова вода, яка йде на утворення адсорбційних оболонок навколо частинок шкаралупи, не витрачається на гідратацію клінкерних мінералів і залишається у вільному стані (в ранній період тверднення) або випаровується, в результаті чого в цементному камені утворюються пори (в пізні терміни тверднення). Це можна пояснити підвищеною нормальною густиною приготованої цементної пасти.

Коефіцієнт водовідведення також збільшується, але не суттєво при додаванні до композиції цементу лігноцелюлозного матеріалу у кількості 1%. Проте наступне збільшення вмісту шкаралуп до 3% і більше має суттєвий вплив на вказаний параметр – коефіцієнт водовідведення збільшується.

Вплив додавання до композиції цементу 1,5% модифікованих шкаралуп волоських горіхів на властивості композиту показано на рис. 2.

Наведені дані показують, що вплив модифікованих шкаралуп волоських горіхів на нормальну густину є досить незначним порівняно з вихідним матеріалом. Очевидно також, що кислотне модифікування шкаралуп розчинами  $H_3PO_4$  призводить до зменшення початку затвердіння цементу, очевидно, через більш високий вміст лігніну у використаних рослинних матеріалах, оскільки використана кислота має гідролітичний вплив на рослинні полісахариди, в процесі модифікування відбулося деструкція та видалення низькомолекулярних полісахаридів, а також частковий гідроліз та деполімеризація високомолекулярних полісахаридів. В результаті кислотного модифікування рослинний матеріал збагачується на вміст компоненту ароматичної природи – лігнін.

Міцність на стиск збільшується у всіх випадках. Таку зміну вказаного параметру також можна пояснити високим вмістом лігніну у використаних модифікованих рослинних матеріалах, який проявляє задовільні зв'язуючі властивості. Коефіцієнт відведення води змінюється суттєво у порівняно з вихідним матеріалом.



**Рис. 2. Властивості цементу, що містить 1,5% шкаралуп волоського горіха модифікованих розчином  $H_3PO_4$  різної концентрації:  
*a* – нормальна густина; *б* – час тужавлення; *в* – міцність на стиск; *г* – коефіцієнт водовідведення**



Таким чином, показано, що біосорбенти на основі шкаралуп волоських горіхів можуть знайти застосування у складі цементів, шлакопортландцементів як активатор твердіння даного виду цементу, а також у складі сумішей на основі гіпсових в'язучих для регулювання термінів тужавлення та забезпечення необхідної живучості сумішей.

#### Література:

1. Ковальчук А., Почечун Т., Галиш В., Трус І. Фосфорилування шкаралуп волоських горіхів для підвищення ефективності очищення водних розчинів. Технічні науки та технології. – 2018. – №2(12). – С. 236-244.
2. Halysh V., Sevastyanova O., de Carvalho D.M., et al. Effect of oxidative treatment on composition and properties of sorbents prepared from sugarcane residues. Industrial Crops and Products. – 2019. – №139. – P. 111566.
3. Breesem K.M., Faris F.G., Abdel-Magid I.M. Reuse of alum sludge in construction materials and concrete works: a general overview. Infrastructure university Kuala Lumpur research journal. – 2014. – Vol. 2, No. 1 – P. 20-30.
4. Trus I. M., Fleisher H. Y., Tokarchuk V. V., et al. Utilization of the residues obtained during the process of purification of mineral mine water as a component of binding materials. Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii. – 2017. – №6. – 104-109.
5. Krivenko P., Kovalchuk O., Pasko A. Utilization of industrial waste water treatment residues in alkali activated cement and concretes. Key engineering materials. – 2018. – Vol. 761. – P. 35-38.



УДК 676

## УТИЛІЗАЦІЯ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ У СКЛАДІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

А.М. Ганжук<sup>1</sup>, В.В. Галиш<sup>1,2</sup>, Д.Л. Старокадомський<sup>2</sup>, М.Д. Гомеля<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

<sup>2</sup>Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України  
вул. Генерала Наумова 17, Київ-164, 03164, Україна

**e-mail:** v.galysh@gmail.com

Паперова промисловість є одним із джерел забруднення навколишнього середовища через споживання великої кількості води та утворення величезної кількості стічних вод, які містять значну кількість органічних та неорганічних речовин у колоїдно-змуленому стані. Стічні води від різних виробництв паперу та картону відрізняються за складом залежно від асортименту продукції, що випускається. Загалом, виготовлення паперу та картону – досить складний та багатостадійний процес. Під час виробництва паперу та картону на машині та від неї виділяється та відводиться велика кількість води зі значним вмістом в'язкого дрібного волокна та інших компонентів паперової маси. Кількість цих вод та їх склад в значній мірі залежить від місця утворення на машині, її конструкції, способу формування паперового чи картонного полотна та ін. факторів. З метою зменшення антропогенного навантаження на навколишнього середовища на підприємствах целюлозно-паперової галузі розробляють та впроваджують схеми обігового водокористування шляхом часткового чи повного використання надлишкових виробничих стічних вод, тобто створення так званого замкнутого циклу водокористування. Останній метод занадто важко реалізувати через утворення та накопичення



розчинених мінеральних солей і слизу в системі. Під час очищення надлишкових стічних вод утворюється велика кількість твердих відходів, так званий скоп, який містить не тільки природні волокна, але й мінеральні компоненти. Основна частина цих відходів залишається невикористаною і вимагає розробки ефективних методів утилізації.

Способи утилізації скопу описані в багатьох публікаціях (як компонент бетонних сумішей, при виробництві цегли, як основа гіпсової штукатурки, як компонент деревоволокнистих плит, як наповнювач ізоляційних блоків), але на сьогоднішній день жоден із розроблених методів не набув промислового використання. На даний час утилізація твердих відходів паперової промисловості проводиться шляхом захоронення або спалення, що негативно впливає на навколишнє середовище. Тому проблема ефективного утилізації таких відходів є актуальною. Одним з можливих ефективних методів переробки скопу може бути його використання як наповнювача в епоксидних композитах. В наш час основні дослідження процесів одержання епоксикомпозитів пов'язані з пошуком наповнювачів для забезпечення таких фізико-механічних показників композиційних матеріалів, як хімічна та термічна стійкості [1, 2].

Метою даної роботи було дослідження впливу використання скопу в композиції епоксидних композитів на фізичні та механічні показники одержаних композиційних матеріалів.

У цій роботі в якості сировини використовували тверді відходи паперової промисловості (скоп) у вигляді волокнистого матеріалу. Значення окислювально-відновного потенціалу скопу (рН) – 6,5, вологість – 85,4%. До складу мінеральної складової входять йони Pb(II), Zn(II), Cu(II), Cd(II), Cr(II), Ni(II), Mn(II). Для приготування композитів була використана комерційно доступна епоксидна смола CHS-EPOXY 520 та поліетиленполіамін (затверджувач). Вміст скопу у композитах становив 20%. Його додавали відразу після перемішування основних компонентів, після чого композицію гомогенізували і формували в зразки. Полімеризація відбулася при кімнатній температурі протягом 72 год.

Дослідження механічних властивостей отриманого композиту свідчить про хорошу сумісність між епоксидною смолою CHS-EPOXY520 та скопом, очевидно, через те, що обидва матеріали містять значну кількість гідроксильних груп, які утворюють міжмолекулярні водневі зв'язки (рис. 1).

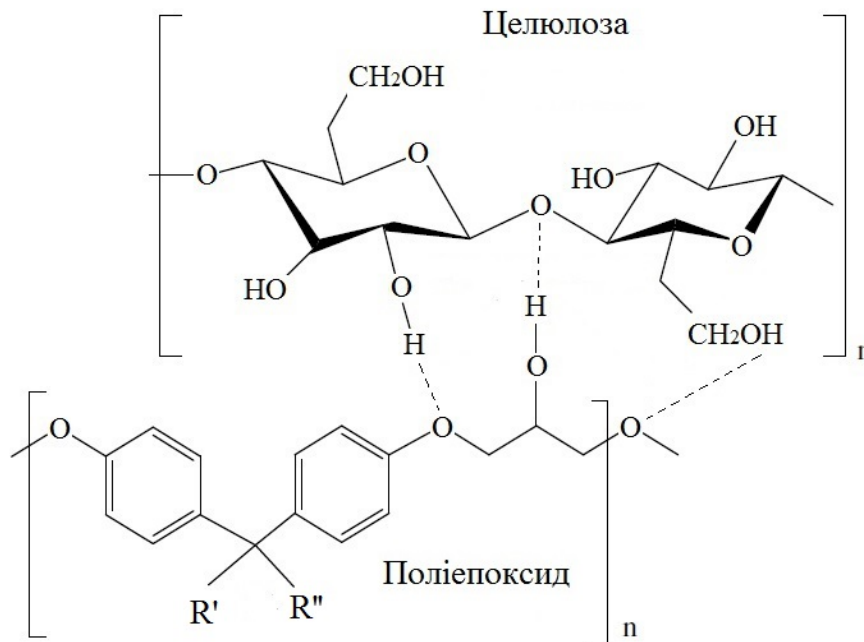


Рис.1. Схема утворення міжмолекулярного водневого зв'язку



Отримані результати свідчать про високу міцність, еластичність та гнучкість отриманих композитів. Результати лабораторних досліджень фізичних та механічних показників композиційних матеріалів наведені в таблиці 1. Як видно, додавання скопу до складу композитів призводить до покращення більшості параметрів.

Таблиця 1

### Параметри міцності епоксидних композитів

Параметри	Ненаповнений епоксидний композит	Епоксидний композит, що містить у своєму складі 20% скопу
Міцність при згинанні, кг/мм <sup>2</sup>	5,0	5,1
Модуль I*1000, кг/см <sup>2</sup>	16,2	20
Навантаження на стиснення, кгс	320	300
Стірання, мг	100	90
Вогнестійкість, с	1	2
Адгезія, кгс	100	200

Епоксидні пластичні маси досить стійкі до багатьох агресивних середовищ. Але є певні розчинники та середовища, такі як ацетон та його розчини, азотна кислота, хлоровуглеводні, перокси, які є дуже агресивними щодо поліепоксидів. Результати дослідження впливу ацетону та пероксиду водню на ступінь набухання одержаних епоксидних композитів представлено на рис. 1 та в табл. 2. Як видно з рис. 1, наповнення епоксидних композитів скопом призводить до підвищення його стійкості до ацетону. Якщо ненаповнений композит не може витримати в ацетоні більше 2 днів, то наповнений волокнистим відходом зразок є стійким більше 10 днів. У той же час спостерігається зниження ступеня набухання для епоксикомпозита, що містить скоп.

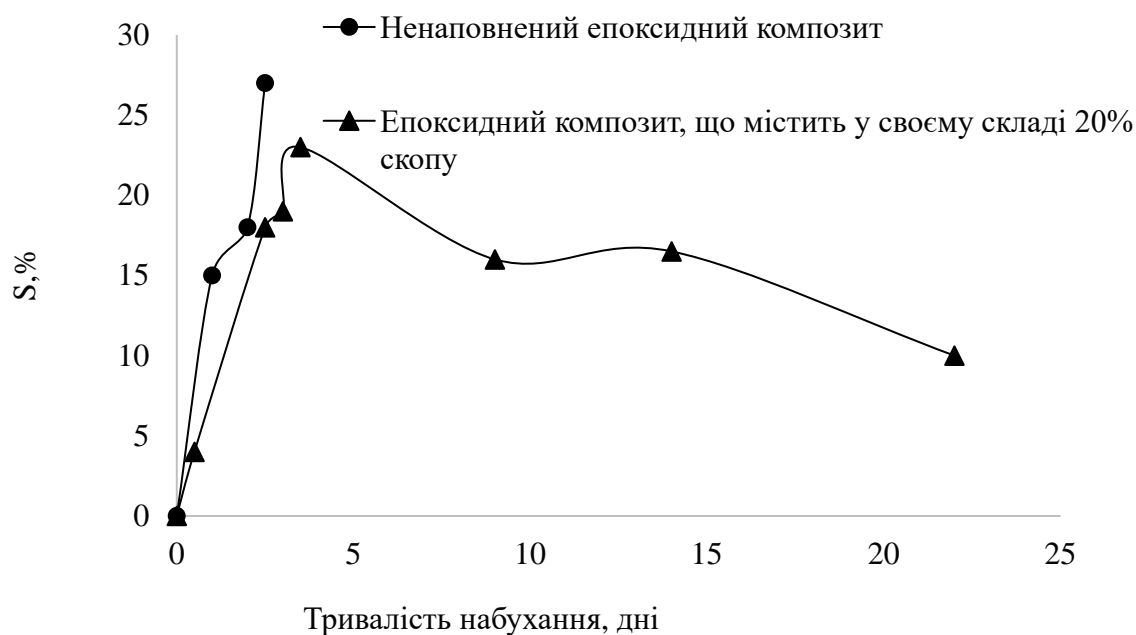


Рис. 2. Вплив тривалості витримування на ступінь набухання епоксидних композитів в ацетоні



**Вплив тривалості витримування на ступінь набухання епоксидних композитів  
в 30%-му розчині перексиду водню**

Дні	Ступінь набухання, %	
	Ненаповнений епоксидний композит	Епоксидний композит, що містить у своєму складі 20% скопу
0	0	0
1	2,1	0
2	6,2	1,0
3	6,2	2,4
4	6,2	2,9
19	12,4	9,0
55	19,6	20,0

З таблиці 2 видно, що наповнення епоксидного композиту скопом у кількості 20% також призводить до підвищення його стійкості до концентрованого розчину перекису водню. Цей ефект є особливо вираженим протягом першого місяця дослідження. Однак збільшення тривалості експерименту вказує на те, що значення набухання стають майже однаковими як для ненаповненого, так і для наповненого композитів.

Загалом, можна зробити висновок, що тверді волокнисті відходи виробництва паперу можна розглядати як перспективний матеріал для застосування в якості наповнювача епоксидних композитів, що підтверджується результатами виконаних досліджень.

**Література:**

1. Шульга С.В., Старокадомский Д.Л., Левина А.М., Зорина А.В., Огенко В.М. Влияние микрокристаллической целлюлозы на физико-механические свойства эпоксикомпозитов. Хімія, фізика та технологія поверхні. –2015. – Т. 6. № 3. – С. 380-387.
2. Gao L., Chou T., Thostenson E.T. at al. In situ sensing of impact damage in epoxy/glass fiber composites using percolating carbon nanotube networks // Carbon. – 2011. – V. 49. – P. 3382–3385.



УДК 622.33:658.567.1(477)

**ЗАПРОВАДЖЕННЯ ДЕЯКИХ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЇ  
ВУГІЛЬНИХ ВІДВАЛІВ "IN SITU"**

**О.В. Гвоздевич, Л.З. Кульчицька-Жигайло**

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України*

вул. Наукова, 3А, м.Львів, 79060, Україна

**e-mail:** cencon@ukr.net

На сьогодні відмова від твердих видів палива і перехід на відновлювані джерела енергії є загальноєвропейською тенденцією, спрямованою на збереження екологічно чистого майбутнього та частиною зобов'язань для боротьби зі зміною клімату, які ЄС взяв на себе





в рамках «Європейської зеленої угоди» та «Паризької угоди» 2015 року. Країни ЄС зобов'язались зменшити викиди карбону у своїх країнах «як можна швидше» та докласти максимальних зусиль для обмеження глобального потепління на рівні «значно нижче +2 °С».

Повторне використання енергії відходів промисловості входить до сфери дій, визначених Стратегією ЄС щодо опалення і охолодження. Реалізація Стратегії дозволить скоротити викиди CO<sub>2</sub> на 30%. При цьому забруднення повітря від обігріву і охолодження буде скорочено більш ніж на 90%.

В Україні конкретні напрямки розвитку енергетичних галузей визначені у «Енергетичній стратегії України на період до 2030 р.». Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року передбачає в довгостроковій перспективі повне заміщення вугільної генерації. Разом з тим в короткостроковій перспективі, коли Україна ще не в змозі відмовитися від використання вугілля, основними напрямками розвитку енергетики в Україні є підвищення енергоефективності, енергозбереження та екологічні технології використання паливно-енергетичних ресурсів з поступовими декарбонізацією та переходом до зеленої енергетики [1].

Україна належить до десятки найбільших за запасами вугілля країн світу. Видобуток вугілля в Україні у 2019 р. становив 31,2 млн. т. У Львівській області видобуто 1,36 млн. т енергетичного вугілля, що складає 5,5% видобутку енергетичного вугілля в Україні.

Кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по Україні у 2019р за статистичними даними становила 2459,5 тис. т, у тому числі за видом економічної діяльності «видобування кам'яного та бурого вугілля» – 308 тис. т (12,5% усіх викидів). У Львівській області викиди протягом останніх років становили 103-109 тис. т, понад третину з яких (35-38 тис. т) становлять викиди у вугільному Червоноградському гірничопромисловому районі (ЧГРП). Основним забруднюючим "парниковим газом" є метан (до 95%). У розрахунку на 1 км<sup>2</sup> площі щорічні викиди метану у повітря по Львівській області складають 1,98-2,2 т/км<sup>2</sup>, у той час як по м. Червонограду – 540-640 т/км<sup>2</sup>.

Суттєвий вплив на навколишнє середовище завдається не лише безпосередньо в процесі видобутку вугілля, але й протягом багатьох років після його завершення. Одним з основних джерел забруднення довкілля в регіоні є породні відвали (терикони), які займають значні площі родючих земель.

В Україні виділяють 8 районів накопичення породних відвалів [2]. Площа земель під відвалами – 1190 га, об'єми порід у відвалах – 307,60 млрд. м<sup>3</sup>. На території ЧГРП (за даними департаменту екології та природних ресурсів Львівської ОДА) накопичено понад 85 млн. м<sup>3</sup> породних відвалів вугільних шахт, 14 млн. м<sup>3</sup> крупних і 12 млн. м<sup>3</sup> мілких фракцій хвостів збагачення. Під відвали (терикони) відведено 270 га землі.

Концентрація вугільних техногенних об'єктів (шахти, гірнична інфраструктура, відходи вуглевидобутку та вуглезбагачення) на порівняно невеликій площі спричинили деградацію навколишнього середовища. Території районів вуглевидобутку відносяться до найбільш забруднених територій, що негативно впливає на сталий розвиток регіону.

Тому розробка технологічних та екологічних методів використання техногенних об'єктів вуглевидобутку залишається актуальною.

На теперішній час найбільш використовуваним способом боротьби з горінням вугільних відвалів, при якому виділяється, в основному, "парниковий газ" CO<sub>2</sub>, є поверхневе гасіння джерел займання у масиві водою. Проте цей спосіб не призводить до повної ліквідації цього негативного явища, але лише призупиняє на деякий час процес горіння в териконі, інтенсифікуючи інший процес газоутворення, наприклад за хімічною реакцією  $C + H_2O = CO + H_2$ . Тому важливим постає питання постійної дегазації терикону за допомогою пристроїв, які облаштовують у попередньо пробурені в масив свердловини.



Аналіз відомих конструкцій апаратів для створення радіальних каналів у вугільному масиві показує, що найперспективнішим для глибокого дренажу масиву з метою дегазації є свердловинні гідромонітори, які використовують у нафтовій промисловості, в яких робоча частина виконана у вигляді гнучкого висувного трубчастого зонду, який вводиться в масив на достатню відстань від свердловини, що забезпечує ефективну дію на зонах горіння масиву, віддалених від свердловин. Під дією тиску рідина, яка нагнітається в надпоршневу порожнину циліндра такого пристрою, спричинює просування поршня вниз, при цьому гнучкий зонд виштовхується в зону горіння. Таким чином, вводячи через зонд піногасячу рідину на першому етапі робіт, значно зменшують температуру всередині масиву і безпосередньо у джерелі самозаймання порід, а потім з дегазаційного каналу через перфорований гнучкий зонд і свердловину відводять газу на утилізацію.

Рекультивация териконів в даний час є найбільш поширеним методом боротьби зі шкідливим впливом відвалів на навколишнє середовище. Однак даний метод з економічної точки зору є досить витратним. Тим часом, терикони можна розглядати як джерело цінної сировини і енергії, які можуть приносити дохід.

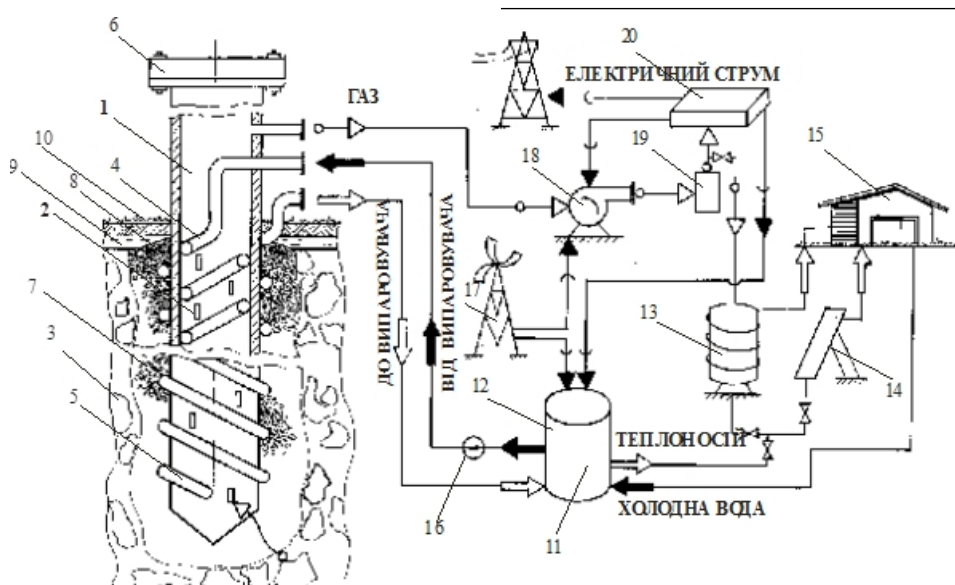
Тому розробка технологічних методів використання техногенних об'єктів вуглевидобутку ("in situ" – на місці розміщення) є важливим і перспективним напрямком. Розробка вугільних порід "ex-situ" у наземних реакторах нами у цьому повідомленні не розглядається.

У повідомленні показана технічна можливість, економічна та екологічна доцільність створення "енергетичного підприємства" при утилізації вугільних відвалів. До прикладу, при відсищі вугільного відвалу у вироблений кар'єр доцільно формувати в масиві також систему для збору тепла [3], закладаючи в ньому труби – колектори теплообмінника, які згодом під'єднують до теплопомпової установки і далі – до споживача. Крок між трубами розраховують в залежності від температурних умов масиву та з умови виключення взаємного теплового впливу сусідніх колекторів. Теплоносій забирає тепло від масиву вугільних відходів, що має температуру 30<sup>0</sup>С-80<sup>0</sup>С, внаслідок теплоти, що генерується в масиві, а також нагрівання під впливом сонячної енергії.

Іншим способом енергетичної утилізації біомаси пропонується використовувати самовільно нагрітий вугільний терикон шляхом утилізації в середині масиву рідких органічних відходів.

Наприклад, після завершення рекультивации вугільного масиву родючим шаром ґрунту виявляють повністю дегазовані ділянки з підвищеною температурою та визначають групу свердловин для подальшого закачування в них водяної пульпи з біомаси. Такі ділянки, внутрішня температура масиву яких сягає 30<sup>0</sup>-45<sup>0</sup>С, є максимально сприятливими для їх подальшого ефективного використання під час ферментації органічної суспензії. Далі через гирла свердловин однієї групи закачують суспензію органічних відходів (наприклад, подрібнене опале листя попередньо перемішане з комунальними стічними водами). При цьому, співвідношення твердої та рідкої частин у суспензії підбирають таким же методом як для традиційних процесів отримання біогазу у наземних ферментаторах, а також з врахуванням проникності рекультивованого масиву. Ферментація суспензії відбувається при температурних умовах 30<sup>0</sup>-45<sup>0</sup>С, які попередньо визначили в масиві. При досягненні у складі біогазу частки метану близько 30 %-50 % біогаз відводять на використання. Наприклад, біля рекультивованого відвалу облаштовують пересувну електростанцію контейнерного типу або спалюють частину біогазу в котлі для підігріву води.

В ІГГГК НАН України запропонована також технологія утилізації тепла вугільного терикону. На рисунку показана частина масиву відвалу з системою утилізації газу та тепла.



**Рис. Технологічна схема утилізації газу та тепла вугільного масиву**

Система утилізації газу та тепла з вугільного масиву працює наступним чином. Після облаштування системи одночасно проводять процеси дегазації та утилізації тепла масиву з відходів, що засипаний шаром 9 глини, та рекультивованим родючим ґрунтом 10. Вакуум - помпою 18 створюють депресію в товщі масиву 3, звідки газ через отвори 2 в дегазаторі-газоході 1 поступає спочатку в його порожнину, а далі в установку 19 для сушіння та очищення від шкідливих домішок. Отриманий газ подають безпосередньо споживачам 15, 20 або направляють для спалювання у водонагрівному котлі 13 для отримання гарячої води. При утилізації тепла у масиві за допомогою помпи 16 для вимушеної циркуляції теплоносій подають в низхідну 4 частину спіральної труби замкнутого теплообмінника. На виході з дегазатора-теплообмінника теплоносій направляють до випаровувача 11 теплопомпової установки (ТПУ) 12. При низьких температурах в товщі масиву 3 та відповідно при низьких температурах теплоносія на виході з ТПУ теплоносій догрівають в сонячній установці 14 для виробництва гарячої води. Теплопомпову установку 12 в залежності від потреб споживача 15 переводять також в режим роботи холодопостачання, при цьому масив 3 використовують для акумуляції теплоти, утилізованої від споживача 15.

Техніко-економічні переваги запропонованих способів рекультивациі та енергетичної утилізації вугільних відвалів "in-situ", які розроблені та запатентовані в ІГТГК НАН України, полягають у підвищенні рентабельності процесів їх загосподарювання за рахунок отримання енергоносіїв.

### Література:

1. Інноваційне використання місцевих енергетичних ресурсів: посібник / Уклад.: О. Гвоздевич, М. Подольський, Л. Кульчицька-Жигайло. – Львів : «Тріада Плюс», 2016. – 32 с.
2. Аналіз накопичення і систематизація породних відвалів вугільних шахт, перспективи їх розробки / М.В. Петльований, О.А. Гайдай // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпро: ИГТМ НАНУ, 2017. — Вип. 136. — С. 147-158.
3. Техногенні вуглевмісні об'єкти Червоноградського гірничопромислового району та деякі технічні рішення їх використання / Д.В. Брик, О. В. Гвоздевич, Л. З. Кульчицька-Жигайло, М. Р. Подольський // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2019.– № 4 (181) – С.55-74.



## ЕЛЕКТРОХІМІЧНА ПЕРЕРОБКА КИСЛИХ РЕГЕНЕРАЦІЙНИХ РОЗЧИНІВ, ЩО МІСТЯТЬ ІОНИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

**О.В. Глушко, К.С. Сенькова**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна

**e-mail:** alyona\_glushko@ukr.net

Про нестачу якісної питної води людство говорить вже досить давно. Проте, не дивлячись на актуальність проблеми та численні наукові праці, які присвячені способам і методам очищення та раціонального використання води, ситуація у світі з кожним роком погіршується. І на сьогодні питання забезпечення населення якісною питною водою стоїть досить гостро, зокрема і в Україні. Однією з основних проблем є забруднення водою важкими металами, які мають токсичні та канцерогенні властивості. На жаль, джерела водопостачання є одночасно і місцями скиду стічних вод. Типові міські станції водоочищення не передбачають стадію вилучення іонів важких металів із стічних вод. Тому вилучення даних токсикантів повинно повністю здійснюватися на локальних очисних спорудах підприємств. У результаті недосконалості технологій водоочищення значна кількість промислових відходів, в тому числі і важких металів [1], поступає у водойми. Основними промисловими виробництвами, які забруднюють навколишнє середовище важкими металами, є металургійні і хімічні заводи, металообробні підприємства, рудозбагачувальні комбінати, целюлозо-паперові підприємства, енергетика, шахти. В світі і, зокрема в Україні, існує значна кількість таких підприємств. Тому видалення іонів важких металів з промислових стічних вод є актуальною і глобальною проблемою.

До методів, які найчастіше використовуються для вилучення важких металів з води, відносяться реагентний, сорбційний, баромембранні методи та методи іонного обміну. Найбільш розповсюдженим методом вилучення іонів важких металів [2] з низькоконцентрованих розчинів є іонний обмін. Даний метод характеризується можливістю очищення стічних вод до заданих концентрацій, низькими енергетичними витратами, концентруванням забруднювачів до ступеня, що забезпечує можливість подальшої утилізації, відсутністю витрат на дорогі реактиви та керованістю процесом. Проте іонний обмін, як і інші описані методи, має свої недоліки серед яких головною є проблема переробки елюатів.

В промислових умовах переробку відпрацьованих регенераційних розчинів проводять випаровуванням або реагентними методами [2, 3]. Але застосування випаровування обмежується значними енерговитратами, обмеження ж використання реагентного методу пов'язані з неповним видаленням забруднювачів, безповоротною втратою цінних речовин з осадами, проблемами утилізації отриманих осадів. Тому найбільш перспективними методами переробки елюатів є електроліз та електродіаліз [4], які застосовуються для знесолення води. Слід зазначити, що стічні води гальванічних виробництв досить часто в своєму складі містять суміші іонів важких металів. Разом з тим, на сьогодні актуальним питанням залишається вивчення можливості розділення металів при переробці сумішей останніх електролізом. Тому метою даної роботи було визначення умов розділення важких металів в процесах електроекстракції для забезпечення повернення у виробництво цінних компонентів.

Під час проведення досліджень застосовували однокамерні електролізери, в яких використовували катод із нержавіючої сталі та титановий анод, вкритий оксидом рутенію.



Крім того, застосовували суміш хлоридів кадмію та цинку в різних співвідношеннях іонів металів та хлоридної кислоти ( $[Cd^{2+}] + [Zn^{2+}] = 244\text{--}254 \text{ мг/дм}^3$ ,  $[HCl] = 106\text{--}530 \text{ мг-екв/дм}^3$ ) та суміш сульфатів кадмію та цинку в різних співвідношеннях іонів металів та сульфатної кислоти ( $[Cd^{2+}]:[Zn^{2+}] = 400:400 \text{ мг/дм}^3$ ,  $[H_2SO_4] = 0\text{--}624 \text{ мг-екв/дм}^3$ ).

В процесі дослідження через однаковий час визначали кислотність та концентрації іонів важких металів у розчинах [5]. Вихід за струмом (В, %) розраховували як відношення визначеної кількості видалених з розчину кадмію та цинку до теоретично розрахованої кількості металів.

Відомо [6], що в процесах регенерації катіонітів від іонів важких металів хлоридна кислота забезпечує вищу ефективність десорбції іонів металів в порівнянні із сульфатною. Проте, головним недоліком хлоридної кислоти є складність переробки відпрацьованих регенераційних розчинів. При наявності хлоридів швидко руйнуються електроди в процесі електрохімічного відновлення важких металів. Крім того, на аноді відбувається виділення активного хлору [5]. Проте, при окисленні хлоридів в однокамерному електролізері відбувається зниження кислотності розчину, що сприяє ефективному відновленню іонів цинку [6].

На першому етапі було отримано результати електролізу розчину суміші хлоридів цинку та кадмію в присутності хлоридної кислоти в однокамерному електролізері. Було визначено, що в даному випадку практично повністю виділяються з розчину як іони кадмію, так й іони цинку. Концентрацію катіонів важких металів контролювали трилонометрично, що давало можливість визначати лише сумарну їх концентрацію.

Слід відмітити, що при вихідній кислотності розчину  $106 \text{ мг-екв/дм}^3$  за перші дві години електролізу кислотність зростає до  $130\text{--}134 \text{ мг-екв/дм}^3$ . Тому на першому етапі видаляється кадмій. Обумовлено це тим, що кадмій добре відновлюється в кислому середовищі, що й забезпечує високу ефективність виділення металу на початку процесу електролізу. В подальшому, за рахунок виділення водню на катоді та активного хлору на аноді концентрація хлоридної кислоти в розчинах знижується аж до  $50\text{--}60 \text{ мг-екв/дм}^3$ . За таких умов досить ефективно відновлюються іони цинку, що забезпечує ефективне вилучення металів з розчину. Вихід за струмом металів невисокий і сягає  $30\text{--}68 \%$ . Це обумовлене значною витратою електрики на розклад хлоридної кислоти та води.

Наступним етапом досліджень було проведення електролізу суміші сульфатів кадмію та цинку в присутності сульфатної кислоти в однокамерному електролізері. В основу процесу покладено властивість кадмію відновлюватись в кислому середовищі, в якому цинк за концентрацій до  $50 \text{ г/дм}^3$  не відновлюється. Електроліз проводили при силі струму  $1 \text{ А}$  та  $2,5 \text{ А}$ . Концентрація кислоти змінювалась від  $0,0$  до  $624,0 \text{ мг-екв/дм}^3$ . Початкові концентрації іонів цинку та кадмію становили приблизно по  $400 \text{ мг-екв/дм}^3$ . При проведенні електролізу спочатку відновлюються іони кадмію, що сприяє підкисленню розчину. Навіть за відсутності сірчаної кислоти у вихідному розчині через  $30$  хвилин при силі струму  $1 \text{ А}$  та  $15$  хвилин при силі струму  $2,5 \text{ А}$  кислотність розчину зростає до відповідно  $95$  та  $138 \text{ мг-екв/дм}^3$ . А за таких рівнів кислотності іони цинку не відновлюються. Тим більше, що у подальшому кислотність розчину зростає. В результаті концентрація іонів кадмію знижується до слідових значень, а концентрація іонів цинку у розчині залишається незмінною. Якщо судити з виходу за струмом відновленого кадмію, то слід відмітити, що показники високі при силі струму  $1 \text{ А}$ . При силі струму  $2,5 \text{ А}$  основна маса кадмію вилучається за перші  $30\text{--}45$  хвилин, тому в подальшому вихід за струмом знижується до  $6\text{--}42 \%$ .

Таким чином можна підсумувати, що ефективність розділення цинку та кадмію в процесах електролізу залежить від кислотності розчинів. За кислотності більше  $80 \text{ мг-екв/дм}^3$  відбувається електрохімічне відновлення кадмію. Цинк виділяється при кислотності, нижчій  $60 \text{ мг-екв/дм}^3$ . В залежності від кислоти (хлоридної чи сульфатної)



видалення іонів кадмію та цинку проходить по різному. В разі електролізу в однокамерному електролізері суміші хлоридів кадмію та цинку відбувається сумісне видалення металів. При електролізі суміші сульфатів кадмію та цинку в однокамерному електролізері спостерігається лише видалення кадмію, так як даний елемент відновлюється в кислому середовищі. На відміну від кадмію, цинк не відновлюється за низьких рН, і його концентрація у розчині залишається постійною. Отже, в сірчано-кислих відпрацьованих регенераційних розчинах можливе розділення іонів кадмію та цинку. Вихід за струмом кадмію на перших етапах електролізу становить 100 %. Після вилучення кадмію в однокамерному електролізері на першому етапі, цинк можна вилучати із розчину в двокамерному електролізері з отриманням металевого цинку та сульфатної кислоти.

#### Література:

1. Станько О. М. Важкі метали у воді: забруднення річки Дністер за останні 10 років (територія Львівської області) // Сучасні проблеми токсикології. 2012. № 3 – 4. С. 58 – 63.
2. Fu F., Wang Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review // Journal of Environmental Management. 2011. № 92. P. 407 – 418.
3. Barakat M. New trends in removing heavy metals from industrial wastewater // Arabian Journal of Chemistry. 2011. № 4. P. 361–377.
4. Makarenko I. M. Electrochemical desalination of solutions, containing hardness ions // Eastern-European journal of Enterprise Technologies. 2014. Vol 4. № 6 (70). С. 48 – 53.
5. Пиккеринг У. Ф. Современная аналитическая химия / «Химия». Москва, 1977. 560 с.
6. Gomelya N. Efficiency estimation of cation-exchange recovery of heavy metals from solutions containing their mixtures ./ Gomelya N. Trohymenko G., Shabliy T., Hlushko O./ Technology audit and production reserves. 2018. № 2/3 (40). P.41-48.



УДК 54-31+54.057

## THE INFLUENCE OF THE PHOTOCATALYTIC PROCESS ORGANIZATION ON REMOVAL OF CONGO RED DYE

**K.R.Hutsul, I.M.Ivanenko***National Technical University of Ukraine**"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

Prosp. Peremohy, Kyiv 03056, Ukraine

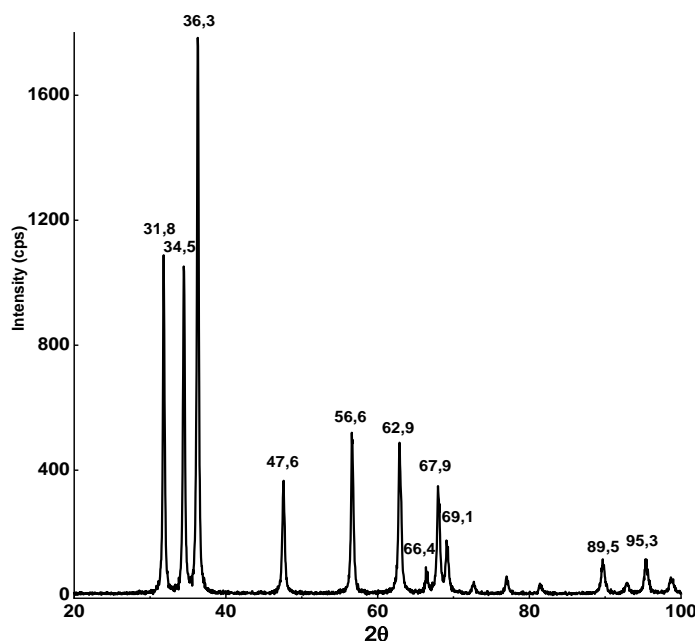
**e-mail:** x\_gucul1997@ukr.net

Wastewater is generated containing a wide range of contaminants during processing textile materials. The treatment of this wastewater before their discharge is desirable and often legally prescribed. The biggest wastewater problem arises with dyeing and printing textile materials. In this case, various dyes with a wide range of physical and chemical properties are used. More than a hundred different formulations that contain numerous dyes and excipients are often used depending on the specialization of the enterprise.

Dye solutions are a big problem because there are few cleaning technologies available, and therefore, dissolved dyes are little eliminated by municipal wastewater treatment plants. For purification of water from dyes, the photocatalysis process has acquired broad prospects for use. However, research into this process has not yet spread beyond laboratory research. Scaling up laboratory tests to semi-industrial capacities requires working out optimal parameters for laboratory photocatalytic processes.

In this regard, the aim of the present work was to refine the conditions of the laboratory process for the photocatalytic removal of Congo red dye using a zinc (II) oxide photocatalyst.

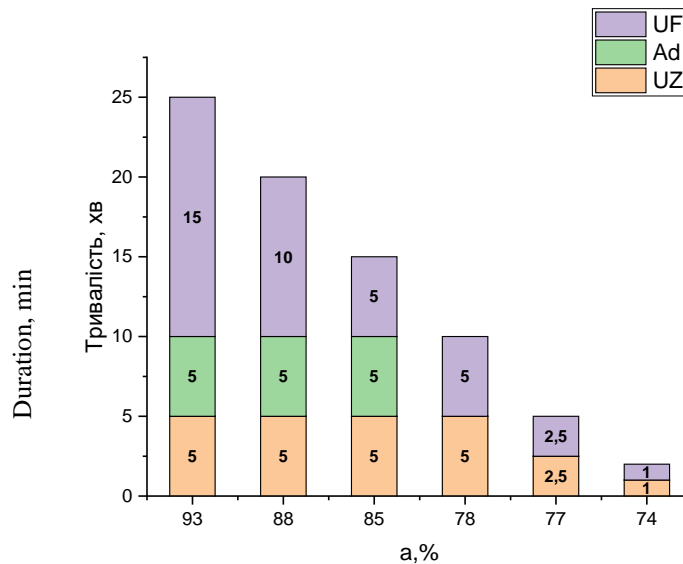
For the study, ZnO photocatalyst samples were synthesized, for which the coprecipitation method was used [1]. The results of X-ray structural analysis of the synthesized ZnO are presented in Fig. 1. The diffraction pattern of the synthesized photocatalyst sample contains all significant ZnO peaks, and their intensity is very high.



**Fig. 1. Diffractogram of the synthesized sample of ZnO photocatalyst**



For photocatalytic experiments, a ZnO sample weighing 0.01 g was used. Congo red with a concentration of 25 mg/dm<sup>3</sup> was used as a model dye. The suspension of the photocatalyst in the solution of the dye under study was first subjected to ultrasound (for 5.0, 2.5, and 1.0 min) and then left for adsorption with stirring for 5 min (this step was excluded in half of the experiments). At the end of the experiment, the suspensions under investigation were subjected to UV irradiation with a 24 W lamp with a wavelength of 254 nm for various periods of time: from 1 to 15 minutes. Then the suspensions were filtered through a membrane filter, the initial and residual dye concentrations were determined by the photometric method, and the degree of removal (a, %) was calculated. The results of this study are shown in Fig. 2.



**Fig. 2. The degree of removal of Congo red from model solutions with initial concentration of 25 mg/dm<sup>3</sup>**

As can be seen from the histogram, presented in Fig. 2, the degree of removal of Congo red dye by the studied photocatalyst directly depends on the total duration of the photocatalytic process, as well as on the duration of its individual stages. For example, a short organization of the process (1 minute of ultrasonic treatment and 1 minute of ultraviolet treatment without intermediate stirring) achieves a degree of removal of Congo red of 74%, which indicates a very high activity of the synthesized photocatalyst of zinc (II) oxide.

The highest achieved degree of removal of Congo red dye (93%) is observed with such a process organization: 5 minutes of ultrasonic treatment, 5 minutes of mixing without irradiation, 15 minutes of illumination with a 24 W UV lamp and a wavelength of 254 nm.

The prospect of the presented work will be not only the refinement of the conditions of photocatalytic experiments in order to increase the degree of dye removal to 100%, but also the selection of the optimal dose of the zinc (II) oxide photocatalyst.

### References:

1. Storchak I.S., Kykavets N.V., Gutsul K.R., Ivanenko I.M. The effect of the ultraviolet treatment duration on the degree of methylene blue degradation by ZnO / Хімічні проблеми сьогодення (ХПС-2019): збірник тез доповідей II Міжнародної (XII Української) наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених, 19–21 березня 2019 р., м. Вінниця / Донецький національний університет імені Василя Стуса; редколегія: О. М. Шендрік (відп. ред.) [та ін.]. Вінниця, 2019. 248 с. – С. 64.





УДК 504.75.06

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА БОКОВЫХ ПРИТОКАХ РЕКИ

**А.В. Черемисин<sup>1,2</sup>, А.Н. Чусов<sup>1</sup>, Р.В. Давыдов<sup>1</sup>, А.П. Глинушкин<sup>2</sup>,  
М.Е. Куликова<sup>1</sup>, А. И. Нагорная<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29;

<sup>2</sup>Всероссийский научно Исследовательский Институт Фитопатологии  
Россия, 143095, Московская область, Одинцовский район, Большие Вязёмы,  
ул. Институтская, строение 5  
**e-mail:** laksacher@yandex.ru

Наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территории и затрагивают практически все регионы планеты [1]. Наблюдаемое изменение климата уже привело к резкому увеличению частоты и масштабов крупных наводнений, возрастанию экономического ущерба и числа пострадавших, что делает вопрос защиты земель от наводнений всё более важной проблемой [2, 3].

Особенно тяжелые последствия вызывают ливневые наводнения, что обусловлено трудностью их прогнозирования и предупреждения, а суммарный объем речного стока в паводок во много раз превосходит объем весеннего половодья [4, 5].

В работе рассматривается математическая модель регулирования расходов системой водохранилищ, в которой часть аккумулирующей емкости низового противопаводкового сооружения на боковом притоке перераспределяется в габрионные гидроузлы, створы которых расположены выше по течению реки.

Регулирование стока перехватывающими гидроузлами предполагается за счет их создания на боковых притоках реки для образования временных водохранилищ, заполняемых только в период прохождения паводка. Их количество и объем устанавливается исходя из условий задержания объема паводкового стока и постепенного его сброса в нижний бьеф расходами, не превышающими допустимые. При обосновании объема аккумулирования противопаводкового гидроузла необходимо выполнение природоохранных требований, направленных на сохранение паводко-пойменного режима реки [13].

Разработанная имитационная математическая модель режимов работы перехватывающих противопаводковых гидроузлов, расположенных на боковом притоке: в нижнем течении – бетонный гидроузел с водосбросом через донные отверстия и поверхностный водослив; выше по течению – гидроузел с фильтрующей плотиной из габрионной кладки.

Определен совместный регулирующий эффект перехватывающих гидроузлов на боковом притоке, обоснованы параметры дополнительных водохранилищ на боковом притоке.

С использованием технологии ГИС-моделирования на боковом притоке выбраны створы перехватывающих гидроузлов с учетом существующей и перспективной хозяйственной экологической ситуации, определены параметры гидроузлов, потенциальные зоны затопления в верхнем и нижнем бьефе, обоснованы варианты регулирования паводкового стока.

### Литература:

1. С.Г. Добровольский, М.Н. Истомина. Наводнения мира. М.: ГЕОС, 2006. – 256 с.



2. S. Le Roy, R. Pedreros, C. André, F. Paris, S. Lecacheux, F. Marche, C. Vinchon, Coastal flooding of urban areas by overtopping: Dynamic modelling application to the Johanna storm (2008) in Gâvres (France), *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 15 (2015) 2497-2510.
3. N.W. Arnell, S.N. Gosling, The impacts of climate change on river flood risk at the global scale, *Climatic Change*. 134 (2016) 387-401.
4. Л.А. Афонин, Проблемы прогнозирования паводков и наводнений, *Наука. Инновации. Технологии*. 2014 (1):145-152.
5. Fedorov M., Badenko V., Maslikov V., Chusov A. Site selection for flood detention basins with minimum environmental impact // *Procedia Engineering*. 2016, Vol. 165, p. 1629–1636.
6. V.I. Antonov, R.V. Davydov, V.I. Maslikov, D.V. Molodtsov and A.N. Chusov, Mathematical models of operating regimes of flood control facility's system, *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1368, 2019.



UDC 676.274

## ALTERNATIVE RAW MATERIALS FOR PULP AND PAPER PRODUCTION

**A. Denysenko, R. Cheropkina**

*National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”  
Peremohy ave., 37, Kyiv-56, 03056, Ukraine  
e-mail: anna.denysenko.7796@gmail.com*

According to the World Economic Forum, the consumption of sanitary and hygiene paper, including toilet paper, paper towels, napkins in the USA, Europe, Australia, Japan, and New Zealand, has been significantly increased due to the COVID-19 pandemic [1]. In particular, in Ukraine, over the last month, the demand for these products has increased 1.5 times. The productivity of the respective production capacities has increased on average by 25 % [2]. This trend shows that alternative types of fibrous semi-finished products are finding their place to meet the needs for sanitary and hygienic products.

Despite paper documents and periodicals, which are considered an indicator of the development of the pulp and paper industry, are being actively displaced by digitization, this industry has produced significant changes in the product range in recent years, as well as growth prospects. Over the last decade, there has been a decline in the production of some types of printing paper, for drawing, and newsprint. However, the need for cellulosic packaging materials is increasing worldwide, along with the need for natural raw materials for hygiene products. The pulp and paper industry is transforming and developing, seeking to become the nucleus of the bioeconomy in the future. We can say that the industry has undergone the most significant transformation in many decades. A broad search for new ways of processing plant raw materials and their components, new sources of cellulose fibers is taking place in many laboratories and research centers [3, 4].

The growing scarcity of wood raw materials causes the use of non-wood nature processing products to obtain cellulosic materials. This is due to the annual recoverability and low cost of raw materials such as agricultural waste, as well as the development of new environmentally friendly ways to obtain cellulosic semi-finished products.

In the structure of paper and cardboard production in Ukraine at the beginning of 2020, the production of tare cardboard and fluting dominated at about 68 %, boxed cardboard at about



11%, sanitary and hygienic paper 20 %, and other types accounted for only 1 % [2]. The raw material for the enterprises of the industry is waste paper, which refers to the secondary raw materials with low mechanical properties. To achieve the required quality indicators of cardboard and paper products, enterprises import a large number of chemical auxiliaries and cellulose. This leads to a higher cost of production and reduced competitiveness of enterprises. One of the ways of solving the raw material base for the enterprises of the branch can be the organization of the own production of semi-finished products from the waste of non-wood raw materials.

In Ukraine, the production of hemp, mainly technical, is sufficiently developed. This crop is grown in an area of approximately 3000 ha [5].

A significant advantage of growing hemp is that it is compatible with all other crops. The advantages of hemp include the fact that, depending on the type, variety, and growing conditions, its height reaches 0.6-5 m, and thickness – from 3 to 30 cm, which provides reserves of raw materials [6].

A characteristic feature of the anatomical structure of hemp is the presence of bast fibers and wood layers. The first layer is 30-40 % of the entire stem and the second – 60-70 %. The bast layer contains the most valuable cellulose fibers, the content of which is about 60-70 %. The length of the bast fibers ranges from 5.0-55.0 mm, and the length of the perch fibers is 0.60-0.75 mm. The shive of hemp is a waste product and is of limited use in the textile and other industries [7].

The purpose of the work is to determine the chemical composition of the shive of hemp and to study the possibilities of using it to obtain fibrous semi-finished products.

Studies of the chemical composition of the shive, namely moisture, ash content, hot water solubility, 1 % alkali solubility, alcohol-benzene mixture solubility, lignin, cellulose, and hemicellulose were carried out by the standard methods (Tappi Test Methods).

Holocellulose was determined by treating an extractive free raw material with an  $H_2O_2 + CH_3COOH$  solution for 30 and 50 min to track the behavior of the raw material [8].

From the 30th minute of treatment, the color of the holocellulose changes from yellow to white, confirming the practical absence of lignin in the holocellulose. As you know, the color of the material indicates the presence of chromophore groups (carbonyl, carboxyl, aromatic rings), which are also part of lignin [8].

It should be noted that our colleagues have previously practiced the standard methodology for the determination of holocellulose in non-wood plant raw materials. It shows that further treatment of non-wood plant material does not significantly reduce the content of residual lignin in plant material, but reduces the content of holocellulose, respectively. The reduction of holocellulose content after 30 minutes of treatment of non-wood plant material with a peracetic acid solution is associated with the partial continuation of the removal of lignin from the plant material. Hydrolysis of polysaccharides under the action of the peracetic acid is predominant in this case [8].

Cellulose is a major component of the cell walls of all plant species and. Therefore, any plant raw material can be considered as a potential raw material for pulp and paper products. However, from processing efficiency, plant raw materials must appropriate certain basic requirements. In particular, they include the constancy of the anatomical and morphological structure and chemical composition.

As can be seen from the data in the table, the shive of hemp in its composition contains about 67-70 % of holocellulose. What characterizes it as a high carbohydrate feedstock. The carbohydrate complex includes cellulose and hemicelluloses – pentosans, hexosans, and related uronic acids. However, the shive is suitable for processing into fibrous semi-finished products and can be considered a complete replacement of wood. About the content of lignin, its amount



is at the level of hardwood. The mineral content of the shive is slightly higher than that of wood but is 2-2.5 times lower than that of wheat straw.

**Table 1****Chemical composition of hemp waste and other materials**

Composition	Value (%)				
	Stalks of hemp	Stalks and fibers of hemp	Softwood [9]	Hardwood [9]	Stalks of wheat straw [10]
Moisture	9.7	8.9	-	-	-
Ash	1.6	2.2	0.7-1.0	0.14-0.5	6.6
Hot H <sub>2</sub> O Extractive	4.0	6.3	2.1-2.5	1.8-2.4	10.1
1 % NaOH Extractive	23.5	26.1	11.0-11.6	10.9-11.3	37.2
Ethanol-benzene Extractive	2.2	1.9	0.9-7.5	0.4-3.0	5.2
Lignin	24.5	19.3	28-30	18-25	16.5
Cellulose	46.8	52.3	40-50	31-49	45.6
Pentosan	-	-	10-12	23-29	26.7
Hemicellulose	17.9	18.7	23-25	26-35	-
Holocellulose (30 min)	66.6	70.5	-	-	71.8
Holocellulose (50 min)	64.3	67.5			

It should note that the ash, which mainly contains silicic acid, hurts the mechanical strength of the obtained fibrous semi-finished products. It partially remains in the semi-finished products, which leads to a decrease in indicators, as well as goes into the waste liquor, which hinders its further regeneration. Compared to wood, the shive contains a high content of water-extractable substances, which are not part of the cell wall and mainly concentrated in the cell cavities and the intercellular space. During the extraction of the shive with a dilute alkali solution, a significant yield of soluble substances observed. This is due to the dissolution of not only the extractives but also the low molecular weight fractions of hemicelluloses and cellulose. Such regularity is confirmed by information on the peculiarities of the chemical composition of non-wood raw materials.

Based on the data obtained, it can predict that technological modes of processing the shive may be close to the processing of hardwood. We can conclude that the chemical composition of hemp waste is a valuable material for processing into fibrous semi-finished products. Annual non-woody plants in one growing season, unlike wood, quickly become industrially mature. One of the main advantages of such raw material is its annual renewability and the possibility of processing both traditional and non-traditional methods of delignification, with the production of primary fibrous semi-finished products to meet the needs of the industry.

**References:**

1. Why are people stockpiling toilet paper? Four experts give their opinions. URL: [https://www.weforum.org/agenda/2020/03/why-are-people-stockpiling-toilet-paper-four-experts-give-their-opinions?fbclid=IwAR0fagMLHQgKFO1Quk-q6D6PXxVrE1S5Nn6i8qKsXk3F9nwGnW\\_IJC8xnZo](https://www.weforum.org/agenda/2020/03/why-are-people-stockpiling-toilet-paper-four-experts-give-their-opinions?fbclid=IwAR0fagMLHQgKFO1Quk-q6D6PXxVrE1S5Nn6i8qKsXk3F9nwGnW_IJC8xnZo) (date of appeal: 08.03.2020).

2. Новини асоціації – Укрпапір. URL: <http://www.ukrpaper.org/news.php>.



3. Pulp, paper, and packaging in the next decade: Transformational change. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/paper-forest-products-and-packaging/our-insights/pulp-paper-and-packaging-in-the-next-decade-transformational-change> (date of appeal: August 2019).
4. Lipnizki F., Jönsson A.-S. Changing an industry with membrane technology – Converting pulp mills to bio-refineries. *2017 International Congress on Membranes and Membrane Processes*. San Francisco, 2017.
5. Легалайз по-українськи: Хто вже заробляє на коноплях (легально). URL: <https://resource.com.ua/legalajz-po-ukraynsky-kto-uzhe-zarabatyvaet-na-konople-legalno/> (дата звернення: 08.02.2019).
6. Опис та характеристика рослини КОНОПЛИ ПОСІВНІ. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/konopli-posivni>.
7. Богданова О.Ф., Домбровська О.П., Бабіч С.С., Домбровський О.Г. Визначення можливості одержання волокнистих напівфабрикатів із ненаркотичних конопель. *Вісник ХНТУ*. Херсон, 2018. № 1 (64). – С. 67-74. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-vozmozhnosti-polucheniya-voлокnistyh-polufabrikatov-iz-nenarkoticheskoy-konopli/viewer>.
8. Барбаш В.А., Трембус І.В. Обґрунтування методики визначення вмісту холоцелюлози в недеревній рослинній сировині. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. Київ, 2012. № 1. С. 132-136.
9. Трембус І.В. Пакувальний папір із стебел соняшнику. *Молодий вчений*. Київ, 2016. № 3 (30). – С. 280-284. – URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/3/64.pdf>.
10. Трембус І.В., Соколовська Н.В. Солом'яна целюлоза в композиції пакувального паперу. *Вісник НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»*. Київ, 2017. № 1. – С. 96-101. – DOI: <https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119485>.



УДК 504.062.2

## ВИЗНАЧЕННЯ РОЗЧИННОСТІ ОСАДІВ ПІД ДІЄЮ КИСЛОТ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ВОДОСПОЖИВАННЯ

**М.Г. Добкіна, Т.О. Шаблій, М.Д. Гомеля, Д.Е. Бенатов**  
*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна  
**e-mail:** [dobkina98@gmail.com](mailto:dobkina98@gmail.com)

На багатьох підприємствах використовуються оборотні системи водоспоживання. Для захисту металевих конструкцій у воді та водних середовищах від корозії та накипу застосовують інгібітори корозії і стабілізатори накипоутворення. В разі оптимального підбору типу та дози інгібіторів і антискалантів можливий перехід до замкнених систем водоспоживання. Результатом такого переходу буде зменшення кількості забору свіжої води, зменшення об'ємів стічних вод та подовження терміну експлуатації трубопроводів та обладнання.

Крім підбору ефективних реагентів для стабілізаційної обробки води, існує проблема застарілого обладнання, поверхня якого вкрита шаром продуктів корозії та карбонатно-сульфатним осадом [1]. Ефективність використання інгібіторів корозії та стабілізаторів накипоутворення в трубопроводах, що вкриті продуктами корозії та накипом, мінімальна. В даному випадку необхідно або збільшувати витрату реагентів,



або попередньо відновлювати внутрішні поверхні трубопроводів. Другий варіант є економічно та екологічно доцільним.

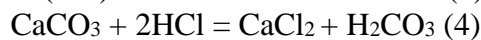
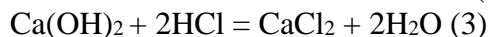
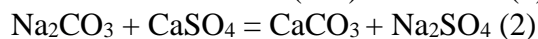
Відновлення поверхонь обладнання проводять шляхом їх обробки кислотами – травильними – розчинами. Проте використання таких розчинів несе за собою ряд небезпек. А саме, після застосування соляної кислоти у воді залишаються хлорид-аніони, які викликають підвищення агресивності води та водних розчинів. Обробка поверхонь розчинами сірчаної кислоти супроводжується утворенням сульфату кальцію, що не вирішує питання відновлення поверхонь обладнання.

Відомо, що крім неорганічних кислот, в якості травильних розчинів використовують органічні кислоти. Зокрема, 10 % розчин сульфамінової кислоти є ефективним в процесах очищення труб від продуктів корозії та накипу. Але даний реагент характеризується високою корозійною агресивністю по відношенню до сталі 20, середній поляризаційний опір ( $R_{p_{cp}}$ ) становить 70 Ом [1].

Отже, не дивлячись на масштабність і тривалість використання водооборотних систем, проблема відновлення обладнання ще існує. Зокрема, існує попит на ефективні і в той же час корозійно неагресивні травильні розчини для очищення металевих поверхонь від осадів.

Якщо порівнювати розчинність в кислих середовищах карбонату кальцію та сульфату кальцію, то перший осад розчинюється набагато краще [2]. Складнішою проблемою залишається розчинення гіпсу. Тому в даній роботі більш детально вивчалися процеси розчинення сульфату кальцію в неорганічних та органічних кислотах.

Крім того, з метою підвищення ефективності розчинення сульфату кальцію в кислотах здійснювали його двохстадійну обробку. На першій стадії гіпс обробляли 5 %-им розчином NaOH або 10 %-им розчином  $Na_2CO_3$ . Таким чином проводилось часткове переведення гіпсу у вапно або карбонат кальцію (реакція 1-2). Утворені осади легко розчиняються при взаємодії з кислотами. Наприклад, для соляної кислоти – це реакції 3 та 4. З іншими кислотами карбонат кальцію та гідроксид кальцію взаємодіють аналогічно. В деяких дослідженнях кислоти використовували сумісно з уротропіном (1%). Результати досліджень наведено на рисунку 1.



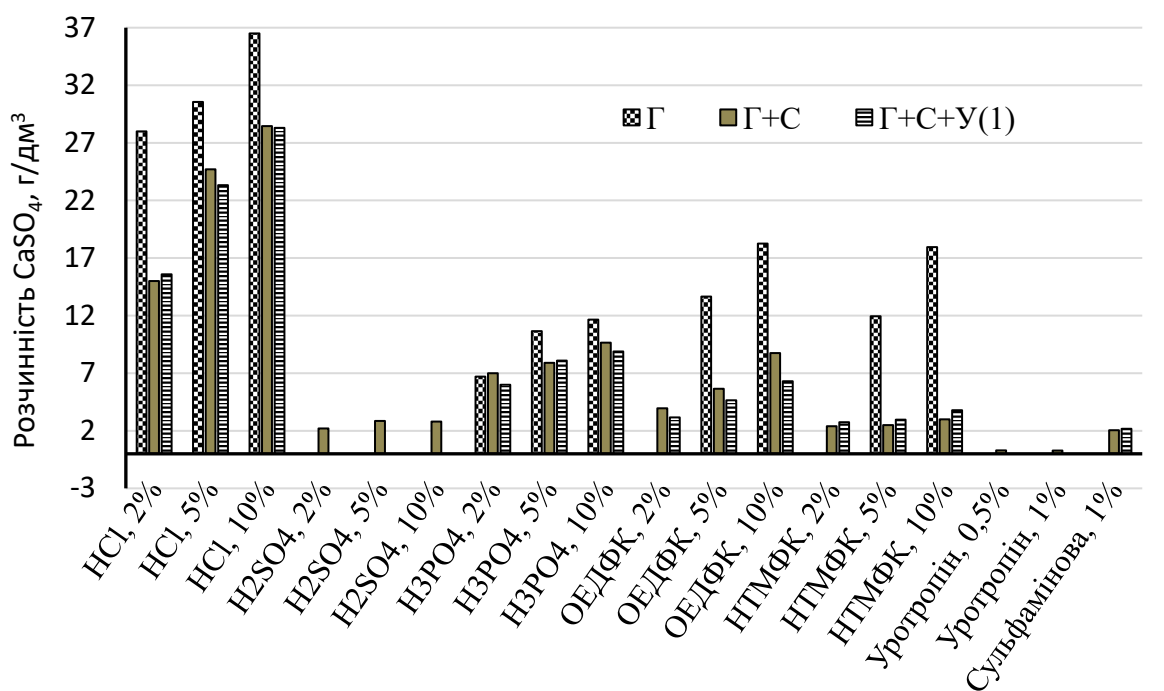
Найбільшою розчинністю сульфату кальцію характеризується соляна кислота. Так, даний показник для 2 %-ої соляної кислоти становив 28,3 г/дм<sup>3</sup>, а в розчині з більшою концентрацією (10 %) зростає до 36,2–36,7 г/дм<sup>3</sup>.

Ортофосфорна кислота характеризується значно меншою здатністю до розчинення гіпсу в порівнянні з іншими неорганічними та органічними кислотами. Так його розчинність зростає в середньому з 6,7 г/дм<sup>3</sup> при концентрації кислоти 2 % лише до 11,65 г/дм<sup>3</sup> при концентрації кислоти 10 %.

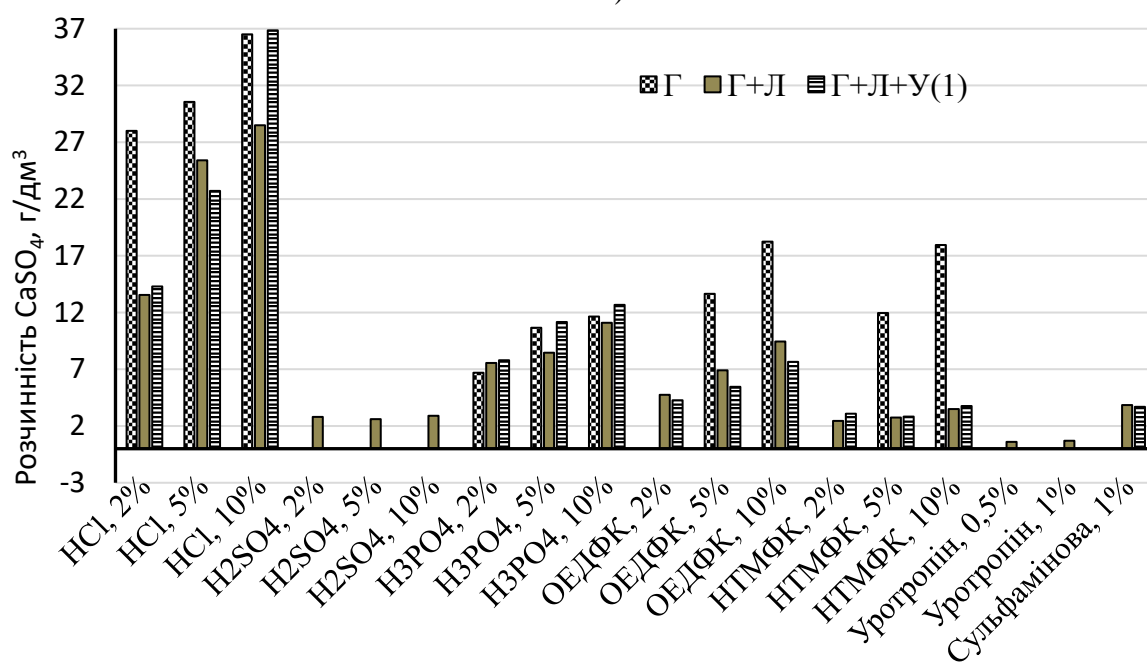
Відомо, що фосфонові кислоти є ефективними стабілізаторами накипоутворення. Крім того, їх цинкові солі є ефективними інгібіторами корозії металу. Тому було цікаво дослідити їх в якості травильних розчинів.

За результатами досліджень видно, що ОЕДФК та НТМФК не відзначаються високою розчинністю гіпсу. Навіть при концентраціях фосфонових кислот 10 % розчинність сульфату кальцію не перевищувала 18 г/дм<sup>3</sup>, що практично в 2,0–2,5 рази менша за

розчинність гіпсу за тих же умов в соляній кислоті. Проте їх використання для відновлювання поверхонь обладнання є доцільним, так як дані речовини є ефективними стабілізаторами накипоутворення та інгібіторами корозії металу.



а)



б)

**Рис.1. Розчинність сульфату кальцію (г/дм<sup>3</sup>) в залежності від складу травильного розчину та способу обробки гіпсу: а) – содою, б) – лугом**

Попередня обробка сульфату кальцію содою або лугом не викликає позитивний ефект, а, навпаки, призводить до зменшення ступеня розчинності. І така тенденція характерна як для неорганічних, так і для органічних кислот в усьому діапазоні використаних концентрацій. Особливо малою розчинністю сульфату кальцію характеризується сірчана



кислота. Це пояснюється тим, що при збільшенні концентрації сульфатів розчинність гіпсу повинна знижуватись. Незначне його розчинення пояснюється зміною рН, утворенням ліофобних колоїдних частинок, які переходять в розчинник, утворюючи колоїдний розчин.

Додавання в кислі розчини уротропіну в концентрації 1 % не відмічається покращенням ефективності розчинення осаду.

Підсумовуючи, можна відмітити, що найбільшою розчинністю по сульфату кальцію серед представлених неорганічних кислот характеризується соляна кислота. Проте її використання обмежується високою корозійною агресивністю до металу. Фосфонові кислоти відмічаються меншою розчинністю гіпсу, проте їх можна застосовувати для відновлювання поверхонь обладнання. Попередня обробка сульфату кальцію лугом або содою є недоцільною, так як ступінь розчинення осаду не зростає і, крім того, додатково витрачаються реагенти.

### Література:

1. Synthesis, surface properties and inhibition behavior of novel cationic gemini surfactant for corrosion of carbon steel tubes in acidic solution / Hegazy M. A., Rashwan S. M., Kamel M. M., El Kotb M. S. // Journal of Molecular Liquids. 2015. Vol. 211. P. 126–134.
2. Shuryberko M., Gomelya, M., Shabliy, T., Chuprova K. Development of reagents for protection of equipment of water supply systems from scale and corrosion / Technology audit and production reserves. – 2018. – № 5/3 (43). – С. 27–32.



УДК 628.17

## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЛІСОПЕРЕРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА

**О.Г. Добровольська**

*Запорізький національний університет*  
вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, 69600, Україна  
**e-mail:** dogoks@gmail.com

**Актуальність.** Інтеграція України у світову мережу водних відносин вимагає формування сучасного підходу до збалансованого водокористування. Відповідні рішення про обмеження споживання водних ресурсів можна приймати на основі оцінки обсягів забору свіжої води, її використання в різних сферах господарської діяльності, втрат при транспортуванні, обсягу водовідведення та скиду забруднених вод.

Пошук ефективних та доступних систем охолодження направлений на забезпечення санітарно-гігієнічних норм щодо теплового забруднення водою [1], вибору оптимальних параметрів циркулюючої води [2]. Відкриті системи циркуляційної охолоджувальної води широко використовуються в переробній промисловості. Щорічне споживання свіжої води в лісопереробній галузі становить близько 4,5-4,7% від загального водоспоживання країни. Відносно невисока економія свіжої води, яка становить 69%, пояснюється необхідністю використання свіжої води в ряді технологічних процесів як одного з компонентів сировини. Зменшити використання свіжої води можна за рахунок збільшення потужностей повторно-послідовного та оборотного водоспоживання. Тому оптимізація стратегії роботи водних систем є актуальним питанням на сьогодні.



**Наукова новизна.** Науково обґрунтовано технологію обробки промивної води реагентами для запобігання карбонатних та біологічних утворень, яка реалізована в рекомендаціях для визначення дози розчину цих реагентів в системі оборотного водопостачання лісопереробного підприємства.

**Мета роботи.** Розробка технологічних заходів, необхідних для скорочення об'єму продувочних вод в системі оборотного водопостачання лісопереробного виробництва.

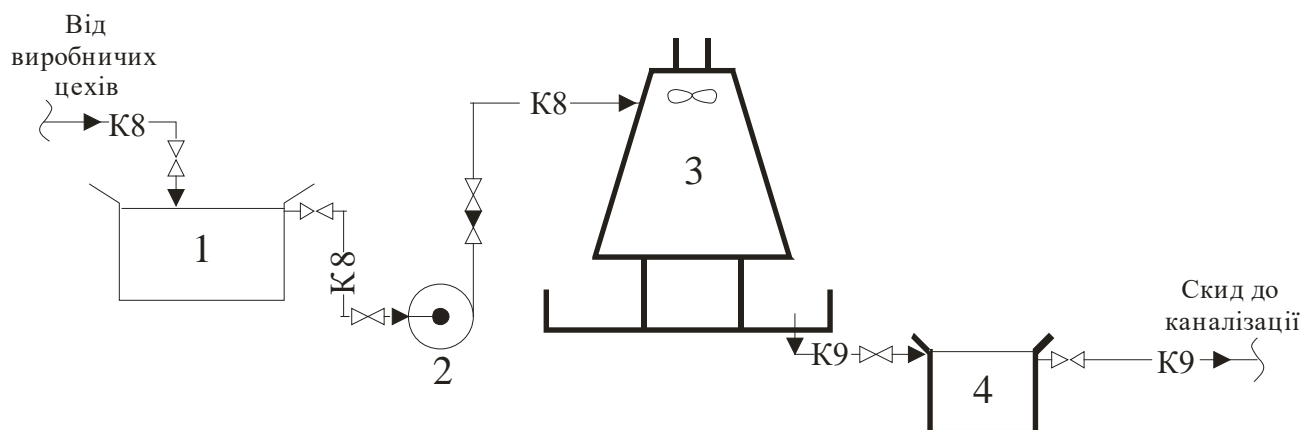
**Об'єкт дослідження** – лісопереробне виробництво з циркуляційним контуром оборотної системи продуктивністю 1100 м<sup>3</sup>. Елементи системи водопідготовки станція пом'якшення води; насосна станція; градирня; споруди для видалення з води масел і бактеріологічних забруднень; фільтрувальна станція, котельня. На рисунку 1 показана вихідна технологічна схема виробництва.

Досягнення мети передбачало вирішення наступних задач:

- розрахунок матеріального балансу з урахуванням сезонних періодів;
- розробка схеми хімічного кондиціювання води для підживлення;
- розробка схеми доочистки стічних вод з метою їх повторного використання.

Для забезпечення технологічної надійності роботи оборотного циклу, а також зниження енергетичних витрат передбачені наступні рішення:

- реконструкція існуючої градирні;
- очищення від зважених часток води, що подається споживачам;
- пом'якшення та реагентна обробка води для підживлення;
- здійснення продувки системи при досягненні граничних показників по солемісту;
- улаштування резервуара запасу вихідної води ємністю 1000 м<sup>3</sup>.



**Рис. 1. Технологічна схема очистки води:**

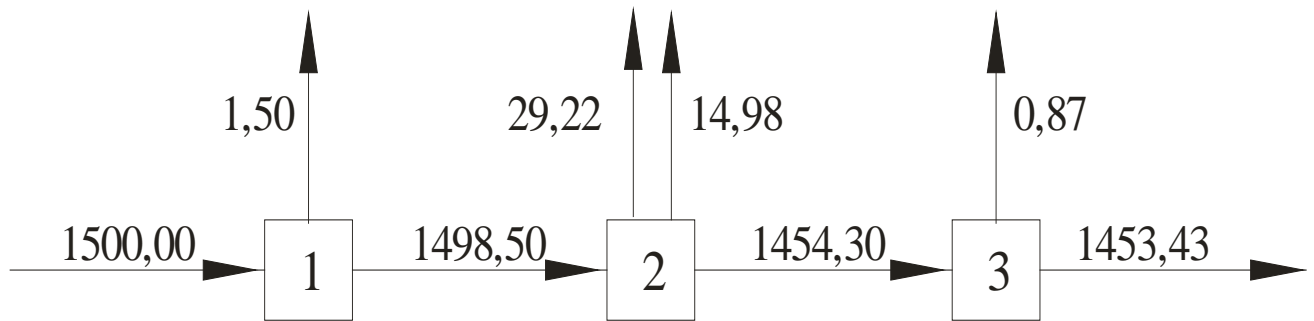
- 1 – приймальний резервуар гарячої води; 2 – насос подачі гарячої води;  
3 - вентиляторна градирня ; 4 – резервуар охолодженої води; трубопроводи:  
К8 - забруднена гаряча вода; К9 – забруднена охолоджена вода.**

На рисунку 2 показано вихідну балансову схему оборотного циклу, чисельні показники приведені у м<sup>3</sup>/год.

Для зниження утворення карбонатних відкладень в основному технологічному обладнанні вода проходить обробку на установці для пом'якшення Aqua Flow TVSAD 2,0-PL 650-2 продуктивністю 29 м<sup>3</sup>/год, забезпечену власною системою управління і працюючою в автоматичному режимі. До складу установки входять трьохступеневі іонообмінні фільтри із завантаженням іонообмінними смолами PUROLITE International Limited, які мають високі технологічні характеристики:



фізичну стабільність, механічну міцність, осмотичну стабільність, високу обмінну ємність.



**Рис. 2. Матеріальні потоки початкової балансової схеми  
1 – приймальна камера; 2 – градирня;  
3 – збірний резервуар забрудненої охолодженої води**

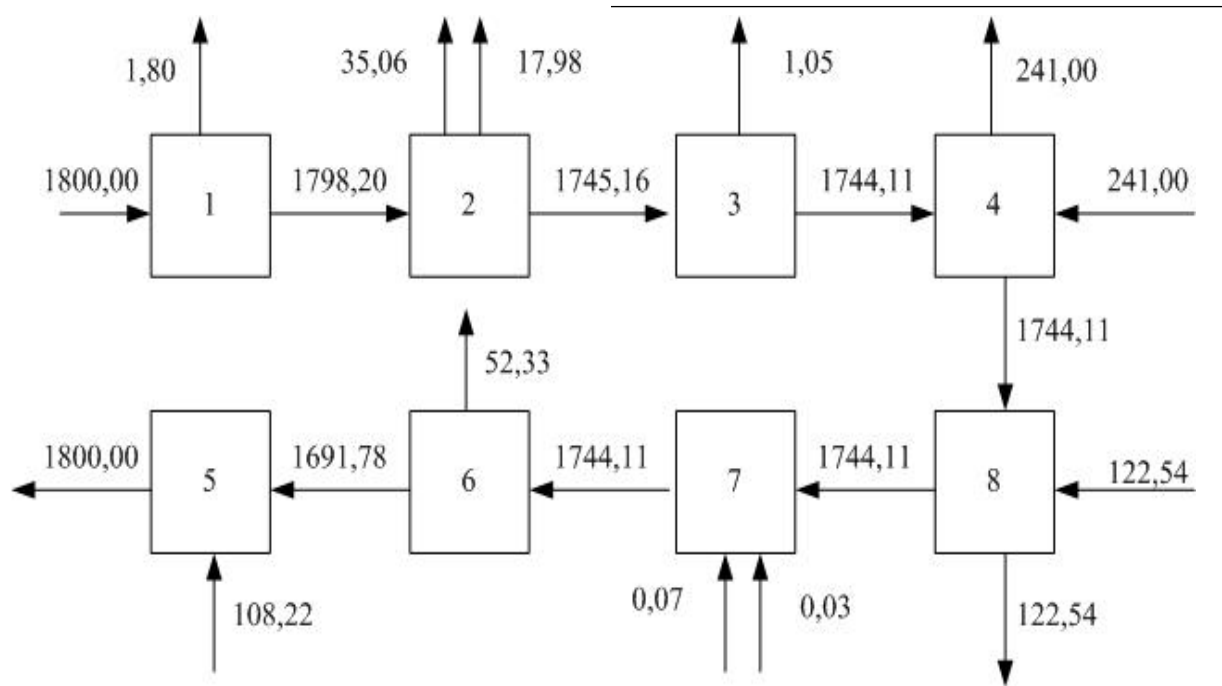
Враховуючи специфіку виробничого процесу для оборотної системи характерна висока інтенсивність мікробіологічного забруднення. Для запобігання виникнення мікробіологічних утворень рекомендовано біоцидну обробку із застосуванням реагентів PuroTech 63, PuroTech 62.

Для запобігання процесів корозії та утворення відкладень на поверхнях обладнання запропоновано застосування комплексних реагентів PuroTech® iChem 1004 і PuroTech® iChem 1006.

Використання сучасних комплексних реагентів Puro Flock 890 та Puro Flock 901 для флокуляції направлено на підвищення ефективності очистки води та скорочення об'ємів забору свіжої води. Для доочистки стічних вод з метою їх повторного використання рекомендовано застосувати метод напірної флотації.

На рис. 3 показано балансову схему оборотного циклу з урахуванням запропонованих заходів.

Таким чином, витрата очищеної стічної води, яка повертається у виробництво, з урахуванням підживлення оборотної системи та повернення надшлямової води і фільтрату до початку очисних споруд, становить 1800м<sup>3</sup>/год. В результаті впровадження запропонованих заходів, а саме очищення, пом'якшення та обробки реагентами води для підживлення системи потужність оборотного циклу збільшено на 300 м<sup>3</sup>/год.



**Рис. 3. Матеріальні потоки початкової балансової схеми**

**1 – приймальна камера; 2 – градирня; 3 – збірний резервуар забрудненої охолодженої води; 4– самопромивний фільтр; 5 – катіонітовий фільтр; 6 – резервуар для реагентної обробки води; 7 – солемір; 8 – збірний резервуар очищеної води**

#### **Література:**

1. Bosak N., Hvozdetzkyi O., Hnatiiv R. Hydrothermal mode of the flowthrough reservoircooler with respect to its morphometric changes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018;2(10 (92)). – P.24-29. DOI 10.15587/1729-4061.2018.128064.
2. Melgaço de Oliveira C., Gutierrez M., Junior V. Energy evaluation of an evaporative cooling system using water driven ejector. *Food Science and Technology*. 2014. 34(2). – P. 416-421. DOI 10.1590/fst.2014.0043.





УДК 628.52

## ОЦІНКА ВПЛИВУ КАТАЛІЗАТОРІВ НА ОКИСЛЕННЯ ТЕРМОАНТРАЦИТНОГО ВУГЛЕЦЕВОГО МАТЕРІАЛУ

**О.І. Іваненко, Т.А. Оверченко, М. Ігнатська**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

просп. Перемоги 37, Київ, Україна, 03056

**e-mail:** olenka.vasyanovich@gmail.com

В технологічних процесах, де зустрічається термічна обробка вуглецю, таких як коксування, графітація, спалювання вугілля, завжди утворюються оксиди вуглецю, якщо в газових сумішах присутній в більших чи менших концентраціях кисень. Як правило, дані процеси супроводжуються утворенням діоксиду вуглецю та токсичного монооксиду вуглецю.

Не дивлячись на значну кількість методів доокислення монооксиду вуглецю перед скидом димових газів у атмосферу, задача створення умов ефективного його окислення на стадії отримання є важливою проблемою, яка недостатньо вивчена [1, 2].

Відомо, що монооксид карбону, один з найбільш шкідливих компонентів димових газів промислових підприємств та автотранспорту, також називають «мовчазним вбивцею» [3]. Цей газ не має запаху, забарвлення, смаку та не чинить подразнюючої дії, тому його неможливо відчувати органами чуття. Легший від повітря приблизно на 3 % чадний газ піднімається вгору та без перешкод розповсюджується. Відомо, що на даний час в атмосфері міститься  $5 \cdot 10^{11}$  кг монооксиду вуглецю та щорічно додається ще 20–30 % в результаті діяльності людини [4].

Незважаючи на численні дослідження в даній області, проблема конверсії монооксиду вуглецю в діоксид вуглецю не втрачає актуальності. В роботі [5] приведені результати досліджень, в яких зазначається, що окислення CO в CO<sub>2</sub> без каталізатора при температурах нижче 650 °C дуже лімітовано. В якості доступних активних каталізаторів окислення CO пропонується використовувати оксиди MnO<sub>2</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, CuO, застосування яких дозволяє знизити температуру процесу до 120–150 °C. Проте каталітичне окислення монооксиду карбону було найбільш вивчене при застосуванні в автомобільній промисловості, так як ефективність каталізатора особливо залежить від температури вихлопних газів під час холодного запуску двигуна [6].

Що ж стосується виробництва, останнім часом значну увагу приділяють дослідженням використання сполук мангану в каталітичних цілях. Відмічається можливість застосування гопкаліту CuMnO<sub>x</sub> як перспективного каталізатору окислення CO при низькій температурі, отримання якого проводять шляхом співосадження KMnO<sub>4</sub> [7]. Легування оксидами металів (CeO<sub>x</sub>, AgO<sub>x</sub>, AuO<sub>x</sub>) підвищує здатність гопкалітових каталізаторів до адсорбції CO [8].

В наших дослідженнях для інтенсифікації процесів використовували доокислення оксиду вуглецю при термообробці вуглецевого матеріалу його модифікували 1 %-розчином перманганату калію за методикою [9]. При цьому перманганат при взаємодії з вугіллям відновлюється до MnO<sub>2</sub> і залишається на його поверхні у вигляді мікрочастин.

Результати по використанню вуглецевого матеріалу, модифікованого 1 %-вим розчином перманганату калію, приведені в табл. 3. При пропусканні чистого повітря приріст концентрації діоксиду вуглецю сягнув 5,59 % при температурі 674–847 °C, а концентрація монооксиду карбону знизилась із 5875–7375 мг/м<sup>3</sup> до 2400–2875 мг/м<sup>3</sup>.

В разі пропускання через термоантрацитний вуглецевий матеріал суміші повітря та CO<sub>2</sub> було відмічене зниження ефективності доокислення CO. Так, при концентрації кисню



18,45 % максимальна концентрація CO сягала 3000 мг/м<sup>3</sup>, а при концентрації кисню 16,15 % максимальний вміст CO був на рівні 6125 мг/м<sup>3</sup>. Максимальний приріст концентрацій CO<sub>2</sub> сягав відповідно 3,05 та 5,64 %. По мірі зниження концентрації кисню втрата маси сягала відповідно 46,02; 35,50 та 24,20 г.

Таблиця 3

**Зміна температури (Т), концентрації O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> та Q<sub>CO</sub> з часом нагрівання вуглецевого матеріалу, модифікованого 1 %-вим розчином KMnO<sub>4</sub>\***

t, год	T, °C			CO <sub>2</sub> , % / C <sub>CO2</sub> , %			C <sub>CO</sub> ·10 <sup>2</sup> , % / C <sub>CH<sub>4</sub></sub> ·10 <sup>2</sup> , %			Q <sub>CO</sub> , мг/(Г·год)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	16,7	19,8	26,0	20,95/ 0,03	18,45/ 15,30	16,15/ 28,81	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0,0	0,0	0,0
1	288	315	216	20,95/ 0,04	18,46/ 15,35	16,12/ 28,82	1,07/ 18,09	0/ 1,06	0/ 1,06	0,21	0,0	0,0
2	372	335	320	20,95/ 0,08	17,89/ 15,39	16,14/ 28,78	1,07/ 11,71	0/ 0,53	0/ 3,72	0,21	0,0	0,0
3	465	427	384	18,84/ 1,89	17,28/ 15,93	16,12/ 28,85	1,07/ 11,18	0,54/ 1,06	0,54/ 3,75	0,21	0,07	0,08
4	528	484	470	18,03/ 2,66	16,51/ 16,57	15,44/ 28,90	4,29/ 12,77	2,69/ 1,60	1,07/ 3,75	0,84	0,35	0,17
5	674	591	593	16,51/ 4,41	15,57/ 17,38	12,77/ 29,65	20,92/ 15,44	24,68/ 4,78	25,22/ 4,26	4,11	3,22	3,90
6	847	838	793	14,81/ 5,59	13,73/ 17,48	12,77/ 32,18	24,68/ 19,16	25,75/ 4,78	37,03/ 7,98	4,85	3,36	5,72
7	–	868	826	–	12,99/ 18,35	10,47/ 34,46	–	8,59/ 4,26	52,58/ 9,06	–	1,12	8,12
ΣQ <sub>CO</sub> , мг/(Г·год)										10,4	8,1	18,0

*Примітка:* \* – умови проведення при продуванні через термокамеру: 1 – повітря (V=590 дм<sup>3</sup>/год), ΔMn<sub>1</sub>=46,0 г; 2 – суміші повітря та CO<sub>2</sub> (2:3) при витраті CO<sub>2</sub> 60 дм<sup>3</sup>/год (V=392 дм<sup>3</sup>/год), ΔMn<sub>2</sub>=35,3 г; 3 – суміші повітря та CO<sub>2</sub> (2:3) при витраті CO<sub>2</sub> 130 дм<sup>3</sup>/год (V=464 дм<sup>3</sup>/год), ΔMn<sub>3</sub>=24,2 г

Встановлено, що при нанесенні на вуглецевий матеріал діоксиду марганцю значно зростає швидкість процесу доокислення монооксиду карбону до діоксиду при зниженні його концентрацій із 13000–16000 мг/м<sup>3</sup> до 500 мг/м<sup>3</sup> при температурах 500–850 °C. Недоліком процесу є збільшення втрат вуглецевого матеріалу в 1,6–2,0 рази за рахунок прискорення процесів окислення CO до CO<sub>2</sub> і вугілля до CO та CO<sub>2</sub>. Ефективність дії каталізатора знижується при зменшенні концентрації кисню в газовій суміші до ~8 %. При цьому зменшуються втрати вуглецю за рахунок окислення майже в 3 рази в порівнянні з процесом при концентрації кисню 21 % без застосування каталізатора.

### Література:

1. Numerical analysis of the physical fields in the process of electrode blanks graphitization in the castner furnace / Karvatskii A., Leleka S., Pedchenko A., Lazariev T. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6, Issue 5 (84). P. 19–25. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.83191>.

2. Тепловые и химические аспекты образования CO в процессе обжига электродов / Панов Е. Н., Шилович И. Л., Иваненко Е. И., Буряк В. В. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2012. Т. 4, № 6 (58). С. 15–18. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/5586/5026>.



3. Rattan G., Kumar M. Carbon Monoxide Oxidation Using Cobalt Catalysts: A Short Review // Chemistry & Chemical Technology. 2014. Vol. 8, Issue 3. P. 249–260. doi: <https://doi.org/10.23939/chcht08.03.249>.
4. Разработка новых катализаторов гетерогенно-каталитического окисления CO в CO<sub>2</sub> на основе β-дикетонатов металлов и синтетической пенокерамики / Цыганова Е. И., Диденкулова И. И., Шекунова В. М., Александров Ю. А. // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2007. № 2. С. 95–101.
5. Высокоэффективные оксидно-марганцевые катализаторы реакции окисления CO / Иванова Н. Д., Иванов С. В., Болдырев Е. И., Сокольский Г. В., Макеева И. С. // Журнал прикладной химии. 2002. Т. 75, № 9. С. 1452–1455.
6. Kašpar J., Fornasiero P., Hickey N. Automotive catalytic converters: current status and some perspectives // Catalysis Today. 2003. Vol. 77, Issue 4. P. 419–449. doi: [https://doi.org/10.1016/s0920-5861\(02\)00384-x](https://doi.org/10.1016/s0920-5861(02)00384-x).
7. Study of Hopcalite (CuMnOx) Catalysts Prepared Through A Novel Route for the Oxidation of Carbon Monoxide at Low Temperature / Dey S., Dhal G. C., Mohan D., Prasad R. // Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis. 2017. Vol. 12, Issue 3. P. 393–407. doi: <https://doi.org/10.9767/bcrec.12.3.882.393-407>.
8. Effects of Doping on the Performance of CuMnOx Catalyst for CO Oxidation / Dey S., Dhal G. C., Prasad R., Mohan D. // Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis. 2017. Vol. 12, Issue 3. P. 370–383. doi: <https://doi.org/10.9767/bcrec.12.3.901.370-383>.
9. Хохотва А. П., Мельникова Н. В. Очистка фенолсодержащих вод окислением на суспензии MnO<sub>2</sub> // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2008. № 5. С. 59–61.



УДК 676

## НАТРОННА ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**А.В. Коваленко<sup>1</sup>, В.В. Галиш<sup>1,2</sup>, М.І. Скиба<sup>3</sup>**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

<sup>2</sup>*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України*  
вул. Генерала Наумова 17, Київ-164, 03164, Україна

<sup>3</sup>*Український державний хіміко-технологічний університет*  
пр. Гагаріна, 8, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000, Україна

**e-mail:** v.galysh@gmail.com

На сьогоднішній день необхідно розвивати використання нових сировинних ресурсів для виробництва товарів народного споживання. В останнє десятиліття в усьому світі спостерігається все більший інтерес до розробки нових методів виробництва цінної продукції, в тому числі хімікатів та палива, із відновлюваної сировини. Особливий інтерес представляє хімічна та біохімічна переробка вторинних лігноцелюлозних матеріалів, а саме рослинних залишків агропромислового комплексу. Сьогодні ці залишки використовується в невеликій кількості як корм худобі або органічний компост. Невелика частина цих відходів також спалюється як тверде паливо, але більша їх частина все ж залишається невикористаною і потребує утилізації. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки ефективних способів її переробки. Будь-який рослинний матеріал складається з целюлози, геміцелюлоз, лігніну та інших компонентів у невеликих кількостях, які

характеризуються різними властивостями, включаючи сорбційні, завдяки багатокomпонентному складу та наявності різних активних функціональних груп. Переробка відходів та побічних продуктів рослинної сировини в целюлозу, волокнисті напівфабрикати та біосорбенти вважається перспективною галуззю хімічної технології та екології.

Багаса (залишки стебел після видалення соку) та солома (листя) (рис. 1) – це низькоцінні побічні продукти, що є результатом переробки цукрової тростини, які вважаються перспективним матеріалом для отримання ряду цінних продуктів [1, 2].



**Рис.1. Відходи переробки цукрової тростини: а – багаса; б – солома**

Метою даної роботи було отримання волокнистих напівфабрикатів із залишків переробки цукрової тростини за допомогою лужної обробки та дослідження впливу тривалості процесу делігніфікації на вихід продукту та вміст в ньому лігніну.

Результати дослідження показали, що багаса (целюлоза 42,1%, геміцелюлози 33,8%, лігнін 21,4%, екстрактивні речовини 0,8%, зола 3%) та солома (целюлоза 37,2% геміцелюлози 30,6%, лігнін 19,6%, екстрактивні речовини 4,3%, зола 7,8%) цукрової



тростини близькі за вмістом основних компонентів. Загалом отримані дані свідчать про високий вміст вуглеводних компонентів у досліджуваних матеріалах. Високий вміст високомолекулярної полісахаридної складової може свідчити про високу механічну міцність волокон.

Багаса та солома цукрової тростини піддавалися лужній обробці. Волокнисті напівфабрикати отримували в процесі двостадійної делігніфікації розчинами NaOH з концентрацією 4%, співвідношення тверда речовина/рідина становило 5:1, температура на обох стадіях складала 120 °С, час делігніфікації варіювали від 30 до 120 хвилин. В результаті отримали продукт світло-сіруватого кольору (рис. 2).



**Рис. 2. Волокнисті напівфабрикати, одержані натронним варінням відходів переробки цукрової тростини: а – багаси; б – соломи**

Результати лабораторних досліджень щодо визначення виходу волокнистого напівфабрикату та вмісту в ньому лігніну наведені на рис. 3. Аналіз одержаних даних показує, що збільшення часу обробки з 30 до 120 хв знижує вихід продукту на обох стадіях. Це пояснюється розчиненням низькомолекулярних фракцій вуглеводів, частковим видаленням лігніну та золи. Характерним в даному випадку є те, що на першій стадії варіння відбувається максимальне зниження виходу, причому для соломи це зниження є більш вираженим у

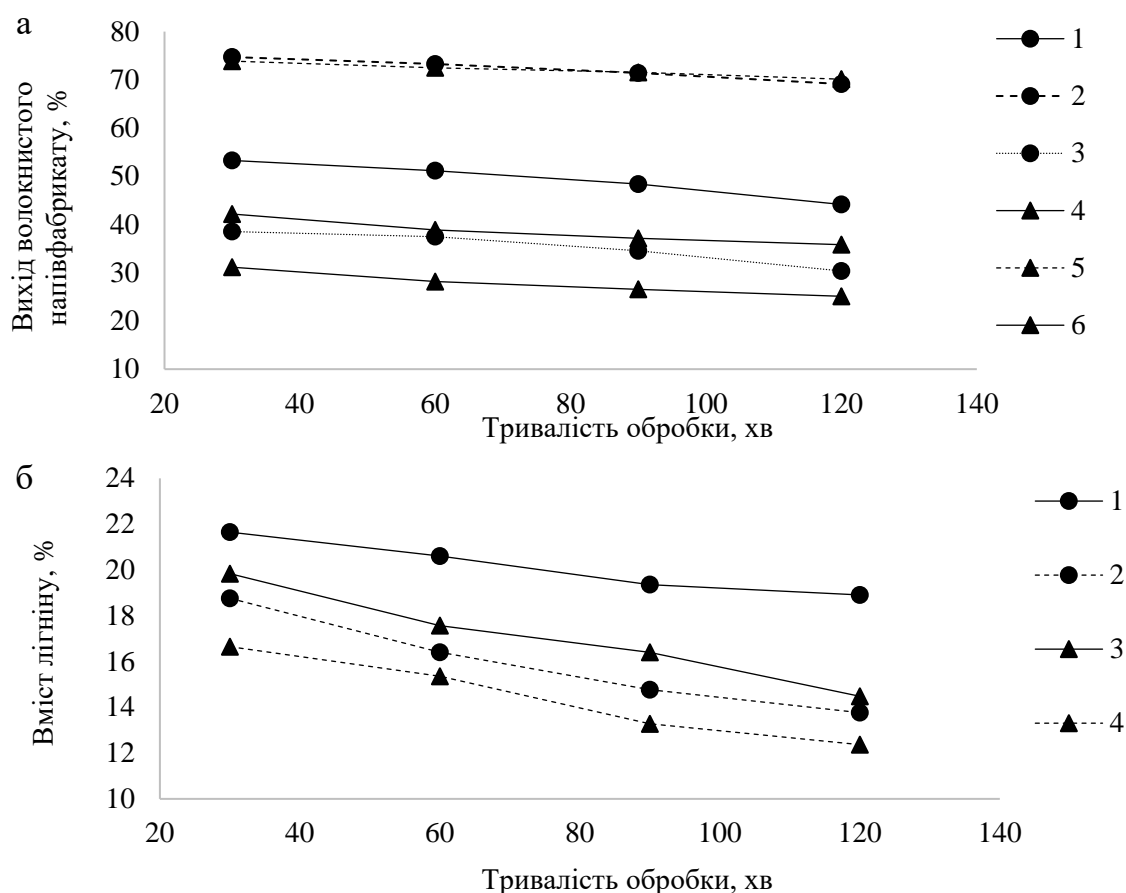




порівнянні з багасою. Що стосується другої стадії лужної обробки, то вихід продукту є однаковим в обох випадках. Відповідно найменшим загальним виходом у всьому дослідженому діапазоні температур характеризується волокнистий продукт, одержаний натронною делігніфикацією соломи цукрової тростини.

Дані рис. 3 показують, що зі збільшенням часу варіння вміст лігніну зменшується на обох стадіях обробки, що пояснюється частковим розчиненням лігніну та його переходом у розчин. Однак як видно з наведених даних, одержаний продукт є волокнистим напівфабрикатом з досить високим вмістом лігніну.

Процес вибілювання волокнистих напівфабрикатів проводили за схемою, яка передбачала стадію хелатування з використанням трилону Б (витрата 0,2 % від маси а.с.с.) з наступним вибілюванням пероксидом водню з витратою 2 % та 3 % від маси а.с.с. на третій та четвертій стадії, відповідно, а також стадію кислотування. Вихід целюлози після вибілювання склав від 90 до 88 % для багаси та від 89 до 87 % для соломи цукрової тростини. Застосування такої схеми дозволило майже повністю видалити лігнін з целюлози, проте колір кінцевого продукту при цьому залишився світло-жовтуватим, що, очевидно, є характерною особливістю даного виду сировини.



**Рис. 3.** Вплив тривалості натронної делігніфикації на вихід волокнистого напівфабрикату (а: 1 – з багаси після першої стадії; 2 – з багаси після другої стадії; 3 – загальний вихід з багаси після двох стадій; 4 – з соломи після першої стадії; 5 – з соломи після другої стадії; 6 – загальний вихід з соломи після двох стадій) та вміст в ньому лігніну (б: 1 – з багаси після першої стадії; 2 – з багаси після другої стадії; 3 – з соломи після першої стадії; 4 – з соломи після другої стадії)

Загалом, можна зробити висновок, що залишки переробки цукрової тростини можна розглядати як перспективну сировину для отримання волокнистих напівфабрикатів багатофункціонального призначення, наприклад, для потреб целюлозно-паперової



промисловості, задля хімічної переробки в цінні продукти задля виробництва широкого спектру продуктів.

#### Література:

1. Halysh V., Sevastyanova O., de Carvalho D.M., et al. Effect of oxidative treatment on composition and properties of sorbents prepared from sugarcane residues. *Industrial Crops and Products*. – 2019. – №139. – P. 111566.
2. Carvalho D.M.D., Sevastyanova O., Queiroz, J.H.D., et al. Cold alkaline extraction as a pretreatment for bioethanol production from eucalyptus, sugarcane bagasse and sugarcane straw. *Energy Conversion and management*. – 2016. – №124. – P. 315–324.



УДК 504.062

## HYDROTHERMAL CONVERSION OF HUMIC ACIDS

**I. Kozyatnyk<sup>1,2</sup>, K.G. Latham<sup>1</sup>, S. Jansson<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Umeå University,*

SE-901 87 Umeå, Sweden

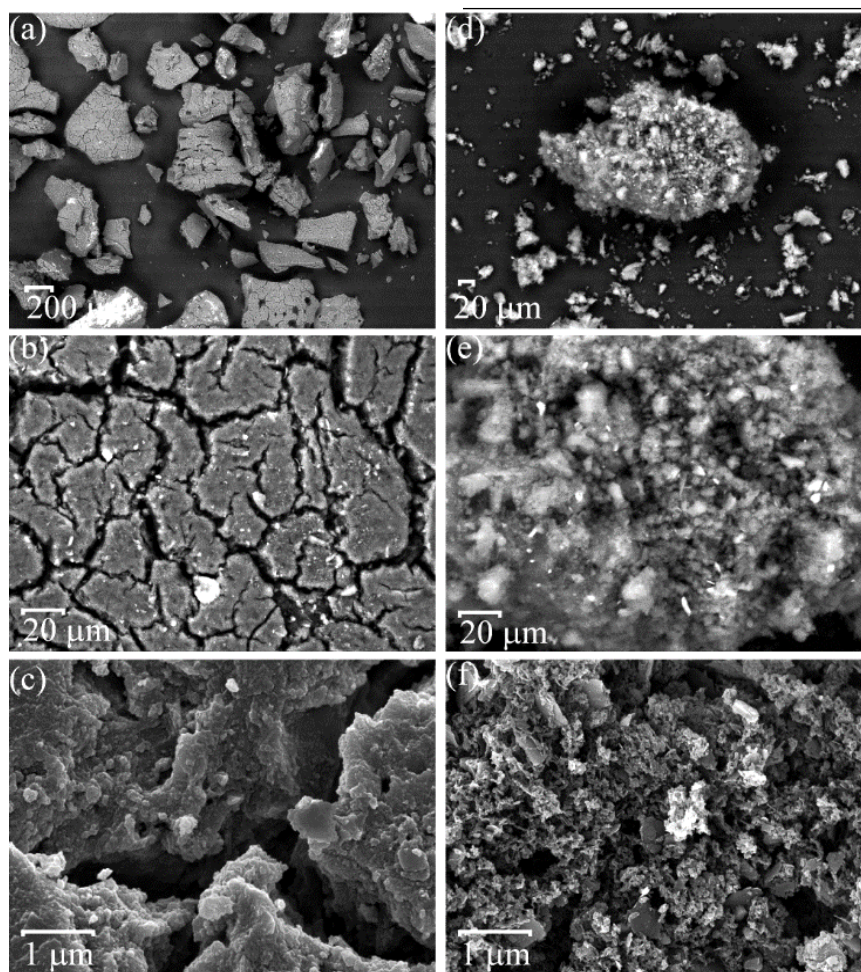
<sup>2</sup>*Linköping University,*

581 83 Linköping, Sweden

**e-mail:** ivan.kozyatnyk@liu.se

HA has the propensity to foul membranes, ion exchange resins, and lead to biofouling in water supply systems. As a result, the waste stream from water treatment facilities employing membrane and ion exchange technologies contain high amounts (up to grams per liter) of HA [1]. Currently, these streams are simply discharged into the environment, missing an opportunity to valorize the HA contained in the waste stream into useful carbon products. This is important to note as HA are one of the few naturally occurring sources of aromatic molecules [2]. Unfortunately, the methods used to convert HA into advanced carbon materials utilize high temperatures, toxic reagents and require the HA to be dry before processing [3]. As the major source of HA comes from water treatment facilities and dewatering the HA is considerably inefficient, this prevents these conversion techniques from being economically and environmentally feasible. Thus, to make HA conversion from water treatment facilities feasible, it requires a method that can handle wet HA.

Hydrothermal carbonization (HTC) is a low temperature (200-300 °C) carbonization technique that has been shown to successfully convert wet biomass into carbonaceous materials. HTC works by decomposing biomass via a series of liquid-phase reactions, which increase the carbon content through the removal of oxygen and hydrogen. The result is a mixture of solid (20-50%), liquid (40-70%) and gas (5-10%) products, which are easily mechanically separated [4]. Regarding water treatment, HTC has been shown to be a highly effective, low energy method for the dewatering of excess sludge [5]. Thus, HTC is one of the most promising techniques to convert wet biomass and the wet HA materials from water treatment facilities into liquid products and advanced carbon materials.



**Fig 1. Scanning electron microphotographs of initial HA (a, b, and c) and material obtained after HTC (d, e, and f) at different magnifications. Images a, b, d and e were obtained on a ZEISS EVO under low vacuum mode. Images e and f were obtained on a ZEISS MERLIN FE-SEM**

At this stage, the production of carbon materials from HA using HTC has not been examined. Thus, the objective of this work was to study of the possibility to valorize HA by hydrothermal processing and examine physicochemical properties of HA pre- and post HTC.

HTC treatment introduced changes to the morphology of HA (Fig. 1). The large, cracked, shard-like fragments in HA (Fig. 1a, b) are transformed during HTC into an amorphous macrostructure, seemingly consisting of many light fragments (Fig. 1d, e), of many different particle sizes. Examination of the same material at higher magnification by field emission SEM allows us to conclude that these macroparticles were composed from many lamellar particles (Fig. 1 f). This change in morphology was also coupled with a significant increase in surface area ( $0.41 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  in HA to  $103.0 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  in HA after HTC).

The results of the XPS, FTIR and NMR indicate that HA under hydrothermal carbonization undergoes a condensation of the aromatic structure, evident from the increase in carbon in the XPS, and aromatic region in the NMR (~130 ppm). HTC works by decomposing biomass via a series of liquid-phase reactions (e.g., dehydration, Diels Alder, fragmentation, retro-aldols and condensation). For instance, the HTC of saccharides or cellulose leads to the formation of spherical carbon particles with a furanic-based chemical structure [6, 7], while HTC processing of lignin leads to non-uniform carbon particles with an aromatic-based structure [8]. Overall, the results of the XPS, FTIR and NMR indicate that HA under hydrothermal carbonization undergoes a condensation of the aromatic structure, evident from the increase in carbon in the



XPS, and aromatic region in the NMR (~130 ppm). This is very different to the NMR of HTC from carbohydrates (i.e. glucose), which present two distinct peaks at 110 and 150 ppm, representing furanic structures[9] whereas HTC of lignin produces a predominately aromatic material[10]. Thus, we suggest that the HTC mechanism is more likely to be similar to lignin than carbohydrates. Furthermore, carboxylic acids are lost from the surface of HA, with ether and alcohols increasing as a result of their loss.

The structural breakdown of HA into various macromolecules can be reflected by examining the changing molecular weights in the solution pre- and post HTC.[11]. The organic matter in the initial HA solution was distributed in the range between 110 kDa and 15 kDa, with the largest peak 91-64 kDa (17-21 minutes). These high molecular fractions of HA were lost after HTC, either by fragmentation into smaller molecules or polymerized into the solid carbonaceous product. After HTC, several products were formed with lower molecular weights. Overall, the molecular weight distribution in the water pre- and post- HTC indicated that the structure was degraded into several different fragments from the large peak that was initially present.

### References:

1. M. Kabsch-Korbutowicz, J. Wisniewski, S. Łakomska, A. Urbanowska, Application of UF, NF and ED in natural organic matter removal from ion-exchange spent regenerant brine, *Desalination*, 280 (2011) 428-431.
2. L. Verdickt, W. Closset, V. D'Haeseleer, J. Cromphout, Applicability of ion exchange for NOM removal from a sulfate-rich surface water incorporating full reuse of the brine, *Water Sci. Technol. Water Supply*, 12 (2012) 878-887.
3. Y.M. Shulga, S.A. Baskakov, Y.V. Baskakova, A.S. Lobach, Y.M. Volkovich, V.E. Sosenkin, N.Y. Shulga, Y.N. Parkhomenko, A. Michtchenko, Y. Kumar, Hybrid porous carbon materials derived from composite of humic acid and graphene oxide, *Microporous and Mesoporous Materials*, 245 (2017) 24-30.
4. J.A. Libra, K.S. Ro, C. Kammann, A. Funke, N.D. Berge, Y. Neubauer, M.M. Titirici, C. Fühner, O. Bens, J. Kern, K.H. Emmerich, Hydrothermal carbonization of biomass residuals: A comparative review of the chemistry, processes and applications of wet and dry pyrolysis, *Biofuels*, 2 (2011) 71-106.
5. L. Wang, A. Li, Hydrothermal treatment coupled with mechanical expression at increased temperature for excess sludge dewatering: The dewatering performance and the characteristics of products, *Water Research*, 68 (2015) 291-303.
6. K.G. Latham, A. Rawal, J.M. Hook, S.W. Donne, Molecular structures driving pseudo-capacitance in hydrothermal nanostructured carbons, *RSC Adv.*, 6 (2016) 12964-12976.
7. C. Falco, N. Baccile, M.M. Titirici, Morphological and structural differences between glucose, cellulose and lignocellulosic biomass derived hydrothermal carbons, *Green Chem.*, 13 (2011) 3273-3281.
8. E. Atta-Obeng, B. Dawson-Andoh, M.S. Seehra, U. Geddam, J. Poston, J. Leisen, Physico-chemical characterization of carbons produced from technical lignin by sub-critical hydrothermal carbonization, *Biomass Bioenergy*, 107 (2017) 172-181.
9. N. Baccile, G. Laurent, F. Babonneau, F. Fayon, M.-M. Titirici, M. Antonietti, Structural Characterization of Hydrothermal Carbon Spheres by Advanced Solid-State MAS <sup>13</sup>C NMR Investigations, *The Journal of Physical Chemistry C*, 113 (2009) 9644-9654.
10. H. Wikberg, T. Ohra-aho, F. Pileidis, M.-M. Titirici, Structural and Morphological Changes in Kraft Lignin during Hydrothermal Carbonization, *Acs Sustain Chem Eng*, 3 (2015) 2737-2745.
11. A. Matilainen, E.T. Gjessing, T. Lahtinen, L. Hed, A. Bhatnagar, M. Sillanpää, An overview of the methods used in the characterisation of natural organic matter (NOM) in relation to drinking water treatment, *Chemosphere*, 83 (2011) 1431-1442.



УДК 662.761:662.762:662.763

## ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ

**А.Л. Концевой, С.А. Концевой**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

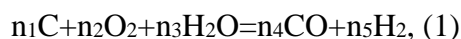
**e-mail:** kontsev@xtf.kpi.ua

Газифікація твердого палива широко використовувалася до 60-х років минулого століття і була витиснена конверсією природного газу. В умовах обмежених запасів нафти і газу в Україні виникає необхідність перегляду структури паливно-енергетичного комплексу країни і переорієнтація його на більш широке застосування вугілля. За геологічними запасами вкопного вугілля Україна посідає перше місце в Європі і восьме місце в світі.

Раціональне використання твердого палива передбачає переробку твердого палива у вуглеводневу сировину та водень шляхом його газифікації [1–3]. Як окиснювачі або газифікуючі агенти застосовують кисень, водяну пару або суміш цих речовин. У залежності від складу, співвідношення початкових речовин, температури, тиску і тривалості взаємодії можна отримати газові суміші різного складу. Вибір виду газифікації визначається складом генераторного газу та подальшим його використанням (газ для енергетичних установок, синтез-газ для виробництва аміаку, метанолу чи водню та ін.).

Рівноважний склад генераторних газів залежить від умов процесу газифікації (температури, тиску, складу і виду дуття). Існуюча методика [2] термодинамічного розрахунку передбачає рішення системи шести рівнянь методом послідовних наближень і визначає склад генераторного газу, отриманого при газифікації ідеального вугілля, яке на 100% складається з вуглецю. При цьому відсутні відомості про вихід генераторного газу і повноту газифікації вугілля, а також про термодинамічний розрахунок з врахуванням реальних складів вугілля та дуття. Отримані результати можуть бути використані тільки для визначення впливу параметрів процесу на відсотковий склад генераторного газу.

Наш алгоритм базується на попередньому розрахунку вихідних об'ємів газів, що утворюються при взаємодії певної кількості вугілля (з врахуванням і без нього його зольності) з окисниками згідно умовно незворотної бруто реакції:



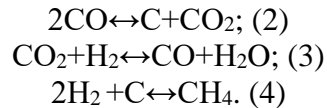
де  $n_1 = 2, n_2 = 1, n_3 = 0, n_4 = 2, n_5 = 0$  для повітряного дуття;

$n_1 = 1, n_2 = 0, n_3 = 1, n_4 = 1, n_5 = 1$  для парового дуття;

$n_1 = 3, n_2 = 1, n_3 = 1, n_4 = 3, n_5 = 1$  для паро-киснево-повітряного дуття;

Цей прийом дозволяє задати кількість і склад вихідного газу, що за оборотними реакціями (2-4) визначає рівноважний склад генераторного газу. Застосування парового дуття безперспективне тому, що можлива тільки періодична реалізація газифікації. У випадку повітряного дуття отримують низькокалорійний газ. Відмітимо, що безперервна автотермічна газифікація вугілля можлива з використанням паро-киснево-повітряного дуття або паро-кисневого дуття. Саме тому цей промислово важливий варіант і був нами розглянутий.

Нами розроблено метод розрахунку рівноважного складу газу з врахуванням кількості та складу вугілля, яке піддається безперервній паро-киснево-повітряній газифікації. Вибрано три реакції, що достатньо повно описують різноманітні методи газифікації:



На основі виразів констант рівноваги цих реакцій, значень вихідних концентраційних параметрів, тиску і температури газифікації твердого палива виведено систему трьох рівнянь. Рішення системи в середовищі MathCAD надає значення рівноважного ступеня перетворення:  $x$  – по  $\text{CO}$ ,  $y$  – по  $\text{CO}_2$ , та  $z$  – по  $\text{H}_2$  для вище наведених реакцій, що дозволяє визначити рівноважний склад генераторного газу. Особливістю запропонованої математичної моделі є можливість складання матеріального балансу процесу. Вивчено вплив температури і надлишку водяної пари на рівноважний склад компонентів і повноту газифікації. Багатоваріантні розрахунки визначили температуру початку повного перетворення вугілля для різних сумішей окисників. Дослідження впливу параметрів газифікації: тиск 2 МПа, об'ємне співвідношення в газовій суміші:  $\text{N}_2/\text{O}_2 = 1$ ;  $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2 = 1$  показало, що повна газифікація можлива при температурі більше 1300 °С, а при тиску 2 МПа, об'ємному співвідношенні у газовій суміші:  $\text{N}_2/\text{O}_2 = 1$ ;  $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2 = 2$  повна газифікація можлива при температурі більше 865 °С.

Отримані результати підтверджують можливість використання альтернативного методу, алгоритму і розробленої програми в середовищі MathCAD для розрахунку рівноважного складу генераторного газу, отриманого газифікацією вугілля паро-киснево-повітряним дуттям. Вивчено вплив температури і складу дуття на вміст компонентів генераторного газу і показники матеріального балансу. Багатоваріантні розрахунки визначають температуру початку повного перетворення вугілля для різних видів дуття. Запропонований метод при відповідному доопрацюванні алгоритму може бути використаний для розрахунків газифікації вугілля реального складу, що містить кисень, водень, сірку, вологу і золу.

#### Література:

1. Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В.В. Основи хімії і фізики горючих копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – 640 с.
2. Справочник азотчика. / Под редакцией Е. Я. Мельникова. – М.: Химия, 1967. – 492 с.
3. Справочник азотчика. 2-е изд. перераб. / Под редакцией Е. Я. Мельникова. – М.: Химия, 1986. – 512 с.





УДК 606:628.316.12/.358

## ВИКОРИСТАННЯ БІОРЕАКТОРА З *LEMNA MINOR* ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД СОЛОДОВОГО ЗАВОДУ ВІД СПЛУК ФЕРУМУ

Л.А. Саблій<sup>1</sup>, О.М. Ободович<sup>2</sup>, М.С. Коренчук<sup>1</sup>, В.В. Сидоренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна

<sup>2</sup>Інститут технічної теплофізики НАН України  
вул. Булаховського, 2, Київ, 03164, Україна

**e-mail:** korenchukmykola@gmail.com

Діяльність промислових підприємств харчової промисловості, зокрема солодових виробництв, включає технологічні процеси промивки і обробки сировини, в результаті яких утворюються стічні води, що містять завислі домішки, розчинені органічні речовини, сполуки азоту й фосфору, іони важких металів, солі та ін. у концентраціях, які перевищують норми, і тому потребують належного очищення перед відведенням у природну водойму.

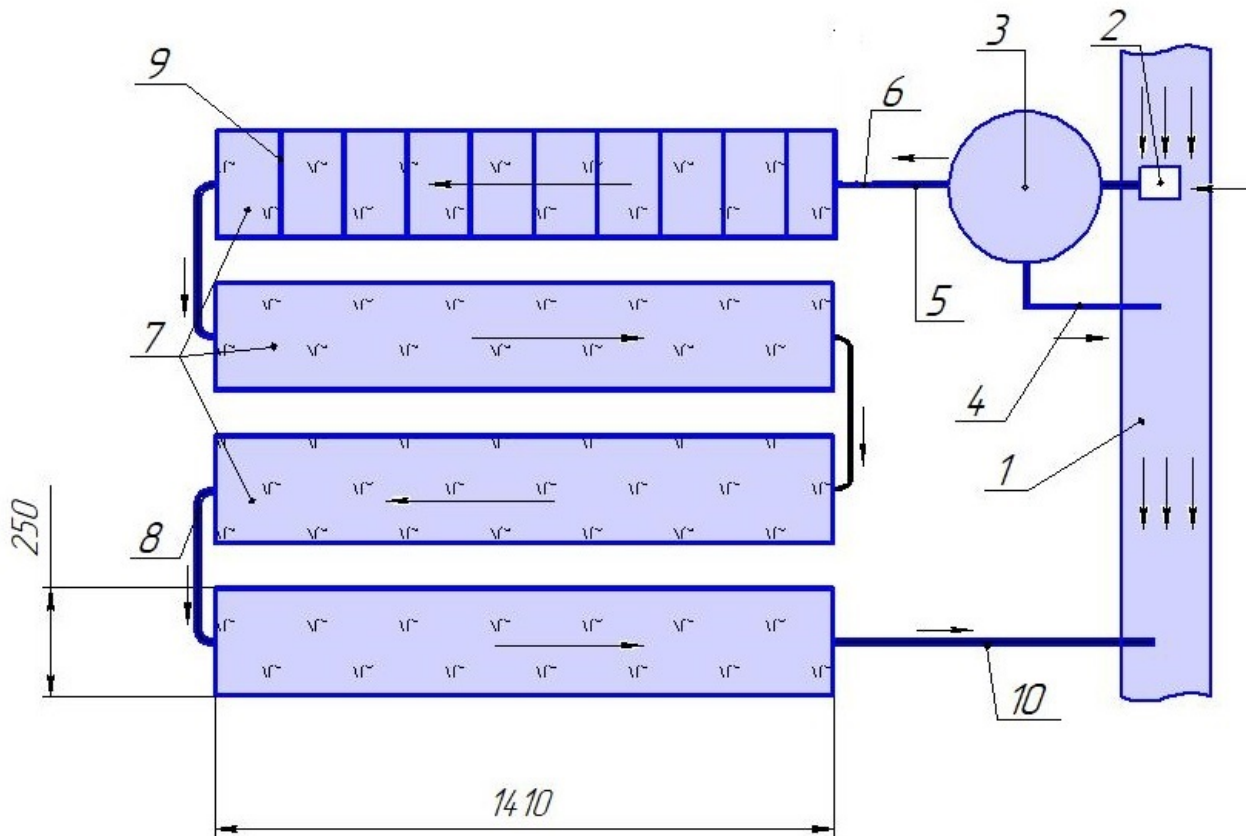
Технологічний процес виробництва солоду включає в себе наступні операції: прийом зерна, його очистку, сортування і замочування, пророщування зерен ячменю, сушку та відбивання ростків, складування й відпуск солоду. В результаті утворюються стічні води з високим вмістом органічних речовин, сполук азоту, фосфору та ін. забруднюючих речовин. Також, в стічних водах присутні сполуки феруму (III), які утворюють хелатні комплекси з органічними речовинами та водорозчинні сполуки за рахунок ковалентних зв'язків [1]. Додатковим джерелом надходження феруму у воду є додавання в процесах очищення стічних вод залізовмісного коагулянту FeCl<sub>3</sub> для підвищення ефективності осадження активного мулу і очищення стічних вод від фосфатів.

Метою даної роботи є визначення раціональних параметрів очищення стічних вод солодового заводу від сполук феруму у проточному експериментальному біореакторі із застосуванням ряскових і встановлення впливу вихідної концентрації феруму, кількості внесеної біомаси та тривалості процесу очищення на зниження вмісту сполук феруму у стічній воді.

Дослідження проводили на діючих очисних спорудах біологічного очищення стічних вод солодового заводу. Стічні води солодового заводу після повного біологічного очищення характеризуються наступними середніми показниками: рН – 6,8; хімічне споживання кисню – 2850 мг/дм<sup>3</sup>; завислі речовини – 24 мг/дм<sup>3</sup>; концентрація іонів NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, - 1,5 мг/дм<sup>3</sup>; NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - 0,02 мг/дм<sup>3</sup>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - 30 мг/дм<sup>3</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>3-</sup> - 10 мг/дм<sup>3</sup>; SO<sub>4</sub><sup>-</sup> - 34 мг/дм<sup>3</sup>; Fe<sub>заг</sub> - 0,9 мг/дм<sup>3</sup>. В період досліджень концентрація Fe<sub>заг</sub> коливалась в межах 0,2-1,3 мг/дм<sup>3</sup>. Гранично допустима концентрація скиду за показником заліза загального для очищених стічних вод становить 0,8 мг/дм<sup>3</sup>. Стічні води на підприємстві проходять такі етапи очищення: механічне на ситах (в основному, від лушпиння ячменю), усереднення, анаеробно-аеробне біологічне очищення в анаеробному реакторі, аеротенку, розділення очищеної води й активного мулу у вторинному відстійнику, знезараження розчином гіпохлориту натрію та відводяться у річку.

Ряску (*Lemna minor*), вирощену в нестерильних умовах, відбирали з культиватора з такими показниками води: рН - 7,0; концентрація розчиненого кисню - 3,4 мг/дм<sup>3</sup>; іонів: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – 1,8 мг/дм<sup>3</sup>; NO<sub>2</sub><sup>-</sup> – 0,7 мг/дм<sup>3</sup>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - 28,7 мг/дм<sup>3</sup>; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> - 3,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Для виконання досліджень застосовували напіввиробничу установку, схему якої наведено на рис. 1, яка була включена в технологію після вторинних відстійників.



**Рис. 1. Схема напіввиробничої експериментальної установки:**

- 1 – лоток для відведення стічної води після вторинних відстійників; 2 – відцентровий насос; 3 – бак сталі витрати; 4 – переливна трубка; 5 – з'єднувальна трубка; 6 – дозатор; 7 – біореактор; 8 – з'єднувальні трубки; 9 – касета з волокнистим носієм; 10 – трубопровід для відведення очищеної стічної води на знезараження**

Установка працює наступним чином. Стічну воду з лотка 1 закачували насосом 2 у бак 3. Надлишок води повертався в лоток 1 по трубці переливу 4, таким чином забезпечували сталий рівень води у баку 3. Звідси вода через трубку подачі стічної води 4 з кульовим краном 5 поступала в біореактор 6 із заданою сталою витратою. В біореакторі 6 стічна вода проходить через послідовно з'єднані ємності, контактує з іммобілізованими на носіях 9 мікроорганізмами і ряскою, яка росте у поверхневому шарі. У біореакторі відбувається очищення стічної води. Вода відводиться самопливним трубопроводом 10 у лоток 1 на знезараження.

Для дослідження впливу параметрів процесу очищення на ступінь зниження концентрації сполук феруму проводили відбір проб води з бака 3 та на виході з біореактора з трубопроводу 10. В ході досліджень змінювали тривалість процесу очищення від 3 до 12 год  $\text{дм}^3/\text{год}$  та величини біомаси – з 12 до 25 г на 1  $\text{дм}^3$  води.

Ефект очищення від іонів феруму визначали за рівнянням:

$$E = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \cdot 100, \% \quad (2.1)$$

де  $C_{in}$  – концентрація іонів феруму у воді на вході в біореактор,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $C_{ef}$  – концентрація іонів феруму в очищеній воді на виході з біореактора,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ .





Питоме навантаження на ряску за іонами феруму визначали за формулою:

$$Q_{\text{ряс.}} = \frac{C_{in} \cdot 24}{t \cdot B}, \text{ мг/(г} \cdot \text{ доба)}, \quad (2.2)$$

де  $t$  – тривалість очищення стічних вод в біореакторі, год;  $B$  – питома біомаса ряскових у біореакторі, г/дм<sup>3</sup>.

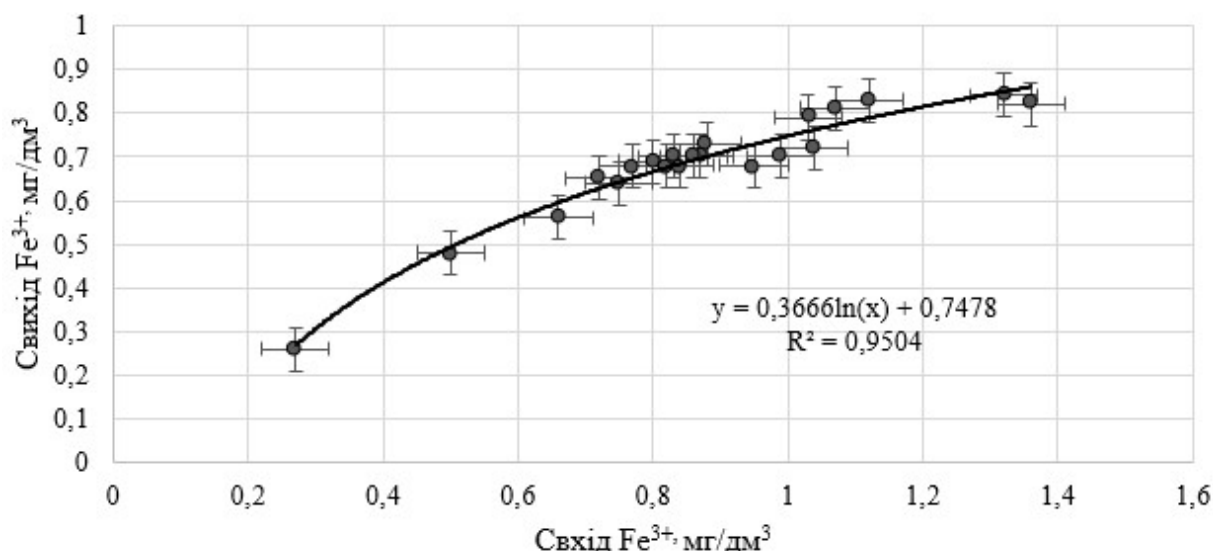
Питому швидкість видалення іонів феруму рясковими  $\rho$  визначали за формулою:

$$\rho = \frac{(C_{in} - C_{ef}) \cdot 24}{t \cdot B}, \text{ мг/(г} \cdot \text{ доба)}. \quad (2.3)$$

Потужність біореактора щодо видалення іонів феруму визначали за формулою:

$$\Pi = \frac{(C_{in} - C_{ef}) \cdot 24}{t}, \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3 \cdot \text{ доба}}. \quad (2.4)$$

В ході досліджень (рис. 2) отримано різке збільшення ступеня очищення за високих концентрацій феруму за рахунок зростання ефективності біосорбції клітинною стінкою, що відповідає ізотермам адсорбції Ленгмюра [2]. Найвищий ефект очищення - 40% був отриманий за найбільшої вхідної концентрації заліза у воді – 1,3 мг/дм<sup>3</sup>, за питомої біомаси 13±1 г/дм<sup>3</sup> та тривалості процесу очищення 8 годин.



**Рис. 2. Залежність концентрації феруму (III) в стічній воді на виході з біореактора від концентрації феруму (III) на вході в установку**

Встановлено, на підставі проведених виробничих досліджень доочищення стічних вод Славутського солодового заводу, раціональні величини технологічних параметрів: тривалість очищення – 8±0,2 год; питома біомаса *Letna minor* – 25±1 г/дм<sup>3</sup>, питома швидкість вилучення іонів феруму 0,19±0,05 мг/(г·доба); навантаження за іонами заліза на ряску 0,43±0,05 мг/(г·доба); потужність баореактора щодо видалення іонів феруму 1,8±0,3 мг/(дм<sup>3</sup>·доба). Період виходу біореактора з рясковими в робочий режим становить не більше 2-х діб. Розроблено біотехнологію, технологічну та апаратурну схеми доочищення стічних вод солодового заводу, яка забезпечує зниження концентрації іонів феруму в очищеній воді до 0,8 мг/дм<sup>3</sup>, нітратів до 25 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно до вимог скиду в річку Горинь. Технологію впроваджено на Славутському солодовому заводі. Собівартість доочищення 1 м<sup>3</sup> стічних вод становить 1,03 грн.



**Література:**

1. Rout G. R., Sahoo S. Role of iron in plant growth and metabolism. *Reviews in Agricultural Science*. 2015. Vol. 3, No. 0. С. 1–24.
2. Briat J.-F., Duc C., Ravet K., та ін. Ferritins and iron storage in plants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*. 2010. Vol. 1800, No. 8. С. 806–814.



УДК 547.118:547.438:627.257

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОРОЗІЇ МЕТАЛІВ ТА ЇХ ІНГІБУВАННЯ  
В СЕРЕДОВИЩАХ З РІЗНИМ СОЛЕВМІСТОМ**

**М. Космина, Т. Левчук, Ю. Носачова, В. Вембер**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** kosmina.k@gmail.com

Корозія є процесом хімічного або електрохімічного руйнування металів. Руйнівним середовищем може бути кисень повітря, різні гази і особливо водні розчини – електроліти, що знаходяться на поверхні сталі часто у вигляді найтоншої водяної плівки [1]. Електрохімічна корозія відбувається під дією електроліту, причому іони металу переходять в розчин. У розчині гідрати закису і окису заліза утворюють власне іржу, що осідає на поверхні сталі.

Процес хімічної корозії відбувається під дією сухих газів або в рідинах, що не проводять електричного струму [2]. Нерідко обидва зазначених процеси розвиваються спільно. Іржа внаслідок високої пористості не утворює захисної плівки, а навпаки, адсорбуючи вологу, вона інтенсифікує процес корозії. При високих температурах корозія протікає швидше. Корозія може розвиватися рівномірно по всій поверхні елемента або місцями. Особливу небезпеку становить межкристалічна (інтеркристалічна) корозія, при якій руйнування розвивається по гранях зерен металу [1].

Мідь і її сплави використовуються в хімічному машинобудуванні для виготовлення теплообмінної апаратури (випарні апарати, теплообмінники, конденсатори, різного роду змішувачі і т.п.). Пояснюється це високою теплопровідністю міді і її сплавів, їх добрими фізико-механічними властивостями при достатньо високій корозійній стійкості в ряді агресивних середовищ. Мідь і мідні сплави особливо широко застосовуються в установках глибокого холоду для одержання зріджених газів. Мідь добре обробляється як в холодному, так і гарячому стані, але володіє поганими литими властивостями. Домішки, які містяться у міді (кисень, сульфур, бісмут, плюмбум, ферум), як правило, є шкідливими. Чим чистіша мідь, тим кращі в неї механічні і корозійні властивості [3]. Розрізняють марки міді М0; М1; М2; М3; М4. Найчистіша мідь марки М0 (99,95% Cu), найбільше домішок у М4 (99,0% Cu). При нормальній температурі мідь є стійким металом в атмосферному середовищі, так як вона покривається продуктами окиснення (патиною), які протидіють подальшій корозії. При високих температурах мідь сильно окислюється [2]. При температурі вище 500 °С мідь не застосовується, бо швидкість її корозії перевищує 12 г/м<sup>2</sup> в добу. Звичайна і дистильована вода не викликають корозії міді, а в морській воді швидкість її корозії досягає 0,05 мм/рік. В розчинах мінеральних кислот мідь сильно руйнується особливо у присутності кисню. Мідь добре протистоїть



концентрованим HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, якщо в них немає кисню повітря. В HNO<sub>3</sub> мідь швидко руйнується [1].

Таблиця 1

## Вплив концентрації хлориду натрію на швидкість корозії різних сплавів при 20 °С

Метал	Склад середовища, С(NaCl), г/дм <sup>3</sup>	Швидкість корозії, W, г/м <sup>2</sup> год
Мідь М-2	0,5	0,00605
	1	0,007
	5	0,0087
	10	0,01574
	30	0,00705
	50	0,0185
	70	0,0232
	100	0,0637
Латунь Л62	0,5	0,007
	1	0,0099
	5	0,0021
	10	0,0375
	30	0,0109
	50	0,0232
	70	0,01735
	100	0,021
Сталь-3	0,5	0,033
	1	0,0309
	5	0,05455
	10	0,0438
	30	0,0386
	50	0,0357
	70	0,03365
	100	0,02815
Сталь-20	0,5	0,04145
	1	0,0458
	5	0,04365
	10	0,0345
	30	0,0315
	50	0,045
	70	0,03
	100	0,0475

Латуні – це сплави міді з цинком, які містять від 10 до 50% Zn, іноді додатково леговані рядом інших елементів (Al, Sn, Si, Ni та ін.). В першому випадку це, так звані, прості латуні, в другому – спеціальні латуні. В чистому кисні або повітрі латунь не окислюється і її широко застосовують для виготовлення теплообмінних апаратів кисневих установок, радіаторів машин. В розчинах мінеральних кислот латуні швидко руйнуються, особливо при наявності в розчині кисню. В цих умовах цинк руйнується швидше міді, тому більшість мінеральних кислот викликають вибіркочу корозію (обезцинкування латуней). Особливо сильно руйнуються латуні в розчинах нітратної кислоти. Лужні розчини також викликають корозію латуні, але при концентрації лугу менше 20 % швидкість корозії латуні складає 2 – 10 г/м<sup>2</sup> в



добу. Особливо сильно кородує латунь в аміачних розчинах. Латуні з підвищеним вмістом цинку більш стійкі проти хлору, сірководню і інших сухих газів, але в присутності вологи корозія їх сильно зростає [1].

Таблиця 2

**Ефективність зниження швидкості корозії металів з використанням в якості інгібітора композиції ОЕДФК та  $Zn^{2+}$  в кількості 10 мг/дм<sup>3</sup> по ОЕДФК та 5 мг/дм<sup>3</sup>**

Метал	Склад середовища, С(NaCl), г/дм <sup>3</sup>	Швидкість корозії, W, г/м <sup>2</sup> год	Коефіцієнт зниження швидкості корозії, J	Ступінь захисту, Z, %
Мідь М-2	0,5	0,00605	0	0
	1	0,0003	0	0
	5	0,00095	0,26	0
	10	0,01175	0,79	0
	30	0,01598	2,39	57,5
	50	0,02065	1,13	22
	70	0,01145	1,04	11,5
	100	0,02745	0,495	0
Латунь Л62	0,5	0,0011	0,144	0
	1	0,00115	0,11	0
	5	0,0016	1,03	2
	10	0,0007	0,003	0
	30	0,0032	0,355	0
	50	0,00635	0,3	0
	70	0,0081	0,46	0
	100	0,00855	0,435	0
Сталь-3	0,5	0,01455	0,385	0
	1	0,0364	0,215	0
	5	0,01535	1,475	32
	10	0,0199	0,45	0
	30	0,0145	0,355	0
	50	0,04	0,36	0
	70	0,024	0,71	0
	100	0,215	7,79	86
Сталь-20	0,5	0,03	0,795	0
	1	0,027	0,6	0
	5	0,08	1,82	45
	10	0,0465	0,85	0
	30	0,0425	0,92	0
	50	0,0245	0,8	0
	70	0,03	1,115	11
	100	0,0465	0,3225	0

Досить широко вивчені процеси протікання корозії в нейтральних водних середовищах на прикладах водопровідної або артезіанської води. Проте металеві конструкції часто перебувають і в агресивних середовищах, з підвищеним солевмістом або концентрацією



тих чи інших іонів. Тому цікаво було розглянути вплив концентрації середовища на перебіг корозії різних сплавів. В якості водного середовища в роботі використовували розчин хлориду натрію в діапазоні концентрацій від 0,5 до 100 г/дм<sup>3</sup>. Швидкість корозії визначали гравиметричним методом.

З отриманих результатів видно, що досить істотно вміст NaCl впливає на корозію сталей і майже не залежить від концентрації хлориду натрію. На відміну від залізомісних сплавів, метали, що містять мідь в меншій мірі зазнають корозійний вплив водного середовища, але з підвищенням концентрації NaCl ступінь корозії значно підвищується. Наприклад, для міді швидкість корозії зростає з 0,007 г/м<sup>2</sup>год до 0,0232 г/м<sup>2</sup>год при підвищенні концентрації хлориду натрію з 1 до 70 г/дм<sup>3</sup>.

Одним із ефективних методів захисту металевих конструкцій від корозії вважається використання інгібіторів. На даний час в якості інгібіторів використовуються різноманітні сполуки. До неорганічних інгібіторів можна віднести фосфати [4], хромати, біхромати, нітрати, поліфосфати, силікати. До органічних – аміни, органічні кислоти та солі, меркаптани та ін. Більшість летких інгібіторів являють собою суміші композицій органічних речовин або синтезованих органічних речовин [5]. Зменшенню швидкості корозійного процесу сприяють і деякі катіони, як правило, катіони d-металів [6]. За рахунок d-орбіталей іони металів приєднують кисень, що створює на поверхні сталі оксидну плівку, яка діє як бар'єр для дифузії кисню. Тому дослідження впливу іонів важких металів як інгібіторів корозії є важливою задачею для зниження ступеню корозії обладнання в замкнутих системах водопостачання.

Виходячи з наших попередніх досліджень, які виявили, що при введенні комплексу ОЕДФК+Zn<sup>2+</sup> відбувається зниження корозійної агресивності води. Захисна дія цих сполук пояснюється утворенням на поверхні металу важкорозчинних комплексів заліза і цинку з ОЕДФК, а також осадженням Zn(OH)<sub>2</sub> [7]. Саме тому в якості інгібітора корозії металів в розчині NaCl була використана композиція ОЕДФК та Zn<sup>2+</sup> в кількості 10 мг/дм<sup>3</sup> по ОЕДФК та 5 мг/дм<sup>3</sup> по іонам цинку.

Як видно з результатів дослідження, дана композиція виявилась неефективною при сповільненні корозії металів, які містять мідь та малоефективні при захисті різних марок сталі. Максимальний ступінь захисту вдалося досягти при використанні даної композиції для захисту сталі 20.

В подальшому плануються дослідження по визначенню ефективності інших груп інгібіторів.

#### Література:

1. Туфанов Д.Г. Корозійна стійкість нержавіючих сталей та чистих металів—М.: Металургія, 1982. –с.
2. Розенфельд И.Л. Коррозия і захист металів—М.: Металургія, 1970 –448 с
3. Жук Н.П. Курс теорії корозії та захисту металів. Т1, кн.2—М.: Металургія, 1991 – 462 с.
4. Tamazashvili, A. T., Mazna, J. I., Sirenko, L. V. (2012). Porivnyannya efektyvnosti fosfatnyh ingibitoriv koroziji stali u vodoprovodniy vodi. Vostochno-evropeyskiy zhurnal peredovyh tehnologiy, 2/13(56), 28–31.
5. Homelia, N. D., Shabliy T. A., Trokhymenko, A. G., Shuryberko, M. M. (2017). Novyye ingibitory koroziji i otlozheniya osadkov dlya system vodocyrkulyatsii. Himiya i tehnologiya vody, 39, 2, 169–177.
6. Mobin, M., Malik, A., Andijani, I. (2007). The effect of heavy metal ions on the localized corrosion behavior of steels. Desalination, 217, 1–3, 5, 233–241.



7. Shabliy T. Study of effectiveness of heavy metals ions as the inhibitors of steel corrosion/T. Shabliy, J. Nosachova, Y. Radovenchik, V. Vember//Eastern-European Journal of enterprise technologies. - 2017, №4/12(88). - P. 10-17.



УДК 697.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ТА ТЕПЛОТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ

**О.П. Крот**

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*

вул. Сумська, 40, Харків-02, 61002, Україна

**e-mail:** uch.opk@gmail.com

Муніципальні відходи, які несуть загрозу навколишньому середовищу, можуть бути не тільки небажаним продуктом суспільства, але і цінним енергетичним ресурсом. Отримання енергії з відходів дозволяє одночасно розв'язати проблему утилізації значної кількості накопичених відходів та отримати значну кількість енергії, яка може задовольнити потреби споживачів. Як показує світова практика [1,2] джерелом теплової енергії в системі теплопостачання є енергія, одержувана при спалюванні усіх типів муніципальних відходів; вона може замінити чверть споживання енергії в житлових приміщеннях. У роботах [3,4] порівнюється морфологічний склад побутових відходів в різних країнах, в залежності від місцевості (сільської і урбанізованої) та розроблено систему поводження з відходами – компостування або спалювання залежно від місцевості. У морфологічному складі в глобальних масштабах знижується доля фракції харчових і садових відходів, що може призвести до обмеження використання компостування і отримання біогазу з відходів. Якщо розглядати варіант термічного знешкодження відходів, то зменшення кількості харчових відходів призводить до зниження їх вологості, а збільшення полімерної складової підвищить кількість тепла від спалювання відходів. Відходи від торговельних комплексів, муніципальних установ, вокзалів, закладів освіти та лікарень складають суттєву частку відходів. Морфологічний склад твердих побутових відходів було визначено відповідно вимогам [5] за джерелами їх утворення – житлові будинки (багатоквартирні та одноквартирні) та невиробнича сфера, установи та організації. Склад відходів визначався протягом чотирьох сезонів року.

Було рекомендовано морфологічний склад твердих побутових відходів (ТПВ) визначати за такою класифікацією: харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо); папір та картон; полімери (пластик, пластмаси); скло; чорні метали; кольорові метали; текстиль; дерево; небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо); кістки, шкіра, гума; залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо).

Перехід від категоріального аналізу до середнього хімічного аналізу забезпечує основу для стехіометричних розрахунків. Елементарний хімічний склад відходів (процентний вміст основних хімічних складових: вуглецю, водню, кисню, сірки, азоту, хлору і золи) є важливим внеском в оцінку теплової характеристики, вимог до кількості повітря для горіння, матеріального балансу сміттєспалювального заводу тощо.

Теплоту згоряння визначають двома методами: експериментальним і розрахунковим. При експериментальному визначенні теплоти згоряння застосовують калориметри. Сутність експериментального методу визначення теплоти згоряння палива полягає в



спалюванні проби досліджуваного палива (наприклад, твердих побутових відходів) в середовищі стисненого кисню в герметично закритому металевому посуді (калориметричних бомбі), зануреному в воду. При цьому вся теплота палива, що виділяється, сприймається водою і вимірюється. Знаючи масу води, зміни її температури можна обчислити теплоту згоряння. Цей метод хороший тим, що простий. Для визначення теплоти згоряння досить мати дані технічного аналізу. Недоліком методу є систематичні похибки, які обумовлені обмеженою точністю приладу, неправильним вибором методу вимірювання, неправильною установкою приладу або недообліком деяких зовнішніх чинників, наприклад теплообміну калориметра з зовнішнім середовищем при визначенні теплоти згоряння палива.

Вагомою характеристикою відходів є їх теплотворна здатність. ТПВ можна віднести до низькокалорійного палива. Якщо розглядати окремі складові відходів, то теплота згоряння пластмаси може становити 43,7 МДж/кг. Теплова цінність відходів прямо пропорційна вмісту вуглецю у відходах і обернено пропорційна зольності і вмісту вологи. Теплотворну здатність відходів традиційно розраховують за емпіричною формулою Менделєєва.

Шведський вчений Таннер представив властивості відходів, які визначають спалювання, у вигляді трикутника, який ілюструє три компонента: золу, воду та легкозаймисті речовини, сума яких завжди дорівнює 100% [6,7]. Особливістю цього трикутника є відсутність такого показника, як теплотворна здатність відходів. Таннер встановив, що органічні речовини можуть самостійно забезпечувати стабільність процесу горіння при утриманні в них горючих речовин не менше 25%, а вологи (W) і золи (A) - не більше 50% і 60% відповідно. Згідно виконаним розрахунками (таблиця 1), всі зразки потрапляють в заштриховану область трикутника Таннера, як представлено на рис. 1.

Таблиця 1

### Вихідні дані по Харкову для оцінки горючості відходів по Таннеру, %

Параметр	Багатоповерхові будинки	Приватний сектор	Середньозважений показник у житловій забудові	Невиробнича сфера
C	41,5	42,88	40,94	42,86
H	5,79	5,93	5,78	6,6
N	1,36	1,36	1,75	0,73
S	0,15	0,16	0,16	0,1
O	25,46	26,25	25,55	26,27
Горючі	47,85	50,10	41,57	56,65
A	16,58	15,32	14,46	17,34
W	35,57	34,58	43,97	26,00
Параметр	ТПВ підприємств	У середньому по місту	Люботинський сміттєспалювальний завод	
C	41,54	41,54	56,07	
H	5,91	5,88	9,52	
N	0,51	1,29	0,492	
S	0,12	0,14	0,06	
O	26,67	25,76	17,34	
Горючі	62,69	49,05	67,81	
A	21,18	16,69	13,42	
W	16,12	34,25	18,77	



**Висновки.** Побутові відходи від промислових підприємств та невиробничої сфери володіють досить високими горючими властивостями, це дає можливість спалювати їх в печах з подальшим отриманням тепла.

Для проектування устаткування термічного знешкодження відходів основну вагу мають відходи, які будуть підтримувати процеси горіння та ті які навпаки будуть заважати цьому. Таким чином морфологічний склад відходів можна розділити на такі категорії: відходи, що мають цінність для промисловості (повторне використання без попередньої підготовки); легкозаймисті відходи; годні для термічного знешкодження; небезпечні відходи; ефективні для компостування.

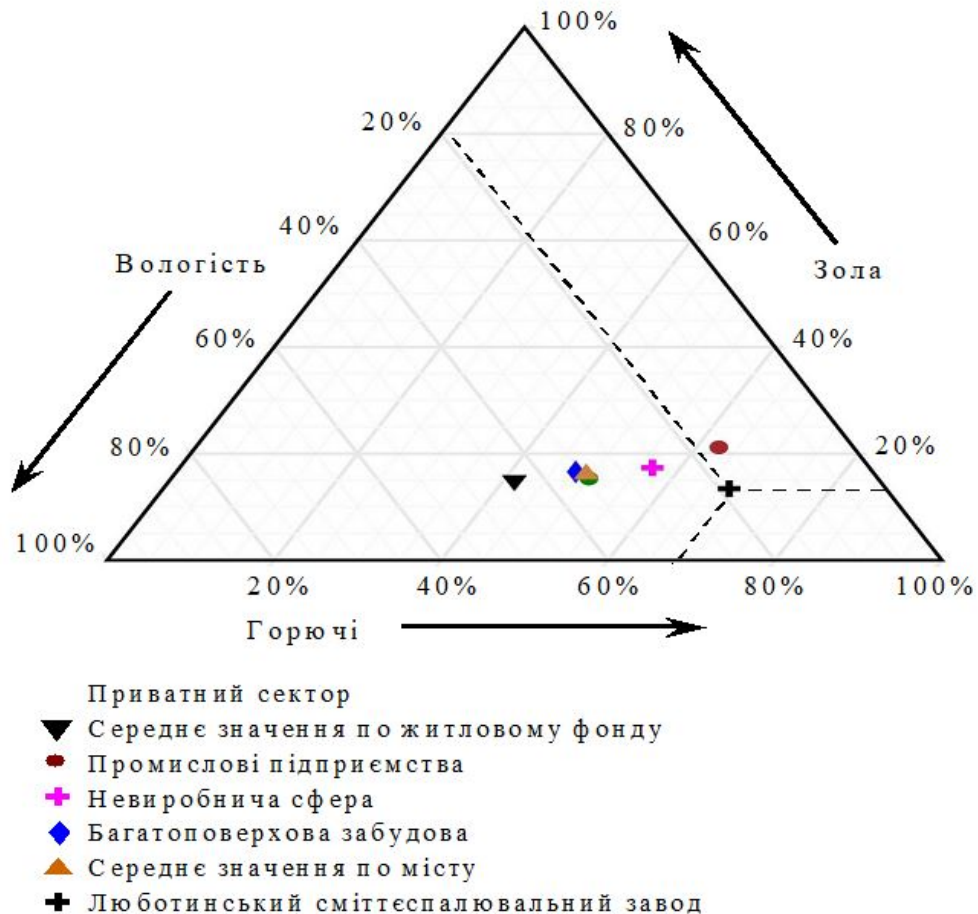


Рис. 1. Трикутник для визначення горючості компонентів відходів Харкова

**Література:**

1. Simona Ciuta, Tiberiu Apostol, Valentin Rusu. Urban and Rural MSW Stream Characterization for Separate Collection Improvement. Journal «Sustainability». 2015. Vol. 7, P. 916-931.
2. Kodwo Miezah, Kwasi Obiri-Danso, Zsófia Kádár, Bernard Fei-Baffoe, Moses Y.Mensah. Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. Waste Management. 2015 Vol. 46. P. 15-27.
3. D. Carboo, J.N. Fobil, Physico-chemical analysis of municipal solid waste (MSW) in the Accra Metropolis. West African Journal of Applied Ecology. 2005. Vol. 7, No 1. P. 31–39.





4. Good Practices of Waste Quantity and Morphology Determination in the Region of South East Europe. URL: [www.nalas.eu/Home/Download/SW\\_practices](http://www.nalas.eu/Home/Download/SW_practices) (дата звернення: 20.12.2018).

5. Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України. 16.02.2010. № 39. Київ, 2010. 8с.

6. Tanner, R. Versuche über die Verbrennung von chemischen Abfällen der BASF zusammen mit Berner Kehrlicht in der Kehrlichtverbrennungsanstalt Bern Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik, Band (Jahr): 17 (1960), № 5. 167-170. URL: <http://doi.org/10.5169/seals-782759>. (дата звернення: 20.10.2018).

7. Tanner, R. Die Entwicklung der Von RollMüllverbrennungsanlagen // Schweizerische Bauzeitung, 83 (1965), № 16, P. 251-260. URL: <http://doi.org/10.5169/seals-68135>. (дата звернення: 20.10.2018).



УДК 628.345.1

## КОАГУЛЯЦІЯ ЯК МЕТОД ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

**В.В. Крючкова**

*Харківський коледж текстилю та дизайну*  
вул. Данілевського 3, м. Харків, 61000, Україна  
**e-mail:** [kruchkova2680@gmail.com](mailto:kruchkova2680@gmail.com)

Застосування мінеральних коагулянтів в традиційно використовуваних дозах (100-250 мг / л) дозволяє видалити на стадії реагентної обробки до 70% від загальної кількості барвників, які містяться в стічних водах, і поверхнево-активних речовин. Досягнення ж більш високих ступенів очищення при застосуванні коагулянтів можливо лише при їх значних дозах, що неприпустимо в силу різкого зростання вторинної мінералізації очищених стічних вод.

Відомо, що підвищення ефективності коагуляційної очистки без значного вторинного забруднення мінеральними солями можливо при:

- інтенсифікації процесу коагуляції за рахунок застосування поряд мінеральних коагулянтами органічних реагентів, які виступають в ролі флокулянтів;
- повної заміни мінеральних коагулянтів органічними реагентами;
- використанні активованих мінеральних коагулянтів, які забезпечують можливість збільшення ефективності очищення при менших по порівняно з традиційними дозами.

Найбільш широко для підвищення якості води, що очищається використовується інтенсифікація процесу коагуляції шляхом застосування різних органічних флокулянтів.

В лабораторних умовах інституту колоїдної хімії і хімії води Національної Академії Наук України були проведені дослідження очистки технічної води текстильного підприємства «Альтеко» методом коагуляції. Завдяки чому було зроблено висновок, що найбільш застосовуваними речовинами, використовуваними на стадії реагентної обробки стоків, є поліакриламід, сульфати та хлориди алюмінію, заліза (II), заліза (III).

Спосіб очищення стоків від барвників і СПАР із застосуванням в якості реагентів сірчаноокислого алюмінію і поліакриламиду покладено в основу технології, використаної на більшості очисних споруд. Використання даного реагенту на стадії



коагуляційної обробки стоків підприємств текстильної промисловості обумовлюється його доступністю на відміну від інших реагентів, які рекомендуються для очищення цих стоків [9].

В літературі є значна кількість робіт, посвячених дослідженням щодо застосування для даних стоків великого числа флокулянтів як синтетичного, так і природного походження. Так, описано застосування водорозчинних катіонних полімерів для очищення стічних вод, що містять дисперсні барвники. При цьому показано, що при застосуванні полімерів в дозах, які забезпечують нейтралізацію практично всіх негативних зарядів, пов'язаних з диспергованим барвником, забезпечується його практично повне видалення з стічних вод [9,10].

На універсальність застосування катіонних флокулянтів для очищення стічних вод текстильних підприємств вказується в роботах німецьких вчених, які використовують в комбінації з солями заліза і алюмінію катіонний флокулянт «Левафлок». Він має високу ефективність застосування даного флокулянта навіть в разі видалення з стічних вод найбільш жирних гідролізованих активних барвників.

#### Література:

1. Левківський С. С., Падун М. М. Раціональне використання і охорона водних ресурсів: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. – К.: Либідь, 2006. – 280 с.
2. Скирдов И.В., Пономарев В.Г. Очистка сточных вод в гидроциклонах. – М.: Стройиздат. – 1975. – 175 с.



УДК 620.193.81/.82

## ПРОЦЕСИ БІОЛОГІЧНОЇ КОРОЗІЇ В НЕЙТРАЛЬНОМУ ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ В ПРИСУТНОСТІ ІОНІВ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ

**Т.А. Левчук, В.В. Вембер, Ю.В. Носачова, М.М. Космина**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** vvember@gmail.com

На сьогодні однією з головних науково-технічних проблем для багатьох галузей економіки та виробництва є продовження терміну служби та підвищення стійкості металевих матеріалів і конструкцій до процесів корозійного руйнування. Корозія виникає внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії металів з оточуючим середовищем. Корозійні процеси мають різну причину виникнення, але даний процес вкрай негативно позначається на технологічному обладнанні та наносить значну шкоду економіці [1-2].

Розрізняють різні види корозії металу: за характером руйнування (суцільна та місцева); за типом протікання (хімічна та електрохімічна); за умовами протікання (атмосферна, ґрунтова, морська, біологічна, контактна, щілинна); за умовами експлуатації (корозія хімічного та нафтового обладнання, трубопроводів, енергетичного обладнання, суден, будівельних конструкцій, матеріалів та ін.). Але який би вид корозії не протікав, даний процес негативно впливає і погіршує стан металу. Всі види металу схильні до корозійного руйнування. Щорічно через корозію втрачають біля чверті всього виробленого у світі заліза. Окрім того, продукти корозії забруднюють навколишнє середовище і негативно впливають на життя та здоров'я людей. Процес корозії залежить від внутрішніх (вплив



виду та стану металу на швидкість його корозії) та зовнішніх чинників (вплив складу корозійного середовища та умов протікання корозійного процесу) [1-3].

З метою гальмування процесу корозії, в систему додають інгібітори. Згідно стандарту ISO 8044-1986 інгібіторами корозії називають хімічні сполуки, які, будучи присутніми в корозійній системі в достатній концентрації, зменшують швидкість корозії без значної зміни концентрації будь-якого корозійного реагенту. Самі ж інгібітори корозії підрозділяються: за механізмом своєї дії (катодні, анодні і змішані), по хімічній природі (на неорганічні, органічні і летючі), за сферою свого впливу (в кислому, лужному і нейтральному середовищі). В останні роки при розробці інгібіторів корозії значна увага надається пошуку і застосування сировини, що містить перехідні метали або комплекси на їх основі [4-5].

При додаванні інгібіторів часто не враховують можливість протікання процесів біологічної корозії, оскільки у воді можуть бути присутні клітини бактерій та інших мікроорганізмів.

Тому метою роботи стало вивчення впливу різних груп мікроорганізмів на протікання процесу корозії в нейтральному водному середовищі в присутності іонів перехідних металів.

У випадку, коли йдеться про мікробіологічну корозію, інгібітори, що використовуються, повинні блокувати ріст, розвиток та біологічну активність корозійнонебезпечних груп мікроорганізмів, тобто виявляти біоцидні властивості. Головним критерієм, який визначає можливість застосування біоцидів як інгібіторів корозії в експлуатаційній практиці, стає низький рівень їх екологічної токсичності. Це мають бути речовини малочутливі до впливу змін навколишнього середовища, нездатні при руйнуванні утворювати токсичні продукти розкладу [3, 6].

Використовуючи інгібітори мікробіологічної корозії слід враховувати, що дані сполуки, в залежності від дози в якій використовуються, можуть пригнічувати процеси життєдіяльності мікроорганізмів, а можуть навпаки, активувати їхню метаболічну активність [5].

Першим етапом роботи стало порівняння потенційної корозійної активності бактерій та мікроскопічних грибів, які складають основну частину мікроорганізмів-контамінантів водного середовища, а також біоплівки в корозійному середовищі.

Однією з важливих властивостей грибів, котрі суттєво прискорюють процес корозії металів є виділення ними цілої низки органічних кислот в процесі онтогенезу.

Як наслідок, це призводить до зменшення показнику рН і корозія активується. Для моделювання даних процесів в лабораторному експерименті, ми використали 3 культури мікроскопічних грибів, 2 з яких є стандартними продуцентами органічних кислот (*Aspergillus niger* та *Penicillium citrinum*), а третій вид – *Cladosporium linicola* був виділений нами із водогінної мережі (рис. 1).

Як можна побачити на рис. 1, не всі мікроскопічні гриби характеризуються однаковим потенціалом щодо виділення різноманітних органічних кислот в процесі онтогенезу. Більше того, вид *C. linicola* мав тенденцію навіть до зниження кислотності середовища росту (рис. 1). В той же час, даний мікроміцет спричиняє суттєве прискорення швидкості корозії (рис. 2). Це може свідчити, про існування інших механізмів підвищення швидкості корозійних процесів у мікроскопічних грибів.

На рисунках 2 та 3 наведено кінетичні зміни швидкості корозійних процесів в нейтральному водному середовищі в присутності бактерій (*Bacillus sp.*), мікроскопічних грибів (*C. linicola*), а також іонів перехідних металів ( $Zn^{2+}$  та  $Cr^{3+}$ ). Як видно з малюнків, іонів перехідних металів ( $Zn^{2+}$  та  $Cr^{3+}$ ) є досить ефективними інгібіторами мікробіологічної корозії, але в деяких випадках корозійний потенціал бактерій може, навіть, зростати в присутності іонів  $Cr^{3+}$  (рис. 3).



Загалом, можна констатувати можливість використання інгібіторів корозії на основі іонів перехідних металів у системах оборотного водопостачання, проте гарантувати їх 100-відсоткову ефективність по відношенню саме до мікробної корозії неможливо. Оскільки мікроорганізмам властиві найрізноманітніші стратегії виживання та механізми адаптації, найефективнішим способом пригнітити процеси мікробіологічної корозії в системах оборотного водопостачання стане, скоріше за все, використання комбінованих протикорозійних препаратів.

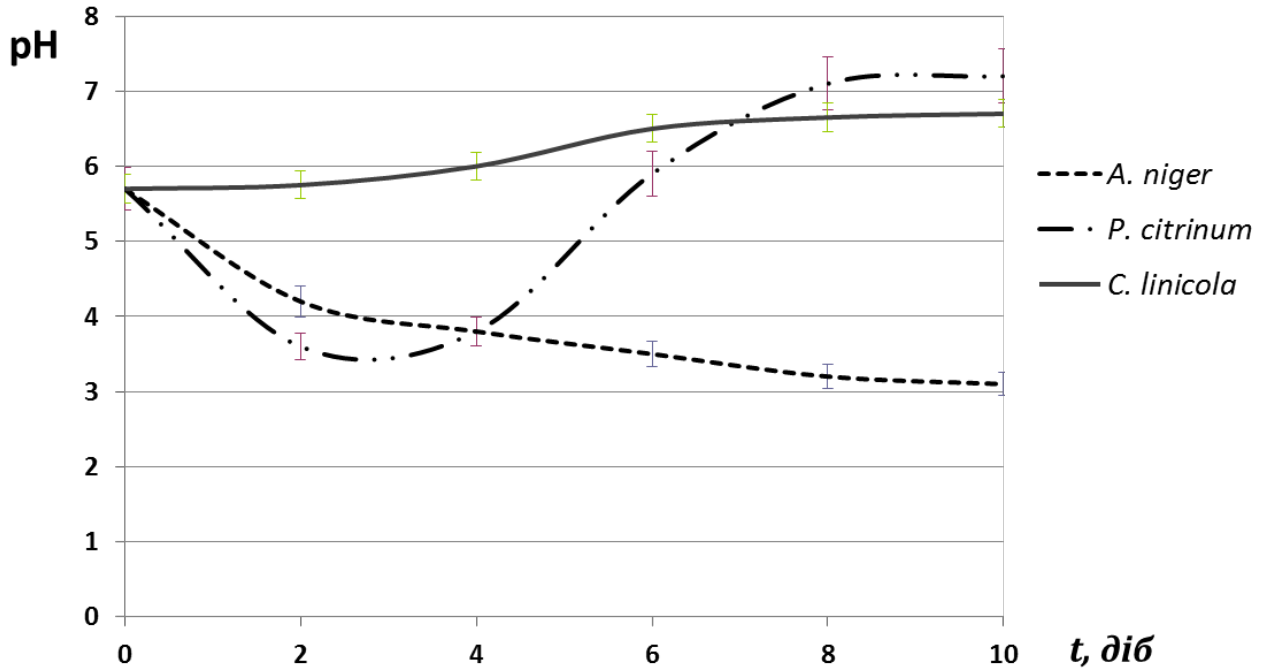


Рис. 1. Динаміка змін рН культуральної рідини в онтогенезі *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum* та *Cladosporium linicola*

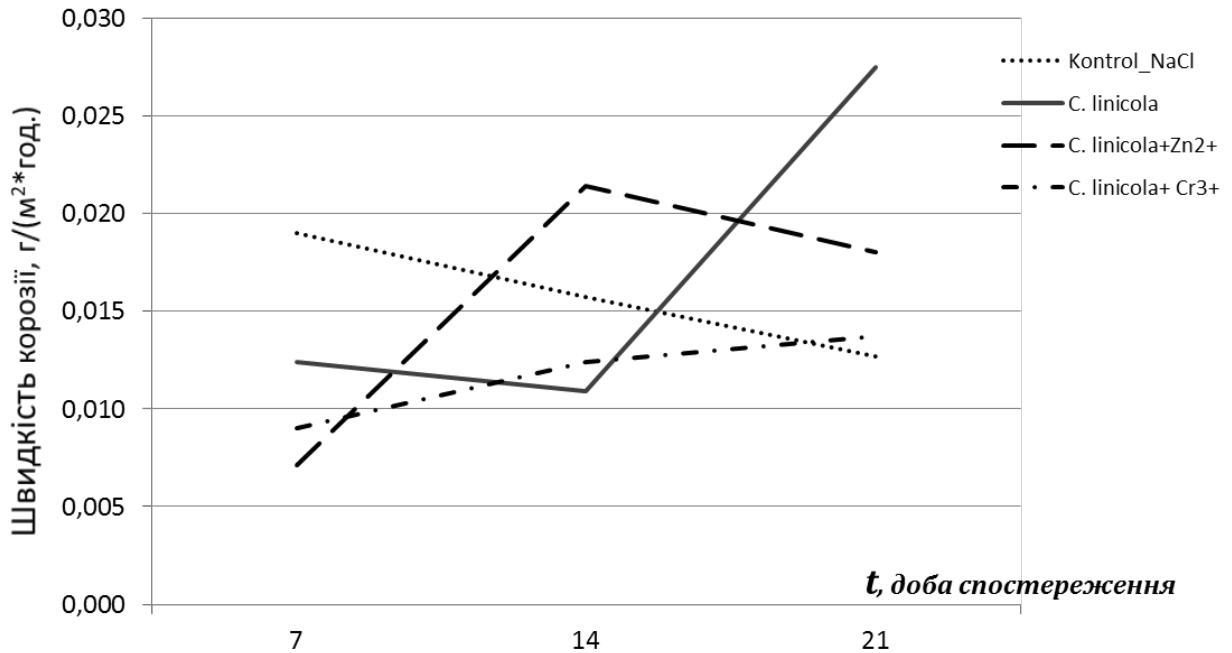
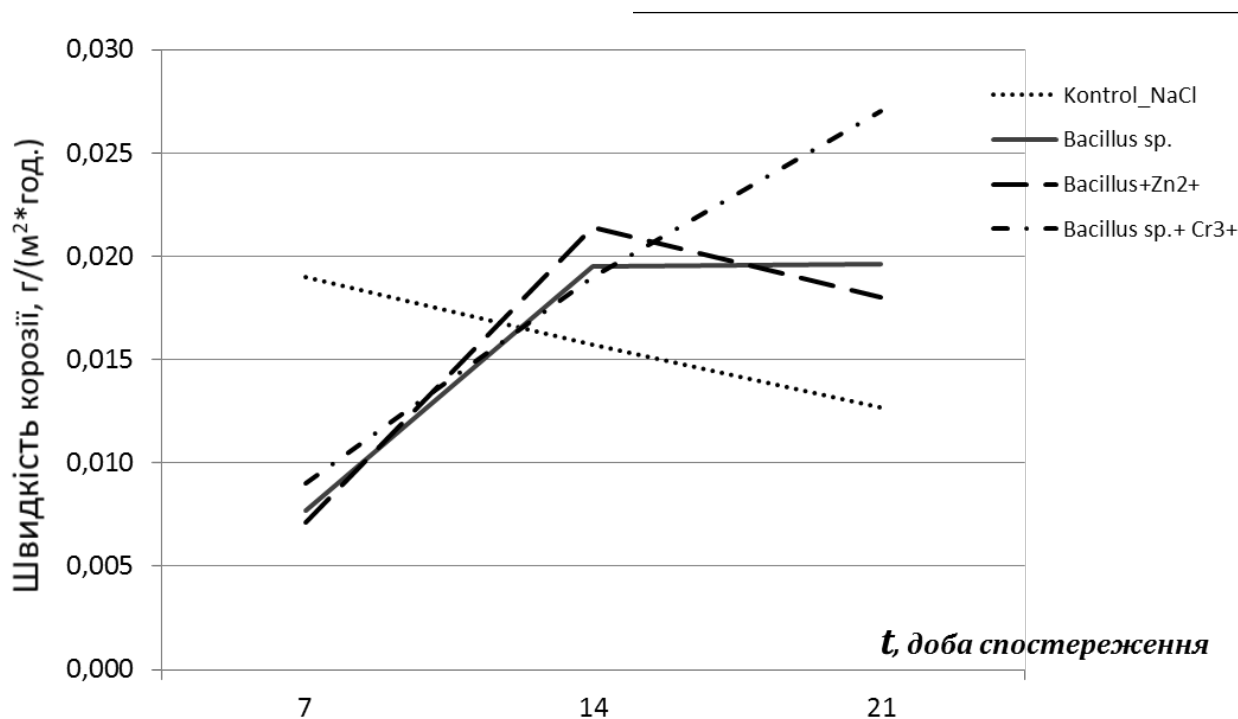


Рис. 2. Кінетика протікання корозійних процесів в присутності *Cladosporium linicola* в статичному режимі при температурі 25°C



**Рис. 3. Кінетика протікання корозійних процесів в присутності бактерій *Bacillus sp.* в статичному режимі при температурі 25°C**

#### Література:

1. Geesey G. What is Biocorrosion? In: Flemming HC., Geesey G.G. (eds) Biofouling and Biocorrosion in Industrial Water Systems. – Springer, Berlin, Heidelberg, 1991. – pp. 155-164. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-76543-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-76543-8_8).
2. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: Физматлит., 2002. – 335 с.
3. Липович Р.Н., Гоник А.А., Низамов К.Р. и др. Микробиологическая коррозия и методы ее предотвращения // ТНТО, ВНИИОЭНГ, 1977. – 46 с.
4. Shabliy T., Nosachova J., Radovenchik Y., Vember V. Study of effectiveness of heavy metals ions as the inhibitors of steel corrosion // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – 4/12 (88). – P. 10-16. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.106974.
5. Вембер В. В., Носачова Ю. В. Вплив йонів перехідних d-металів на динаміку виживання мікроорганізмів в присутності фосфонових кислот // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2018. – № 1 (17). – С. 72–77. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2018.143384
6. Бойченко С.В., Кучма Н.М. Забезпечення біологічної стабільності вуглеводневих палив // Вісник НАУ. – 2004. – № 4. – С. 161-164.





UDC 574

## FEATURES OF DETERMINING THE ECOLOGICAL STATE OF AGRICULTURAL LAND BASED ON THE RESULTS OF ELECTROMAGNETIC SEPARATION FOR CEREALS AND GRASS FLOUR

A.V. Cheremisin<sup>1,2</sup>, S.M. Logunov<sup>1</sup>, R.V. Davidov<sup>1</sup>, A.P. Glinushkin<sup>2</sup>,  
M.E. Kulikova<sup>1</sup>, A. I. Nagornaya<sup>1</sup>

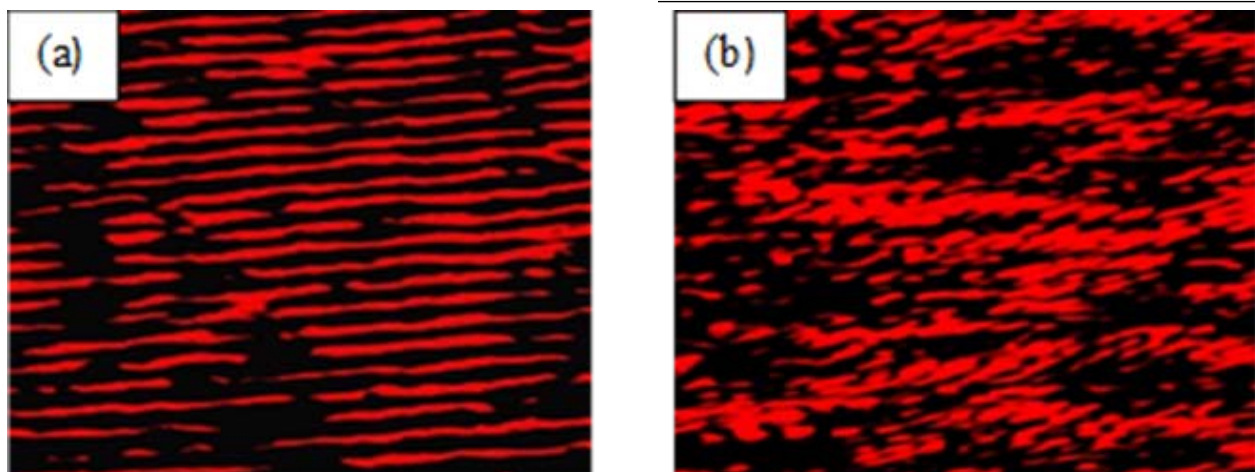
<sup>1</sup> Peter the Great Saint Petersburg Polytechnical University  
Russia, Saint Petersburg, 195251, 29 Polytechnicheskaya str

<sup>2</sup> All Russian Research Institute of Phytopathology  
Russia, Moscow Region, 143050, Moscow Region, Odintsovo district, B.Vyazyomy,  
Institute str., ownership 5  
**e-mail:** sema-logunov@ya.ru

The food and processing industry is one of the priority areas of the Russian economy. In conditions of population growth, as well as various unfavorable climatic factors affecting the ripening and harvesting processes, there is a constant need for high-quality collection, processing, storage and rational use. The latter depends very much on processing. There are many ways of processing various agricultural products. But in each of them there are separation processes aimed at isolating from it foreign particles that are dangerous, both for living organisms during its consumption after processing, and for machines used in processing industry.

We suggest one of the possible options for assessing the pollution of the field based on the results of electromagnetic separation collected from this field of agricultural products of cereals or herb flour. The harvested grain crop or herb flour, as previously noted, contains metal particles in its composition, the number of which increases with the amount of debris (including stones) that has got into the moving parts of the harvesting machine, as well as the degree of wear of its mechanisms. These particles can damage the working bodies of processing machines, accelerate their wear, cause arcing, followed by ignition and explosion in industrial premises [1-3] When these particles get into the organisms of animals and poultry during feeding in most cases, their death occurs. Therefore, to prevent the considered severe consequences, the separation of these particles from agricultural products by means of electromagnetic separation takes place. Numerous studies have shown that very much depends on the quality of electromagnetic separation of agricultural products.

At present, several different methods have been developed to monitor the state of the magnetic field, the most common of which is using a thin magnetic film. But in the interpolar space, it is not very effective. The method based on the use of a matrix consisting of Hall sensors, placed at a fixed distance from each other with large dimensions of the magnetic system, is also ineffective. In addition, there are problems with its attachment to measurements in the interpolar space and fixation with the required accuracy of the distance as it moves between the poles. The method of controlling the parameters of a magnetic field developed by us on the basis of recording a diffraction image transmitted through a ferrofluidic cell of laser radiation is fairly simple to operate and reliable in application [4-7]. In Fig. 1, an example is given of a diffraction pattern (after computer processing) of the laser radiation transmitted through the cell in the direction perpendicular to the induction of the magnetic field  $B_0$ .



**Fig. 1. Diffraction pattern of laser radiation in the case of placing a ferrofluidic cell from a magnetic fluid: (a) in a homogeneous magnetic field; (b) in an inhomogeneous magnetic field.**

The resulting image allows to determine the degree of inhomogeneity from the distance between the maxima, and also to adjust the magnetic system when the electromagnet is energized in real time, since this image can be stored, for example, in the laptop's memory. With the definition of distance, there is also no problem, since the ferrofluidic cell is placed on a moving table of non-magnetic material, the support of which moves in two planes.

Experimental studies on the separation of three samples of a dry mixture of herbal flour collected in several fields of the Leningrad Region were carried out on a laboratory installation based on an electromagnet with induction  $B_0$  varying in the gap between the poles from 0.0004 to 0.9623 T at a distance  $l = 42$  cm,  $h = 15$  cm. The working diameter of the flow of the dry mixture in the gap between the poles was 3.6 cm. The separation efficiency in 2 hours was 2 bags of a mixture of herb flour. From each field, two bags of a dry mixture were electromagnetically separated.

The metal particles collected after the separation of the mixture from each field were weighed and their visual evaluation was carried out according to their dimensions.

From the separated mixture of herbal flour (for each field), 10 samples were taken, which were checked for the presence of metal particles in them by nuclear magnetic resonance and X-ray spectroscopy.

Also, data were obtained on the state of the fields on which the grass was harvested for which the herb flour was made. The condition of the two fields by the presence of rubbish and stones on them was approximately the same, the difference in cleaning was the period of operation of agricultural machinery. For the third field harvesting technique was quite new, but the contamination of this field compared to the other two was significant (several times).

The conducted studies of control samples of samples of mixtures of herbal flour after its separation showed the absence of metal particles in them, which confirms the high quality of the separation carried out.

The results obtained by the number of metallic impurities indicate the need for an urgent ecological survey of the field condition followed by its purification, since during the harvesting a considerable deterioration of the agricultural machinery takes place.



Table 1

## The separation results and the life of the equipment

№ of magnetic field	The degree of pollution and types of debris on the field	Service life of harvesting equipment	The amount of metal particles in grams
1	Small stones, branches from trees and shrubs, small metal objects, very rare plastic	more than 15 years	3.7
2	A similar situation, as in the first field	more than 15 years	4.4
3	Stones of various sizes, parts of construction debris, various metal objects, plastic and wood	less than 5 years	11.2

A preliminary analysis of the results shows that the methodology we proposed for assessing the state of farmland based on the results of electromagnetic separation of the harvested crop is workable. According to the results of electromagnetic separation, as subsequent studies show, even in most cases it is possible to determine the degree of pollution of the field and the need for environmental monitoring on it, without additional costs and a thorough (with an accuracy of up to a year) period of operation of agricultural machinery.

**References:**

1. Rychkov M. M., Chakhlov V. L., Chertov A. S. (2003) A Betatron with Magnetic Biasing and an Extracted Electron Beam. *Instruments and Experimental Techniques* 46(4): 541-544.
2. Bazarov, B.A., Galaidin, P.A., Silaev, A.A., Marusin, M.P., Zakemovskaya, E.Y., Gilev, A.G., Alekseev, A.V. (2014) A Magnetic System Based on Permanent Magnets for a Flowmeter of Multiphase Fluid Media. *Measurement Techniques* 57(4): 217-220.
3. Cherepov S. V., Moroz O. Kh., Derecha D. A., Hesse O. (2011) A scanning visualizer of the magnetic field distribution. *Instruments and Experimental Techniques* 54(2): 273-275.
4. Davydov V. V., Dudkin V. I., Karseev A. Yu. (2015a) Nuclear-resonance magnetometer with a flowing liquid to measure weak fields. *Technical Physics* 60(3): 456-460.
5. Davydov V.V., Myazin N.S. (2017) Measurement of Magnetic Susceptibility and Curie Constants of Colloidal Solutions in Ferrofluid Cells by the Nuclear Magnetic Resonance Method. *Measurement Techniques* 60(5): 491-496.
6. Logunov S E, Davydov V V, Vysoczky M G, Koshkin A Yu, Rud' V Yu. (2017) Quantum analyzer of force lines structure at magnetic fields. *Journal of Physics: Conference Series* 917(5): 052028.
7. Logunov S.E., Koshkin A.Yu., Davydov V.V., Petrov A.A. (2016) Visualizer of magnetic fields. *Journal of Physics: Conference Series* 741(1): 012092.







УДК 628.161.2:546.72

## КАТАЛІТИЧНЕ ОКИСНЕННЯ ЗАЛІЗА В ПРОЦЕСАХ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПРИРОДНИХ ТА СТИЧНИХ ВОД

**М.Д. Гомеля, М.М. Твердохліб, В.О. Мігранова**  
*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна  
**e-mail:** migranovavo@gmail.com

З кожним роком проблема якості питної води стає все актуальнішою. Внаслідок інтенсивного забруднення поверхневих та підземних джерел, процес очищення питної води становиться все складнішим та дорожчим. Водні ресурси забруднені токсичними сполуками, які при потраплянні в організм людини призводять до розвитку хронічних захворювань. Для вирішення цієї проблеми потрібно впроваджувати сучасні технології очищення природних та стічних вод. Більшість наявних технологій очищення води від забруднюючих речовин є застарілими та потребують значних фінансових вкладень. Тому вдосконалення методів очищення та створення нових реагентів являється перспективним та доцільним.

Присутність у воді сполук заліза, а також підвищені показники жорсткості та мінералізації являються одними з головних проблем якості води. Сполуки заліза потрапляють у природні води за рахунок процесів вивітрювання, ерозії ґрунтів та розчинення гірських порід. Значні кількості заліза надходять зі стічними водами різних підприємств [1].

В залежності від валентності сполуки заліза можуть перебувати в природній воді у розчиненому, колоїдному і зваженому стані, а також у вигляді різних хімічних сполук [2]. Двохвалентне і трьохвалентне залізо, яке містяться у воді, не засвоюються організмом і є для нього токсичним забрудненням. При потраплянні в організм подразнюються слизові оболонки і шкіра, може викликати гемохроматоз і алергію. Присутність заліза у воді погіршує органолептичні показники. При контакті з повітрям вода набуває забарвлення, мутніє, стає непридатною для приготування їжі. При транспортуванні залізовмісних вод посилюються процеси корозії металевих труб. При подачі такої води в котли утворюється накип. Через вказані причини вміст заліза у воді обмежується в різних галузях промисловості [3].

На практиці існуючі методи вилучення сполук заліза часто не забезпечують заявлених показників очищеної води. Вибір методу видалення заліза з природних вод залежить від форми присутньої в воді тих чи інших сполук, кількості та властивостей вихідної води. Технології видалення з води заліза, що використовуються в даний час включають у себе процеси, які дозволяють збільшувати швидкість окиснення іонів  $Fe^{2+}$  з подальшим утворенням і відділенням нерозчинних фаз або їх вилучення в процесах адсорбції чи хемосорбції за допомогою мембранних технологій або іонного обміну.

Способи розділяють на дві основні групи: методи, які передбачають попереднє окиснення заліза (реагентне окиснення, аерація, каталітичне окиснення, електрохімічне окиснення, біологічне окиснення) та методи, які не потребують попереднього окиснення заліза (сорбційне, мембранне та іонообмінне очищення води).

Останнім часом активно досліджуються високодисперсні сорбенти та каталізатори, що містять в своїй будові частки з магнітними властивостями. Частинки магнітних матеріалів відкривають великі перспективи для створення систем, що проявляють підвищену активність в умовах каталітичних реакцій. Одним з оптимальних матеріалів являються наночастинки на основі феритів. Сорбенти на основі оксидних сполук заліза активно



застосовуються в різних хімічних технологіях. Встановлено, що наночастинки магнетиту ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) проявляють сорбційну активність стосовно солей важких металів, нітратів та нафтопродуктів [4].

При цьому сорбційні властивості будуть залежати від розміру часток та площі їх поверхні, що в свою чергу залежить від способу синтезу магнетиту. Найпоширенішими методами отримання магнетиту є співосадження солей заліза в лужному середовищі, зольгель метод та термічний розклад солей відповідних металів [5].

Магнітні частинки можливо отримати у вигляді магнітних рідин або суспензій, які представляють собою стабільну колоїдну систему високодисперсних частинок магнітного матеріалу в рідкому середовищі. Однією з важливих технологічних особливостей отримання магнітних рідин є захист колоїдних частинок від окислення і попередження їх агломерації в процесі отримання та зберігання. Задачу синтезу стійких і високомагнітних рідин успішно можливо рішити використовуючи методи хімічної конденсації [6].

Основною метою було створення магнітного сорбенту-катализатора для очищення води від сполук заліза на основі магнетиту, а також дослідження властивостей синтезованого сорбенту.

Для вивчення процесу видалення двохвалентного заліза проводились дослідження на модельних розчинах, що приготовлені на водопровідній воді, з концентраціями заліза (II) 5-30 мг/дм<sup>3</sup>. Початкові значення рН розчинів досягали 6,5-6,9. В якості катализатора використовували магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Для отримання магнетиту у вигляді суспензії застосували метод осадження магнітних часток з суміші розчинів солей сульфату заліза (II) та хлориду заліза (III) в лужному середовищі.

Вихід продукту розраховували при співвідношенні  $\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+} = 1:2$  за реакцією (1):



Магнетит дозували в модельні розчини в заданих концентраціях 100-500 мг/дм<sup>3</sup> по  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Дослід проводився при постійному перемішуванні розчину на магнітній мішалці. При постійному перемішуванні відбувається насичення води киснем і зменшення ущільнення шару осаду. Проби, після відстоювання, відбирались кожні 30 хвилин. В процесі експерименту фіксувалися рН розчинів, а також початкові та кінцеві концентрації заліза.

На основі отриманих даних була розрахована ефективність очищення за формулою (1).

$$E = \frac{(C_0 \cdot C_{\text{рівн.}})}{C_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

де  $C_0$  та  $C_{\text{рівн}}$  – вихідна та рівноважна концентрація іонів заліза в розчині, мг/дм<sup>3</sup>.

Дослідження свідчать, що при початкових концентраціях заліза (II) 5-15 мг/дм<sup>3</sup> вже після перших 30 хвилин контакту з магнетитом, при його дозах 200-500 мг/дм<sup>3</sup> спостерігається висока ступінь вилучення іонів заліза з розчину. При початковій концентрації заліза (II) 25 мг/дм<sup>3</sup> та дози магнетиту 500 мг/дм<sup>3</sup> ступінь очищення дорівнює 99,6% вже після півтори години контакту. При більших концентраціях заліза (II), наприклад, 30 мг/дм<sup>3</sup> і дози магнетиту 500 мг/дм<sup>3</sup> спостерігається нижча ефективність очищення – 82,5%, в порівнянні з іншими результатами.

При постійному перемішуванні було досягнуто ефекту аерування води та збільшення площі контакту наночастинок магнетиту з іонами заліза, що забезпечило високу ефективність очищення води від іонів заліза. В залежності від дози магнетиту та часу контакту відбувається ефективно вилучення іонів заліза.

В таблиці 1. наведено вплив вихідної концентрації іонів заліза та дози магнетиту на ступінь очищення води.



Таблиця 1

## Вплив вихідної концентрації іонів заліза та дози магнетиту на ступінь очищення води

Початкова $C_{Fe^{2+}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	Доза магнети ту, мг/дм <sup>3</sup>	Рівноважна $C_{Fe^{2+}}$ , мг/дм <sup>3</sup>					Ступінь очищення, %				
		Час контакту, хв									
		30	60	90	120	150	30	60	90	120	150
5,0	500	0	-	-	-	-	100	-	-	-	-
15		0	-	-	-	-	100	-	-	-	-
25		0,6	0,15	0,1	-	-	97,6	99,4	99,6	-	-
30		8,25	7,3	6,65	6,0	5,25	72,5	75,6	77,8	80,0	82,5
15	100	3	1	0,3	-	-	80	93,3	98	-	-
15	200	0,7	-	-	-	-	95,3	-	-	-	-

В результаті досліджень було показано, що при застосуванні магнетиту в процесах знезалізнення природних вод відбувається значне прискорення видалення сполук заліза. За низьких концентраціях заліза зниження його рівня досягається вже за 30 хвилин при дозі магнетиту 500 мг/дм<sup>3</sup>. При такій же дозі магнетиту, але за високої концентрації заліза 30 мг/дм<sup>3</sup> ступінь очищення становить 82,5% через 2,5 години.

Не дивлячись на високу ефективність вилучення іонів заліза цей метод має свої недоліки. Магнетит являється дрібнодисперсним сорбентом. Відбувається постійне винесення частинок магнетиту з розчину та повільне його осадження.

## Література:

1. Твердохліб М. М. Використання фільтруючого матеріалу змішаної дії при підготовці питної води / М. М. Твердохліб, М. Д. Гомеля, О. М. Терещенко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – № 59. – С.111 – 117.
2. Экологическая гидрогеология / А. П. Белоусова, И. К. Гавич, А. Б. Лисенков, Е. В. Попов,. – М.: Академкнига, 2006. – 400 с.
3. Кулаков, В. В. Обезжелезивание и деманганация подземных вод [Текст]: учеб. пособие / В. В. Кулаков, Е. В. Сошников, Г. П. Чайковский. – Хабаровск: ДВГУПС, 1998. – 100 с.
4. Анисимова Н.Ю., Сенатов Ф.С., Миляева С.И., Киселевский М.В., Исследование сорбционных свойств ферритмагнитных наночастиц // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 11. – С. 263-265.
5. Губин С.П., Кокшаров Ю.А., Хомутов Г.Б., Юрков Г.Ю. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства // Успехи химии.– 2005.– Т. 74, № 4. – С. 539–574.
6. El Ghandoor H., Zidan H. M., Khalil M. M. H. et al. Synthesis and Some Physical Properties of Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Nanoparticles // Int. J. Electrochem. Sci. – 2012. – Vol. 7. – P. 5734–5745.





УДК [66.067.123.3+66.067.17-986/66.083.3]

## ПРОДУКТИВНІСТЬ БАРОМЕМБРАННОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ЗМІННОГО РОБОЧОГО ТИСКУ

**О.М. Мовчанюк**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна  
**e-mail:** movchaniukom@gmail.com

Роль мембранних методів у сучасному світі важко переоцінити. Їх практичне значення пов'язано насамперед із вирішенням глобальних проблем, що стоять перед людством у XXI столітті: створенням високих технологій, виробництвом екологічно чистих продуктів харчування, високоякісної питної води, а також формуванням належного балансу між вирішенням соціально-економічних проблем і збереженням навколишнього середовища [1].

За допомогою мембранних процесів вдається охопити практично весь діапазон розділових завдань. В даний час їх використовують в хімічній, нафтохімічній, газовій, фармацевтичній, мікробіологічній, атомній, електронній, харчовій промисловості, медицині, водопідготовці з різним цільовим призначенням, в аналітичному приладобудуванні, в пристроях для перетворення та зберігання інформації та в інших областях. Воду, пропущену через ультрафільтри, можна пити навіть тоді, коли вихідна вода біологічно заражена.

Сучасні мембранні процеси відрізняються високою селективністю, низькими енерговитратами, простотою апаратурного оформлення, є основою створення безвідходних технологій. Вони здатні «навести міст через прірву, що розділяє промисловість і чистоту навколишнього середовища, не мають негативних наслідків, оскільки є безреагентними [1].

Серед мембранних методів найбільш затребуваними є баромембранні процеси, у яких перенесення речовини через мембрану відбувається під дією різниці тисків [2].

На даний час, коли поширення набули синтетичні полімерні матеріали, основою багатьох технологічних процесів є саме полімерні мембрани. Великий прогрес був досягнутий фактично в кожній області мембранної технології: застосуванні, методах дослідження, способах формування мембран, вивченні хімічної будови, молекулярної та надмолекулярної структури, розробленні різних типів мембран. Однак, незважаючи на те, що основні принципи і методи вже встановлені, виготовлення мембран з заданими властивостями для ряду специфічних областей застосування лише розпочато і в перспективі буде широко розвиватися.

На цьому етапі розвитку мембранних технологій стає актуальним пошук нових способів виготовлення мембран. Традиційні методи їх отримання різноманітні: сухий (спонтанний), мокрий (коагуляційний), сухо-мокрый, термальний, ядерний та ін. Проте всі вони складні і багатостадійні, вимагають застосування дорогих і токсичних органічних розчинників або складного обладнання [1].

Теоретично об'ємний потік, що проходить крізь мікро- та ультрафільтраційні мембрани, підкоряється закону Дарсі: потік через мембрану прямо пропорційно залежить від тиску, що прикладається [2, 3].

Однак реальні показники процесу відрізняються від теоретичних. В робочому стані, коли мембрани піддаються впливу тиску, процес фільтрації супроводжується ефектом «усадки» мембран, в результаті якого їх проникність знижується. [3].



Експериментальні дані [3] показали, що із підвищенням тиску коефіцієнт гідравлічної проникності води для ультрафільтраційної мембрани УАМ-150 різко знижується, що свідчить про усадку структури мембрани. За максимального тиску (5 МПа) протягом 6 год коефіцієнт фільтрації практично не змінювався (тобто встановилося деяке квазістаціонарне його значення). Подальше зниження тиску свідчить, в першу чергу, про незворотність деформації пористої структури мембрани, оскільки за низьких тисків даний показник практично в два рази менше, ніж у вихідній (що необроблена тиском) мембрані.

Результати досліджень [3] інших ацетатцелюлозних мембран (табл. 1) показують, що після фільтрації води під тиском їх загальна пористість і товщина, як і коефіцієнт фільтрації води, різко знижуються. Враховуючи, що товщина активного (тонкопористого) шару ультрафільтраційних мембран не перевищує 5 % їх загальної товщини, можна вважати, що істотне зменшення загальної пористості і товщини мембран обумовлено ущільненням крупнопористого підтримувального шару. Природно тому, що за рівного середнього радіуса пор, мембрана, що має більшу пористість, характеризується відповідно більшим коефіцієнтом гідравлічної проникності. Малоімовірно, щоб довжина пор при цьому зменшувалася, тому можна вважати, що під час усадки мембрани пори стають більш звивистими.

Таблиця 1

**Характеристика ультрафільтраційних ацетатцелюлозних мембран – вихідних (чисельник) і після оброблення тиском 3 МПа під час виготовлення (знаменник)**

Мембрана	Товщина, мкм	Пористість, %	Коефіцієнт гідравлічної проникності води $lp \cdot 10^4$ , м/(с·МПа)	Середній гідравлічний радіус пор, нм
УАМ 100	105/38	81,6/50,1	0,24/0,12	5,0/2,6
УАМ 150	105/42	79,5/55,9	0,54/0,32	7,5/3,9
УАМ 200	130/57	80,0/57,0	0,67/0,40	9,3/5,1
УАМ 300	105/45	80,4/59,6	1,26/0,65	11,5/8,6
УАМ 500	125/49	83,1/58,4	2,70/1,30	23,6/15,4

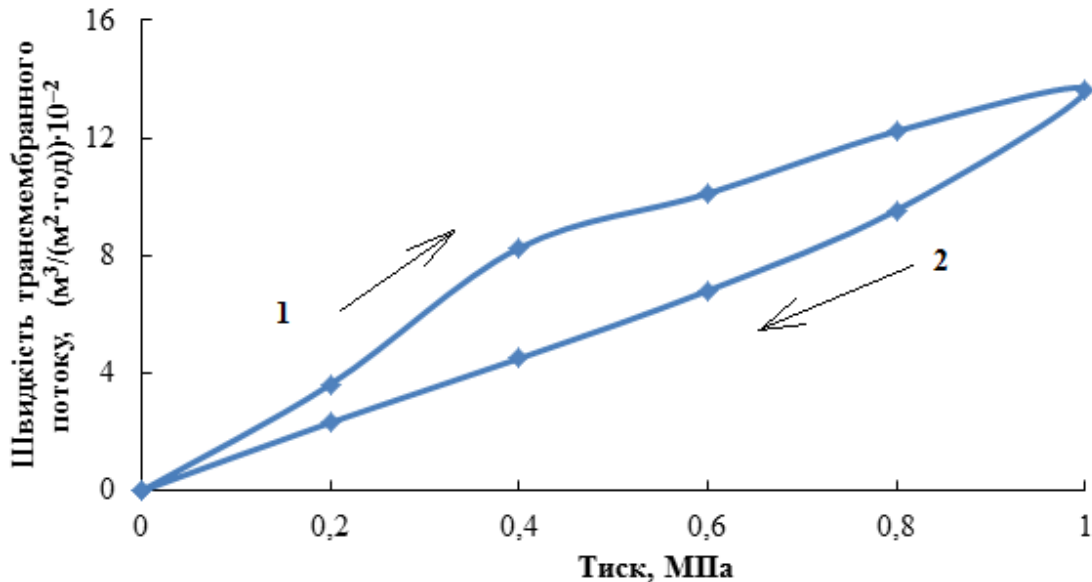
Автор [3] зазначає, що у випадку найбільш тонкопористих мембран коефіцієнт гідравлічної проникності води зменшується приблизно в стільки ж разів, у скільки разів зменшується загальна пористість, в той час як у більш крупнопористих мембран зниження даного коефіцієнта є більшим. Це обумовлено, ймовірно, тим, що така структура мембрани є більш нерівноважною і «чутливою» до ущільнювального впливу тиску.

Аналіз проведених досліджень демонструє суттєвий вплив робочого тиску на структуру полімерних мембран і, як результат, - на їх продуктивність. Але залежно від матеріалу і способу виготовлення мембран, ступінь цього впливу може бути різним. Отже оцінювання ступеню зміни структури мембрани під дією тиску є актуальним питанням, і в подальшому дозволить забезпечити оптимальні параметри роботи баромембранної установки.

Метою роботи було проведення аналогічних досліджень для нових целюлозних мембран, що були виготовлені в лабораторних умовах за методикою [4]. Композиція маси складалася з немодифікованої хвойної вибіленої сульфатної целюлози та гідрофобізуючої суміші LPM-1.7/4, витрата якої становила 5 % від абсолютно сухого волокна. Маса 1 м<sup>2</sup> становила 80 г/м<sup>2</sup>.



Дослідження проводили на установці з транзитним потоком. Зміна тиску відбувалася в діапазоні від 0,2 до 1,0 МПа, причому тиск спочатку збільшували (прямий хід), а після досягнення максимального значення відбувалося зниження тиску (зворотний хід). Через кожні 0,2 МПа вимірювали швидкість трансмембранного потоку. Результати досліджень представлено на рис. 1.



**Рис. 1. Залежність швидкості трансмембранного потоку від тиску фільтрації:  
1 – підвищення тиску (прямий хід); 2 – зниження тиску (зворотний хід)**

Тиск води над мембраною істотно впливає на швидкість трансмембранного потоку. З підвищенням тиску питома продуктивність мембран збільшується, оскільки зростає рушійна сила процесу. Під час прямого ходу підвищення тиску від 0,2 до 1,0 МПа призвело до збільшення питомої продуктивності у 3,8 рази. На зворотному ході для кожного значення тиску питома продуктивність була меншою, ніж на прямому. Так за тиску 0,8 МПа на зворотному ході швидкість трансмембранного потоку була нижчою на 22 %, а за 0,4 МПа – на 45,5 % (див. рис. 1). Це свідчить про те, що під дією зростаючого тиску, мембрана ущільнюється і деформується, а при знятті тиску вона не повертається у вихідне положення, тобто відбуваються незворотні зміни у структурі мембрани.

Таким чином, під дією тиску відбуваються незворотні зміни у структурі целюлозних мембран (ущільнення), що є свідченням їх в'язкоеластичних властивостей. Це призводить до зміни їх пористості, а відповідно і продуктивності. Оцінювання впливу тиску на продуктивність мембран під час проходження крізь неї чистої води є необхідним і інформативним з точки зору майбутнього вибору оптимальних умов експлуатації баромембранної установки.

#### **Література:**

1. Колзунова Л.Г. Баромембранные процессы разделения: задачи и проблемы // Вестник ДВО РАН. 2006. № 5. С. 65—76.
2. Мулдер М. Введение в мембранную технологию. Москва: Мир. 1999. 513 с.
3. Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафильтрация. Киев: Наукова думка, 1989. 288 с.
4. Гомеля М.Д., Мовчанюк О.М., Фільтрувальний матеріал для баромембранного очищення води. Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження". 2014. № 1(12). С. 45—51.



УДК. 631.171

## ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯВЛЕНИЯ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

А.В. Черемисин<sup>1,2</sup>, Н.С. Мязин<sup>1</sup>, В.В. Давыдов<sup>1,2</sup>, А.П. Глинушкин<sup>2</sup>,  
Ю.В. Рудь<sup>2</sup>, М.Е. Куликова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29;

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт Фитопатологии  
России 143095, Московская область, Одинцовский район, Большие Вязёмы,  
ул. Институтская, строение 5  
**e-mail:** laksacher@yandex.ru

В работе рассмотрена методика мониторинга в экспресс-режиме состояния окружающей среды на основе явления ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Контроль в экспресс-режиме является неотъемлемой частью сельского хозяйства, поскольку при работе на фермах или в полях бывают ситуации, когда физически невозможно доставить образцы на исследование в стационарную лабораторию (результаты нужны срочно или образцы могут изменить свои свойства в процессе транспортировки).

Одна из основных задач, которую нам пришлось решать – это разработка новой конструкции лабораторного малогабаритного ядерно-магнитного спектрометра, позволяющего (в отличие от ЯМР релаксометров) регистрировать сигналы ЯМР от различных ядер с магнитными моментами, содержащимися в пробе исследуемой среды. Кроме того, малогабаритный ЯМР спектрометр должен обладать высокими точностными характеристиками (погрешность измерения не выше 1%), легко транспортироваться, иметь автономное питание (аккумуляторные батареи). Результаты измерений, выполненные этим прибором, после преобразования должны подаваться на вход ноутбука, где происходит их обработка и выдача итоговой информации о состоянии исследуемой среды [1,2].

Структурная схема разработанной конструкции малогабаритного ЯМР спектрометра представлена на рис.1. Новая малогабаритная магнитная системы была изготовлена с использованием магнитов из материала NdFeB в форме диска 1 с большой остаточной индукцией. Уменьшение степени неоднородности магнитного поля в новой конструкции магнитной системы удалось достичь размещением на полюсах магнитов вставок 2 в виде ступенек (шиммов) из мягкого магнитного материала (АРМКО-железо) [3,4].

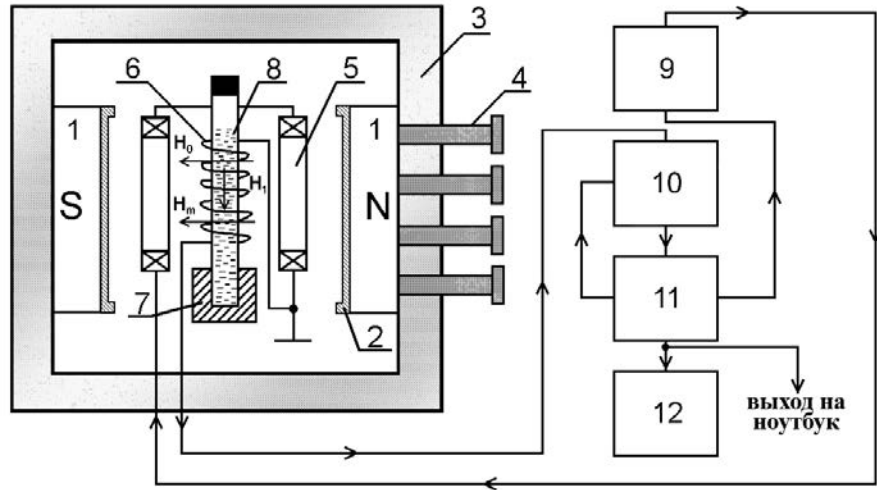
Вес магнитной системы составил 2.84 кг, размер 168×132×114 мм. Данные параметры позволяют считать изготовленную магнитную систему малогабаритной по сравнению с магнитными системами стационарных ЯМР-спектрометров и релаксометров.

Для регистрации сигналов ЯМР в новой конструкции магнитной системы с использованием модуляционной методики был разработан измерительный зонд. В его состав входит катушка регистрации 6, катушки модуляции 5 и устройство для размещения контейнера (кюветы) 7 (рис. 1).

Исследуемая среда помещается в кювету и размещается в магнитной системе 1 (рис.1), в которой регистрируется сигнал ЯМР. На рис. 3 в качестве примера представлены



зарегистрированные сигналы ЯМР (изменение напряжения  $U_s$  на выходе автодинного детектора 10 от времени  $t$ ) от воды на резонансной частоте ядер водорода (протоны)  $f_H = 5705643$  Гц. В исследованиях используется схема накопления. После 128 накоплений (по времени - это меньше 1 s) сигнал ЯМР приобретает устойчивую форму линии, позволяющую проводить измерения [5].



**Рис. 1.** 1 — постоянный магнит; 2 — вставки (шиммы); 3 — нейтраль для размещения и центровки магнитов; 4 — регулировочные винты; 5 — катушки модуляции; 6 — катушка регистрации сигнала ЯМР; 7 — фиксирующее устройство для контейнера с исследуемой средой; 8 — контейнер с исследуемой средой; 9 — радиочастотный генератор; 10 — автодинный детектор; 11 — устройство обработки и управления; 12 — осциллограф

Применение новой разработанной конструкции малогабаритного ЯМР спектрометра, в которой реализованы усовершенствованные методики регистрации сигнала ЯМР позволило существенно расширить возможности экспресс-контроля состояния сельскохозяйственных угодий и водоемов, а также более эффективно решать другие задачи, связанные с экологией.

Используя информацию от зарегистрированного в слабом магнитном поле спектра поглощения, можно идентифицировать среду по сигналу от ядер с магнитными моментами на месте проведения исследования, если информация о ней была утеряна.

Использование ЯМР метода позволяет также проверять в экспресс-режиме различную сельскохозяйственную продукцию (не только жидкого вида). Например, картошку, свеклу, огурцы или морковь на соответствие их установленным стандартам. Это возможно, так как в составе этих овощей содержатся химические элементы, ядра которых обладают магнитными моментами [7].

### Литература:

1. Davydov V. V., Dudkin V. I., Karseev A. Yu. (2014) Малогабаритный ядерно-магнитный релаксометр для экспресс-контроля состояния жидких и вязких сред (A compact nuclear magnetic relaxometer for the express monitoring of the state of liquid and viscous media). *Измерительная техника (Measurement Techniques)* 8: 44–48.
2. Davydov V.V., Myazin N.S. (2017a) Многофункциональный малогабаритный ядерно-магнитный спектрометр (Compact multifunction nuclear-magnetic spectrometer). *Измерительная техника (Measurement Techniques)*. 2017. 2: 58-62.





3. Davydov V.V., Myazin N.S., Davydova T.I. (2017b) Неразрушающий метод экспресс-контроля состояния конденсированных сред для экологического мониторинга (A nondestructive method for express testing of condensed media in ecological monitoring). *Дефектоскопия (Russian Journal of Nondestructive Testing)* 7: 52–61.
4. Davydov V.V., Myazin N.S., Velichko E.N. (2017c) Characteristics of spectrum registration of condensed medium by the method of nuclear-magnetic resonance in a weak field. *Technical Physics Letters* 43: 607–610.
5. Karseev A. Yu., Vologdin V.A., Davydov V.V. (2015) Features of nuclear magnetic resonance signals registration in weak magnetic fields for express - control of biological solutions and liquid medium by nuclear magnetic spectroscopy method. *Journal of Physics: Conference Series* 643: 012108.
6. Myazin N.S., Davydov V.V., Yushkova V.V., Davydova T.I., Rud' V.Yu. (2017) New nondestructive method for determining the composition of components in biological objects in express mode. *Journal of Physics: Conference Series* 917: 042017.



УДК 676.2.024

## ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНИХ ПШЕНИЧНИХ КРОХМАЛЬНИХ КЛЕЇВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

**Ю. Ластов'як, Д. Назаренко, В. Плосконос**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** dimon.nazarenko.2015@mail.ru

Метою даної роботи є дослідження впливу модифікованих пшеничних крохмальних клеїв на комплекс фізико-механічних показників паперового полотна в процесі його формування.

Як відомо [1,2], вторинне волокно, яке отримують в процесі переробки макулатури, на сьогоднішній день є важливим джерелом вихідної сировини для виготовлення паперу та картону на підприємствах галузі. Разом з тим, часткова або повна заміна дороговартісної целюлози на макулатуру в композиції картонно-паперової продукції призводить до виникнення ряду технологічних проблем, хоча собівартість готової продукції знижується. Зважаючи на те, що основним цінним компонентом макулатури є целюлозні волокна, дослідження, які проведені під час виконання даної дослідницької роботи, спрямовані на максимально можливе утримання цих волокон паперовим полотном без суттєвого погіршення його якості.

З метою максимального уловлювання волокон на сітці папероробної машини та для утримання комплексу фізико-механічних показників продукції, що виготовляється на достатньо високому рівні, використовують крохмальні клеї.

В якості зміцнювальних агентів для паперового та картонного полотна крохмальні клеї широко використовуються у світовій практиці картонно-паперового виробництва [3]. Перспектива збільшення обсягів використання крохмалю в картонно-паперовій галузі пояснюється ще і тим, що крохмаль це поновлюваний природний продукт. Крохмаль є складним вуглеводом, який розглядається як продукт полімеризації, що містить у молекулі кілька тисяч моносахаридів. Роль крохмалів особливо зростає в умовах дефіциту високоякісного целюлозного волокна. Екологічними перевагами використання крохмалів



в якості засобу, що підвищує отримання дрібних волокон макулатурної маси на сітці папероробної машини, пов'язанні з природним характером самих крохмалів.

Для підвищення утримування крохмалю додають синтетичні полімери, або замість звичайного крохмалю використовують модифіковані крохмалі. Такий підхід дає змогу підвищити утримання крохмалю на волокні паперового полотна в процесі випуску паперової маси на сітку папероробної машини, відповідно, і під час пресування та сушіння паперового полотна. Таким чином є можливість зменшити ступінь забруднення підсіткових вод, а саме: насичення їх дрібним волокном.

В композиції макулатурної маси можуть застосовуватись не видозмінений крохмаль, модифікований крохмаль, крохмалофосфати, дієфіри крохмалю та ацетати крохмалю з низьким ступенем заміщення.

Звичайний не модифікований крохмаль використовується дуже рідко через свою погану розчинність. Крохмальна дисперсія в холодній воді не має зв'язуючої сили. Клейкість крохмалю пов'язана належним чином з температурою желатинування, яка є параметром, залежним від рослини, з якої крохмаль виготовлений. Крохмальна паста, отримана з не видозміненого крохмалю, має порівняно високу в'язкість за дуже низької концентрації щільних частинок. Іншим недоліком є те, що крохмаль не є спорідненим до волокон целюлози, що заряджені негативно. Це погіршує утримання крохмалю в процесі формування паперового полотна. Для усунення цих недоліків до крохмалю застосовують модифікації.

В процесі модифікації відбувається гідроліз (розрив) глікозидних зв'язків, внаслідок чого зменшується молекулярна маса полісахаридів крохмалю і зменшується в'язкість його дисперсій. Особливу увагу слід приділити катіонним модифікованим крохмалю, що, можливо, є найсвоєріднішим класом похідних крохмалю, які недавно набули широкого розповсюдження. Їх велика шкала промислової важливості полягає в їх спорідненості по відношенню до негативно заряджених молекул целюлози. Таким чином, в розчині крохмаль 'прилипає' до волокон, що сприяє підвищенню утримування його на полотні та, відповідно, фізико-механічних властивостей паперу або картону.

Таким чином, в процесі виконання дослідницької роботи проведена серія експериментів за використання в якості зміцнювального агента пшеничного крохмалю. З метою скорочення кількості дослідів та підвищення інформативності експерименту попередньо було розроблено матрицю експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності та шумостійкості [4]. За результатами експериментальних досліджень будуть розроблені математичні моделі [5], дослідження яких дасть експериментатору можливість відслідкувати всі процеси, що відбуваються за використання пшеничного крохмалю, та підібрати оптимальні його дози в процесі виготовлення певного виду паперу із заданими фізико-механічними властивостями.

### Література:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для ВУЗів –Київ. ЕКМО - 2008. - 396 с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 2006. – 696 с.
3. Обзорная информация. Применение крахмального клея в производстве тарного картона. Целлюлоза, бумага и картон. – М.:ВНИИПИЭИ леспром. – 1985.-№10.-с.36—45.
4. Плосконос В.Г. Використання комп'ютерних технологій в розробці планів експериментальних досліджень складних технологічних систем виробництва паперу та картону//Міжнародний науковометричний журнал "Інтернаука".- 2018.- № 21(61), т.3, с.50-54. DOI: 10.25313/2520-2057-2018-21-4428.



УДК 678.664

## СТВОРЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ФЛОКУЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНТЕРПОЛІМЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ В СУМІШАХ ПОЛІМЕРІВ ПРИРОДНОГО ТА ШТУЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

**В.О. Овсянкіна, А.В. Ніщименко**

*Київський Політехнічний Інститут ім. Ігоря Сікорського*

*пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна*

**e-mail:** anastasianisimenko645@gmail.com

В наш час обсяги споживання води зростають, а її якість знижується, одну з найбільших проблем становить її очищення від забруднень і, зокрема, від зважених і колоїдно-дисперсних часток. Ефективність осадження дисперсій може бути значно збільшена за допомогою флокулянтів, при цьому одночасно знижуються кольоровість, запахи, присмаки й мікробне забруднення води. Крім того, флокулянти дозволяють поліпшити якість води при мінімізації часу відстоювання, досягати запланованої продуктивності при менших витратах, збільшувати продуктивність без капітальних витрат, підвищити ефективність системи фільтрації й збільшити термін служби фільтрів. Актуальність досліджень процесів комплексоутворення в сумішах двох протилежно заряджених поліелектролітів (ПЕ) полягає насамперед у тому, що подібні процеси проходять у біологічних об'єктах, а також у широкому застосуванні цих полімерних систем, зокрема водорозчинних поліелектролітних комплексах (ПЕК) у ролі флокулянтів, а осадки нерозчинних ПЕК (на основі сильних ПЕ) — у ролі напівпроникних мембран.

На даний момент інтерполімерні комплекси (ІПК) розглядають як перспективні гетерополімерні функціональні матеріали. Їх широко використовують для регулювання стійкості дисперсних систем, у біотехнологічних процесах, при виробництві паперу, як напівпроникні мембрани, плівкоутворювачі. ІПК мають ряд цінних властивостей, завдяки чому застосовуються як флокулянти при рішенні екологічних задач. В останні роки інтерес до інтерполімерних комплексів неухильно росте. Це пов'язане із широкими можливостями регулювання їхньої структури й властивостей за рахунок варіювання хімічної природи й довжини полімерних компонентів, а також кількості розподілу привитих ланцюгів. Значні можливості для варіювання властивостей і функцій ІПК відкриває з'єднання в їхніх макромолекулах хімічно комплементарних (здатних кооперативно взаємодіяти) полімерних партнерів. Тому їх можна розглядати як особливий клас високомолекулярних сполук - інтрполімерні комплекси.

Флокулянтами називають розчинні у воді високомолекулярні сполуки, що застосовуються для відділення твердої фази від рідини, та ті, що утворюють з грубодисперсними та колоїдними частками трьохмірні структури незалежно від того, чи мають ці частки явно виражену поверхню розділу фаз або представляють собою макромолекули, що не мають цієї поверхні.[1]

Змішування полімерів є поширеним методом отримання матеріалів з властивостями, проміжними між властивостями початкових компонентів [2]. Змішування полімерів може приводити, у відносно окремих випадках, до появи матеріалів з якісно новими властивостями, коли полімерні компоненти суміші здатні утворювати один з одним інтерполімерні комплекси, нові хімічні речовини, що є новими хімічними сполуками. Залежно від складу і способу отримання, полімер-полімерні комплекси, що утворюються в сумішах полімерів (олігомерів), є розчинними (лінійної будови) і нерозчинними (хімічно зшитими), аморфними (у більшості випадків) або аморфно – кристалічними [3].



Утворення ІПК відбувається за рахунок кооперативного зв'язування ланок комплементарних макроланцюгів [4]. Прийнявши за основу тип взаємодій, які ведуть до полімер — полімерному комплексоутворення, підрозділяють ІПК на чотири класи: інтерполіелектролітні комплекси (ІПЕК), отримані взаємодією різнойменно заряджених поліелектролітів (полікислот і поліоснов)[5]; полімер-полімерних (олігомерних) комплексів, ланки яких здатні утворювати одне з одним Н – зв'язки ; комплекси перенесення заряду [6] і стереокомплекси. Знайдені також трьохкомпонентні ІПК з низькомолекулярним посередником (З-ІПКП), які можуть бути утворений як двома полікислотами різної сили, так і двома (відмінними по силі) поліосновами [7].

Для проведення досліджень використовували водорозчинні полімери:

- Карбоксиметілцелюлоза (КМЦ), полімер високого рівня очистки з ММ=9000;
- Полідиметіламиноетілметакрилат (ПДМАЕМА), являвся полімером виробництва фірми “Aldrich” з ММ=9500.

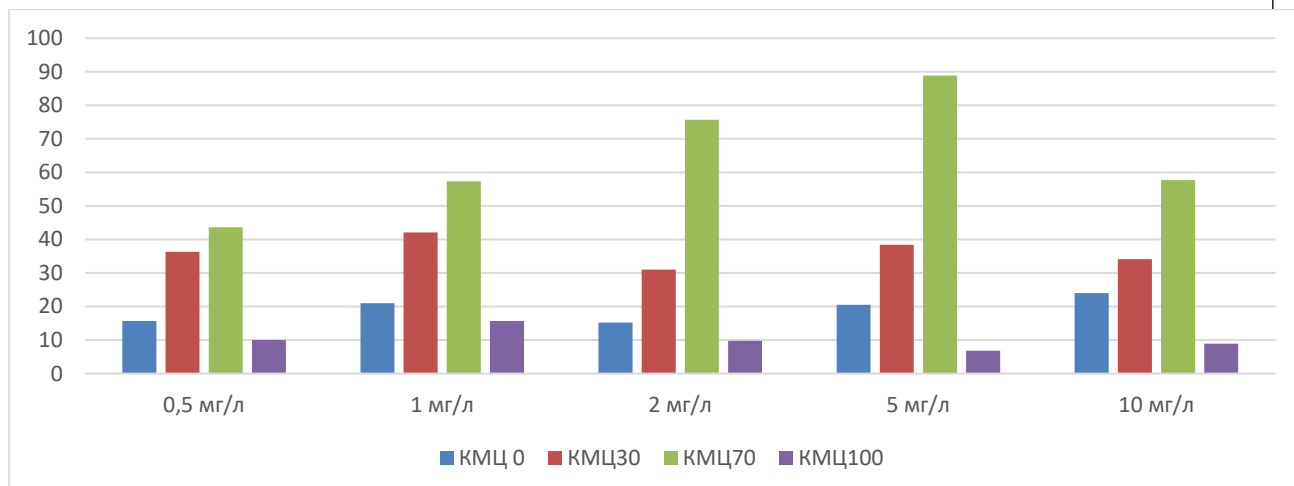
Отримання сумішей виконували шляхом розчинення відповідних полімерів до утворення 10%-х розчинів, з їх наступним змішуванням у відповідних кількостях. Змішуванням полімерів виконували спочатку при  $T=20\pm 2$  °С на протязі 180 хв., а потім при  $T=85\pm 1$  °С на протязі 2 годин.

Таблиця 1

#### Вміст КМЦ та ПДМАЕМА в досліджуваних сумішах

КМЦ, мас. %	ПДМАЕМА, мас. %
100	-
90	10
70	30
50	50
30	70
10	90
-	100

Суміші досліджували у вигляді плівок, отриманих на поверхні тетрафторетиленових пластин. Висушування плівок здійснювали на повітрі ( $T=20\pm 2$  °С) до постійної ваги. Дослідження характеру просторового розташування фрагментів макроланцюгів вихідних полімерів й їх сумішей проводили методом ширококутового розсіювання рентгенівських променів за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН-4-07. Мікрогетерогенну структуру сумішей досліджували методом малокутового розсіювання рентгенівських променів за допомогою малокутової рентгенівської камери КРМ-1 із щільним коліматором, виконаним по методу Краткі, геометричні параметри якої задовольняли умови нескінченної висоти первинного пучка випромінювання. Експериментальні профілі інтенсивності нормували на величину фактора послаблення первинного пучка зразками сумішей, а також на їх розсіюючий об'єм. Процедуру внесення колімаційного виправлення в нормовані профілі інтенсивності (приведення їх до точкової колімації) виконували за методом Шмідта. Усі дослідження проводили в  $\text{CuK}\alpha$ -випромінюванні, монохроматизованому Ni-фільтром. З'ясовано, що деякі флокулянти, добре працюють при освітленні модельної суспензії бентоніту. Наприклад ступінь освітлення при її обробці сульфатом алюмінію концентрацією 70 мг/л з додаванням флокулянту КМЦ 70, становив 75,7% та 88,9% при концентраціях 2 та 5 мг/л відповідно. Але більшість композицій коагулянтів в суміші з флокулянтами, та самих флокулянтів показали дуже погані результати, в більшості випадків ступінь очищення коливався в межах 20% - 40%.



**Рис.1. Ефективність застосування флокулянтів при освітленні модельної суспензії бентоніту в дистильованій воді**

Зміна концентрації не дуже впливає на величину ступеню освітлення модельної суспензії, але в той же час проявляється тенденція до її збільшення при концентраціях флокулянтів 2 та 5 мг/л.

При освітленні модельної суспензії бентоніту більшість композицій коагулянтів в суміші з флокулянтами, та самих флокулянтів показали дуже погані результати, в більшості випадків ступінь очищення не перевищувала 40%, а коливалась в межах 20% - 40%. Максимального ступеня освітлення - 88,9% вдалося досягти при застосуванні флокулянту КМЦ 70 (доза 5 мг/л) разом з сульфатом алюмінію (доза 70мг/л). Розглянувши представлені результати, можна зробити висновок про недоцільність використання більшості з представлених флокулянтів для освітлення модельної суспензії бентоніту.

#### Література:

- 1 Ю.И. Вейцер, Д.М. Минц: «Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод». М.: Стройиздат, 1984. 202 с.
- 2 В.И. Штомпель //Дис. докт. Хим. наук (02.00.06) –Киев: ИХВС НАН Украины, 2003. -309 с.
- 3 А.В. Кабанов, В.А. Кабанов //Высокомолекулярные соединения. Сер. А-В. – 1994. - 36, №2. –С.198 – 211.
- 4 В.И. Штомпель, Ю.Ю. Керча, О.Ф. Лебедева и др. //Укр. хим. журн. -2000. -66, №6. – С.118-121.
- 5 В.И. Штомпель, Ю.Ю. Керча // Укр. хим. журн. -1997. -63, №11 –С.53-56.
- 6 R. Perret, W. Ruland //Kolloid Z. – Z. Polymere/ -1971. -247. –S.835-843.
- 7 N. Kubota, T. Matsuhara, Y. Eguchi. J. Appl. Polym. Sci., 70, 1027 (1998).





## TREATMENT OF PETROLEUM WASTEWATER

**I.V. Matuselych, N.M. Tolstopalova, T.I. Obushenko**

*National Technical University of Ukraine*

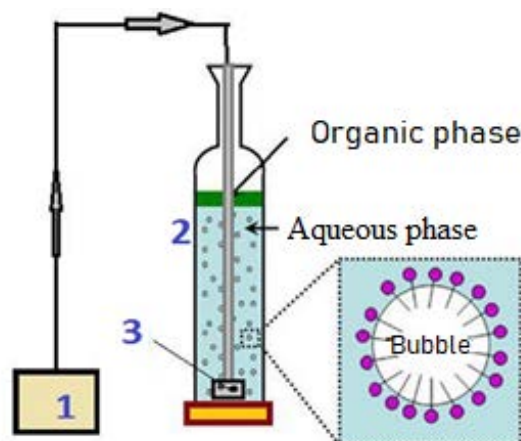
*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

Peremogi Avenue, 37, Kyiv-56, 03056, Ukraine

**e-mail:** tio1963@gmail.com

One of the most important environmental problems on a global scale is the pollution of water areas, coastal areas and soils with petroleum products, the main source of which is wastewater from various industries, agricultural and national enterprises (oil production and refining, transport, metallurgy, etc.). Petroleum products are among the ten most dangerous pollutants. Flotation is the most effective way to treat wastewater from coarsely dispersed petroleum products. This is due to the fact that petroleum products have a low density and negative hydraulic size (rate of ascent), as well as are hydrophobic and the surface of their globules is not wetted by water. The process of extraction of oil products from model solutions by flotoextraction method has investigated. Flotation extraction is a flotation process during which the floated substance (sublate) is concentrated in a thin layer of organic matter located on the surface of the aqueous phase. It is established that this process is influenced by a number of factors: the presence of surfactants, pH of the solution, the duration of the process [1].

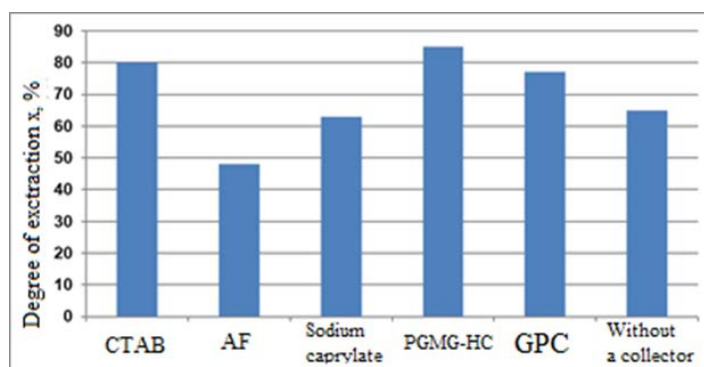
For the experimental study of the flotation extraction process, the model solution (emulsion) was prepared from AI-95 gasoline. Working concentration 160 mg / dm<sup>3</sup>. To prepare the model solution, 160 mg of gasoline was transferred to a volumetric flask with a volume of 1 dm<sup>3</sup> and stirred vigorously. Then the solution in the required amount was made surfactant, adjusted pH. The solution was quantitatively transferred to a flotation extraction column (Fig. 1) and added 10 cm<sup>3</sup> of organic phase (isoamyl alcohol). The gas supply was switched on, which was monitored by a flow meter, and the gas was bubbled through the solution for a set time (30 minutes). An aliquot of the solution was taken after flotation extraction and the residual concentration was analyzed by photometric method.



**Fig. 1. Experimental setup:**

**1 - compressor; 2 - flotation extraction column; 3 - air dispergator.**

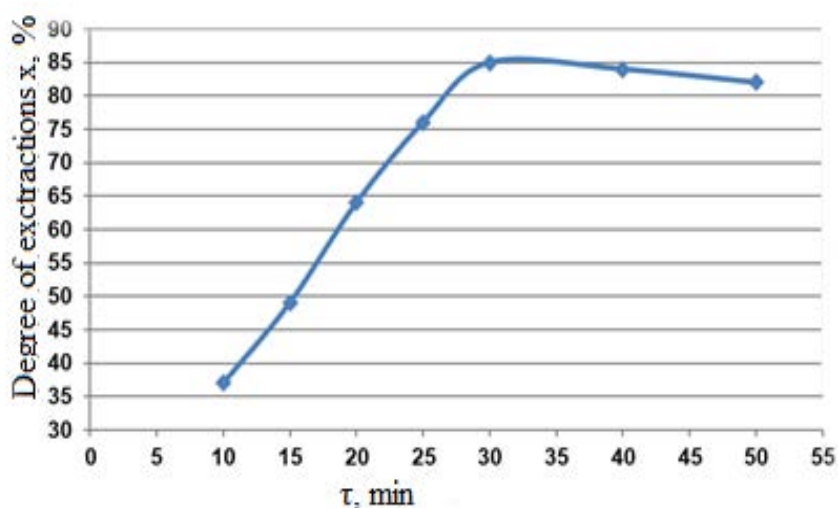
The results of the collector's choice are presented in Fig. 2. The following surfactants were investigated: hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB); nonionic AF; hexadecylpyridinium chloride (GPC); sodium caprylate; polyhexamethylene guanidine hydrochloride (PGMG-HC).



**Fig. 2. The efficiency of the process of flotation extraction with different collectors**

It can be concluded that the highest degree of gasoline extraction is observed while using a cationic collector - polyhexamethylene-guanidine hydrochloride (85%).

The duration of the flotation extraction process varied from 10 to 50 minutes using a PGMG-HC collector. During the process for 10 ÷ 25 minutes, the maximum degree of extraction was not reached, ie the substrate did not have time to fully transition from the aqueous phase to the organic (Fig. 3). The maximum transition of the substrate to the organic phase was observed when the duration of flotation extraction was 30 ÷ 40 minutes, and the degree of extraction was 85%. As the duration of the process increases to 50 minutes, the degree of extraction decreases due to the process of reverse transition of the substrate from the aqueous phase to the organic



**Fig. 3. Dependence of the degree of gasoline extraction on the duration of the flotation extraction process**

The process of extraction of oil products from model solutions by floatoextraction method was investigated. It is established that this process is influenced by a number factors: pH of the solution, duration of the process, the presence of surfactants.

As a result of experiments (under constant conditions: volume of organic phase (isoamyl alcohol) - 10 cm<sup>3</sup>, working volume of column - 200 cm<sup>3</sup>) the following optimal conditions were established: collector - polyhexamethylene guanidine hydrochloride (PGMG-HC); pH 5; the



duration of the process is 30 minutes. The degree of extraction of petroleum products under these conditions is 85%.

#### Література:

1. Теоретичні засади та практичне застосування флотоекстракції: огляд/І.М. Астрелін, Т.І. Обушенко, Н.М. Толстопалова, О.О. Таргонська// Вода і водоочисні технології.-2013.- №3.- С.3-23.



УДК 661.183.8

### ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛІЗО-МАРГАНЦЕВОГО СОРБЕНТУ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ФОРМАЛЬДЕГІДУ ЗІ СТИЧНОЇ ВОДИ

Д.Ю. Павлюк<sup>1</sup>, І.О. Гутак<sup>1</sup>, О.В. Павленко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Шосткинський НВК: спеціалізована школа I-II ступенів – ліцей  
вул. Свободи, 33, м. Шостка, 41100, Україна

<sup>2</sup>Шосткинський інститут Сумського Державного університету  
вул. Гагаріна, 1, м. Шостка, 41100, Україна  
**e-mail:** pavlyukdenis@shostka-licey.com

Україна сьогодні є однією з перших по Європі за забрудненням навколишнього середовища. Одним з таких забруднювачів є формальдегід – це природна хімічна речовина, що використовується у хімічній галузі, для виготовлення різноманітних речовин. ГДК формальдегіду у водоймищах рибогосподарського призначення становить 0,25 мг/л, тому перед скиданням у каналізацію стічні води, що містять формальдегід, мають бути очищені.

Методів очищення таких вод існує декілька. Один з актуальних на теперішній час є метод сумісного використання озону й активованого вугілля, при цьому відбувається окисно-сорбційна взаємодія, у якій вугілля відіграє роль каталізатору окиснення формальдегіду.

Аналогічний механізм дії має такий відомий сорбент як залізо-марганцеві конкреції (ЗМК). Це аутогенні мінеральні структури гідроксидів заліза та марганцю які утворюються на дні озер, морів та океанів. Існують методи використання ЗМК для очищення стічних вод промислових підприємств в якості сорбційного матеріалу [1], але добування таких мінералів є дорогорартісним. Використання штучного залізо-марганцевого сорбенту з промислових відходів може значно здешевити процес очищення стічних вод.

Метою роботи було дослідження процесу очищення стічної води від формальдегіду з використанням залізо-марганцевого сорбенту з відходів виробництва гідрохінону [2].

Для дослідження були надані зразки стічної води після промивання реактора від представників фармацевтичного підприємства в місті Шостка.

Вміст формальдегіду в воді визначався методом йодометричного титрування. [3].

В ході дослідження встановлено, що швидкість сорбції формальдегіду практично однакова протягом перших 60 хв. Це можна пояснити окисненням формальдегіду, його взаємодією з оксидами заліза, яка каталізується наявністю оксиду марганцю. Статистична сорбційна ємність сорбенту за формальдегідом дорівнює 3,44 мг/г. Ступінь вилучення в





перші 60 хв. досягає 55% за початкової концентрації 234 мг/л. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що на поверхні сорбенту має місце як фізична так і хімічна адсорбція.

Зважаючи на невелику швидкість вилучення можна використовувати дану методику першим етапом багатостадійної технології очищення промислових стоків. Завдяки цьому вирішується проблема утилізації відходів та здешевлення процесу очистки стічних вод фармацевтичних підприємств, які знаходяться на території м. Шостка.

#### Література:

1. Челищев Н. Ф. Сорбционные свойства океанических железомарганцевых конкреций и корок. / Н. Ф. Челищев, Н. К. Грибанов, Г. В. Новиков. – М.: Недра, 1992. – 317 с.
2. Спосіб переробки промислових відходів у сорбент. – патент України No 137173 від 10.10.2019, бюл. No 19.
3. Лурье Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. – М.: Химия. – 1974. – 271 с.



UDC 628.212

## USING DISTRIBUTED TEMPERATURE SENSING FOR LOCATING INFILTRATION AND INFLOW INTO WASTEWATER SEWERS

**O. Panasiuk**

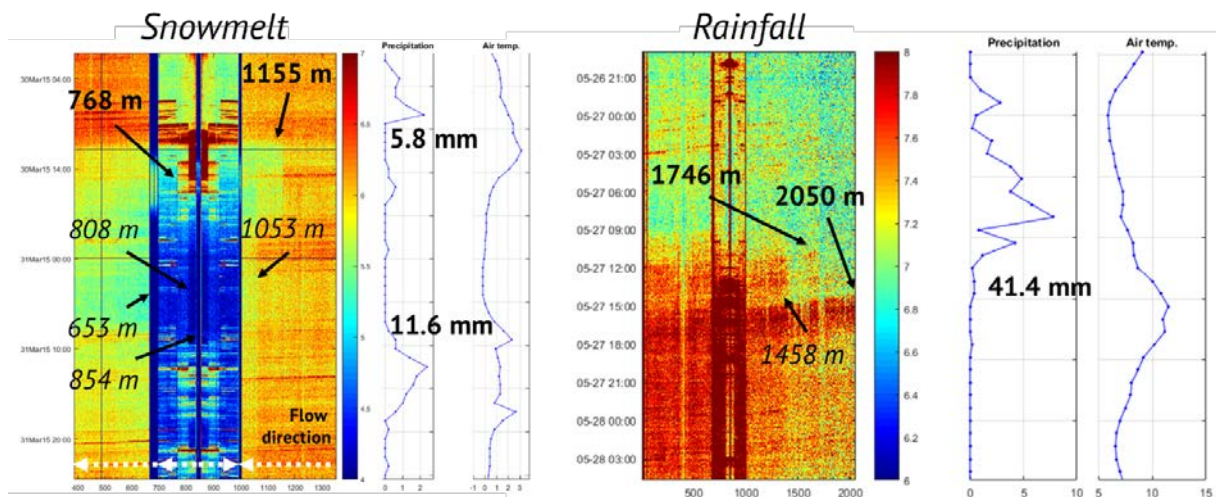
*Luleå University of Technology*  
Laboratorievägen 14, 971 87 Luleå, Sweden  
**e-mail:** oleksandr.panasiuk@ltu.se

Infiltration and inflow (I/I) into wastewater sewers have number of negative effects on both the sewer system and wastewater treatment plant (WWTP) including reduced effective capacity of sewers, increased risks of flooding and sanitary sewer overflows, increased hydraulic load on WWTP and reduced efficiency of wastewater treatment, accelerated deterioration of the system and increased costs of operation [1]. The causes for I/I may include the excessive water entering the sewers through broken pipes, poor pipes connections, manholes, roof and basement drains [2]. Such inflows frequently occur as rainfall derived inflow and infiltration [3] but also during the snowmelt period, which is of special importance in cold climate regions such as Scandinavia, Canada and northern USA [4]. The measurements of the I/I rate can improve the strategies for the sewer rehabilitation [2] and the locations of the inflows should be identified in order to remove the sources of I/I [5]. This paper presents the use of distributed temperature sensing (DTS) for identification and locating of I/I into the wastewater system during the snowmelt period, under dry and wet weather conditions.

DTS setup consists of the fibre-optic cable and the control unit equipped with the laser and sensing optoelectronics. The laser pulses are continuously emitted into the fibre-optic cable and partially reflected along it. The reflected signals are analysed by the DTS unit: location and temperature values along the cable are determined by the travel time of the signals and their Raman backscattering, respectively [5].

Two fibre-optic cables with the length of 2 km and 1.2 km were installed at the invert of a foul sewer in the village with 355 inhabitants in 2010, Skellefteå municipality, Sweden. The time and space resolutions were around 14 seconds and 0.25 m with the precision of around 0.1°C. The DTS monitoring campaign took place between March, 16 (with the snow cover still present on the ground) and June, 24, 2015.

The data from the DTS monitoring campaign were analysed and presented in form of colour-coded plots, where time and location are represented by the vertical and horizontal axes, respectively. Analysis of the plots may reveal temperature anomalies that indicate I/I. For example, in Fig. 1 several I/I locations were found on DTS plots. Snowmelt and rainfall induced I/I have shown different locations indicating also different pathways these types of I/I entered the sewers.



**Figure 1. DTS analysis results from snowmelt (left) and rainfall (right) induced I/I with marked distances along DTS cable**

Due to the high temporal and spatial resolution as well as the measurements over prolonged period of time (over 3 months), DTS has shown to be effective for identifying and locating I/I inflows into the wastewater system during the snowmelt period, dry and wet weather conditions. Snowmelt has shown to contribute to inflow via the same entries as rainfall as well as to infiltration via a range of entries, such as broken pipes or leaking manholes.

#### References:

1. Bareš V., Stránský D., and Sýkora P. (2012). Evaluation of sewer infiltration/inflow using COD mass flux method: case study in Prague. *Water Sci. Technol.*, 66(3), 673.
2. Field R. and O'Connor T. P. (1997). Control strategy for storm-generated sanitary-sewer overflows. *J. Environ. Eng.*, 123(1), 41–46.
3. Wright L., Heany J., and Dent S. (2006). Prioritizing sanitary sewers for rehabilitation using least-cost classifiers. *J. Infrastruct. Syst.*, 12(3), 174–183.
4. Valeo C. and Ho C. L. I. (2004). Modelling urban snowmelt runoff. *J. Hydrol.*, 299(3–4), 237–251.
5. Schilperoort R., Hoppe H., de Haan C., and Langeveld J. (2013). Searching for storm water inflows in foul sewers using fibre-optic distributed temperature sensing. *Water Sci. Technol.*, 68(8), 1723.





УДК 628.16

**ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА РІЧКОВОЇ ВОДИ ДЛЯ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ****Ю.Р. Поварова, О.І. Іваненко***Київський політехнічний інститут ім.Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна

**e-mail:** povarova97@gmail.com

В процесах водопідготовки виникає проблема видалення з води завислих дрібнодисперсних часток та колоїдних домішок. Багато речовин, що обумовлюють мутність і кольоровість, знаходяться в ній у колоїдному стані. Для освітлення і знебарвлення води використовують методи обробки, що базуються на застосуванні реагентів (коагулянтів), які забезпечують переведення в осад колоїдно-дисперсних домішок і забруднень.

Коагулянти – це солі амонію та заліза, що здатні гідролізувати у воді з утворенням золів гідроксидів, які коагулюють з завислими та колоїдними частинками, присутніми у воді.

Складністю цього методу є видалення з води домішок колоїдного ступеня дисперсності, а також використання великої кількості реагентів, що необхідні для даного методу.

Процес фільтрування – це вилучення з рідин завислих нерозчинних домішок при пропусканні їх через пористий матеріал. Проблемою даного методу є те, що в зернистому завантаженні накопичується велика кількість осаду.

Через погіршення екологічної ситуації міським очисним станціям все складніше забезпечувати високу якість питної води за показниками, які передбачені санітарними правилами і нормами, в тому числі за патогенними мікроорганізмами, вірусами, важкими металами та іншим токсичними сполуками.

Хлорування води використовують через невисоку вартість обладнання і тривалий ефект обробки, проте розвинуті країни вже давно відмовились від цього методу, оскільки хлор негативно впливає на організм людини, спричиняючи онкологічні захворювання, сприяє розвитку атеросклерозу, гіпертонії, хвороб серця та дихальних шляхів.

Мембранні процеси у водопідготовці є досить новими, хоча самі мембранні явища спостерігали та вивчали, починаючи з середини XVIII століття. Справжній прорив в області їх промислового використання відбувся після розробки асиметричних мембран, які продемонстрували значно вищу продуктивність в порівнянні з гомогенними аналогічної товщини. Великий спектр мембран з різноманітних полімерних і неорганічних матеріалів все ширше використовується в багатьох галузях промисловості, в тому числі й для отримання питної води. Найбільш широке використання в практиці водопідготовки знайшли баромембранні методи, в яких рушійною силою є різниця тисків по обидві сторони мембрани, а саме: зворотній осмос, нанофільтрація, ультрафільтрація та мікрофільтрація.

Ультрафільтрація – це баромембранний процес, який дозволяє затримувати тонкодисперсні і колоїдні домішки, а також макромолекули з молекулярною масою від декількох сотень до десятків і сотень тисяч дальтон. При цьому розчинник (вода), солі та низькомолекулярні органічні речовини проходять крізь мембрану. Ультрафільтраційні мембрани зазвичай мають розмір пор 0,002 – 0,10 мкм. Рушійною силою процесу ультрафільтрації є різниця тиску з двох сторін мембрани, але, оскільки осмотичні тиски розчинів макромолекул, як правило, дуже низькі, то робочий тиск для ультрафільтраційних мембран знаходиться в межах 0,1 – 1,0 МПа.



За допомогою ультрафільтрації видаляються осадкоутворюючі для зворотньоосмотичних мембран високомолекулярні речовини та тонкі колоїди з розмірами часток, що перевищують розмір пор ультрафільтраційних мембран.

Дослідження проводились з дніпровською водою яку попередньо відстояли.

Ультрафільтраційну обробку отриманого фільтрату проводили в барамембранній комірці фронтального типу при перемішуванні з використанням таких мембран:

ПС-50 – помірно гідрофобна мембрана на основі ароматичного полісульфанолу. Використовується в харчовій, фармацевтичній галузях промисловості.

ПА-20 – помірно гідрофільна мембрана на основі ароматичного поліаміду. Призначена для ультрафільтрації харчових продуктів, розділення розчинів високомолекулярних сполук і біологічно активних речовин. Ці мембрани є аналогами полісульфонамідних мембран серії УПМ, але на відміну від них володіють більш вузьким розподілом пор по розмірах і підвищеною хімічною стійкістю.

ПАН -20 – помірно гідрофільні мембрани на основі сополімерів акрилонітрилу, які відрізняються високою стійкістю до дії жирів та нафтопродуктів. Такі мембрани рекомендуються для розділення біологічно активних речовин через вузький розподіл пор за розмірами.

УПМ-20 – мембрана на основі ароматичного полісульфанолу з середнім розміром пор 20 нм.

ОПМН-П – поліамідна мембрана з розміром пор менше 10 нм.

Установка складалась з баромембранної комірки, де тиск створювався стислим азотом, що надходив із балона до комірки по газопідвідній трубці. Пермеат з комірки відводився за допомогою штуцера до збірника пермеату. Тиск у системі регулювався та контролювався за допомогою редуктора і манометра, відповідно. Перемішування розчинів у комірці здійснювалось за допомогою магнітної мішалки.

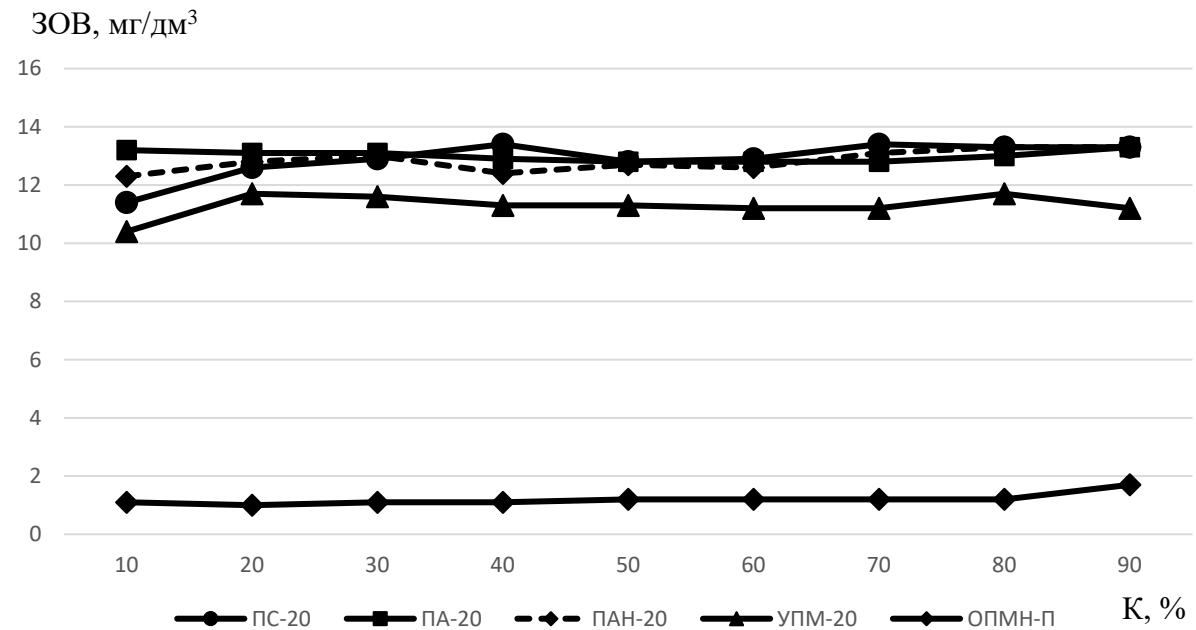


Рис. 1. Вміст загального органічного вуглецю як від коефіцієнту відбору пермеату

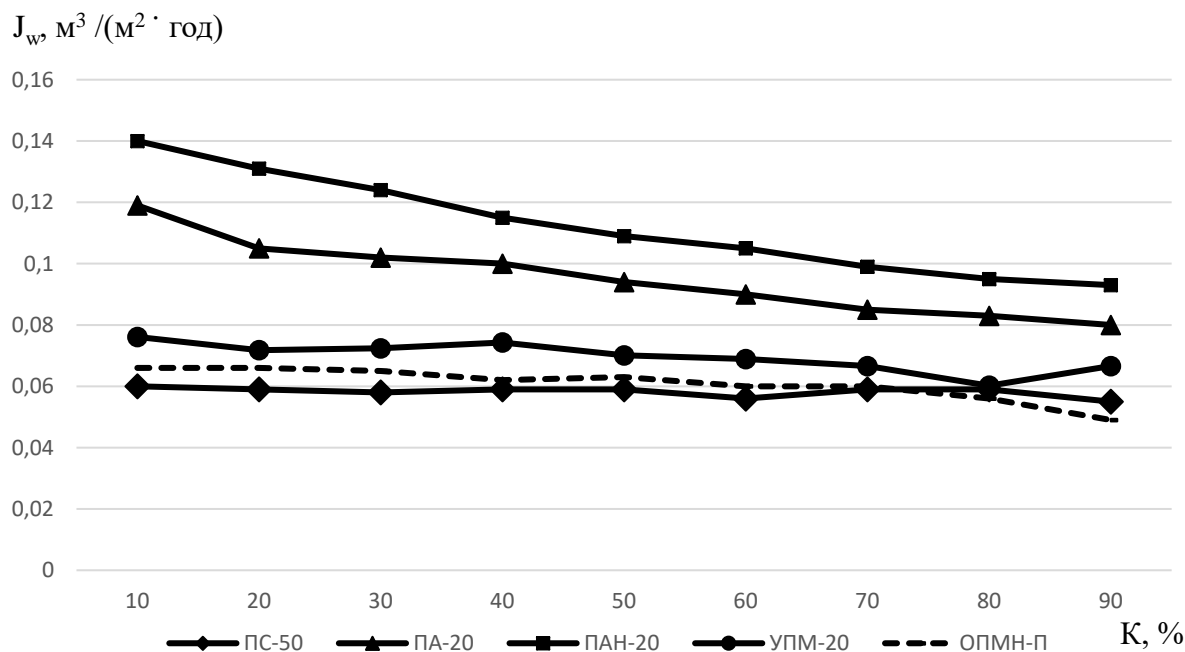
Баромембранна комірці, де в лабораторних умовах здійснювалось вивчення робочих характеристик мембран, складалась з камер високого та низького тиску, виготовлених з нержавіючої сталі. За підкладку під мембрану використано пористу нержавіючу сталь товщиною 1,2 мм. У камері високого тиску на відстані 2 мм від мембрани встановлено

пристрій для перемішування розчину за допомогою магнітної мішалки, кутова швидкість якої становила 300 об/хв.

Місткість баромембранної комірки становила 420 см<sup>3</sup>, площа робочої поверхні мембрани – 18, 0864 · 10<sup>-4</sup> м<sup>2</sup>, дослідження здійснювались за температури 22 – 25 °С.

За результатами досліджень було отримано, що мембрана ОПМН-П забезпечує найнижчу концентрацію загального органічного вуглецю в пермеаті ( рисунок 1).

Але як видно з рисунку 2 мембрана ОПМН-П забезпечує невисоку ефективність, що в два рази менше в порівнянні з продуктивністю мембрани ПАН – 20. Проте, її застосування гарантує найвищий ступінь очищення від органічних речовин.



**Рис. 2. Залежність питомої продуктивності мембрани від коефіцієнту відбору пермеату**

В результаті досліджень було встановлено, що при пропусканні через мембрани різного типу питома продуктивність мембрани знижується для мембран ПС – 50, ПА – 20, ПАН – 20, ОПМН-П, але у випадку використання мембрани УПМ – 20 питома продуктивність зростає.

### Література:

1. Гончарук В. В. Екологічні аспекти сучасних технологій охорони навколишнього середовища // Київ: «Наукова думка», 2005. – 350 с.
2. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
3. Романенко В. Д. Основи гідроекології // Київ: «Обереги», 2001. – 728 с.
4. Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б. Аналітична хімія поверхневих вод // Київ: «Наукова думка», 2007. – 452 с.
5. Мельник С. В, Смик С. Ю, Бутенко О. Г Основи екології: конспект лекцій для студ. інж. фахів // Наука і техніка, 2010. – 136 с.





## ЗНЕШКОДЖЕННЯ ШАХТНИХ ВОД ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОНЦЕНТРАТІВ

**М.Д. Гомеля, Я. В. Радовенчик**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** r.yar@ukr.net

Добування корисних копалин супроводжується підняттям на поверхню значних об'ємів підземних вод під загальною назвою «шахтні води». Особливістю цієї категорії вод є підвищена мінералізація та вміст окремих сполук у концентраціях, що суттєво перевищують допустимі норми. Тому скид шахтних вод в поверхневі водойми призводить до їх забруднення, збільшення мінералізації та суттєвого погіршення якості води. Однак, значні об'єми таких вод перешкоджають ефективному їх очищенню. Та й традиційні технології, в більшості випадків, недостатньо ефективні для виконання такої вимоги. Навіть ті технології, котрі вважаються сьогодні досить перспективними для знешкодження шахтних та інших мінералізованих вод, супроводжуються утворенням значних об'ємів концентратів, проблеми знешкодження котрих ще не вирішені. Тому розробка нетрадиційних підходів до знешкодження концентратів та мінералізованих вод різноманітного походження дозволить вирішити цю проблему в регіонах з відповідними гідрогеологічними умовами.

За різними оцінками науковців, вода в підземних горизонтах в рідкому стані може зустрічатися на глибинах до 15 – 20 км [1]. При цьому хімічний склад води в значній мірі залежить від глибини залягання водоносного горизонту та порід, що його формують. Визначальне значення в формуванні водоносних горизонтів відіграють шари ґрунту з низькими коефіцієнтами фільтрації – водотриви. На першому від поверхні водотриві формується надзвичайно важливий водоносний горизонт ґрунтових вод. Це безнапірні води, що слугують джерелом водопостачання для переважної більшості сільського населення. Оскільки цей тип підземних вод формується за рахунок атмосферних опадів та вод поверхневих водоймищ, то їх хімічний склад може змінюватися від прісних до солоних. Глибина залягання ґрунтових вод коливається в межах від нуля для зволених та болотистих місцевостей до 30 – 50 м і більше на суші. На таких же глибинах залягають і інші види вод зони аерації – верховодка, капілярні та інфільтраційні води і т.п. Всі вони мають незначний об'єм та нестабільні в часі, тому суттєво на загальні гідрологічні процеси в літосфері впливають дуже мало.

Глибше, між двома водотривкими пластами ґрунту, розміщуються міжпластові та артезіанські води. Характерною особливістю артезіанських вод є те, що вони перебувають під напором, котрий створюється за рахунок гідростатичного тиску запасів води в горизонті та геостатичного тиску порід підземного горизонту. Для артезіанських басейнів характерне існування одночасно кількох горизонтів напірних вод, котрі суттєво різняться за хімічним складом. Так, переважно прісні напірні води представляють горизонти на глибинах 200 – 500 м в басейнах платформеного типу. Нижче вказаних глибин залягають водоносні горизонти з водами підвищеної та високої мінералізації, інколи – води підвищеної температури. В межах басейнів гірського типу прісні води можуть розповсюджуватися до глибин в 1500 м. Ще нижче під артезіанськими басейнами розміщені глибинні води. Завдяки геостатичному тиску порід та ендегенним силам такі води перебувають, переважно, під напором і розповсюджуються на значних глибинах земної кори.



Для підземних вод характерна горизонтальна зональність, котра проявляється в зміні загальної мінералізації і хімічного складу підземних вод для різних ділянок артезіанського басейну. При цьому мінералізація змінюється від прісних вод до солоних і розсолів від областей живлення артезіанського басейну до найбільш прогнаних його частин. Не менш важливою для питань, що тут розглядаються, є закономірність поступового зниження швидкості руху води з глибиною. З цієї точки зору в підземному горизонті умовно виділяють три зони [2]. *Перша верхня зона* до глибини біля 300 м характеризується інтенсивним водообміном, тому хімічний склад вод цієї зони в значній мірі визначається складом гірських порід, кліматом та рельєфом території. В переважній більшості це прісні гідрокарбонатні води. *Друга середня зона* залягає на глибинах до 1000 м і більше та характеризується збільшенням мінералізації води та зменшенням інтенсивності водообміну. Води цієї зони можуть мати більш різноманітний хімічний склад і в значній мірі формуються за рахунок змішування інфільтраційних вод з первинними солоними водами. *Третя нижня зона* характеризується застійним водним режимом, розміщується на глибинах більше 1000 м і її води відрізняються високою мінералізацією. Насправді, в реальних умовах такий розподіл значно складніший як по горизонталі, так і по вертикалі.

В останні роки добування корисних копалин проводять все на значніших глибинах, що зумовлює підвищення мінералізації шахтних вод і, як наслідок, ріст мінералізації води в поверхневих водоймах. Причому, 95 % шахтних вод відносяться до категорії солонуватих та солоних [2]. Проблеми загострюються ще й тому, що основну масу солей складають сполуки лужних та лужно-земельних металів із хлоридами, сульфатами та гідрокарбонатами, котрі надзвичайно важко видаляються традиційними технологіями.

Для забезпечення нормальних виробничих умов в рудниках та шахтах обов'язковим їх атрибутом є система водовідведення. Її склад та структура визначається конкретними умовами в підземному горизонті. Сьогодні напрацьовано досить багато різноманітних схем водовідведення, здатних задовольнити більшість існуючих підприємств [3].

Загальні об'єми шахтних вод сягають астрономічних цифр. Лише шахти, розміщені в межах території Донецької області станом на 2008 рік скидали в поверхневі водойми біля 1,6 млрд. м<sup>3</sup>/рік, що в загальному об'ємі України складало близько третини [4]. В середньому на 1 т вугілля з шахт на поверхню піднімається 10 м<sup>3</sup> шахтних вод, в окремих шахтах - від 2 до 20 м<sup>3</sup> [5]. Із збільшенням глибини добування вугілля приток шахтної води зменшується. Для басейну Донбасу в період інтенсивного добування вугілля 37 % шахт мали водоприток менше 300 м<sup>3</sup>/год, 37 % - 300 – 500 м<sup>3</sup>/год, 20 % - 500 – 1000 м<sup>3</sup>/год, 6 % - більше 1000 м<sup>3</sup>/год [6].

Шахтні води відбираються з відповідних природних водоносних горизонтів, тому, в більшості випадків, за хімічним складом відповідають складу вод цих горизонтів з незначним додаванням антропогенних забруднювачів – нафтопродуктів, ПАР, хімічних реагентів. Традиційними методами такі води обробляти неефективно через широку гаму забруднювачів із різноманітними фізико – хімічними властивостями. Тому в більшості випадків води з різних горизонтів змішуються між собою, піднімаються на поверхню та скидаються в поверхневі водойми. Сьогодні існують пропозиції та реальні проекти використання таких вод для забезпечення потреб населення після відповідної обробки.

На основі тривалого досвіду роботи в галузі обробки води та водопідготовки виникла пропозиція нетрадиційного вирішення даної проблеми. Суть такої пропозиції полягає в наступному.

Перш за все, необхідно розділити потоки шахтних вод з різних горизонтів. Прісні шахтні води, що утворюються на невеликих глибинах, доцільно піднімати на поверхню і скидати в поверхневі водойми чи піддавати необхідній обробці для перетворення їх у води господарсько-питного призначення. У випадку застосування баромембранних технологій концентрат повертається в шахту на глибші горизонти.



Солонуваті води пропонується скидати в накопичувач на глибших горизонтах для наступного закачування в підземні горизонти. Якщо надлишкова мінералізація води (в порівнянні із вимогами нормативних документів) невелика і дозволяють умови в підземній виробці, хорошим варіантом може бути встановлення баромембранних установок безпосередньо на глибині. При цьому перміат подається на вищий горизонт і піднімається з прісними водами на поверхню, а концентрат приєднується до шахтних вод на більшій глибині. Найбільш вірогідно, що мінералізація концентрату не перевищуватиме мінералізацію міжпластових вод нижнього горизонту, оскільки в результаті обробки вона збільшиться в 2 – 3 рази в порівнянні із початковими характеристиками. Якщо ж обробка води не проводиться, то її мінералізація буде значно нижчою в порівнянні із мінералізацією вод нижнього горизонту, тому не справлятиме негативного впливу на загальні характеристики води.

Мінералізовані води нижнього горизонту та залишки вод з верхніх горизонтів з допомогою потужних насосів закачуються в глибший водоносний горизонт через попередньо пробурену свердловину. Оскільки мінералізація води та вміст різноманітних компонентів в цьому горизонті перевищуватимуть аналогічні показники у водах з горизонтів, розміщених вище, то суттєвого негативного впливу на загальні характеристики води в цьому горизонті не спостерігатиметься.

Гіршим вважається варіант, коли воду необхідно піднімати на поверхню і закачувати в підземний горизонт з допомогою спеціально пробурених свердловин. Такий варіант можна реалізувати при відсутності необхідного для буріння або встановлення системи баромембранного очищення води простору в підземному горизонті. Разом з тим, ми переконані, що і в цьому випадку екологічний, соціальний, а можливо і економічний ефект будуть дуже суттєвими, оскільки вже сьогодні мінералізація більшості річок Західного Донбасу сягає 2 – 4 г/дм<sup>3</sup>.

Що ми отримуємо в результаті використання такої схеми знешкодження шахтних вод та концентратів баромембранного очищення води? Навіть короткий перелік переваг дозволяє оцінити екологічні та соціальні фактори:

- попередження засолення поверхневих водойм. Протягом 5 – 10 років в результаті природних процесів мінералізація в них повернеться до їх традиційних стійких значень;
- забезпечення населення якісною питною водою, особливо на вододефіцитних територіях, де і розміщено більшість шахт;
- зменшення кількості, а з часом і повна ліквідація забруднювачів довкілля у вигляді накопичувачів розсолів та сильно мінералізованих вод;
- зменшення затрат на водовідведення із шахт за рахунок зменшення довжини ліній транспортування води та додаткового прибутку від реалізації питних вод.

#### Література:

1. Основи загальної гідрології та гідрометрії: Навчальний посібник / Укл. В. М. Радовенчик, О. І. Іваненко, М. Д. Гомеля. – К.: НТУУ "КПІ", 2004. – 152 с.
2. Пилипенко А. Т. Комплексная переработка шахтных вод. / А. Т. Пилипенко, И. Т. Гороновский, В. Д. Гребенюк и др.; Под ред. А. Т. Пилипенко. - К.: Техніка. 1985. - 183 с.
3. Долганов А. В. Стационарные машины: Учебное пособие / А. В. Долганов. – М.: Академия Естествознания, 2017. – 281 с.
4. Мухин В. В., Бакун Г. В., Амирбеков А. Д. Гигиеническая оценка микробного загрязнения и обеззараживания сточных шахтных вод Донецкой области / Актуальные проблемы транспортной медицины, 2008. - № 4 (14). - С. 65 – 72.
5. Долина Л. Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки / Л. Ф. Долина – Днепропетровск: Молодежная экологическая лига Приднепровья, 2000. – 43 с.





6. Измайлов С. Г., Онищенко В. И. Оценка шахтных вод Донбасса как альтернативного источника водоснабжения // *Мінеральні ресурси України*, 2012. – №1. – С. 12 – 14.



УДК 504.062.2

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ПАР, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ УФ ПЕРЕД ІНШИМИ МЕТОДАМИ ОЧИСТКИ**

**Є.В.Рогожин, І.М. Трус**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна  
**e-mail:** kruger092@gmail.com

Поверхнево-активні речовини (ПАР) зменшують поверхневий натяг на межі розділу фаз, тому досить широко використовуються в промисловості (емульгатори, пластифікатори тощо), сільському господарстві, а також в побуті (миючі засоби). На сьогоднішній день ПАР є одними з найпоширеніших поллютантів, що призводять до значного забруднення гідросфери. Потрапляючи у водні екосистеми дані забруднювачі призводять до погіршення якості води, зміни середовища існування гідробіонтів та порушення біогеоценозів та як наслідок до кризи водних екосистем.

Очищення води від ПАР є надзвичайно актуальною екологічною проблемою сьогодні, яка потребує вирішення. Одним із заходів, що направлені на зниження негативного впливу ПАР на водні системи є впровадження надійних і ефективних методів очистки. Сучасні методи не забезпечують необхідну ефективність видалення ПАР, що обумовлює розробку нових та вдосконалення існуючих методів.

Методи, які використовуються в даний час для очищення води від ПАР, можна розділити на регенераційні і деструктивні. До регенераційні методів відносять адсорбційні процеси, іонний обмін, пінну сепарацію, зворотний осмос, екстракцію, хімічне осадження спеціальними реагентами. Ці методи дозволяють вилучати з води цінні продукти і повертати їх у виробництво. Деструктивні методи забезпечують руйнування забруднюючих речовин у воді. У цю групу входять хімічне, електрохімічне, термічне, радіаційне і біологічне окислення. Вибір відповідного методу визначається концентрацією ПАР, їх хімічною структурою, складом води, а також вимогами, що пред'являються до очищеної води. Так для очищення стоків з невисоким вмістом (10-100 мг/дм<sup>3</sup>) зазвичай застосовують методи адсорбції на вугіллі; сорбційні методи з використанням іонообмінних смол і полімерних адсорбентів; методи зворотнього осмосу; біохімічні методи очищення (біоокислення і біосорбції); флокуляцію; методи електрокоагуляції; метод озонування. Для очищення стічних вод з високим вмістом (100-1000 мг/дм<sup>3</sup>) більше підходять методи коагуляції; флокуляції; екстракції; іонного обміну та електричні методи.

Іонний обмін. Отримати воду необхідної якості і повторно використовувати ПАР після регенерації дозволяє застосування іонообмінних смол. При поглинанні ПАР іонами відбуваються складні процеси, обумовлені не тільки власне іонним обміном, а й електростатичними силами і гідрофобною взаємодією. Ступінь вилучення ПАР залежить від їх концентрації, рН середовища, властивостей іонів, якості і кількості домішок у воді, що очищається. У висококонцентрованих розчинах при утворенні асоціатів ПАР ємність іонів зменшується, так як міцели не можуть проникати всередину зерен смоли. У сильно лужних і сильно кислих середовищах через конкурентний вплив аніонів знижується



ступінь поглинання ПАР. У присутності неорганічних іонів і високомолекулярних органічних речовин смоли «отруюються» внаслідок блокування активних груп іонів і хімічної взаємодії функціональних груп. До недоліків методу іонного обміну можна також віднести необхідність установки великої кількості іонітових фільтрів з коротким робочим циклом, і їх часту регенерацію. Очищення води від ПАР методами іонного обміну може бути доцільне лише у випадках, коли до очищеної води пред'являються високі вимоги.

Коагуляція. Так як існуючі сорбенти по відношенню до ПАР мають відносно невелику сорбційну ємність, тому при адсорбційному очищенні стічних вод від ПАР в якості попередньої стадії доцільно використовувати коагуляцію, а як коагулянти використовувати солі заліза або алюмінію. При цьому ступінь видалення ПАР залежить від вихідної концентрації, рН середовища, виду та дози коагулянту. Застосування коагулянтів рекомендується при незначному (близько 20 мг/дм<sup>3</sup>) вмісті ПАР у воді або якщо не потрібна велика глибина очищення. Аніонні ПАР краще видаляються коагулянтами. Незважаючи на високу ступінь вилучення ПАР, застосування коагулянтів для очищення води від ПАР недостатньо ефективно. Додаткові проблеми створює необхідність нейтралізації очищеної води, в результаті чого в ній сильно підвищується вміст мінеральних солей. Крім того, утворений в процесі обробки води осад слід зневоднювати. Надалі зневоднений осад піддають похованню, що, як відомо, веде до вторинного забруднення навколишнього середовища.

Флотація. Метод пінної флотації заснований на високій піноутворюючій здатності поверхнево-активних речовин. Молекули або іони ПАР адсорбуються на поверхні спливаючих в розчині газових бульбашок і таким чином накопичуються в пінному шарі. Встановлено, що швидкість вилучення аніонних ПАР при пінній флотації набагато нижче, ніж неіонних і катіонних. На процес пінної сепарації істотно впливає хімічна будова ПАР. Так, алкілбензолсульфонати з прямим алкілним ланцюгом вилучаються більш повно і з більшою швидкістю, ніж алкілбензолсульфонати з розгалуженим радикалом. Для ПАР існує певна оптимальна довжина вуглеводневого радикала, при якій ефективність пінної флотації найбільша. Зменшення або збільшення довжини алкільного ланцюга призводить до значного зниження швидкості пінного фракціонування ПАР, а також до зростання тієї порогової мінімальної концентрації, починаючи з якої вони вилучаються з водних розчинів. Порівняння цих методів з іншими методами виділення ПАР показує їх незрівнянно більшу ефективність, особливо при низьких (до 200 мг/дм<sup>3</sup>) концентраціях. Концентраційні обмеження обумовлені різким зростанням піни при великих концентраціях ПАР, що значно ускладнює її подальшу переробку. Введення в розчини ПАР спеціально підібраних осаджувачів або флотаційних носіїв дозволяє не тільки скоротити обсяг пінного концентрату, а й помітно (~ на 10 %) підвищити ступінь виділення ПАР з розчину, а також різко (на 1–2 порядки) скоротити обсяг розчину, який переходить в пінну фракцію, що значно полегшує її подальшу обробку.

Біологічні методи. Біологічні методи засновані на використанні деструктивної здатності складних біологічних співтовариств, що функціонують в аеробних або анаеробних умовах. До аеробних методів належать очищення за допомогою активного мулу і біофільтрування. Активний мул являє собою складний біоценоз, в який входять мікроорганізми і деякі інші живі організми, перш за все найпростіші тварини. Активний мул використовують для очищення стічних вод в штучних залізобетонних басейнах – аеротенках. Біофільтри, які використовуються при біофільтруванні, є резервуари, що заповнені крупнозернистими завантаженнями, на яких розвиваються мікроорганізми, утворюючи біоплівку. Як завантаження використовують різні матеріали з розвинутою поверхнею, стійкі до руйнування і нешкідливі для мікроорганізмів: щебінь, шлак, галька, керамзит, піноскло, пінопласт та ін. У присутності ПАР може спостерігатися змивання біоплівки з поверхні завантаження, що також дуже негативно позначається на роботі



очисної споруди. Крім того, активний мул і біоплівка не переносять високих концентрацій ПАР, які діють згубно на організми. При первинному надходженні стоків, що містять ПАР, в аеротенки або біофільтри, відразу відбувається інтенсивна адсорбція цих речовин. Якщо їх біохімічне окислення йде недостатньо активно, вони накопичуються в активному мулі, що може привести до його деградації. При цьому найбільш негативним впливом володіють «жорсткі» ПАР, які вже в концентраціях порядку  $15 \text{ мг/дм}^3$  погіршують перебіг біохімічних процесів, а при концентраціях  $20 \text{ мг/дм}^3$  життєдіяльність мікроорганізмів пригнічується, спостерігається відмирання коловерток і вільно плаваючих інфузорій. Таким чином, загальноприйняті біологічні методи забезпечують очистку стічних вод, які містять ПАР, що добре біорозкладаються в концентраціях, що не перевищують  $20\text{--}50 \text{ мг/дм}^3$ . Підвищення концентрації або наявність в стічній воді ПАР, які важко розкладаються призводить до порушення роботи очисних споруд і навіть до виходу їх з ладу.

Для очищення стічних вод, що містять біологічно жорсткі ПАР, все більше застосування знаходять деструктивні методи, засновані на глибоких перетвореннях органічних молекул в результаті редокс-процесів. На даний момент часу широке розповсюдження отримали окислювальні системи, які включають УФ-випромінювання та сполуки перехідних металів в якості каталізаторів радикального розкладу  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Так для очистки стічних вод від аніонних ПАР пропонують використовувати каталітичні системи  $\text{O}_3/\text{UV}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UVO}_2/\text{UV}$ .

Проте все більший інтерес набувають іонізаційні методи обробки води, які не потребують додаткових хімічних реагентів – окисників або каталізаторів. Серед них особливо можна виділити використання вакуумного ультрафіолетового випромінювання. При вакуумному ультрафіолетовому випромінюванні ( $100\text{--}200 \text{ нм}$ ) відбувається ефективне розкладання молекул води, так як в даному діапазоні коефіцієнт поглинання дистильованої води характеризується великими значеннями ( $10^3\text{--}10^4 \text{ см}^{-1}$ ). Забезпечити такий діапазон довжин хвиль можуть ртутні, газорозрядні, та ексимерні лампи.

Передові окисні системи пропонують різні способи утворення  $\text{HO}\cdot$ , що обумовлює їх універсальність по відношенню до конкретних випадків. Іншою перевагою є те, що передові окисні системи зазвичай працюють при тиску і температурі навколишнього середовища, що полегшує взаємодію і управління цими процесами. Недоліком цих систем є те, що тільки у ідеальному випадку окислення спроможне викликати повну мінералізацію, але насправді утворюються частково окислені побічні продукти, які можуть бути більш токсичними, ніж вихідні сполуки. Інша проблема полягає у високій вартості реагентів, таких як озон або каталізатори.

Для видалення КПАР на прикладі алкілпіридиній бромідів з концентрацією  $50 \text{ мг/дм}^3$  застосовують  $\text{O}_3/\text{УФ}$ -обробку і досягають ступінь очистки  $\geq 80\%$ . В досліджуваних модельних розчинах ЦПБ і ДПБ в дистильованій воді при початковій концентрації  $50 \text{ мг/дм}^3$  обробляли окремо  $\text{O}_3$ , УФ-випромінюванням і  $\text{O}_3/\text{УФ}$  на лабораторній установці. При цьому швидкість подачі  $\text{O}_3$  в реактор становила в межах  $0,7\text{--}3,0 \text{ мг}/(\text{хв}\cdot\text{дм}^3)$ , інтенсивність УФ-опромінювання  $5 \text{ Вт/дм}^3$ . У результаті вдалося встановити, що спільна дія  $\text{O}_3$  і УФ-випромінювання призводить до більш глибокого розкладання гетероциклічного кільця алкілпіридиній бромідів. Також встановлено, що лише при УФ-опромінненні цих розчинів спостерігається утворення досить стійких проміжних продуктів, забарвлених в жовтий колір. Подальша фотохімічна деструкція забарвлених проміжних продуктів за відсутності  $\text{O}_3$  вимагає досить високих доз УФ-випромінювання і тривалого часу опромінювання.

Для очистки природної води від АПАР та інших органічних речовин підходить спосіб, який включає комбінацію озонування з УФ-обробкою. На прикладі алкілбензолсульфонату натрію з концентрацією  $0,2 \text{ мг/дм}^3$  в дніпровській воді показано,



що очистка досягається на рівні 53–75 %. Перевагою даного способу є екологічна безпека і відсутність вторинних забруднювачів.

Було досліджено що при застосування системи УФ/Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub> для очистки водних розчинів від різних органічних речовин, В системі Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub> утворюються внаслідок фотолізу води вакуумним ультрафіолетом. В процесі фотолізу утворюються ·ОН, які напряму беруть участь в окислення органічних речовин в тому числі і ПАР.

Отже, ПАР можуть бути успішно знешкодженні різними методами, але все більш актуальними стають методи які використовують окиснення для розкладання ПАР.

#### Література:

1. Golian J. Chromatograficke metody analyze povrchovo aktivnych latok / J. Golian, R. Toman // Chromatograficke metody a zdravie chloveka. – 1999. – Р. 94.
2. Когановский А.М. Физико-химические основы извлечения поверхностно-активных веществ из водных растворов и сточных вод. – Киев: Наук. думка, 1978. – 175 с.
3. Ротмистров М.Н. Микробиология очистки воды. – Киев: Наук. думка, 1978. – 268 с.



УДК 504.054 + 579

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФЛОКУЛЯНТІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ВИРОБНИЦТВ М'ЯКИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

**О.М. Терещенко, І.Ю. Рудюк**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** okter789@gmail.com

Проблеми, пов'язані з якістю питної води, хвилюють мільйони людей в Україні і світі, незалежно від регіонів, в яких вони проживають. Сьогодні йде інтенсивне забруднення Землі медичними препаратами. Вперше забруднення навколишнього середовища фармацевтичними препаратами було виявлено в 1970-і рр. ХХ ст. [1].

Ліки з простроченим терміном зберігання або препарати, використані не повністю потрапляють на звалища, оскільки утилізують їх разом з хімічними відходами. Але в більшості випадків вони виводяться з організму людини з сечею і фекаліями і скидаються у водостік. Потрібно враховувати, що ліки розробляють з високою біологічною активністю, і, як правило, вони мають високу стійкість у навколишньому середовищі. Оскільки в багатьох випадках вони не піддаються біологічному розкладанню, навіть низька концентрація ліків і їх метаболітів може акумулюватися в організмі людей, тварин і риб [2]. Крім того, відсутні нормативно-правові документи, які регламентують скидання в водні об'єкти лікарські засоби.

В даний час відсутні очисні споруди, які можуть видаляти метаболіти ліків або інших нерегульованих забруднювачів, таких як засоби особистої гігієни. Хімічні реакції метаболітів у водній екосистемі досі повністю не вивчені.

Так звані активні фармацевтичні інгредієнти потрапляють в водостоки і потенційно забруднюють воду і ґрунт. У водах річки Дніпро і водопровідній воді знаходиться безліч ліків [3]. До таких речовин відносяться стероїди, снодійні, серцево-судинні, протиепілептичні препарати. Також відзначено, що, на відміну від ліків внутрішнього



застосування, зовнішні лікарські засоби, зміті з водою, містять інгредієнти, що не піддаються метаболізму у своїй повній формі [4].

Ліки в питній воді – це, за словами сучасного еколога Томаса Терне (2016 г.), страшна загроза світового масштабу. Для вирішення цієї проблеми є два шляхи: перший – це створення екологічно чистих ліків, другий – вдосконалення діючих і створення нових ефективних методів і технологій для очищення вод від ліків.

Сучасні дослідження показали можливість і доцільність застосування фізико-хімічних методів для очищення фармацевтичних стоків.

Фізико-хімічні методи очистки дозволяють видалити до 98 % колоїдних і високодисперсних домішок і на сьогодні є найбільш ефективними [5].

До появи у 60-х роках синтетичних неорганічних і органічних полімерів коагуляцію проводили з використанням таких неорганічних коагулянтів, як сульфат алюмінію, сульфат заліза і хлорид заліза. Ними користуються і сьогодні, але на деяких виробництвах від них відмовляються на користь застосування гідроксохлоридів і гідроксосульфатів металів.

До переваг гідроксохлориду алюмінію відносяться зменшення витрат реагенту, дози хлору при первинному хлоруванні, витрат на електроенергію і промивну воду. Крім того, гідроксохлорид алюмінію гідролізує у холодній воді, добре полімеризується, що прискорює процес осадження [6].

Метою даної роботи було дослідження процесу очистки стічних вод, що забруднені м'якими лікарськими засобами, при використанні гідроксохлориду алюмінію і полікатіонітів, визначення умов ефективної очистки води при низьких концентраціях реагентів.

М'які лікарські засоби складаються з основи і лікарської речовини, рівномірно в ній розподіленої. Як мазеві основи зазвичай використовують вазелін – рідкий парафін, очищену фракцію нафти.

Було виконано дві серії випробувань: коагулювання розчином алюміній гідроксохлориду і коагулювання при сумісній присутності флокулянтів поліетиленіміну (ПЕІ), полідіалілдиметиламоній хлориду (ВПК-402), полігексаметилендіамінгуанідину (метацид) і алюміній гідроксохлориду. Коагуляцію проводили при рН 7. Така реакція середовища є оптимальною для алюмінієвих коагулянтів. Фільтрат аналізували на залишковий вміст нафтопродуктів [7] і ХСК [8].

Визначення оптимальних доз коагулянту встановлювали експериментальним коагулюванням при змінних дозах його від 10 до 50 мг/дм<sup>3</sup>. Випробування показали, що застосування лише одного коагулянту без використання флокулянтів було малоефективним. Кратність очистки від нафтопродуктів складала 1,0-1,2, а ХСК – 594 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Наступна серія випробувань виконувалась з ціллю визначення ефективності очистки при сумісній присутності коагулянту і флокулянтів поліетиленіміну (ПЕІ), ВПК-402, метациду.

Було встановлено, що велике значення має інтервал між додаванням коагулянту і флокулянту, оптимальна величина якого складала 3-5 хв.

Практично у всіх випадках додавання флокулянтів підвищувало ступінь вилучення нафтопродуктів з води, дані представлені на рис. 1. Криві показують, що при використанні метациду ступінь вилучення нафтопродуктів дорівнювала 99 % при концентрації флокулянту 2 мг/дм<sup>3</sup>, найменш ефективним був ВПК-402.

Для зниження показників ХСК найбільш ефективними були флокулянти метацид (ХСК 175 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) і ПЕІ (ХСК 225 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) (рис.2). Крім того, було встановлено, що при збільшенні концентрації флокулянту значення ХСК підвищувалося.



Високий ефект очистки можна пояснити: по-перше, взаємодією негативного заряду поверхні гідроксохлориду з макромолекулою поліелектроліту; по-друге, додатковою дією електростатичних сил, які обумовлюють притягання негативно заряджених частинок гідроксохлориду і колоїдних забруднень, з одного боку, і позитивно заряджених продуктів гідролізу флокулянтів – з іншого. Крім того, перевагою цього методу очистки виражається кількома показниками: зменшенням доз коагулянту, більш стабільним значенням рН середовища.

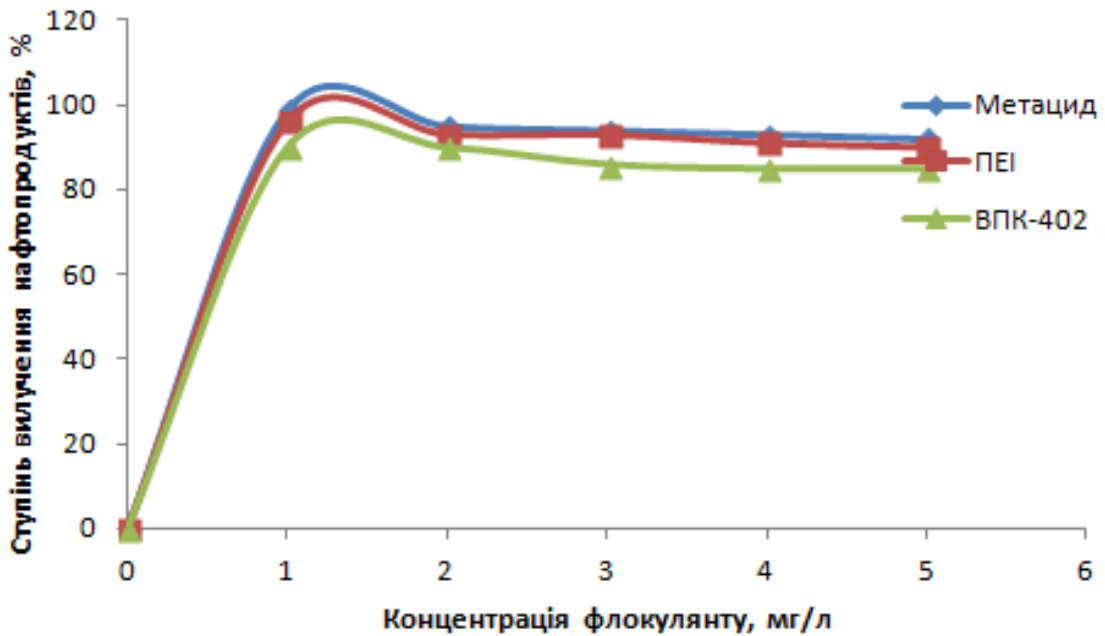


Рис.1. Вплив дози флокулянту на ступінь вилучення нафтопродуктів

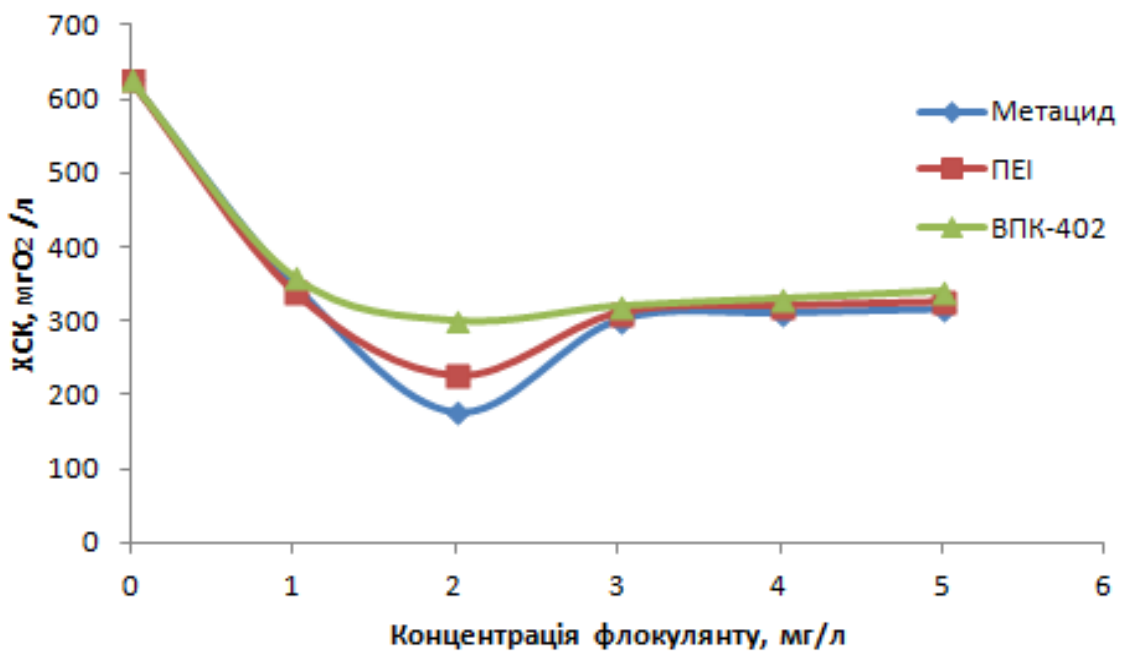


Рис.2. Вплив дози флокулянту на значення ХСК води, що очищується



Таким чином, в ході проведених випробувань було визначено ефективність флокулянту метацид при видаленні нафтопродуктів, що забезпечило ступінь вилучення 99%. Показано, що максимальну ефективність виявив флокулянт метацид при концентрації 2 мг/дм<sup>3</sup>.

### Література:

1. Domercq, P. Emission and fate modelling framework for engineered nanoparticles in urban aquatic systems at high spatial and temporal resolution / Prado Domercq, Antonia Praetorius, Alistair B. A. Boxall // *Environmental Science: Nano*. – 2018. – Vol. 5. – Iss. 2. – P. 533–543. doi: 10.1039/c7en00846e
2. Boxall, A. B. A. The environmental side effects of medication / A. B. A. Boxall // *EMBO reports*. – 2004. – Vol. 5. – Iss. 12. – P. 1110–1116. doi: 10.1038/sj.embor.7400307
3. Андрущенко, Е. Лекарства травят питьевую воду [Электронный ресурс] / Е. Андрущенко // *Днепр вечерний*. – 2017. – 17 июл. – Режим доступа: <http://dv-gazeta.info/vechyorka/zdorovje/lekarstva-travyat-pitevuyu-vodu.html>
4. Ермакович И. А., Самойленко Н. Н. Загрязнение муниципальных вод фармацевтическими препаратами и их производными // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. — 2013. — № 64. — С. 8–11
5. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. – К.: Вища шк., 1981. – 328 с.
6. Шутько А.П., Басов В.П. Использование алюминийсодержащих отходов промышленных производств. – К.: Техника. – 1989. – 112 с.
7. Экстракционно-спектрофотометрический метод определения суммарного содержания нефтепродуктов в воде // *Химия и технология воды*. – 1999. – 21, №6. – С. 611–616.
8. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных и сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.



UDC 544.723.2

## BIOSORBENTS FROM SUGARCANE RESIDUES

**V. Halysh<sup>1,2</sup>, O. Sevastyanova<sup>3,4</sup>, M. Gomelya<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute,  
Peremogy Avenu 37, Kyiv, 03056, Ukraine*

<sup>2</sup>*O.O. Chuiko Institute of Surface Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine  
General Naumov St.17, Kyiv, 03164, Ukraine*

<sup>3</sup>*KTH Royal Institute of Technology  
Teknikringen 56-58, SE-100 44 Stockholm, Sweden*

<sup>4</sup>*KTH Royal Institute of Technology  
Teknikringen 56-58, SE-100 44 Stockholm, Sweden*

**e-mail:** v.galysh@gmail.com

In recent years, an increasing interest in obtaining of sorbents based on renewable lignocellulosic plant sources is observed. Plant raw materials can yield efficient sorbents of inorganic and organic pollutants for water treatment. Agricultural residues and waste from the food industry are a promising source of biosorbents due to the presence of pores and of



functional groups on the surface [1, 2]. The main advantages of biosorbents over other traditional adsorbents are their annual renewal and low cost. Different researchers have investigated the sorption properties of various plant materials for heavy metals and for organic dyes [3-6].

Biosorbents can be chemically modified in order to obtain products with a larger number of functional groups and active sites. Various chemicals have been proposed, for example, organic and mineral acids, alkaline solutions, combined treatments, organic compounds, etc [7-10]. Solutions of acid are strong oxidizing agents that lead to polysaccharide hydrolysis and to the corrosion of equipment. Treatment with alkaline solution promotes the formation of additional active sorption sites but does not promote the increase in the surface area. The disadvantages of combined treatment are the multi-stage and the large water consumption. The application of organic compounds is connected with the use of additional chemicals. A promising method for obtaining biosorbents is the oxidative treatment of plant materials with hydrogen peroxide in acetic acid [11]. It is possible to obtain biosorbents with different contents of cellulose and lignin by varying the concentration of hydrogen peroxide. This leads to the oxidation and partial dissolution of lignin, and promotes the oxidation of polysaccharides into soluble products, and a porous structure is formed.

The aim of the research work was to study the effect of oxidative treatment on the structural and sorption properties of biosorbents from sugarcane residues.

The residues of sugarcane processing, i.e. bagasse and straw (tips and leaves), were used as a raw material. To prepare biosorbents, plant materials were treated with hydrogen peroxide in an acetic acid medium at different hydrogen peroxide content in solution ( $X_1$ ), temperature ( $X_2$ ) and time of the process ( $X_3$ ). The yield, chemical composition of obtained materials and their sorption ability towards methylene blue was studied. The results of the investigation of efficiency of cationic dye removal from water solution are given as 3D-surfaces in Fig. 1.

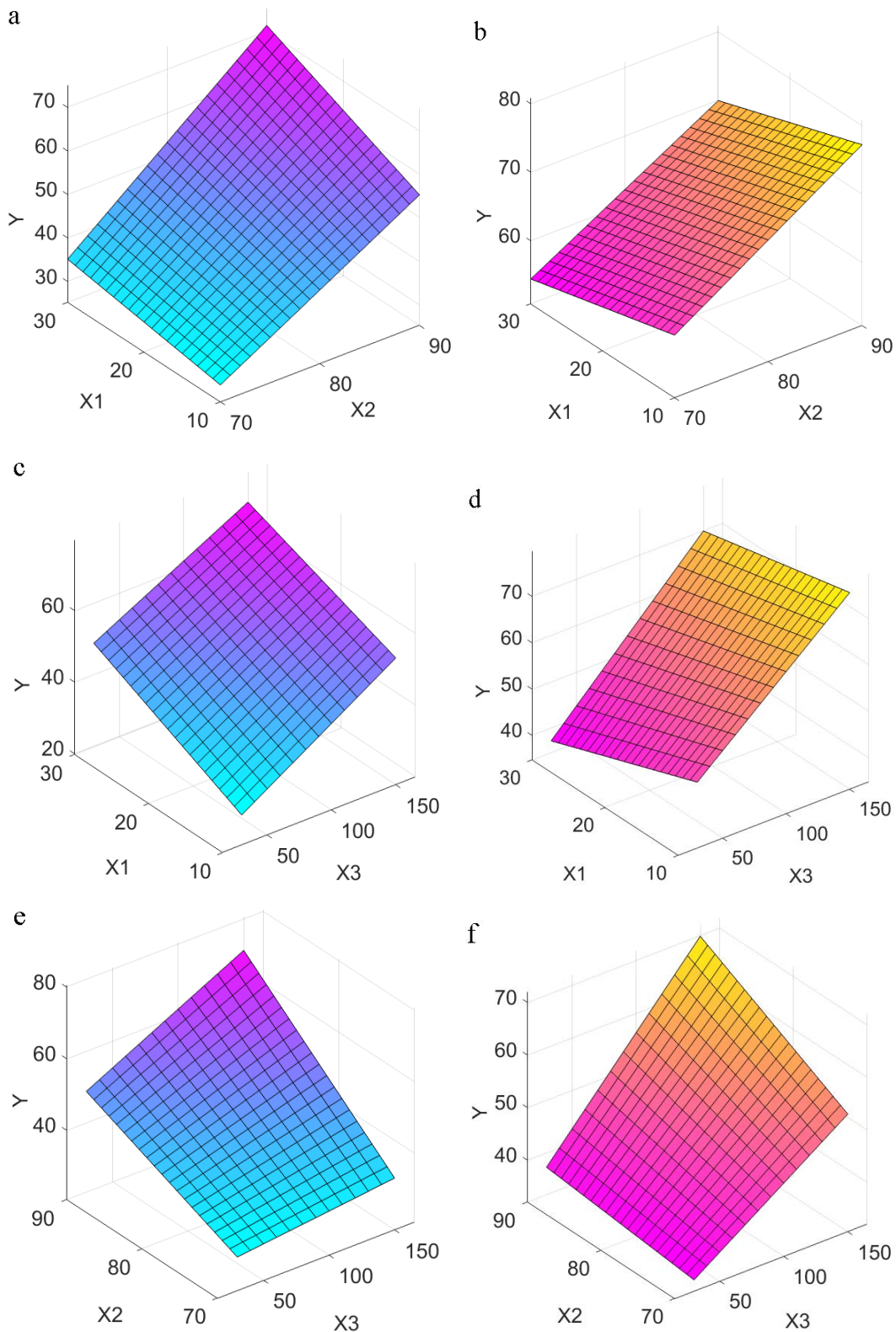
Both sugarcane biomasses were easily delignified by hydrogen peroxide treatment in an acetic acid medium. Such treatment causes the removal of 47.9-53.7% material and results in the preparation of biosorbents of a white color indicating a low lignin content due to the delignification of biomass with peracetic acid which is formed as a result of an interaction of acetic acid with hydrogen peroxide. At the same time, the removal of different extractives also takes place.

Partial removal of the components of polysaccharide nature can also takes place. The yield and chemical composition of the biosorbents strongly depends on the treatment parameters as well as their sorption ability.

The greatest removal efficiency of methylene blue from water was 77.2% for a straw sorbent obtained by treating biomass with hydrogen peroxide of 10 vol. % at a high temperature for a long time. This can be due to the removal of most part of mineral components from straw that promotes the formation of a porous structure. It can be seen that increasing the hydrogen peroxide content, temperature and time leads to increase in the sorption properties of biosorbents to cationic dye.

The greatest efficiency of methylene blue sorption by both types of biosorbents is achieved after 150 min treatment at 90°C with a hydrogen peroxide concentration of 10 vol.%. But, in case of biosorbent from straw, the obtained material shows the greatest sorption of organic dye after sugarcane straw treatment with a hydrogen peroxide concentration of 30 vol.%.





**Figure 1. Surface plots of the effects of interactions on sorption ability of biosorbents from sugarcane biomass towards methylene blue:**  
**a, b –  $X_1$ - $X_2$  /  $H_2O_2$  content (vol. %) - temperature ( $^{\circ}C$ ) for bagasse and straw, respectively;**  
**c, d –  $X_1$ - $X_3$  /  $H_2O_2$  content (vol. %) – time (min) for bagasse and straw, respectively;**  
**e, f –  $X_2$ - $X_3$  / temperature ( $^{\circ}C$ ) – time (min) for bagasse and straw, respectively**



Thus, the efficient biosorbents was prepared from sugarcane residues. The treatment of s bagasse and straw with hydrogen peroxide gives cellulosic sorbents with different structural and sorption properties depending on the ratio of reagents. Comparison of the initial materials and prepared biosorbents demonstrated that the sorption ability of the both materials toward cationic dye depends on the treatment parameters.

#### References:

1. Anastopoulos I., Kyzas G.Z., Agricultural peels for dye adsorption: A review of recent literature. *Journal of Molecular Liquids*. – 2014. – №200. – P.381–389.
2. Halysh V., Sevastyanova O., Riazanova A.V., Pasalskiy B., Budnyak T., Lindström M.E., Kartel M. Walnut shells as a potential low-cost lignocellulosic sorbent for dyes and metal ions. *Cellulose*. – 2018. – №25(8). – P. 4729–4742.
3. Suteu D., Zaharia C., Badeanu M. Agriculture wastes used as sorbents for dyes removal from aqueous environments. *Lucrari Stiintifice*. – 2010. – №53(1). – P. 140–145.
4. Kartel M., Galysh V. New composite sorbents for caesium and strontium ions sorption. *Chemistry Journal of Moldova*. – 2017. – №12(1). – P. 37–44.
5. Li K., Wang Q., Dang Y., Wei H., Luo Q., Zhao F. Characteristic and Mechanism of Cr(VI) Biosorption by Buckwheat Hull from Aqueous Solutions. *Acta Chimica Sinica*. – 2012. – №70(7), – P. 929–935.
6. Suteu D., Zaharia C., Badeanu M. Agriculture wastes used as sorbents for dyes removal from aqueous environments. *Lucrari Stiintifice*. – 2010. – №53(1). – P. 140–145.
7. Németh D., Barta Z., Labidi J., Gubicza L., Bélafi-Bakó K. Study on sorption characteristics of citric acid modified rape-seed pellet considering the chemical pre-treatment processes. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry*. – 2011. – №39(3). – P. 407–411.
8. Shah J., Jan M.R., Haq A.U., Sadia M. Biosorption of cadmium from aqueous solution using mulberry wood sawdust: equilibrium and kinetic studies. *Sep Sci Technol*. – 2011. – №46(10), – P. 1631–1637.
9. Yu L.-X., Wang L.-Y., Chi R.-A., Zhang Y.-F., Xu Z.-G., Guo J. Competitive adsorption of Pb<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup> on magnetic modified sugarcane bagasse prepared by two simple steps. *Appl Surf Sci*. – 2013. – №268. – P. 163-170.
10. Kumar P.S., Ramalingam S., Abhinaya R.V., Kirupha S.D., Murugesan A., Sivanesan S. Adsorption of metal ions onto the chemically modified agricultural waste. *Clean – Soil, Air, Water*. – 2012. – №40. – P. 188-197.
11. Halysh V., Trembus I., Deykun I., Ostapenko A., Nikolaichuk A., Initska G. Development of effective technique for the disposal of the Prunus Armeniaca seed shells. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – №1(10). – P. 4–9.





УДК 504.5:628.33

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ МІДІ ІЗ РОЗВЕДЕНИХ РОЗЧИНІВ ШЛЯХОМ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ

М.Д. Гомеля, К.С. Сенькова

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна  
e-mail: censka96@ukr.net

Значною проблемою з якою стикається як Україна так і весь світ є проблема забруднення водою. При цьому найбільшу небезпеку становить забруднення іонами важких металів. Ця небезпека пов'язана зі значною схожістю цих елементів з мікроелементами, що приймають участь у біологічних процесах.

Саме тому, важливим завданням постає оцінка параметрів процесів вилучення іонів важких металів з розведених розчинів та пошук можливих підходів для підвищення ефективності даних процесів.

В якості модельних розчинів для дослідження параметрів процесу зворотньоосмотичного вилучення іонів міді використовувались розчини сульфату міді об'ємами від 5 - 15 дм<sup>3</sup> з концентрацією міді 1 - 5 мг/дм<sup>3</sup>. Для фільтрування розчинів сульфату міді було використано установку з мембраною низького тиску Filmtec TW 30-1812-50.

Проведені дослідження показали, що при фільтруванні розчинів з концентрацією іонів міді в межах 1,00 – 4,75 мг/дм<sup>3</sup> може бути досягнуто повне її вилучення (Рис. 1). Фільтрування проводилось при робочому тиску 0,3 МПа. При проведенні зворотньоосмотичного вилучення іонів міді спостерігалось поступове зменшення продуктивності мембрани при підвищенні ступеню відбору перміату, яке пов'язано з концентруванням іонів на поверхні мембрани (Рис. 2). Продуктивність знижувалась на ~ 3 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·год при ступеню відбору перміату  $A = 90\%$ . Селективність при цьому залишалась незмінною та становила 100%.

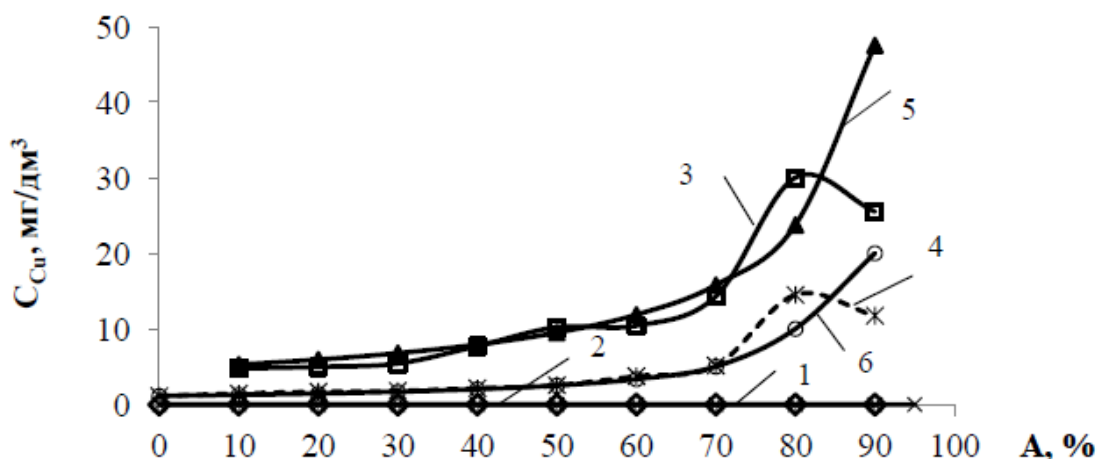


Рис. 1. Залежність концентрації іонів міді в перміаті (1; 2), в концентраті (3; 4), теоретично розрахованої в концентраті (5; 6) від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді з концентрацією міді 4,75 (1; 3; 5) та 1,0 (2; 4; 6) мг/дм<sup>3</sup> ( $P = 0,3$  МПа) через зворотньоосмотичну мембрану низького тиску Filmtec TW 30-1812-50

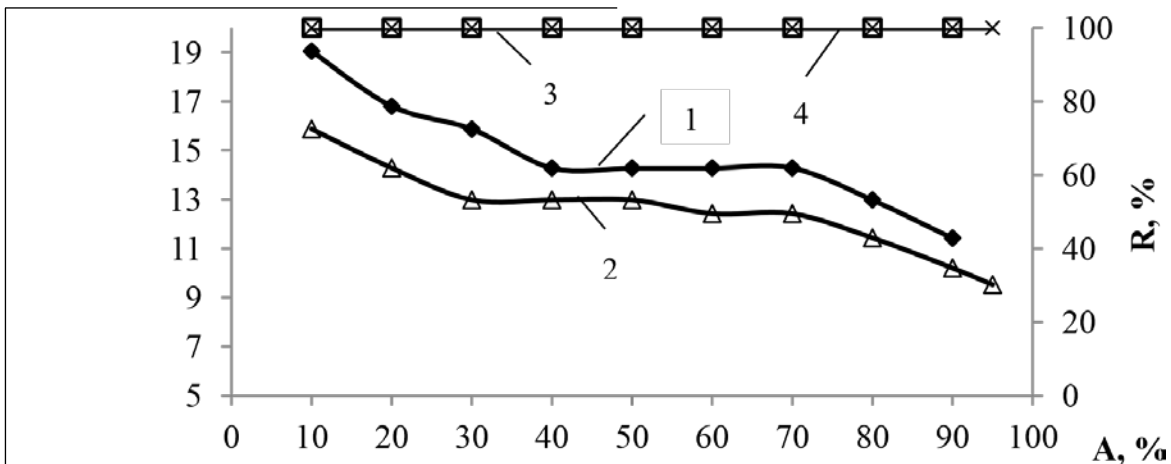


Рис. 2. Залежність продуктивності (1; 2) мембрани низького тиску Filmtec TW 30-1812-50 та її селективності (3; 4) по іонах міді від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді з концентрацією міді 4,75 (1; 3) та 1,0 (2; 4) мг/дм<sup>3</sup> (P = 0,3 МПа)

Фільтрування розчину з меншою концентрацією показало схожі результати. В якості модельного розчину було використано розчин сульфату міді в дистильованій воді, що мав концентрацією іонів міді 2,54 мг/дм<sup>3</sup> (Рис. 3, 4). Використання зворотньоосмотичної мембрани в даному випадку також дозволило досягти повного вилучення міді з водного розчину.

Відхилення між теоретичними і практичними значеннями концентрацій були такими самими, як і в попередньому випадку: в передостанній пробі було отримано завищене значення концентрації, а в останній – занижене. Дане явище, очевидно, має таку саму причину, як і в попередньому випадку.

Як і в попередньому дослідженні, не зважаючи на значно меншу концентрацію вихідного розчину, при збільшенні відбору перміату спостерігалось значне зниження продуктивності мембрани. Дане явище може бути пов'язано за тим, що незважаючи на те, що при рН = 6,01 – 6,20 гідралізація міді виражена досить слабо, на поверхні мембрани, крім концентраційної поляризації могло відбутись гелеутворення.

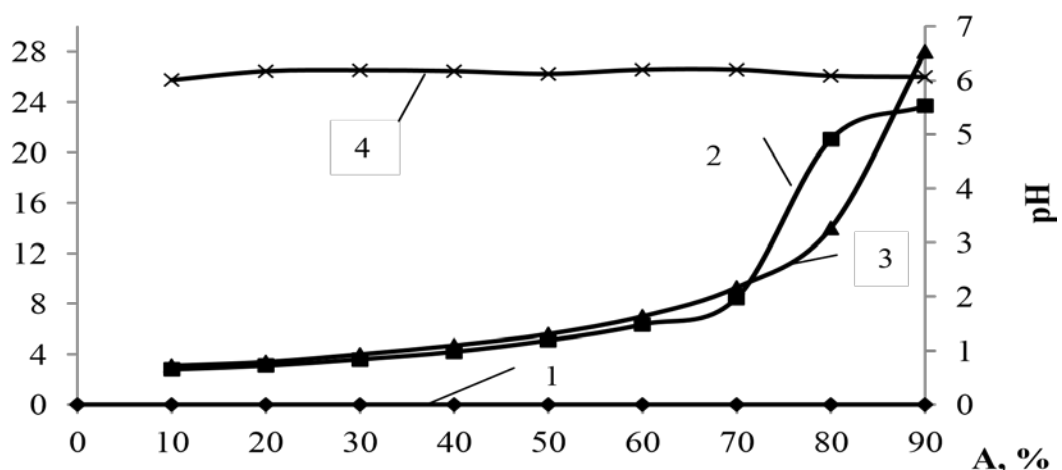


Рис. 3. Залежність концентрації іонів міді в перміаті (1), в концентраті (2), теоретично розрахованої в концентраті (3) та рН (4) від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді ( $C_{Cu^{2+}} = 2,54 \cdot 10^{-6}$  мг/дм<sup>3</sup>, рН = 6.5) (P = 0,3 МПа) через зворотньоосмотичну мембрану низького тиску Filmtec TW 30-1812-50

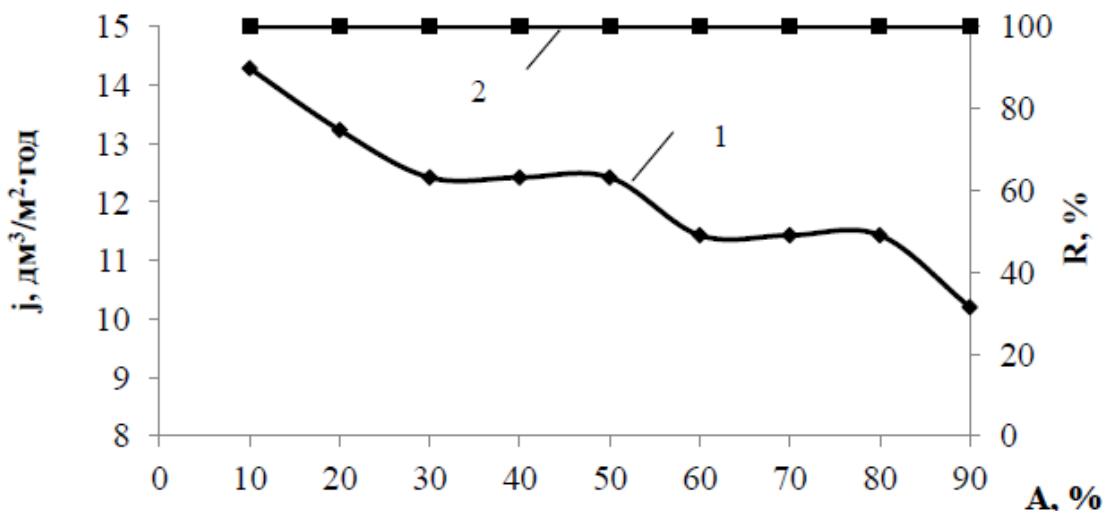


Рис. 4. Залежність продуктивності (1) мембрани низького тиску Filmtec TW 30-1812-50 та її селективності (2) по іонах міді від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді ( $C_{Cu^{2+}} = 2,54 \cdot 10^{-6}$  мг/дм<sup>3</sup>) ( $P = 0,3$  МПа)

Запобігти гелеутворенню на мембрані можна за умови використання комплексонів. В даному випадку в якості комплексона було використано Трилон Б, що мав концентрацію 5 ммоль/дм<sup>3</sup>. В якості модельних розчинів було використано розчини сульфату міді з концентрацією 0,214 та 0,240 мг/дм<sup>3</sup> за іонами міді. На відміну від попередніх дослідів, при проведенні даного дослідження, концентрат видалявся окремо паралельно з перміатом, а не повертався до вихідного розчину. На рисунках 5 та 6 наведено результати, що показують що мідь в даних дослідіх вилучається повністю, а селективність мембрани за іонами міді залишається на рівні 100%.

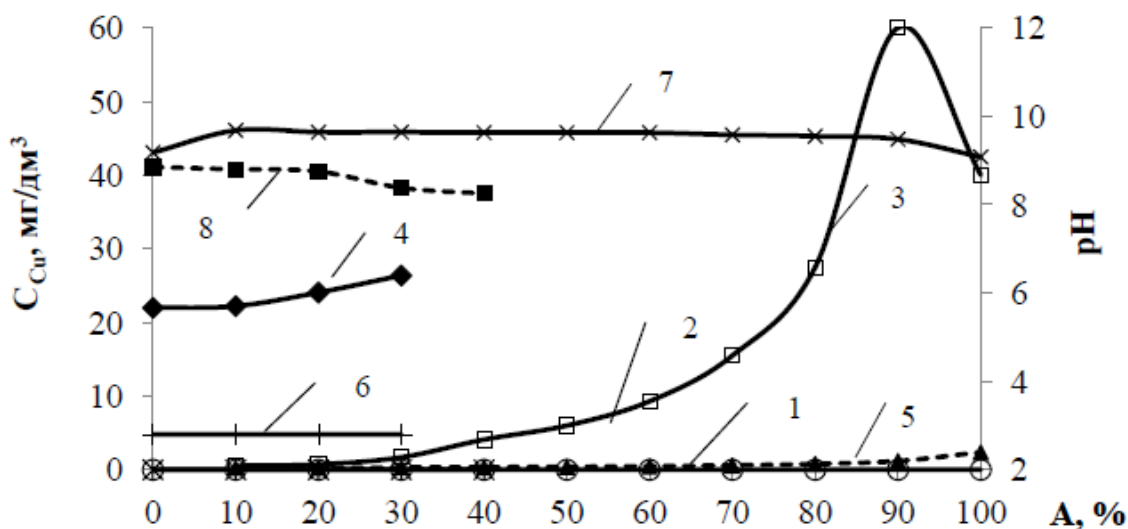


Рис. 5. Залежність концентрації іонів міді в перміаті (1; 2), в концентраті (3; 4), теоретично розрахованої в концентраті (5; 6) та рН (7; 8) від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді з концентрацією міді 0,214 (1; 3; 5; 7) та 0,240 (2; 4; 6; 8) мг/дм<sup>3</sup> ( $P = 0,3$  МПа) при використанні комплексона 0,005 Н трилона Б через зворотньоосмотичну мембрану низького тиску Filmtec TW 30-1812-50



Відмінність, у порівнянні з попередніми результатами, полягає ще й у тому, що практично отримані значення концентрації іонів міді в концентраті значно перевищували значення отримані в результаті теоретичних розрахунків. Пояснюватись дане явище може тим, що Трилон Б, який був використаний в якості комплексону, має в своєму складі іони міді, що і призводить до вищезазначених відмінностей між теоретичними і практичними результатами.

Підчас проведення фільтрування модельного розчину, що мав меншу концентрацію за іонами міді при використанні в якості комплексону Трилону Б було отримано схожі результати. Концентрація іонів міді в розчині становила міді  $2,75 \text{ мкг/дм}^3$  (рис. 7, 8).

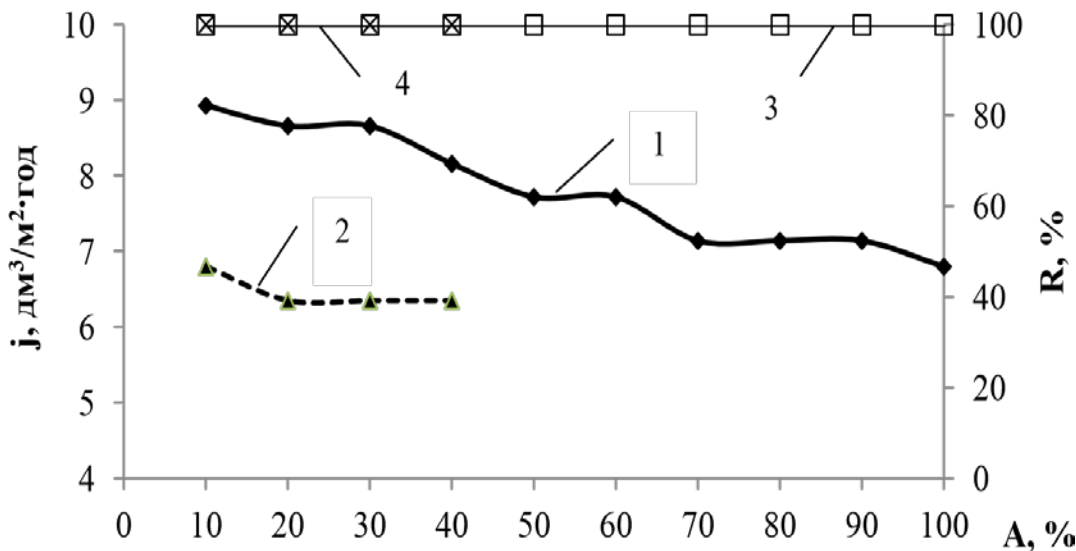


Рис. 6. Залежність продуктивності (1; 2) мембрани низького тиску Filmtec TW 30-1812-50 та її селективності (3; 4) по іонах міді від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді з концентрацією міді  $0,214$  (1; 3) та  $0,240$  (2; 4)  $\text{мг/дм}^3$  ( $P = 0,3 \text{ МПа}$ ) при використанні комплексону  $0,005 \text{ Н}$  трилона Б

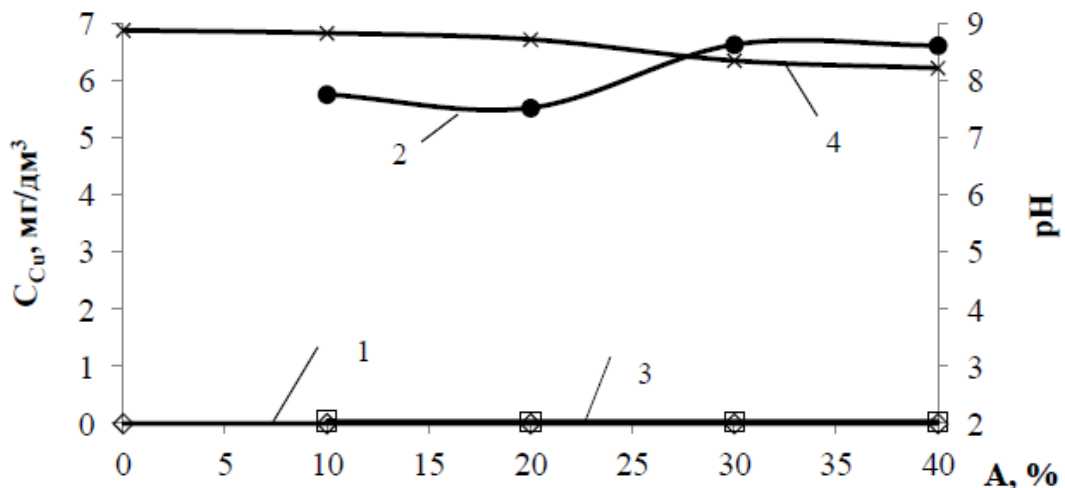
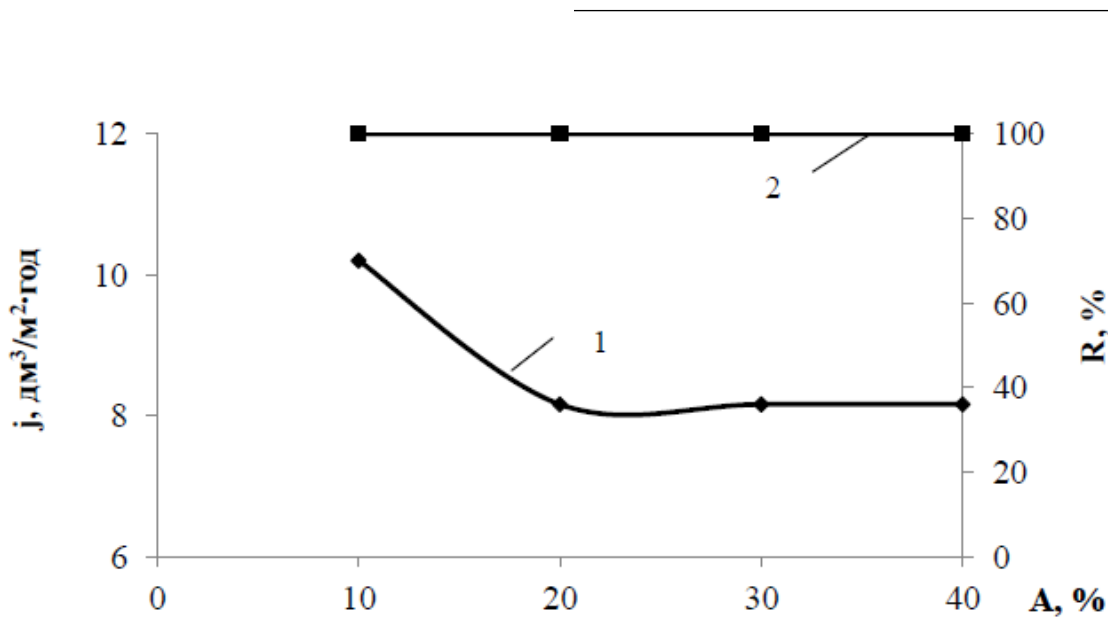


Рис. 7. Залежність концентрації іонів міді в перміаті (1), в концентраті (2), теоретично розрахованої в концентраті (3) та рН (4) від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді ( $C_{\text{Cu}^{2+}} = 0,00275 \text{ мг/дм}^3$ ) ( $P = 0,3 \text{ МПа}$ ) через зворотньоосмотичну мембрану низького тиску Filmtec TW 30-1812-50



**Рис. 8. Залежність продуктивності (1) мембрани низького тиску Filmtec TW 30-1812-50 та її селективності (2) по іонах міді від ступеня відбору перміату при фільтруванні розчину сульфату міді в дистильованій воді ( $C_{Cu^{2+}} = 0,00275$  мг/дм<sup>3</sup>) ( $P = 0,3$  МПа)**

Отримані результати показують, що використання зворотньоосматичної установки з мембраною низького тиску Filmtec TW 30-1812-50 дозволяє досягти повного вилучення іонів міді з розведених розчинів. Це робить цей метод досить ефективним при доочищенні води від іонів важких металів.

#### Література:

1. Гомеля Н. Д. Оценка эффективности баромембранных методов при очистке воды от ионов тяжелых металлов / Н. Д. Гомеля, В. П. Иванова // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2018. – № 1. – С. 62 – 68.



УДК 676.22.06

### ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ ПАПЕРУ ДЛЯ ДРУКУ

**Р. Скрипник, А. Анащенко, В. Плосконос**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** rus1228skr@ukr.net

На сучасному етапі склались об'єктивні фактори, які потребують удосконалення якості паперу для друку, а також процесів його виробництва [1,2].

Аналіз наявної інформації показує [3], що сучасне виробництво паперу для друку орієнтоване на випуск різноманітного асортименту його видів і марок, що вирізняються композицією, масою площі 1 м<sup>2</sup> і товщиною, іншими властивостями в залежності від



призначення, а також основних видів друку (глибокого, високого, офсетного) і устаткування, що застосовується для виготовлення поліграфічної продукції.

Папір для офсетного друку, що є одним з найбільш розповсюджених для багатотиражного друкування журналів, дитячих книг, шкільних підручників, букварів, художніх репродукцій, плакатів, іншої продукції, повинен мати необхідну механічну міцність поверхні, структурні, оптичні, друкарські властивості, характеризуватися рівномірністю цих властивостей вздовж і поперек паперового полотна, стабільністю лінійних розмірів під час його зволоження і наступного висихання.

Разом з тим, розвиток електронних засобів масової інформації і жорстка конкуренція з ними, нові способи поліграфії висувають відповідні вимоги до паперу для друку. Серед основних таких вимог можна виділити такі, а саме: нові підходи до паперу для друку, як до сучасного носія інформації; жорсткий екологічний контроль, що є фактором створення новітніх технологій і розширення його асортименту; забезпечення необхідного комплексу споживчих, друкарських і санітарно-гігієнічних властивостей; підвищення конкурентоспроможності за рахунок зниження термінів окупності інвестицій та розмірів експлуатаційних витрат.

Постійно зростаючі вимоги до споживчих та експлуатаційних властивостей паперу для друку, його якості та асортименту диктуються також інтенсивним розвитком способів нанесення друку, розмножувальної апаратури і офісної техніки. Підвищення швидкості друкування, розмножування документації у поєднанні з бездоганною якістю відтиску і передавання кольору, розвитком художньої поліграфії потребує забезпечення цілого комплексу показників, що визначають придатність паперу для друку у нових умовах експлуатації.

Цей комплекс показників, насамперед, пов'язаний з структурно-фізичними властивостями паперу для друку - пористістю, гладкістю, шорсткістю поверхні та її міцністю, здатністю до всмоктування води і олії, стабільністю лінійних розмірів аркуша. Папір повинен також мати відповідний рівень показників білості, лиску, непрозорості, лінійної деформації, всмоктувальної здатності, рівномірності мікроструктури та стабільності зазначених властивостей у повздовжньому та поперечному напрямках паперового полотна, їх незмінність з часом..

Виконання цих вимог потребує нових рішень у технології виробництва і вибору відповідних волокнистої сировини, наповнювачів, хімічних проклеювальних і зв'язувальних речовин, папероробного і технологічного обладнання, ступеня автоматизації, режиму контролю процесу та якості готової продукції.

Зазначені тенденції стрімкого розвитку технології поліграфічного виробництва вказують на необхідність комплексного підходу до вирішення міжгалузевих проблем та розгляду техніки друкування як єдиної системи "папір-фарба-машина", починаючи з розроблення та виготовлення паперу-основи і закінчуючи проблемами підготовки та підвищення кваліфікації кадрів.

Понад 85 % потреби України в папері для друку покривається за рахунок імпорту. Основними причинами, що стримують ріст обсягів її виробництва, є:

- відсутність у країні власних волокнистих напівфабрикатів необхідної якості;
- дефіцит капіталовкладень у розвиток галузі;
- відсутність сучасного папероробного і технологічного устаткування для виготовлення і оброблення паперу, що повинен витримувати конкуренцію з аналогічною продукцією країн з високорозвинутою целюлозно-паперовою індустрією.

Тому, одним із стратегічних і пріоритетних напрямків розвитку паперової галузі країни повинне бути, на нашу думку, виробництво спеціальних малотоннажних і високоякісних видів паперу для виготовлення поліграфічної продукції.





Саме таким може бути папір для офсетного друку зниженої маси площі 1 м<sup>2</sup> з високим рівнем структурно-механічних і друкарських властивостей.

Застосування такого паперу дає змогу знизити питомі витрати його на одиницю друкованої продукції з одночасним зниженням її маси (наприклад, підручників) і витрат, пов'язаних із транспортуванням і зберіганням, а її виробництво має бути економічно доцільним в умовах паперової галузі країни.

Таким чином, у проведеному дослідженні узагальнено вимоги щодо виготовлення паперу для друку зниженої маси 1 м<sup>2</sup> зімкнутої структури з рівномірними і стабільними показниками якості, що відповідають вимогам виготовлення різної поліграфічної продукції: енциклопедичних, бібліографічних видань, словників, книжково-журнальної продукції, в тому числі шкільних підручників.

### Література:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для ВУЗів –Київ. ЕКМО - 2008. - 396 с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 2006. – 696 с.
3. Бондарев А. Обзор мирового рынка мелованных бумаг // Бумага и жизнь. К.: 2002. - № 10. – С. 14-18.



УДК 676

## СОРБЦІЯ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЬОГО ОРГАНСОЛЬВЕНТНИМ ЛІГНІНОМ

**Н.В. Соколовська<sup>1</sup>, В.В. Галиш<sup>1,2</sup>, А.А. Ніколайчук<sup>2</sup>, І.В. Трембус<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** v.galysh@gmail.com

<sup>2</sup>*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України*

вул. Генерала Наумова 17, Київ-164, 03164, Україна

На сьогодні перспективним напрямком науково-дослідних робіт є розробка ресурсозберігаючих методів охорони навколишнього середовища із застосуванням відходів та залишків сільського господарства. Одним із способів зменшити кількість забруднюючих речовин у стічних водах є використання сорбентів різного походження для поглинання токсинів. В останні роки дослідники особливу увагу спрямовували на розробку сорбентів та ентеросорбентів із доступної сировини, наприклад складових компонентів рослинної сировини [1, 2]. З економічної точки зору перспективним є використання твердих рослинних відходів, тобто лігноцелюлозних залишків сільського господарства та харчової промисловості та їх компонентів, як біосорбентів.

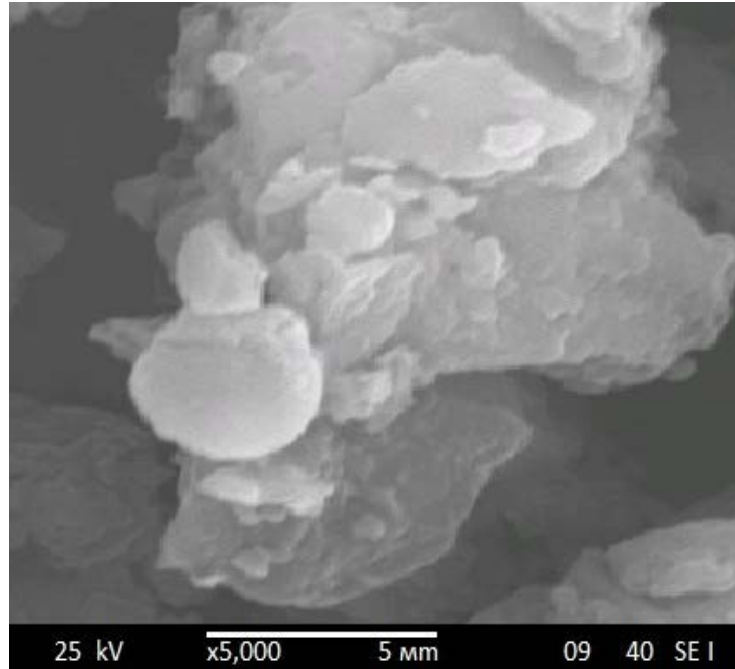
Лігнін – найпоширеніший природний полімер ароматичної природи. На сьогодні одним із важливих завдань хімічних технологій є вивчення властивостей лігніну як багатотонного побічного продукту делігніфікації [3, 4].

Метою даної роботи було дослідження сорбційних властивостей щодо метиленового синього лігніну, який є побічним продуктом органосольвентного варіння пшеничної соломи.

Органосольвентний лігнін представляє собою аморфну речовину світлого кольору, поверхня якої представлена на рис.1. Наведений знімок свідчить про те, що частинки

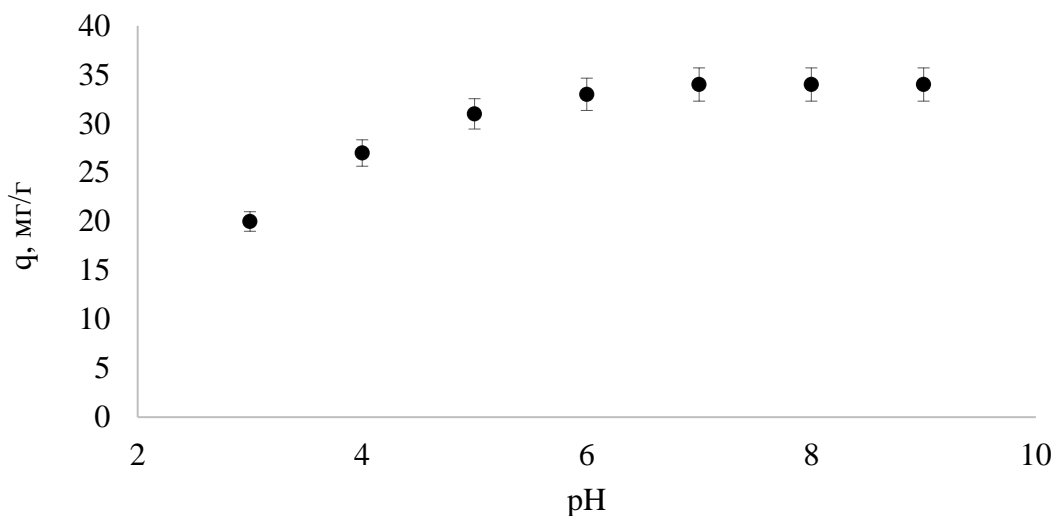


лігніну мають різну форму та широкий діапазон розмірів [5]. Основна маса часинок характеризується наявністю гладкої поверхні та відсутністю розвиненої поруватої структури. Це, в свою чергу, що може свідчити про невисокий вміст об'єму адсорбційних пор. При дослідженні процесу сорбції парів бензену в ексікаторі, було встановлено, що об'єм адсорбційних пор в органосольвентному лігніні складає  $0,431 \text{ см}^3/\text{г}$ .



**Рис. 1. Мікрофотографія поверхні органосольвентного лігніну**

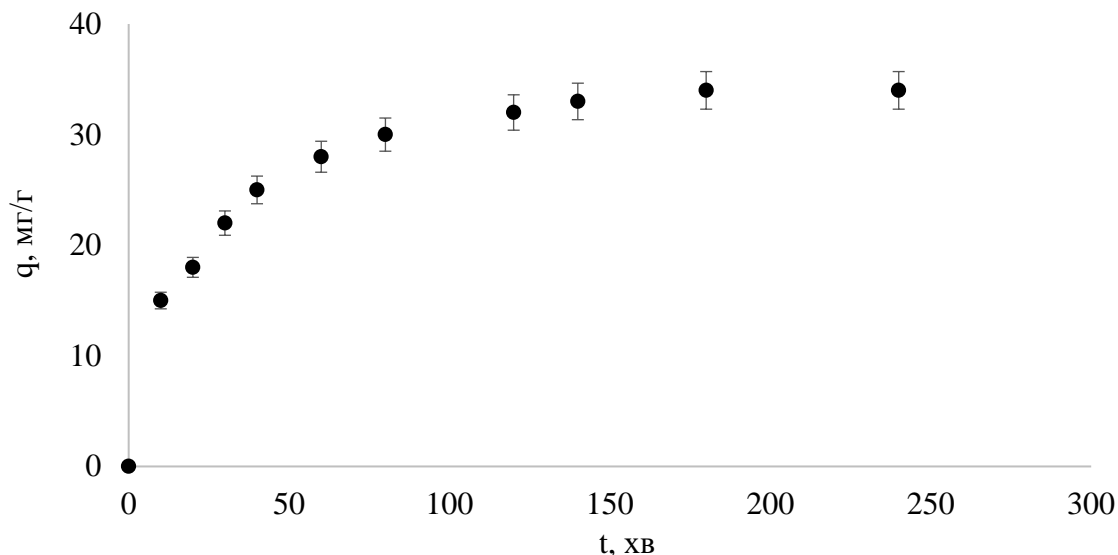
Ефективність сорбції метиленового синього залежить від рН водного розчину. Це пояснюється властивістю поверхні різних рослинних матеріалів бути позитивно, нейтрально або негативно зарядженою у водних розчинах залежно від рН. Результати дослідження впливу рН на сорбційну здатність щодо метиленового синього органосольвентного лігніну наведено на рис. 2.



**Рис. 2. Залежність сорбційної здатності лігніну щодо метиленового синього від рН його водного розчину**

Ефективність сорбції досить швидко зростає зі зміною рН водного розчину барвника від 3,0 до 5,0. Подальше збільшення вже менше впливає на цей показник, і максимальна сорбційна ємність досягається при рН 6 і в подальшому залишається постійним при збільшенні рН вище 6.

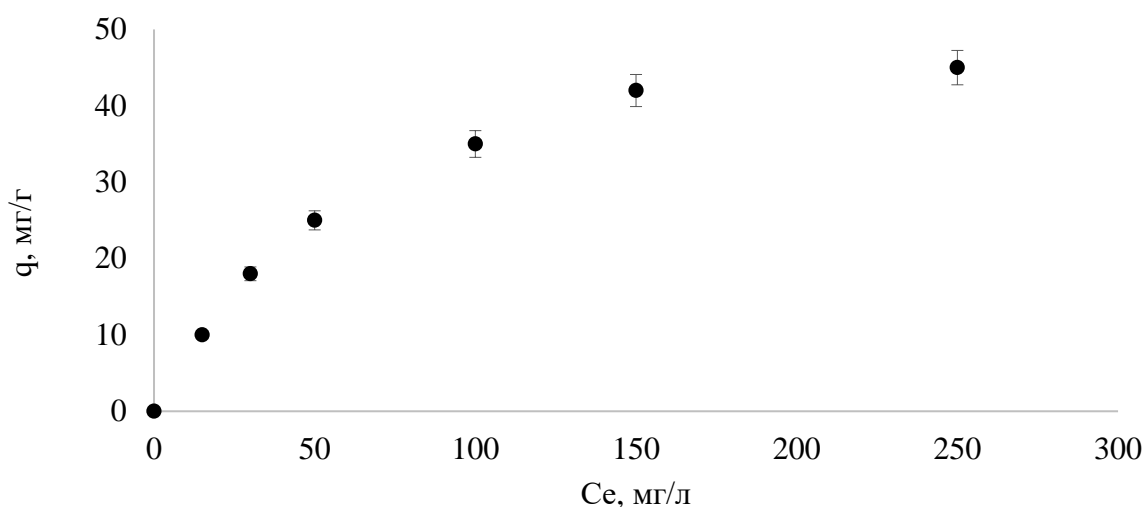
Залежність ефективності сорбції метиленового синього від часу поглинання наведена на рис. 3.



**Рис. 3. Залежність сорбційної здатності лігніну щодо метиленового синього від тривалості процесу поглинання**

Видно, що протягом першого періоду, який триває 60 хв, спостерігається максимальне видалення метиленового синього з водного розчину, наступна сорбція відбувається вже трохи повільніше, і повна сорбційна рівновага досягається через 120 хв від початку проведення експерименту.

Ізотерма адсорбції дозволяє описати характер взаємодії адсорбату з адсорбентом і дає уявлення про його адсорбційну здатність. Для вивчення адсорбційної рівноваги використовували модельні розчини з початковими концентраціями метиленового синього від 30 до 500 мг/л (рис. 4).



**Рис. 4. Залежність сорбційної здатності лігніну щодо метиленового синього від його рівноважної концентрації**



При концентрації метиленового синього в розчині нижче 100 мг/л ефективність сорбції лінійно збільшується зі збільшенням концентрації катіонного барвника. Подальше підвищення ефективності сорбції відбувається повільніше до досягнення максимуму сорбції 44,7 мг/л.

Таким чином, досліджено структуру поверхні та поглинальну здатність органосольвентного лігніну щодо метиленового синього як функцію від рН водного розчину, тривалості процесу поглинання та вихідної концентрації барвника у модельному розчині.

Одержані результати ілюструють великий потенціал органосольвентного лігніну як біосорбента для вилучення органічних барвників з стічних вод різних галузей промисловості, що використовують синтетичні барвники.

#### Література:

1. Gupta V.K, Nayak A., Agarwal S. Bioadsorbents for remediation of heavy metals: Current status and their future prospects. *Environmental Engineering Research*. – 2015. – №20. – P. 1-18.
2. Ковальчук А., Почечун Т., Галиш В., Трус І. Фосфорилування шкаралуп волоських горіхів для підвищення ефективності очищення водних розчинів. *Технічні науки та технології*. – 2018. – №2(12). – С. 236-244.
3. Sazanov Yu.N., Kostereva T.A., Kulikova E.M., et al. New ways for fragmentation of hydrolysis lignin. *Russian Chemical Bulletin*. – 2014. – №63. – P. 2051–2055.
4. Mahmood N., Yuan Z., Schmidt J., Xu C. Hydrolytic depolymerization of hydrolysis lignin: Effects of catalysts and solvents. *Bioresource Technology*. – 2015. – №190. – P. 416–419.
5. Köhnke J., Gierlinger N., Mateu B.P., et al. Comparison of four technical lignins as resource for electrically conductive carbon particleю. *Bioresources*. - 2019. – №14(1), - P. 1091-1109.



УДК: 628.31

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НАПОРНОЇ ФЛОТАЦІЇ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ВІД ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН І НАФТОПРОДУКТІВ

**О.М. Терещенко**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** okter789@gmail.com

Сучасний рівень світового виробництва передбачає споживання в технологічних цілях величезних обсягів прісної води, які досягають в даний час 5 трильйонів кубічних метрів на рік. Після використання води в технологічних процесах утворюються промислові стоки, які підлягають глибокому очищенню, як від розчинних домішок, так і від нерозчинних дисперсних (рідких і твердих) суспензій.

Стоки, що містять масла, нафтопродукти і поверхнево-активні речовини, являють собою один з видів промислових відходів, які важко утилізувати. Вплив нафтопродуктів, масел, жирів і ПАР на процеси очищення стічних вод полягає в зниженні ефективності

відстоювання, гальмуванні біохімічних процесів в спорудах біохімічної очистки, в інтенсивному піноутворенні. Потрапляючи в водні об'єкти, ці речовини змінюють органолептичні властивості води (смак, колір, запах) і ускладнюють її використання для питних і господарських цілей. Нафтопродукти і ПАР утворюють на поверхні води плівку, яка перешкоджає газовому обміну між водою і атмосферою, знижуючи ступінь насичення води киснем, що призводить до порушення екосистеми в водоймах [1].

Часто при розділенні гетерогенних систем використовуються відстійники. Але такий спосіб очищення промислових стоків в сучасних умовах часто є безперспективним і економічно збитковим. Очищення промислових стоків на піщаних і гравійних фільтрах також має низку істотних недоліків, оскільки передбачає періодичну регенерацію або заміну фільтруючого матеріалу.

Використання традиційних неорганічних коагулянтів на основі солей багатовалентних металів мало ефективно, оскільки утворені при цьому у великих кількостях осади не піддаються зневодненню ніякими іншими методами, крім випаровування.

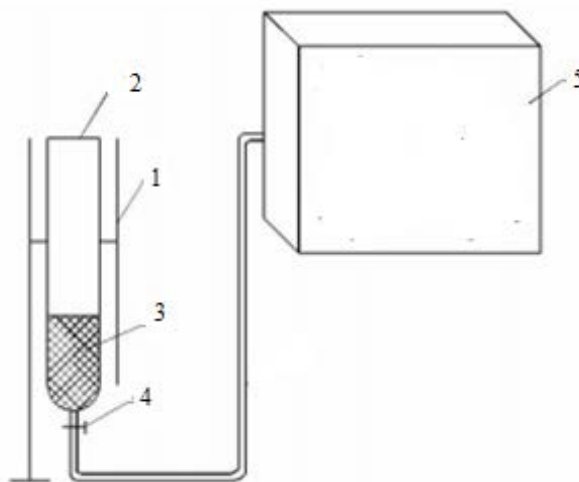
У цих умовах безсумнівну перспективу набуває метод флотаційного очищення промислових стоків, що забезпечує високий ступінь вилучення, як рідких, так твердих дисперсних суспензій при будь-якому обсязі стоків. Застосування флотаційного методу дозволяє підвищити ступінь очищення води, зменшити витрати реагентів, скоротити тривалість процесу очищення, зменшити вміст води у вилучених забруднень і тим самим спростити процес їх подальшої переробки [2].

Метою даної роботи було визначення умов інтенсифікації процесів очистки стічних вод, що містять ПАР і нафтопродукти методом пінної флотації.

Флотація – це високоефективний метод очистки води, який дозволяє видалити з води нерозчинні домішки різного ступеню дисперсності, забезпечує значне збільшення інтенсивності процесу в порівнянні з відстоюванням.

Пневматичним називається такий процес флотації, при якому аерацію розчину проводять, пропускаючи повітря через пористу перегородку. Як правило, такий процес малоефективний при видаленні нерозчинних домішок з води. Проте при видаленні ПАР, його ефективність досить висока. В цьому випадку домішки видаляються з води у вигляді піни.

Для проведення експерименту використовували установку, зображену на рис. 1.



**Рис.1. Схема лабораторної установки для очистки розчинів флотацією**

Установка складалася із джерела стиснутого повітря 5, скляного циліндра (флотаційної камери) 2 діаметром 3 см і висотою 80 см. Циліндр був укріплений на штативі 1. Повітря подавали в нижню частину циліндра через пористу перегородку 3 з діаметром пор 40 мкм.



Інтенсивність подачі повітря 25-50 см<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>·хв. Діаметр бульбашок (1-2 мм) регулювався затискачем 4. Проби для аналізу розчину відбирали з нижньої частини циліндра. В відібраних пробах визначали залишкову концентрацію нафтопродуктів і ПАР [3].

Експерименти проводилися для розчинів з концентрацією нафтопродуктів 200,0 мг/дм<sup>3</sup>, аніонного ПАР – сульфонолу НП-3 – 20 мг/дм<sup>3</sup>, катіонних електролітів – ВПК-402 і Праестол-852 – 3 мг/дм<sup>3</sup>. Температура розчинів підтримувалася 18-20 °С.

На процес піноутворення впливають багато чинників: швидкість і час продування диспергованого повітря через водний розчин; висота шару розчину, що продувається; рН розчину (вспінення сильніше при найменшій дисоціації молекул ПАР); температура (з підвищенням температури вспінення зростає). Але перш за все, дія піноутворювачів залежить від складу і будови молекул, а також від концентрації ПАР в розчині.

Застосування такого широковідомого комплексуючого агенту як динатрієвої солі етилендіамінтетраоцтової кислоти (ЕДТА) було неефективним, оскільки він утворює неполярні симетричні комплекси, які не виявляють поверхнево-активних властивостей, ступінь очистки з його використанням був лише 15 %. Хорошими піноутворюючими властивостями характеризуються сульфонати, алкілсульфати. Для випробувань застосовували сульфонолу НП-3, що дозволило підвищити ступінь вилучення нафтопродуктів до 51 %.

Як показали дослідження, максимальний ступінь вилучення ПАР і нафтопродуктів досягався при менших швидкостях подачі повітря. Зі збільшенням швидкості продування диспергованого повітря, обсяг пінного продукту різко зростає, а концентрація нафтопродуктів в піні знижувалась.

Експериментальні дані показали, що ефективність флотації залежить від рН середовища. Наведена графічна залежність на рис. 2, отримана при різних значеннях рН в межах від 2 до 6 додаванням сірчаної кислоти. Результати дослідів показали, що найбільш сприятливе для флотації кисле середовище. Відмінною особливістю процесу в цих умовах є велика швидкість флотації. Процес закінчувався через 2-5 хвилини, в той час як в нейтральному середовищі флотація протікала 15-20 хвилин.

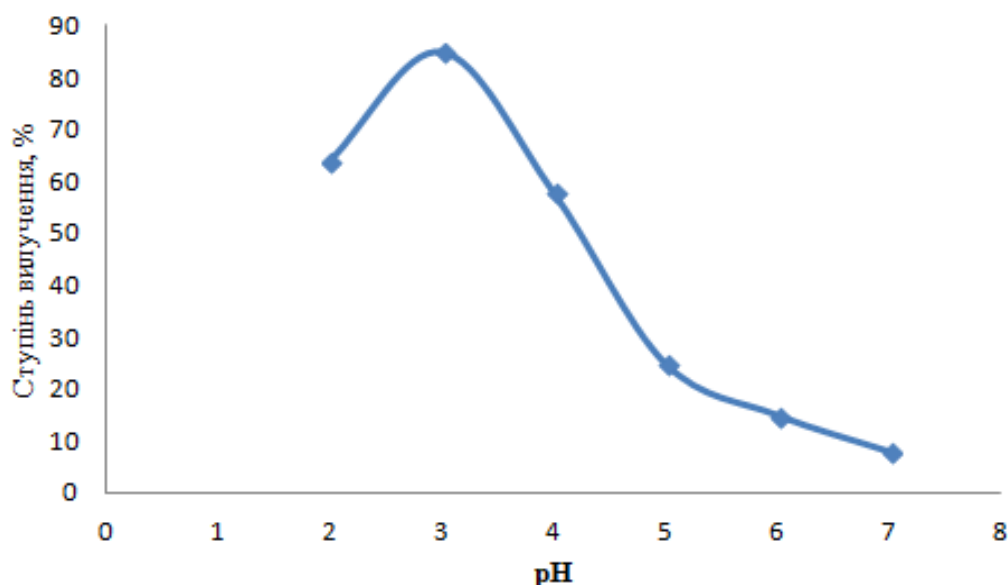
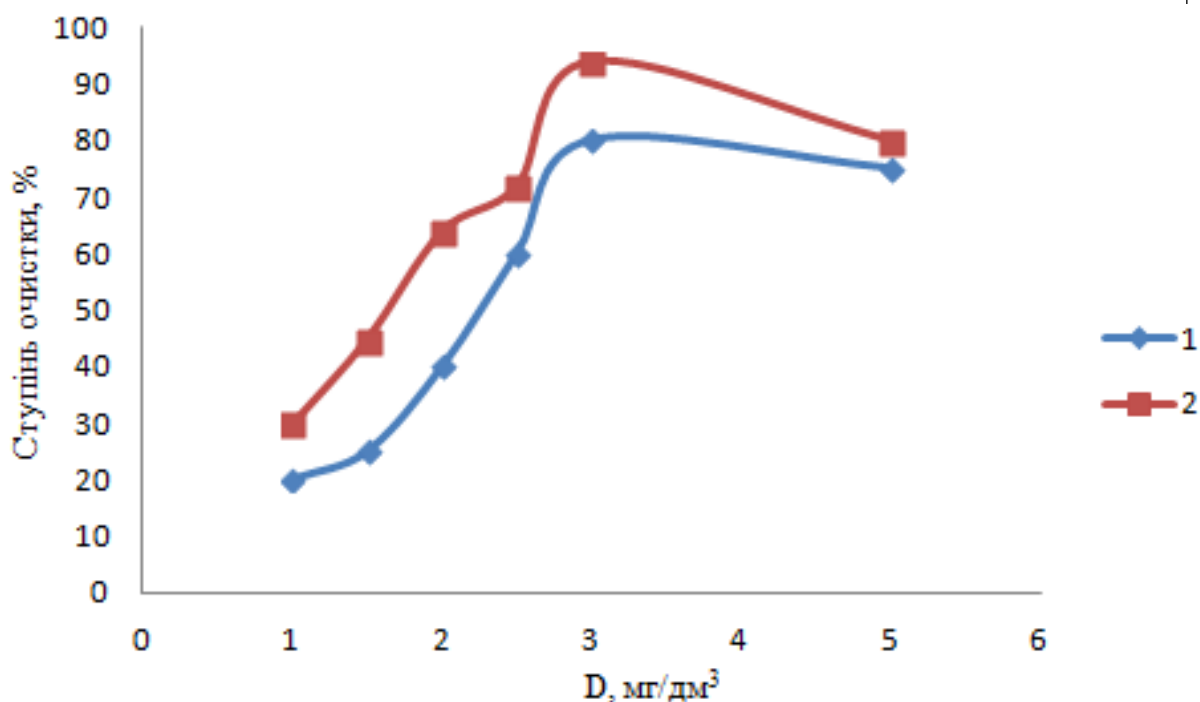


Рис. 2. Вплив рН на ефективність вилучення нафтопродуктів

Для підвищення ефективності очистки були використані поліелектроліти ВПК-402 і Праестол-852. Як показали наші дослідження, найбільш ефективним було використання

високомолекулярного катіонного флокулянту Праестол-852 при дозі 3 мг/дм<sup>3</sup>, ступінь очистки склала 94 %, значно гірші результати показав низькомолекулярний сильно основний флокулянт ВПК-402; ступінь очистки у цьому випадку не перевищувала 80 % (рис. 3).



**Рис.3. Залежність ефективності очистки розчинів від нафтопродуктів при додаванні флокулянтів: а) ВПК-402; б) Праестол-852**

Таким чином, експериментально встановлені оптимальні умови флотаційної очистки стічних вод, що містять нафтопродукти і поверхнево-активні речовини. Встановлено, що додавання поліелектролітів значно підвищує ефективність флокуляції даних стічних вод і дозволяє підвищити ступінь очищення розчинів до 94 %.

#### Література:

Берне, Ф. Водочистка. Очистка сточных вод от нефтепереработки / Ф. Берне, Ж. Кордонье: пер. с франц. под ред. Е. И. Хабаровой и И. А. Роздина. – М.:Химия, 1997. – 146 с.

Мацнев, А.И. Очистка сточных вод флотацией/ А.И. Мацнев. – К.: Будівельник, 1976, 132с.

Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных и сточных вод/ Ю.Ю. Лурье – М.: Химия, 1984. – 448 с.





УДК 644.6

## ДЕФОСФОТАЦІЯ ВОДИ СОРБЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ

**О.М. Терещенко, А.А. Шматко**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

**e-mail:** okter789@gmail.com

Протягом останніх років значна увага приділяється питанню зменшення надходження фосфатів у водні об'єкти. Їх надлишок у водному середовищі при відповідній температурі призводить до евтрофікації. Евтрофікація – це складний процес, який відбувається у прісних чи морських водоймах, викликає бурхливий розвиток певних видів мікроводоростей і порушує рівновагу водних екосистем, що призводить до зміни і спотворення біологічних показників води. При цьому фауна водних об'єктів змінюється: деякі організми гинуть, зменшується якісний і кількісний склад риби, в силу інтенсивного розмноження паразитуючих організмів посилюється захворюваність гідробіонтів [1].

Надходження фосфору у водні об'єкти навколишнього середовища обумовлено скиданням стоків промислових підприємств, комунально-побутових і сільськогосподарських угідь, а також природними факторами.

Практика показує, далеко не всі очисні споруди оснащені технологіями видалення фосфатів зі стічних вод, у зв'язку з цим розробка недорогих ефективних методів видалення фосфоровмісних сполук з стічних вод є важливим напрямком водоочистки.

На сьогодні існує велика кількість методів обробки води, всі вони мають свої переваги і недоліки. Із всього різноманіття запропонованих методів очистки вод від фосфат-іонів найбільш розповсюдженим є традиційний реагентні методи [3]. Вони ґрунтуються на видаленні осадів фосфатів алюмінію і заліза. Одним з недоліків цього методу є те, що оптимальну дозу коагулянту необхідно знаходити для кожного складу води окремо. Крім того, в процесі очистки відбувається вторинне забруднення води йонами заліза, алюмінію, хлоридів і сульфатів. Всі ці фактори ускладнюють подальшу доочистку води і збільшують собівартість процесу.

В технологіях водоочистки від фосфору найчастіше використовують біологічний метод [2]. Недоліком його методу є складність і тривалість процесу. Крім того, його застосування обмежується високими капітальними і експлуатаційними витратами.

Останнім часом у процесах очистки води застосовують мембранні методи [4]. Мембранні системи представляють собою комплекс, що складається з напівпроникних мембран, які відділяють фільтрат від розчину, що очищується; мембрана пропускає під тиском розчинник і затримує забруднюючі розчинені речовини. Серед мембранних методів використовують ультрафільтрацію і зворотний осмос. Недоліками цих методів є те, що вони потребують використання дорогих напівпроникних мембран, які потребують спеціальної підготовки розчинів перед використанням для запобігання погіршення селективності мембран. Крім того, в процесі фільтрування утворюються концентрати, які досить проблематично утилізувати.

Сорбційне вилучення йонів є одним з широко вживаних методів водоочистки. Сьогодні в світі використовується близько двохсот сорбентів, які розділяються на органічні і неорганічні. Саме неорганічні сорбенти складають основну частину товару на ринку сорбентів в силу їх низької вартості і можливості великотоннажного виробництва. Серед природних неорганічних сорбентів особливе місце займають цеоліти.





Хімічний склад цеолітів у загальному вигляді можна представити такою формулою:



де Me – Na, K, Ca, Mg [5].

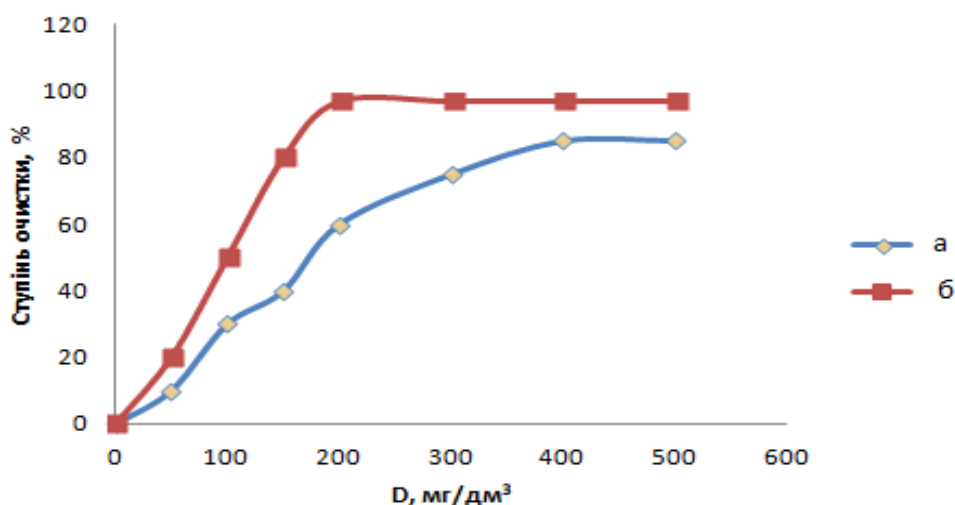
Цеоліти відносяться до групи алюмосилікатів, кристалічна решітка яких утворює тривимірний каркас зі строго регулярною тетраедричною структурою [5]. Наявність порожнин і каналів в структурі цеолітів, а також велика свобода руху катіонів і молекул води визначають їх унікальні властивості. У водному розчині цеоліти обмінюють свої катіони ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) на інші, що знаходяться в розчині. В процесах адсорбції цеоліти проявляють молекулярно-ситові властивості – вибірковість поглинання одних йонів перед іншими. Природні цеоліти широко розповсюджені, мають унікальні фізичні, фізико-хімічні, адсорбційні і йонообмінні властивості, їх можна модифікувати, утилізувати і регенерувати, завдяки чому ці мінерали знайшли широке використання у багатьох галузях народного господарства і в практиці водоочистки [6].

Метою даної роботи було оцінити можливість використання природного цеоліту для очистки води від фосфат-іонів і порівняти його адсорбційні властивості з модифікованою формою.

Досліджували цеоліт Сокирницького родовища, головною перевагою якого є його доступність, що забезпечує можливість отримання сорбентів з місцевої мінеральної сировини.

Для попередньої оцінки ефективності вибраного матеріалу було проведено дослідження впливу дози сорбенту на ступінь очистки води від фосфатів. Для цього готували розчини калій гідрофосфату з концентрацією  $100 \text{ mgPO}_4^{3-}/\text{dm}^3$ . Очистку проводили в статичних умовах. Наважку дрібнодисперсного матеріалу з фракцією частинок цеоліту розміром 2,0-3,0 мм дозували у розчин і витримували при періодичному перемішуванні добу. Потім сорбент відділяли на паперовому фільтрі «біла стрічка». У фільтраті визначали залишковий вміст фосфатів фотометрично [7].

Представлені на рис. 1 (а) дані показують, що практично значиме вилучення фосфат-іонів немодифікованим сорбентом досягається при використанні дози сорбенту  $400 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . При таких умовах вказаний сорбент вилучає порядку 85 % забруднюючих йонів. Подальше збільшення дози сорбенту недоцільно, тому що практично не підвищує вилучення фосфат-іонів.



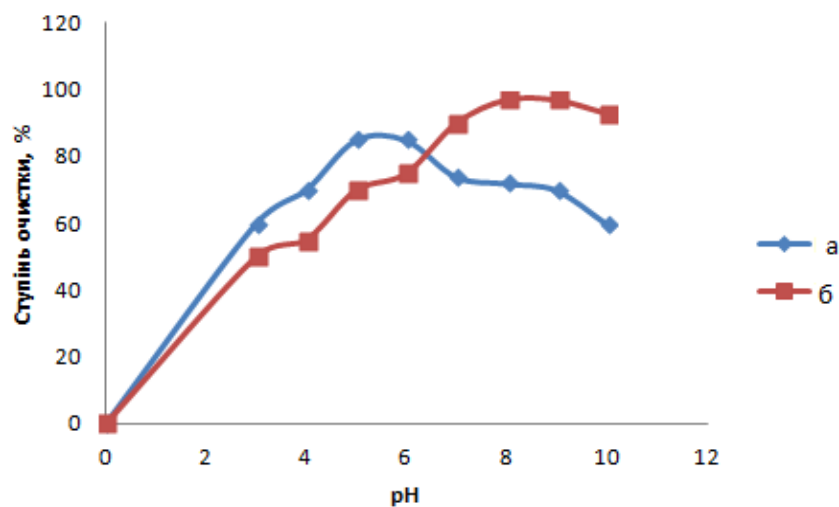
**Рис.1. Ефективність очистки розчину від фосфат-іонів:**  
а) – немодифікованим цеолітом; б) – модифікованим цеолітом



Видалення фосфатів у даному випадку ґрунтується, ймовірно, на дифузії йонів  $\text{HPO}_4^{2-}$  до поверхні сорбенту. Форма кривої вказує на поступове вилучення забруднювача з розчину.

Для підвищення ефективності процесу сорбції мінерал було модифіковано розчином  $\text{Ca}^{2+}$  з концентрацією  $150 \text{ мг/дм}^3$ . Як показує крива (б) на рис.1 поглинання фосфат-іону на модифікованому сорбенті відбувається значно швидше: максимального ступеня очищення вдається досягти вже при дозі сорбенту  $200 \text{ мг/дм}^3$ . Ступінь вилучення по відношенню до немодифікованого сорбенту теж підвищується на 12 % і сягає 97 %, що пояснюється іммобілізацією на його поверхні йонів Кальцію.

Для того, щоб визначити межі, в яких доцільно використовувати даний метод, також дослідили, як реакція середовища впливає на ефективність очищення. В результаті була встановлена наступна закономірність: ефективність немодифікованого цеоліту вища в більш кислих середовищах – рН 5-6. В діапазоні 8-9 найбільш ефективно вилучав фосфати модифікований сорбент.



**Рис. 2. Ефективність вилучення фосфат-іонів від рН розчину:**  
а) – немодифікованим цеолітом; б) – модифікованим цеолітом

Таким чином, було перевірено і порівняно сорбційну активність целіту Сокирницького родовища та його модифікованої форми щодо фосфатів. Встановлено, що цей сорбент є ефективним щодо вилучення фосфат-іонів, проте значно кращою спостерігається його сорбційна здатність на модифікованій йонами кальцію формі.

#### Література:

1. Евтрофікація // Словник – довідник з екології: навч.-метод. посіб./ уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2013. – С. 74.
2. Biological wastewater treatment / С. L. Grady Jr, G. T. Daigger, N. G. Love, С. D. Fillipe – CRC press., 2011. 962 p.
3. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Ясен, Э. Арван. – М.: Мир, 2009. – 480 с.
4. Baker R. W. Membrane technology and applications / R. W. Baker – WILEY, Third ed, 2012. 588 p.
5. Брек Д. Цеолитовые молекулярне сита. – М.: Мир, 1976. – 781 с.
6. Челишев Н.Ф., Володин В.Ф., Крюков В.Л. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. – М.: Наука, 1988. – 128 с.
7. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных и сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.



UDC 504.054

**LANDFILLS AND MBT AS A POTENTIAL SOURCES OF MICROPLASTICS****A. Sholokhova, H. Ghiasvand, G. Denafas***Kaunas University of Technology*

Radvilėnų pl. 19, Kaunas, LT-50254, Lithuania

**e-mail:** anastasiia.sholokhova@ktu.edu

Microplastics is polymer particles less than 5 mm. They are widespread and ubiquitous in our environment. Their occurrence have been reported in marine, fresh water, atmosphere, soil, wastewater, biota and landfill leachate. However, recent studies on microplastic findings are still mainly focused on aquatic systems, while little is known about microplastics in terrestrial ecosystems and their sources. Microplastics, produced in such a small size, for example, as part of face creams, are called primary microplastics. Secondary microplastics form as a result of breakdown of larger particles.

Mechanical biological treatment (MBT) facilities and landfills potentially can be one of the main sources of secondary microplastics (Sundt et al., 2014). Before treatment at MBT, unsorted mixed municipal solid waste (MSW) presumably already have a significant amount of microplastics. Further MSW treatment such as shredding and then screening can lead to the formation of new secondary microplastics from large plastic waste. However, there is none study on how small fragments are generated during this process (Avfall Sverige, 2014). Due to screening, microplastics get into the biological fine fraction, go through bioprocessing and end up in organic stabilizer. Screening of organic stabilizer after maturing can sort out big non-degradable particles, but can't remove microplastics. Nowadays, content of microplastic items in organic stabilizers is not regulated, and might in practice be an unintended incentive for microplastic production in this waste flow. Mostly, this stabilizer is used for landfill covering, slope formation and sometimes for recultivation of damaged areas, which are subsequently, will not be used for food plant growing.

Thus, microplastics as part of the organic stabilizer can get into landfills. Besides it, landfills are receptacles for cumulative loading of large plastic waste, which for some reason have no other alternative than disposal. In Europe, about 25% of all plastic waste is still landfilled (PlasticEurope, 2019). Under the influence of temperature, pH and the physical compacting process, plastic can be degraded into microplastics more rapidly and to a larger extent in landfills (Sundt et al., 2014). From active landfill, microplastics can enter environmental in two ways: together with the leachate or with air drift from uncovered surface.

The aim of this study was to investigate microplastics occurrence in technical compost from MBT and landfills. In this study, several samples were taken from Kaunas MBT in Lithuania and Torma landfill in Estonia to recognize the type and proportion of microplastic fractions. The percentage of plastic in mixed municipal waste transported to the Kaunas MTB varied from 12% to 31 % (Kauno RATC, 2019). Biological output from Kaunas MBT is technical compost with size less than 15 mm.

There are none standard operating protocols for sampling and detection of microplastics in terrestrial samples (Loder et al., 2015). Therefore, algorithm for microplastic extraction was developed by authors base on literature analysis. As microplastics are particles smaller than 5 mm, samples first was sieved thought sieve with mesh sizes of 5 mm.

Removing non-plastic materials for samples is time-consuming and can be achieved through a series of bench procedures that will always include physical (density-based) and chemical (oxidation/reduction) steps combined (Imhof et al., 2016). The most widely used method for microplastic separation is density separation. It is used to isolate the particles which have low-



density from higher density particles like sand, mud, and sediments (Mai et al., 2018). Depends on polymer type, microplastics have different density. Some of them such as PE can be separated by water as their density lower than density of water. However, for such plastic like PVC ( $1.40 \text{ g/cm}^{-3}$ ) solutions with higher density are needed. The most commonly used solutions are sodium chloride ( $1.20 \text{ g/cm}^{-3}$ ) (Bayo et al., 2016), zinc chloride ( $1.5\text{-}1.7 \text{ g/cm}^{-3}$ ) (Imhof et al., 2012), Calcium chloride ( $1.30 - 1.35 \text{ g/cm}^{-3}$ ) and sodium iodine ( $1.8 \text{ g/cm}^{-3}$ ) (Nuelle et al., 2016). For our study, potassium iodide solution with density  $1.6 \text{ g/cm}^{-3}$  was used.

Environmental samples as well as landfilled waste and pretreated fine fraction after MBT contain high proportion of organic matter and other impurities that may embed microplastics. (He et al., 2018). While inorganic materials can be separated from microplastics using density separation, the organic fraction impedes the ability to conduct reliable analyses. Commonly applied techniques for removing organic material from environmental matrices are oxidation using hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), Fenton's reagent, alkaline digests or acids. In current study organic was removed by Fenton's reagent. After purification, microplastics were washed and concentrated on filter.

Plastic type can be further identified by Fourier transformed infrared (FTIR) or Raman spectroscopy. Main reason of it is the ability to collect appropriate parameters due to non-destructivity of methods. In both methods the polymers are determined on the basis of the energy absorption of characteristic functional groups (Prata et al., 2016).

Analysis of MBT and landfill samples show that they contain big amount of microplastics and can be secondary sources of microplastics. Microplastic concentration in MBT samples was 11 particles/10 g and 61 particles/10 g in landfill samples. Most of the microplastics from MBT samples were polystyrene. Current study concluded that organic stabilizer can't used for other purpose, except use for landfill covering or slope formation.

#### References:

1. Sundt, P., Schulze, P-E. & Syversen, F. (2014). Sources of microplastic-pollution to the environment. *Norwegian Environment Agency, Miljødirektoratet* [viewed on 2016-10-03]. Access via the Internet <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M321/M321.pdf>
2. Avfall Sverige (2014). Microplastics in the biogas process. Prestudy report [viewed on 11.09.17]. Access via the Internet [https://www.avfallsverige.se/kunskapsbanken/rapporter/rapportera/article/mikroplaster-i-biogasprocessen-forstudie/#news-single-report\\_\\_tabs-filepage](https://www.avfallsverige.se/kunskapsbanken/rapporter/rapportera/article/mikroplaster-i-biogasprocessen-forstudie/#news-single-report__tabs-filepage)
3. PlasticEurope (2019). Plastics the Facts 2019. Access via the Internet [https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL\\_web\\_version\\_Plastics\\_the\\_facts2019\\_14102019.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf)
4. Kauno RATC (2019). Composition of mixed municipal waste. Access via the Internet <https://www.kaunorac.lt/misriu-komunaliniu-atlieku-sudeties-nustatymo-darbai/>
5. Löder, M. G. J., & Gerdts, G. (2015). Methodology Used for the Detection and Identification of Microplastics—A Critical Appraisal. *Marine Anthropogenic Litter*, 201–227. doi:10.1007/978-3-319-16510-3\_8.
6. Mai, L., Bao, L.-J., Shi, L., Wong, C. S., & Zeng, E. Y. (2018). A review of methods for measuring microplastics in aquatic environments. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(12), 11319–11332. doi:10.1007/s11356-018-1692-0.
7. Imhof, H. K., Schmid, J., Niessner, R., Ivleva, N. P., & Laforsch, C. (2012). A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments. *Limnology and Oceanography: Methods*, 10(7), 524–537. doi:10.4319/lom.2012.10.524.



8. Bayo J, Olmos S, Lo'pez-Casellanos J, & Alcolea A. (2016). Microplastics and microfibers in the sludge of a municipal wastewater treatment plant. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 11, 812–821.

9. Nuelle, M.T., Dekiff, J.H., Remy, D., & Fries, E. (2014). A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. *Environmental Pollution*, 184, 161–169.

10. He, D., Luo, Y., Lu, S., Liu, M., Song, Y., & Lei, L. (2018). Microplastics in soils: analytical methods, pollution characteristics and ecological risks. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. doi:10.1016/j.trac.2018.10.006.

11. Prata, J. C., da Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2018). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: a critical review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. doi:10.1016/j.trac.2018.10.029.



УДК 504:556

## ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Л.А. Юдіна, М.Є. Даус

Одеський національний морський університет

вул. Мечникова, 34, Одеса-29, 65029, Україна

**e-mail:** stud31md@gmail.com

Дунай – важливе джерело води для господарсько-побутових потреб населення, промисловості та сільського господарства України. Загальний водозабір з річки в межах України перевищує 2 млрд. м<sup>3</sup>, а кількість водокористувачів – близько 150. Екосистеми дельти – джерело цінних природних ресурсів, тут розташовані території Дунайського біосферного заповідника. Дунай має також важливе транспортне значення. Територією України проходить невелика ділянка пониззя річки Дунай (170 км) від міста Рені до її гирла. Тому *актуально* визначити кількісні та якісні показники екологічної обстановки на основі гідрохімічних показників води річки Дунай. *Метою дослідження* було оцінювання екологічної обстановки на основі даних гідрохімічних спостережень. *Об'єктом дослідження* є гідрохімічні показники води у пункті р. Дунай - м. Вилкове в порівнянні із гранично-допустимими (ГДК) значеннями для рибогосподарського використання. Такий підхід зумовлюється значним розвитком рибальства у регіоні. Розрахунки виконані на основі даних Дунайського басейнового управління водних ресурсів про хімічний склад води у створі Дунай - Вилкове за 2009-2018 рр. За досліджуваний період розглядалися по 102-104 значень кожної речовини.

Оцінка екологічної обстановки дозволяє визначити екологічний стан водних об'єктів та визначити сукупний ефект впливу забруднювальних речовин. Якість природного середовища за рівнем забруднення вважається задовільною за дотримання двох основних умов: концентрації забруднювальних речовин  $C_i$  повинні бути менше їх ГДК та при наявності групи речовин односпрямованої дії, одночасно присутніх у водному середовищі, сума відношення їх концентрацій повинна бути менше одиниці. У зіставленні зі значеннями ГДК, екологічну обстановку характеризують за ступенем неблагополуччя [1].

Для оцінювання екологічної обстановки установлювалося відношення ( $C_i/C_{ГДК}$ ). Були визначені кількість випадків перевищення ГДК для кожної гідрохімічної речовини за весь



період спостережень, а також розраховані емпіричні ймовірності перевищення ГДК як відношення кількості випадків, коли  $C_i > ГДК_i$  до загального числа випадків. Величини ГДК застосовувались для рибогосподарського призначення. Всього було досліджено 20 речовин. За такими речовинам як розчинений кисень, азот амонійний, азот нітратний, фосфати, натрій, кальцій, хлориди, сульфати та нафтопродукти за досліджуваний період перевищень ГДК не спостерігалось. Найбільшими забруднювачами для рибогосподарського використання у (1,1-10) ГДК є хром, завислі речовини, манган, хімічне споживання кисню (> 50 %) та мідь, азот нітритний, феноли, цинк, біологічне споживання кисню за 5 діб, залізо (20-50 %).

*Висновок.* Екологічна обстановка у пункті р. Дунай - м. Вилкове за 2009-2018 рр. була «напруженою» для рибництва, спостерігалися одиничні випадки перевищень ГДК до 50 раз по міді та мангану, в окремі періоди екологічна обстановка погіршувалась до «критичної».

#### Література:

1. Музалевский А. А., Карлин Л. Н. Экологические риски: теория и практика. – СПб.: РГГМУ, ВВМ, 2011. – 448 с.



### INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF INOVATE FAÇADE FOR ACHIEVING NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS (nZEB)

**K.G. Georgiev**

*Central Laboratory for Solar Energy and New Energy Sources - BAS  
72 Tsarigradsko shosse Blvd., 1784 Sofia, Bulgaria*

**e-mail:** krasimir\_georgiev@mail.bg

#### Abstract

The development of technologies, the research for new energy sources and the increase of energy efficiency of buildings is a topic that will be relevant for the coming decades. As an EU member, Bulgaria accepted in 2015 “The National Nearly Zero-Energy Building Plan 2015–2020 (NPSBNPE)”, according to it such a building is considered to be a building that meets the requirements: the primary energy consumption of the building to meet class A on the scale for this class category and not less than 55% of the necessary supplied energy for heating, ventilation, cooling, lighting and hot water supply to be from RES.

This report discusses the task of circulating fluid flow glazing suitable for building façade and interior walls. The aim of the project is the to study the movement of the fluid in the glazing and its behavior in different weather conditions. The behavior of the fluid in the glazing will be studied and thus information can be obtained on how to control the technical parameters of the glazing to ensure comfort in the building. The problem of fluid movement in a double-glazed unit will be solved both theoretically on the basis of computer simulations and experimentally, as the respective experimental installation is now under scientific research.



## Introduction

In the modern architecture, the area of the glazing is getting bigger and bigger, and this leads to an increasing influence of the windows on energy efficiency of the buildings. A huge amount of electricity is consumed to provide a comfort room temperature through air conditioning. Instead of this advance glazing technologies and materials can be used to reduce buildings energy demands and improve indoor environment.

While trying to solve this problem arose the idea of an adaptive envelope based on glazing with an inner water circulation with the proposal of creating a better internal environment. This type of window is called Water Flow Glazing (WFG), which is composed by at least one fluid chamber in which the fluid is able to circulate in and out of the chamber. This water chamber is intended to absorb radiative energy and transport heat flow.

This water chamber is connected in a close circuit with a hydraulic pump and a heat exchanger. The flow rate of this circuit is governed by switching on and off a hydraulic pump. Depending on the spectral characteristics of each layer of the glazing, solar radiation is absorbed and later this heat is transported by the water in a close circuit.

The glazing units developed within the InDeWaG project use circulating water in the chamber between the glass planes to capture solar radiation and transport the generated heat through a pipe system to be used for different purposes such as heating, preheating, domestic hot water and others. Via a circulation of heated or cooled water within the glass chamber in the window the whole facade may act as either a heating or cooling device. Demonstrator's activity shows technical feasibility in a near to operational environment. Implementing passive and active strategies minimize the use of active HVAC systems, taking advantage of the available natural resources such as solar radiation, thermal variability and daylight.

The use of such a system will allow maximum utilization of daylight and indoor comfort in the room. the fluid in the transparent glass-blades transforms the passive glass facades into active solar collectors. The heat from the heated fluid in the glazing can be used by the heating and cooling systems.

The double-glazed window with circulating fluid flow is a vertical-shaped module with dimensions of 1.3 m x 3 m, suitable for a facade element of the office buildings. It consists of triple glazing with two chambers (fluid chamber and argon chamber) and a modular aluminum frame. Each module includes its own pump and heat exchanger, which make the individual elements of the module independent. Each module can work independently and in a system, which is an advantage in the design of buildings and in the construction process. The circulation pump provides flow rates in the glazing up to 8 l/min. The façade system and its components are assessed for functionality, service life and interoperability.

## Facade application and lighting

Double-glazed windows can be used as façade elements and / or internal partition walls (ceilings and walls) and completely replace the existing façades with their mechanical and thermal characteristics. The technical characteristics of the facade can be actively controlled in order to achieve the best energy parameters. Another main advantage of the facade modular glazing is the increased natural lighting of the interior spaces due to their large size. This also reduces the energy for lighting and reduces the cooling costs caused by the lighting. With the achieved energy savings, the buildings can meet the criteria for LNG.

## Heating, ventilation, air conditioning (HVAC)

Modular glazing is an important part of the building's HVAC system. The costs associated with the standard HVAC system can be covered 100% if the common partition walls are replaced with fluid glazing. Thanks to the high absorption of infrared radiation from these façade elements, the peak loads of the conventional cooling system can be significantly reduced by up



to 30% less installed nominal cooling capacity - without the use of mechanical solar protection. (for example, blinds). The excess heat generated by the glazing can be used for domestic hot water (DHW) and to improve the operation of the heat pump in the HVAC system of the building.

### **Renewable energy sources**

Facade glazing windows function as transparent solar collectors with low working temperature, and their efficiency is relatively lower compared to conventional solar collectors (less than 40%). This is due to the facade orientation and vertical installation, as well as their transparency, but their installation on large areas leads to generation of a sufficient amount of energy.

Mathematical and simulation models have been developed to predict the behavior of the glazing unit, as well as to optimize the modular unit and its components. These models cover all physical processes - heat transfer, fluid flow dynamics, optical and structural behavior, as well as environmental impact and are based on in-depth research and modern methods for computer simulation.

### **Result**

The project aims to technical innovation, introducing a new, disruptive building envelope system which has at least 15% building cost reduction potential and could be brought to industrial ripeness.

This project can be seen as a pioneer example to promote collaboration between researchers and companies in the Bulgaria and Europe, their ideas and knowledge to achieve the best available solution for this problem.

### **Acknowledgement**

The study is by funded by the European Union under the Horizon 2020.

### **References:**

1. "The National Nearly Zero-Energy Building Plan 2015–2020 (NPSBNPE)" [https://www.seea.government.bg/documents/BG\\_National\\_nZEB\\_Plan\\_EN.pdf](https://www.seea.government.bg/documents/BG_National_nZEB_Plan_EN.pdf).
2. Industrial Development of Water Flow Glazing Systems, Project Documentation.







# **СТРАТЕГІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ У КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

## **Секція № 3**



## ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

**I.M. Barna, S.S. Barna**

*Ternopil Volodymyr Hnatiuk national pedagogical university*

M. Kryvonosa Street 2, Ternopil, 46027, Ukraine

**e-mail:** birine21@gmail.com,

Modern environmental realities in the world, region or country reflect the development of humanity, which is invariably accompanied by changes in the parameters, qualitative and quantitative characteristics of the environment. As a result states and situations that environmentalists describe as environmental problems, crises or catastrophes are formed. Their formation and development have transformed the socio-economic growth into a negative impact factor. Its minimization will allow humanity to survive. This fact contributed to the search for ways to harmonize the interaction between society and nature, primarily those of preventative nature. It was for this reason that in due time environmental assessment, ecological expertise, strategic environmental assessment and environmental impact assessment appeared. They have become an effective means for environmental policy at the level of regions and states [1,2].

EIA is a new framework for ensuring sustainable development and environmental safety, which aims to prevent the implementation of environmentally detrimental economic sites by analyzing the project documentation of the planned activity. The recent (since December 2017) implementation of EIA indicates the relevance of research due to the necessity for improving its leverage. Experts unanimously approve the implementation of EIA of the project documentation, putting emphasis on the benefits for economic agents and the public. Potential investors receive "bonuses" during EIA, including material ones (cost savings for environmental damage compensation, waste management, staff treatment, project productivity increase through analysis of alternatives, introduction of energy-efficiency measures, etc.). By virtue of EIA, the population in the areas of the future construction gains a safer environment (for living, working, resting), which improves health, biodiversity and reduces resource use. However, the benefits of conducting EIA remain unnoticed, above all, by the public. In most cases, it ignores its right to rationally influence the project at the stage of the preparation of the EIA report after the publication of the planned activity notice. The audio recordings of the public hearings prove that the local community is more active directly at the public hearings, which is in line with the law but places investors in the category of antagonists. This kind of interaction between the public and potential investors cannot be considered optimal and constructive, since the comments and project proposals made at public hearings are obligatory for consideration, but may require additional research (and therefore funds) on the part of the investor and the loss of their time.

In general, the EIA procedure serves to achieve the aim and objectives of sustainable development by reducing human pressures through project evaluation.

### References:

1. Miedzinski et al. Assessing Environmental Impacts of Research and Innovation Policy. Study for the European Commission, Brussels. (2013) doi.org/ 10.2777/64779.

1. I. M. Barna, EIA (Environmental Impact Assessment) as a mechanism for ensuring environmental safety, *Scientific Notes Ternopil National Volodymyr Hnatiuk Pedagogical University. Series: Geography*, **1**, 217-225 (2019) doi.org/10.25128/2519-4577.19.2.27.



УДК 504.75

## ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНОГО РИЗИКУ ВІД ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВАРИСТВА З ДОДАТКОВОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ КАР'ЄР»

О. В. Батажок<sup>1</sup>, Т. Г. Мазур<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

<sup>2</sup>Білоцерківський національний аграрний університет  
пл. Соборна 5/1, Біла Церква, Київська обл., 09117, Україна  
**e-mail:** mazur.tetianag@gmail.com

Екологічна ситуація, яка склалася впродовж багатьох десятиліть на українських гірничодобувних підприємствах характеризується незадовільним еколого-економічним розвитком. Гірничо-промисловий комплекс є значним забруднювачем навколишнього природного середовища, що простежується в трьох основних напрямках: порушення земної поверхні, викиди в атмосферне повітря газових та пилових шкідливих речовин, забруднення водних ресурсів рідкими відходами гірничих підприємств [2].

Вагомим фактором негативного впливу на довкілля є порушення земної поверхні при розробці родовищ корисних копалин, що призводить до зміни структури і погіршення якості, або взагалі зникнення родючого шару, до переміни форм рельєфу, ландшафтних порушень. Це викликає, в свою чергу, загибель або деградацію рослинного та тваринного світу [6].

При відкритих розробках корисних копалин найбільше проявляється геотоксикологічний вплив гірничого виробництва на людину. Це можна пояснити так: за попередні періоди людської цивілізації поклади корисних копалин, близькі до земної поверхні з великим вмістом корисних компонентів, уже відпрацьовані, а відпрацюванню в сучасний період підлягають поклади корисних копалин, які мають значно нижчий вміст корисних компонентів, розміщені на більших глибинах і у складних гірничо-геологічних та кліматично-погодних умовах [1].

Досить вагомим екологічним чинником відкритих гірничих розробок є розсіювання в навколишньому середовищі шкідливих, токсичних і радіоактивних елементів земної кори, які в більшості випадків містяться в корисній копалині та вмішуваних породах у вигляді акцесорних мінералів. Таке розсіювання відбувається при видобуванні корисної копалини, її транспортуванні, переробці та збагаченні, при транспортуванні продуктів збагачення тощо. Враховуючи, що всі гірські породи більшою або меншою мірою містять такі природні радіонукліди, як радій-226, торій-232, калій-40, уран-238 тощо, досить проблемними в екологічному плані слід вважати радіоактивне локальне забруднення навколишнього середовища та постійне підвищення рівня радіаційно-гігієнічного фону.

З ростом технічного прогресу в технологію відкритих гірничих робіт залучається велика кількість різноманітних енергоносіїв, різних джерел іонізуючого випромінювання, а тому в кар'єрах постійно зростає електромагнітне забруднення навколишнього середовища. Велика кількість високошумних верстатів та обладнання, транспортних засобів, переробних установок працює в кар'єрі. Всі вони створюють шумове забруднення, яке теж належить до екологічно несприятливих для навколишнього середовища й людини чинників [2].

Загалом при видобуванні корисних копалин відбувається забруднення поверхневих вод, атмосфери, змінюється рельєф, який відіграє важливу роль у формуванні екологічного стану території. Мають місце електромагнітне, радіаційне, шумове, вібраційне, світлове й теплове забруднення природного навколишнього середовища,



великомасштабне розсіювання геохімічних елементів земної кори, яке в свою чергу призводить до виникнення ризиків, що негативно впливають на здоров'я людини. Значні порушення земної поверхні відбуваються при проведенні відкритих гірничих та розкривних робіт і видобуванні корисних копалин у кар'єрах. Випереджуючим процесом при цьому є селективне зняття ґрунтового шару, перед яким проводяться підготовчі роботи: вирубка лісів, корчування пнів, збирання і видалення валунів, вирізання чагарників тощо.

Отже проблема дослідження екосередовищного стану кар'єрів і впливу їхньої діяльності на довкілля та здоров'я людини є актуальною. З огляду на зазначене вище, метою роботи було дослідження екологічних наслідків діяльності ТДВ «Білоцерківський кар'єр» на навколишнє природне середовище та здоров'я населення регіону. А одним із етапів науково-дослідної роботи для дієвого впровадження елементів ефективної системи гірничо-екологічного моніторингу, було проведено оцінку соціального ризику від планової діяльності підприємства.

Ризик впливу планованої діяльності на навколишнє природне середовище – це ймовірність настання події, що має несприятливі наслідки для навколишнього середовища й викликаного негативним впливом господарської або іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями природного й техногенного характеру.

Оцінка ризику впливу планової діяльності на здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря проводиться за розрахунками розвитку не канцерогенних, канцерогенних ефектів та соціального ризику.

Соціальний ризик планованої діяльності визначається як ризик для групи людей, на яку може вплинути впровадження об'єкта господарської діяльності, з урахуванням особливостей природно-техногенної системи [6].

Соціальний ризик  $R_s$  (табл. 1) визначається за формулою:

$$R_s = CRa * Vu * N/T * (1 - Np)$$

де  $CRa$  – канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, які забруднюють атмосферу,  $CRa = 1 \cdot 10^{-6}$ ;

$Vu$  – вразливість території від проявлення забруднення атмосферного повітря, який визначається відношенням площі відводу під об'єкт господарської діяльності до площі об'єкту з санітарно-захисною зоною,  $Vu = 0,55$ ;

$N$  – чисельність населення, яка визначається: а) згідно даних мікрорайону розміщення об'єкту, якщо є такі дані в населеному пункті; б) згідно даних всього населеного пункту, якщо немає мікрорайонів, або об'єкт має місто утворююче значення; в) згідно даних населених пунктів, які знаходяться у зоні впливу об'єкту проектування, якщо він розташований за їх межами. Чисельність населення в межах урочища Кошик, с. Глибичка, с. Пилипча, с. Чмирівка, згідно даних обласного управління статистики Київської області, становить  $N = 1510$  чол.

$T$  – середня тривалість життя,  $T = 70$  років.

Класифікація рівнів соціального ризику впливу планованої діяльності на здоров'я населення наведено в таблиці 2.



Таблиця 1

## Результати оцінки соціального ризику

№ з/п	Показник	Умовні од.	Значення
1	Канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, $CRa$	-	$1 \cdot 10^{-6}$
2	Вразливість території від проявлення забруднення атмосферного повітря, $Vu$	-	0,55
3	Чисельність населення в селі, $N$	чол.	1150
4	Середня тривалість життя, $T$	рік	70
5	Кількість додаткових робочих місць, $\Delta Nr$	чол.	20
6	Соціальний ризик, $Rs$	-	$1,6 \cdot 10^{-5}$

Таблиця 2

## Класифікація рівнів соціального ризику

№ з/п	Рівень ризику	Ризик протягом життя
1	Неприйнятний для професійних контингентів і населення	більший ніж $10^{-3}$
2	Прийнятний для професійних контингентів і неприйнятний для населення	$10^{-3} - 10^{-4}$
3	Умовно прийнятний	$10^{-4} - 10^{-6}$
4	Прийнятний	менший ніж $10^{-6}$

Відповідно до проведених розрахунків соціального ризику планової діяльності рівень ризику характеризується як умовно прийнятний.

Згідно з проведеною оцінкою впливів на довкілля визначено, що під час провадження планованої діяльності ТДВ «Білоцерківський кар'єр» очікується допустимий вплив на довкілля та здоров'я населення, зумовлений викидами забруднювальних речовин в атмосферне повітря, шумовим забрудненням та здійсненням операцій у сфері поводження з відходами. Значний негативний вплив на довкілля під час провадження планованої діяльності не передбачається. Враховуючі вищезазначені результати оцінки впливів під час провадження діяльності рекомендовано застосовувати гірничо-екологічну програму моніторингу та контролю щодо впливу на довкілля та здоров'я населення.

## Література:

1. Бакка М. Т. Дослідження впливу кар'єрів з видобутку будівельних матеріалів на атмосферне повітря та земну поверхню / М. Т. Бакка, О. А. Пирський, Г. М. Рижов. – Житомир: Ред. видавничий відділ Житомирського державного технологічного університету, 2003. – 113с.
2. Давидова І. В. Екологічна оцінка забруднення водних об'єктів і ґрунтового покриття в процесі проведення вибухових робіт при розробці гранітних кар'єрів / І. В. Давидова. – Ж., 2009. – 224 с.
3. Закон України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 р. № 2707-XII // Верховна Рада України, 1992. – № 50. – ст. 678.



4. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ // Верховна Рада України, 1991. – № 41. – ст. 546.

5. Закон України "Про оцінку впливу на довкілля" від 23.05.2017 р. № 2059-VIII // Верховна Рада України, 2017. – № 29. – ст. 315.

6. МР 2.2.12-142-2007 Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». Наказ Міністерства охорони здоров'я України №184 від 13.04.2007 р.



УДК 911.3:502/504:37.014.3(4-11+477)(08)

## ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ – ЕФЕКТИВНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ

**М.М. Близнюк<sup>1</sup>, В.П. Михайленко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Полтавський національний педагогічний університет ім. В.Г. Короленка  
вул. Остроградського 2, м. Полтава, 36000, Україна

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Т.Г. Шевченка  
вул. Володимирська 60, м. Київ, 01601, Україна

**e-mail: Blyzniyk@gmail.com**

Сталий розвиток, як складна, інтегративна концепція, залишається в Україні поза основним напрямком урядових і бізнесових програм, без суттєвих зрушень як у науковому, так і в освітньому плані. Досягнення Цілей Сталого Розвитку (ЦСР), проголошених урядом України, потребує глибоких соціально-економічних перетворень. Багатомірність завдань та необхідність прискорення економічного розвитку вимагають нових підходів для розбудови кадрового потенціалу, впровадження нових освітніх проектів та програм. Восьма Конференція Міністрів «Довкілля для Європи» (Батумі, 2016) надала новий імпульс реформування екологічної освіти (ЕО) в Україні [1]. В суспільстві поступово формується концептуально новий напрям - освіта для сталого розвитку (ОСР). На відміну від ЕО вона передбачає розбудову громадянського суспільства та активну роль громадськості в процесах соціально-економічного (сталого) розвитку країни. ОСР впроваджує різні елементи екологічної освіти в поєднанні з планами розвитку демократичного суспільства, пропонує нові форми та моделі для розбудови навичок і компетентностей у вихованців, громадських активістів та інших зацікавлених груп.

Цей напрям активно втілюється волонтерським проектом Карпатська Школа, яка вже четвертий рік поспіль проходить в передгір'ї Карпат, на теренах Івано-Франківської і Чернівецької областей. Карпатська Школа – це багатовекторна громадська платформа неформальної освіти, яка за задумом організаторів покликана згуртувати представників освітньо-просвітницької та мистецької сфери, майстрів, учених і науковців, громадських діячів і просто активних, ініціативних, креативних людей, що не байдужі до проблем сучасності та переймаються розвитком регіону.

Україна долає значне відставання власних інституцій від екологічної політики країн ЄС. Амбітні Цілі сталого розвитку ЦСР-2030 мають бути підкріплені відповідним кадровим потенціалом. Саме в такому контексті бачать подальший розвиток Школи її організатори, спрямовуючи робочу програму Школи на підготовку кваліфікованих кадрів



для досягнення Цілей сталого розвитку Україна - 2030 (ЦСР-30), зокрема Цілі 4 «Якісна освіта».

Методологічно школа поєднує інтерактивні форми подачі матеріалів: круглі столи, ділові ігри, екскурсії та інші форми класної і позакласної роботи, які максимально сприяють формуванню сучасного бачення екологічних проблем, цілісного сприйняття світу та адекватної суспільної поведінки. Школа розбудовує власну «кластерну» модель з елементами формальної, неформальної та інформальної освіти [2]. Поняття неформальної освіти є інноваційним для української наукової думки, воно прийшло до нас з англомовної літератури як результат апробації та підтвердження ефективності досвіду неформального навчання для створення умов як соціально-економічного розвитку держави, так і соціально-психологічного благополуччя окремих категорій населення.

Тематичні напрями зимової сесії Карпатської школи-2020 «Освіта для сталого розвитку – ефективне співробітництво на місцевому рівні» сфокусовані на питаннях стійкості гірських ландшафтів, адаптації до кліматичних змін, управлінні водними та лісовими ресурсами, поводженні з відходами та збереженні багатой культурної спадщини регіону [3]. Робота Школи велась на чотирьох майданчиках: в Косівському лицейі імені Ігоря Пелипейка, на території Національних природних парків (НПП) «Гуцульщина» і «Вижницький» та в Косівському музеї народної творчості імені Михайла Струтинського. Участь у заході взяли більше 80 осіб, серед яких викладачі і студенти 13 університетів різної форми власності. Список лекторів складався із 20 професорів і доцентів, число яких збільшилось за рахунок співробітників наукових підрозділів двох НПП та експертів громадських природоохоронних організацій. Міжнародну складову забезпечили професори та аспіранти Каунаського університету технологій (КУТ), Литва. Активну участь в підготовці робочої програми школи взяли професори Національного університету «Києво-Могилянська академія», Інституту психології ім. Г. Костюка Національної Академії педагогічних наук України, Херсонського національного технічного університету.

До числа партнерських установ в цьому році приєдналися нові університети. Зокрема, учасниками школи стали Полтавський педагогічний університет імені В.Г. Короленка, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Буковинський державний медичний університет. Свої наміри долучитись до роботи Карпатської Школи продемонстрували співробітники ще п'ятьох вищих навчальних закладів, які в силу об'єктивних причин змогли взяти лише заочну участь.

Значна увага приділялась практичним аспектам впровадження оцінки впливу на довкілля (ОВД) та співпраці зацікавлених сторін на місцевому рівні задля подолання екологічних проблем регіону. Ця тема стала лейтмотивом виїзної сесії у Національному природному парку «Вижницький», яку відвідали представники місцевої влади. Учасники обговорили також питання впровадження стратегічної екологічної оцінки (СЕО) та ролі громадського моніторингу в імплементації процедур ОВД. Ці теми озвучили для місцевих громад експерти Національного екологічного центру України (НЕЦУ) та міжнародного проекту ПРОМІС [5].

Учасники Школи дослідили питання сталого управління природними ресурсами, збереження біорізноманіття та інтродукції рідкісних видів грибів на території НПП «Гуцульщина». Співробітники НПП представили напрями своїх наукових досліджень за темами: «Регіональні закономірності та умови формування ґрунтового покриву Карпатського НПП», «Праліси – підсумок 5-річної інвентаризації та досліджень» та «Відтворення рідкісного гриба *Sparassis laminosa* на території НПП». Географію спостережень розширила доповідь на тему «Гірська екосистема Альпійського регіону Grimsel в умовах зміни клімату».

Англомовна секція за участю професорів та аспірантів КУТ була присвячена питанням поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ). Учасники мали змогу



ознайомитись з досвідом Литви щодо поводження з ТПВ, та викликами, пов'язаними з закриттям і рекультивацією полігонів ТПВ в регіоні Балтійського моря. Аспіранти з Литви представили свої дослідження стосовно методів розділення та аналізу мікрочасток пластмас в зразках ТПВ та способів переробки багатошарових упаковок, що містять алюмінієвий шар. Українські студенти презентували напрями своїх бакалаврських і магістерських робіт.

Виїзне засідання Школи в НПП «Вишницький» стосувалось питань стратегічної екологічної оцінки (СЕО), процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД) та участі в ній місцевих громад. Учасники дізнались які документи державного планування підпадають під процедуру СЕО, які проекти будівництва або реконструкції мають проходити процедуру ОВД. Законодавчі та практичні аспекти СЕО були представлені експертами Міжнародного проекту ПРОМІС (Канада), який втілює Асоціація міст України. В ході обговорень експерти НЕЦУ дослідили разом з учасниками реальні плани розвитку річкової інфраструктури в Україні та можливі негативні наслідки реалізації проекту міжнародного водного шляху Е-40. Учасники дізнались про законодавчі підстави щодо недопущення проведення днопоглиблення Прип'яті без проходження процедури ОВД та вивчили яким чином мають діяти місцеві громади для захисту своїх екологічних прав в регіонах планованої діяльності.

Презентація на тему «Екосистемна цінність Полісся в контексті зміни клімату і планів розвитку проекту Е-40» розширила аналіз екологічних небезпек в умовах кліматичних змін на території Полісся. Зокрема, було показано небезпеку для Смарагдової мережі, яка знаходиться під загрозою впливу планованої діяльності. Окремо обговорювалась тема динаміки змін ландшафтних покривів басейну р. Прип'ять у межах зони відчуження.

Учасники одержали Методичні матеріали, розроблені в рамках міжнародного проекту «Спостереження за екологічною оцінкою» (впровадження СЕО та ОВД: громадський моніторинг), наданих партнерською організацією «Зелене Досьє» [6].

Останній день Карпатської школи був присвячений культурним та естетичним аспектам сталого розвитку. В світлі цієї теми учасники розглянули потенційні можливості Косівщини для розвитку міжнародного туризму. Міжнародний туризм в гірських районах Карпат, як стратегія розвитку громад є одним зі способів відродження депресивного гірського регіону з багатими культурними традиціями. Ця тема була розкрита в доповіді і презентаціях учасників Чернівецького національного університету.

Програма Міжнародної Карпатської школи дозволила показати міждисциплінарні зв'язки, висвітлити проблемні питання розвитку гірських територій та ознайомити слухачів з принципами управління природними ресурсами для їх сталого відновлення та збереження. Учасники вивчили, як екологічні активісти та їх активна громадська позиція допомагають берегти парки, енергію, воду та землі в умовах кліматичної мінливості.

Карпатська школа потребує подальшого налагодження багатостороннього співробітництва і партнерства. Її основними суб'єктами є представники освіти і науки, органи місцевого самоврядування, приватний сектор, неурядові екологічні організації, місцеві громади, як представники корінного народу, засоби масової інформації та міжнародні організації.

В планах модернізації освітньої сфери організатори Школи бачать необхідність удосконалення початкової та наскрізної освіти для сталого розвитку, покращення стану поінформованості громадськості, заохочення до професійної підготовки. Серед наукових напрямів традиційно мають залишатись теми зміни клімату, водного голоду, поводження з відходами, збереження культурних традицій Гуцульщини, розвитку міжнародного туризму.





### Література:

1. Освіта в інтересах сталого розвитку в Україні. Восьма Конференція міністрів «Довкілля для Європи». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.unesco.org>.
2. Бахрушин В. Неформальна та інформальна освіта: навіщо вони нам потрібні [Електронний ресурс]. <http://education-ua.org/ru/articles/872-neformalna-ta-informalna-osvita-navishcho-voni-nam-potribni>.
3. Матеріали зимової сесії Міжнародної Карпатської Школи «Освіта для сталого розвитку – ефективне співробітництво на місцевому рівні». – Косів: Наукове товариство імені Шевченка, 2020. – 192 с.
4. Михайленко В.П., Близнюк М.М. Карпатська школа – освітній ресурс для сталого розвитку. Фізична географія та геоморфологія, 2017, 1(85), с. 136-145.
5. Проект «Партнерство для розвитку міст» (ПРОМІС) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://2.auc.org.ua/page/proekt-%C2%ABpartnerstvo-dlya-rozvitku-mist%C2%BB-promis>.
6. Законодавство СЕО та ОВД на національному рівні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dossier.org.ua/zakonodavstvo-seo-ta-ovd-na-nacionalnomu-rivni>.



УДК 144.376

## РАННЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

**Е.С. Бондарчик**

*Белорусский Государственный Университет*  
пр. Независимости, 4, г. Минск, Беларусь  
**e-mail:** veta22.10.1999@gmail.com

На сегодняшний день очень многие люди стали задумываться об экологии, чтобы нашим потомкам досталась не пустыня, а процветающая природа. Но для того, чтобы это получилось, необходимо научить детей заботиться о природе и сформировать экологический образ жизни.

Самый первый вопрос, который возникает: когда начать? Еще до рождения [1]. Чтобы привить что-то своим детям, это нужно привить себе. Воспитайте в себе хотя бы несколько экологических привычек, поймите, для чего это нужно.

После того, как вы воспитали себя, можно переходить к ребенку. И здесь подход должен быть абсолютно индивидуальным. Нужно учитывать, что нравится ребенку и совмещать с обучением. Например, поход в парк можно превратить в настоящую игру - угадывать, какие растут деревья, попробовать узнать птиц и насекомых [1, 3, 5]. Осенью можно собирать листья и делать из них букеты и панно [4, 5].

Если есть домашние животные, приобщать ребенка к уходу за ним или же подарить какое-нибудь растение в горшке, научить заботиться о нем, если это цветущее растение, цветы можно собирать, высушивать и делать с ними картины или даже мыло и украшения. Но перед этим обязательно объяснить ребенку, почему так важны животные и растения для природы [2, 5].

С группами детей можно проводить подвижные игры на тематику природы ("Кошки-мышки" и пр.), заняться строительством шалаша или даже организовать поход, после которого привлечь детей к уборке мусора, который остался после вашего отдыха [4, 5, 6].



Однако все вышеописанные методы подойдут совсем маленьким детям. Что же делать с детьми постарше? Методы все те же (личный пример и подробное объяснение, почему это важно), но способы их выполнения разные.

Приучайте ребенка отказываться от одноразового материала. Ходите в магазин с сумкой или рюкзаком, купите ребенку красивую бутылку для воды и термос. Научитесь использовать всю косметику и другие средства из пластиковых баночек. Заведите емкость для вторсырья (не обязательно сразу несколько, пластик и бумагу можно хранить в одной корзине до выноса в специальные контейнеры). Старую одежду можно отдавать на благотворительность, если она пригодна для носки. Одним из хороших способов привить экологический образ жизни станет совместный просмотр фильмов об экологии [2].

Особую важность играют зрелищные опыты. Объяснив ребенку, что такое углекислый газ и кислород, как они взаимосвязаны при помощи растений, можно показать несколько опытов с ними. Например, смешать соду и лимонную кислоту и поднести к ним спичку - она потухнет. На примере, что, как и огонь, дыхание невозможно без кислорода, можно объяснить ребенку, что деревья и зеленые растения жизненно необходимы.

В рамках проекта "Виртуозы Науки БГУ" мы постоянно показываем различные опыты, в том числе касающиеся экологического и здорового образа жизни. Как курение влияет на наши легкие? Как алкоголь влияет на мозг? Как пластик загрязняет окружающую среду. И многое другое. Такие опыты, из-за их зрелищности, запоминаются. Яркие впечатления и убеждения остаются надолго. Однако очень важно их поддерживать вышеописанными способами.

#### **Литература:**

1. Гончарова Е. В. Теория и методика экологического образования детей дошкольного возраста: Курс лекций для студентов высших педагогических учебных заведений / Е.В. Гончарова. - Издательство Нижневартковского государственного гуманитарного университета, 2008.
2. Андреева Н. Д. Теория и методика обучения экологии / Н. Д. Андреева, В. П. Соломин, Т. В. Васильева - Изд. 2-е. - М: Издательство Юрайт, 2019
3. Воспитание экологической культуры детей: сб. ст. / Начальная школа ; под ред. В. Г. Горецкого - Москва, 2005.
4. Николаева, С. Н. Место игры в экологическом воспитании дошкольников / С. Н. Николаева. – М. : Новая школа, 2006. – 51 с.
5. Потапова, Л. М. Детям о природе. Экология в играх / Л.М. Потапова. – Ярославль : Академия развития: Академия К<sup>о</sup>: Академия Холдинг, 2000. – 224 с.
6. Щербакова, Ю. В. Развивающие игры для детей дошкольного возраста / Ю. В. Щербакова. – М.: Глобус, 2007. – 175 с.





## ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ШАНХАЙ, КИТАЙ)

Ш. Ван<sup>1</sup>, А.В. Черемисин<sup>1,2</sup>, А.П. Глинушкин<sup>2</sup>, Ф. Свитала<sup>2</sup>,  
А.В. Долгополов<sup>1</sup>, Б. Пань<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии  
143050, Московская область, Одинцовский район, рабочий поселок Большие Вязёмы,  
улица Институтская, 5  
**e-mail:** laksacher@yandex.ru

Изучение мирового опыта разработки и внедрения архитектурно-планировочных решений, направленных на экологическую модернизацию и реконструкцию городской среды является весьма важным с точки зрения развития стран и регионов, с учётом нарастающей тенденции к урбанизации. Очень показательным является опыт Китая. Например, в план развития второго по величине мегаполиса Китая – Шанхая заложена стратегическая цель развития его как экологического города. Здесь особую роль играют меры по разумному планированию территорий, созданию и поддержанию зеленых зон, высокому уровню биологического разнообразия, стимулированию использования экологически чистых источников энергии, оптимизации транспортной структуры, охране духовных и культурных ценностей, исторического наследия, контролю численности населения.

Идея «зелёного», то есть экологически чистого строительства, заключается в минимизации негативного воздействия на окружающую природную среду, на здоровье человека. Его целью является снижение потребления энергетических и материальных ресурсов в процессе проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта и сноса, а также сохранение и улучшение качества зданий и условий жизни. Применение принципов экологического строительства является важным этапом в реализации Концепции устойчивого развития различных стран мира, а в частности и Китая.

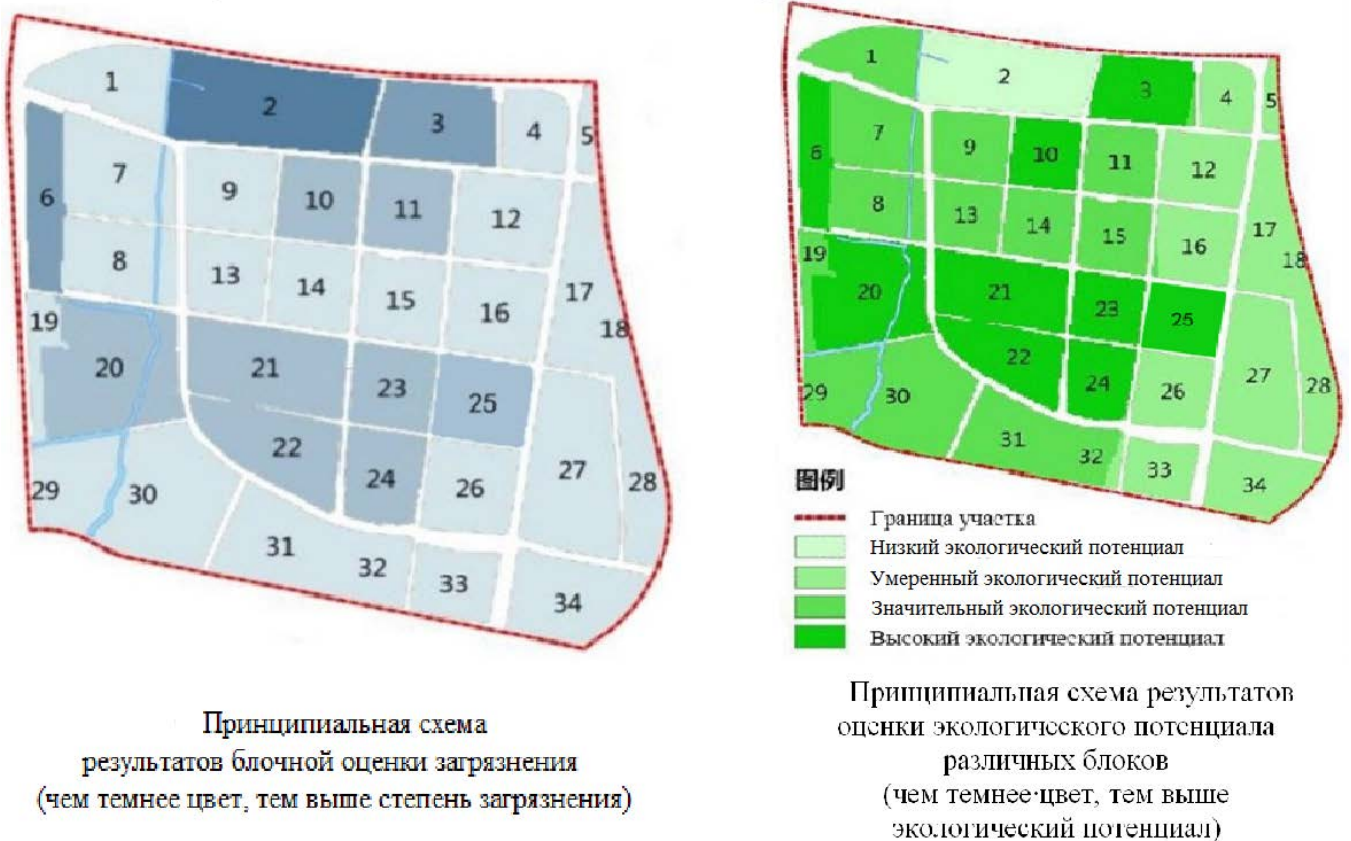
Для успешного решения данной проблемы большое внимание необходимо уделять теории и практическому опыту строительства экогородов в мире. В последние годы широко обсуждалось создание модели так называемой «низкоуглеродной экономики»[1]. Развитые страны во всём мире выступают за сохранение энергии и сокращение выбросов парниковых газов (в особенности CO<sub>2</sub>) и придерживаются мнения, что экологический подход должен распространяться на все аспекты жизни людей.

Рассматриваются основные предпосылки и тенденции развития строительства экогородов в Китае с учётом социально-экономического и культурного развития страны. На этом основании проанализирована текущая ситуация с «зелёными» технологиями в Шанхае, и установлено, что стремительное и неэкологичное развитие экономики на протяжении длительного времени привело к серьезным экологическим проблемам в городе, особенно в промышленных зонах Шанхая. В настоящее время эти зоны находятся в фазе постиндустриальной трансформации. Если рассмотреть ситуацию в целом по стране, то прослеживается отчётливая направленность к постепенному исчезновению старых промышленных районов и городов Китая в связи



с развитием урбанизации и перестройкой структуры промышленности, что обусловлено многими несовместимыми с современностью событиями прошлого. Прежние отрасли промышленности постепенно уступают место новому, более высокому технологическому уровню. Необходимо продолжить исследования и организовать НИОКР и разработки в соответствии с условиями градостроительства. На этом фоне один из старых промышленных районов Шанхая, в котором располагается выбранная в качестве объекта исследования промышленная зона Таопу, нуждается в изменении статуса землепользования и территориальной перепланировке с разделением на ряд новых функциональных зон, а также в восстановлении нарушенной окружающей среды. В то же время этот район является одним из немногих во внешнем кольце Шанхая и имеет отличные возможности для развития [2].

Для оценки степени загрязнения и экологического потенциала земель были использованы методы анализа, расчёта, моделирования, прогнозирования и сравнения. Рассчитана экологическая ёмкость земельных участков для выяснения возможности их перепланировки, оценки и выдвижения новых решений по реализации экологической концепции, посредством планирования промышленной зоны Таопу, что позволит повысить ценность земельных участков и развить окружающее землепользование, а также обеспечить жителям пространство для отдыха (рис. 1 и 2).



**Рис. 1. Схемы блочных оценок уровней загрязнения и экологического потенциала территории**



**Рис. 2. Планирование дальнейшего использования территории бывшей промышленной зоны Таопу**

Экологическая архитектура и строительство не только предполагают освоение новых подходов и технологий, но и отсылают к опыту предков, чья жизнь была гармонично связана с природой. В то же время опыт многих государств показывает, что использование принципов зеленого строительства позволяет экономить ресурсы и создавать эстетичное жилье для людей в развивающихся городах [3].

В ходе данного исследования были решены следующие задачи.

1. Проведен аналитический обзор научной литературы по архитектурно-планировочным решениям экогородов мира, проанализированы основные характеристики экологического города как такового.

2. Проанализирован китайский и мировой опыт разработки и внедрения архитектурно-планировочных решений для экологических городов.

3. Выявлены основные предпосылки и тенденции строительства экогородов в Китае с учетом местных особенностей (социальных, культурных, экономических, географических, экологических) и мировых тенденций.

4. Была проанализирована современная ситуация зеленого строительства в Шанхае, как одном из крупнейших городов Китая. Рассмотрены региональные особенности территориального планирования.

5. На основе анализа состояния землепользования в конкретном районе Шанхая была проведена экологическая оценка регионального землепользования.

6. Разработаны критерии и определено содержание оценки с выбором формул для расчета коэффициентов значимости параметров, учитывающих экологический потенциал территории, факторы загрязнения окружающей среды и воздействия различных форм землепользования и хозяйственной деятельности в зависимости от функциональных зон территории, разделенных на участки: промышленные здания, жилые дома, зеленые зоны, транспорт (дорожная сеть), объекты культуры.

7. На основе проведенного анализа наложений факторов оценки локальной блочной планировочной структуры участков была обоснована и представлена их схема.



8. Разработан проект благоустройства одной из Шанхайских бывших промышленных зон с использованием выбранных экологически благоприятных архитектурно-планировочных решений и выявлением основных путей решения проблемы экологического городского развития в Шанхае: землеустройство, управление численностью населения, экологически чистые источники энергии и «зелёное» потребление.

**Литература:**

1. Энергетическая политика Соединённого Королевства. Сайт «Ru.knowledgr.com».
2. 未来30年上海□□□□□□□□态和能源战略 --肖林 (上海市人民政府发展研究中心 200003) Environmental and energy strategy for Shanghai for global cities in the next 30 years. -- Xiao Lin (Shanghai people's government development Research center 200003).
3. 《上海市崇明区总体规划暨土地利用总体规划 (2017-2035)》 "Chunmin County master plan and land use master plan (2017-2035)".



УДК 144.376

**ЕКОЛОГІЧНЕ ВОЛОНТЕРСТВО ОДИН ІЗ ЗАСОБІВ ФОРМУВАННЯ  
МАЙБУТНЬОГО ПЕДАГОГА**

**Д.В. Гаврилюк**

*Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка*  
вул. Ліцейна, 1, Кременець, 47003, Україна  
**e-mail:** dasha16as@gmail.com

Волонтерський рух в багатьох розвинутих країнах світу є основою системи активізації в суспільстві. Саме залучення широких кіл громадськості до розв'язання суспільних проблем на волонтерських засадах може створити передумови для формування такої системи саморегуляції у спільноті, коли проблеми, що виникають, можуть бути вирішені за рахунок внутрішнього потенціалу цього суспільства. На даний момент екологічне волонтерство в Україні не є дуже поширеним. Одна з найдавніших і найвідоміших організацій, що займається екологічним волонтерством є –WWF. Основними спрямуваннями, за якими працює WWF, це – охорона лісів, прісноводних водойм, морів та океанів, збереження видів флори та фауни, мінімізація використання токсичних речовин, зміна клімату тощо

На даному етапі розвитку суспільства волонтерство набуває масового поширення. Приклади безкорисливої допомоги стосуються екології, соціальної сфери. Екологічне волонтерство – це добровільна діяльність, спрямована на збереження навколишнього середовища та вирішення екологічних проблем. Таке волонтерство розвинуте майже у всіх країнах та зазвичай створюється за ініціативи самих громадян [1].

Саме екологічна сфера є сприятливою для прояву здібностей волонтерів. Походи, наукові експедиції, нові знання – широке поле діяльності. Молоді потрібна лише готовність навчатися, а працювати вона зможе і в групах з охорони природи, і в центрах з вивчення радіоактивних чи інших забруднень, і в різноманітних екологічних програмах. Екологічне волонтерство спрямоване на реалізацію проектів охорони навколишнього середовища, що впливають на розвиток екологічної свідомості громадськості та поширення екологічної освіти, допомогу екологічним недержавним організаціям та



посилення їх ролі в процесі прийняття управлінських рішень, щодо природокористування, удосконалення методів управління природоохоронними територіями, забезпечення збалансованого розвитку громадян.

Екологічні волонтери України беруть участь у різних акціях (наприклад по посадці дерев), допомагають на природоохоронних територіях (прибирають сміття), беруть участь у громадському інспектуванні (займаються питаннями вирубки лісів, забудовами, забруднення води тощо). Вони також проводять зустрічі зі школярами для обговорення екологічних тем, займаються збором інформації, беруть участь у програмах Грінпіс та ін. Важливою складовою волонтерського руху є виховання агентів змін. Брак лідерства у природоохоронні призводить до неможливості залучення громадськості до вирішення екологічних проблем та побудови екоцентричного громадянського суспільства.

Отже, волонтерство – це певний погляд на життя, формування світогляду, який збагачений соціальним і культурним досвідом, набуття соціальних знань й умінь, добродійна допомога людям. Також – додатковий ресурс професійного становлення й удосконалення професійно важливих для майбутнього фахівця навичок.

### Література:

1. Екологічне волонтерство. URL : [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5\\_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) (дата звернення 5.04.2020 р.).



УДК 373.5:5:004

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ШКОЛІ: МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПЕРЕКОНАНЬ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В КЛАСАХ ХІМІКО-БІОЛОГІЧНОГО ПРОФІЛЮ

**О.О. Гриб'юк**

*Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України*  
вул. Максима Берлинського, 9, м. Київ, 04060, Україна  
**e-mail:** olenagrybyuk@gmail.com

Важливим моментом в організації екологічного виховання учнів під час вивчення математики є визначення його змісту. Оскільки екологічне навчання – складний процес, що включає розвиток екологічних знань, формування екологічних умінь і навичок, а також мотиваційної сфери природоохоронної діяльності учнів, то зміст його в процесі вивчення математики повинен відображати можливості використання змісту навчального предмета у формуванні всіх трьох компонентів свідомої поведінки людини. У змісті екологічного навчання повинні знайти відображення як специфіка предметної галузі математики як науки, так і особливості вмінь і навичок, що формуються в учнів у процесі її вивчення в школі. Як було показано, в основі довірного переконання лежить ідея, яка є результатом узагальнення фактів навколишньої дійсності. В залежності від кількості узагальнених фактів і їх змісту, ідеї можуть бути різного ступеня узагальнення. Так, засвоєння ідеї необхідності бережливого відношення до природи передбачає узагальнення кількох ідей більш часткового порядку, кожна з яких базується на певній сукупності



фактів. Такими ідеями є ідеї про те, що: *життя залежить від умов неживої природи; основні середовища життя характеризуються певними параметрами; результатом людської діяльності є зміна основних показників умов життя; природа має обмежені властивості самоочищення; природні ресурси на Землі обмежені.*

Очевидно, що ці ідеї лежать в основі наукового обґрунтування ідеї бережливого відношення до природи. Для збереження природи потрібно не тільки знати, що вона потребує захисту, але і усвідомити можливість збагачення і покращення навколишнього середовища в процесі його освоєння. Розкриття цієї ідеї передбачає посилення на часткові ідеї, до яких можна віднести наступні [1]: 1). Причини погіршення стану навколишнього середовища лежать в недосконалості техніки. 2). Використовуючи безвідходні виробничі технології, необхідно і можливо відвернути подальше забруднення навколишнього середовища. 3). Використання невичерпних джерел енергії дозволяє зберігати органічні природні ресурси і не забруднювати навколишнє середовище. 4). Наука повинна відігравати вирішальну роль в налагодженні використання природних ресурсів людиною. 5). Взаємоіснування людського суспільства і природи залежить від вирішення природоохоронних проблем в глобальних масштабах.

Формуванню цих ідей в свідомості учнів передують узагальнення часткових фактів, що включають як математичні, так і екологічні та природоохоронні знання. В зв'язку з тим, що в даній роботі вивчаються можливості формування екологічних переконань в процесі навчання математики, виникає необхідність виділення і розкриття екологічних і природоохоронних понять, органічно пов'язаних із змістом курсу математики, що дозволить науково обґрунтувати учням ідею необхідності бережливого відношення до природи. В основу визначення змісту екологічних і природоохоронних знань були покладені такі положення: *об'єм цих знань повинен включати мінімальне число специфічних для вказаних наук понять, що забезпечують усвідомлення учнями суспільної значущості даної ідеї; введення відібраних екологічних і природоохоронних знань не повинно порушувати системи математичних знань, що склалися; екологічні і природоохоронні знання, що підлягають формуванню, повинні відповідати принципам науковості і доступності.*

Врахування вказаних вимог дозволило виділити базові екологічні і природоохоронні поняття [1]: *забруднення та його види, антропогенний фактор, навколишнє середовище, природні ресурси.*

Доцільність їх введення зумовлена наступним: бережливе відношення до природи передбачає розуміння необхідності турботливого відношення як до живої (рослини, тварини, людина), так і до неживої (природні ресурси) природи. Це можливо лише при усвідомленні проблем охорони природи, що виникли в наш час – проблеми природних ресурсів і проблеми стану навколишнього середовища. Розкриття причин виникнення цих проблем зумовлює потребу введення поняття про антропогенний фактор, а з'ясування наслідків людської діяльності для живих організмів піддається через виявлення впливу наслідків на абіотичні фактори, що визначають нормальні життєві умови для представників живого світу. Таким чином, аналіз складу аргументів для доведення об'єктивної значущості відповідального відношення до природи дозволив сконструювати мінімальний об'єм екологічних і природоохоронних понять, що висвітлюємо в процесі навчання математики (додаток К).

Виділення базових екологічних і природоохоронних понять дозволило звернутися до опису методики їх формування в учнів при навчанні математики і здійснення на цій основі виховного процесу щодо розвитку екологічних переконань. Успішне формування екологічних переконань учнів неможливе без спеціальної програми природоохоронної освіти (СППО) [2], основними розділами якої є: *середовище існування та екологічні взаємодії організмів; екологія популяцій; організація та функціонування екологічних*





*систем; проблема атмосфери; проблема гідросфери; проблема літосфери; антропогенний вплив на рослинний і тваринний світ; навколишнє середовище і здоров'я; основи економіки природокористування.*

Організаційні рівні реалізації програми: уроки з усіх предметів, години класних керівників, позаурочна робота, проектні дослідження, домашня робота.

Виконавці: вчителі математики, біології, хімії, географії, класні керівники, учнівські організації, гуртки, клуби природолюбів.

Консультанти: вчені-природники, спеціалісти сільського господарства, лісівники, медичні працівники, громадські організації, екологи, організація товариства охорони природи.

Умови: фахова самоосвіта вчителів та учнів, матеріально-технічна база, зв'язки з вченими профільних вузів, з товариством охорони природи.

Аспекти СППО: *пізнавальний* – розширення знань про наукову картину світу, формування умінь і навичок оберігати природу; *виховний* – формування наукового світогляду, екологічної культури, почуття патріотизму, любові до природи, бережливості, працьовитості, колективізму; *розвиваючий* – розвиток творчих здібностей, навичок дослідництва, експериментування, винахідництва.

### **Конструювання процесу засвоєння екологічних знань при навчанні математики в класах хіміко-біологічного профілю**

Процес формування екологічних переконань забезпечується організацією самостійної діяльності учнів, спрямованої на засвоєння екологічних і природоохоронних знань, що відповідають творчому рівню пізнавальної активності учнів. Це вимагає конструювання видів діяльності школярів, що забезпечують той рівень засвоєння знань, яким є переконання. Конструювання методики формування екологічних переконань передбачає [2]: *вичленення видів діяльності учнів, спрямованої на засвоєння екологічних і природоохоронних знань, передбачених етапами формування переконань; виокремлення з усіх існуючих методів і прийомів тих, використання яких може забезпечити організацію необхідного виду діяльності учнів; побудову методики засвоєння екологічних та природоохоронних знань із застосуванням математичного моделювання.*

Прийнята в теорії виховання поетапність формування переконань дозволяє виділити наступні види діяльності учнів: *ознайомлення з ідеєю; накопичення відомостей, що підтверджують істинність ідеї; закріплення даної ідеї в ході дискусійного обговорення.* Встановлення такої послідовності визначило підхід до добору методів навчання і побудову методики, що забезпечує дотримання ідеї.

В ході дослідження виявилось, що на першому етапі формування екологічних переконань доцільне використання методів інформаційно-повідомлюючого характеру: розповідь, евристична бесіда, розв'язування задач. В їх реалізації основна роль належить вчителю, який в процесі подання матеріалу виділяє певну природоохоронну ідею, орієнтує на неї увагу учнів, виключаючи при цьому виникнення помилкових думок і суджень. В накопиченні знань про явища соціальної дійсності найбільш результативними виявились: бесіда, спостереження, робота з літературою, екскурсії. У процесі закріплення екологічних знань у внутрішньому плані і прояві дієвої сторони переконань, що утворилися на їх основі, найбільш ефективними були: бесіди проблемно-узагальнюючого характеру, уроки-конференції, семінари, тематичні ранки.

Творчий рівень пізнавальної активності на всіх етапах формування екологічних переконань забезпечується як добром змісту навчального матеріалу, так і способами його подання та організацією діяльності щодо його засвоєння. Пізнавальний інтерес у своєму розвитку може бути виражений різними станами. Умовно можна розрізнити наступні послідовні стадії розвитку пізнавального інтересу: цікавість, допитливість, пізнавальний інтерес, теоретичний інтерес. Однак нераціонально розглядати пізнавальний інтерес як



ступінчасту послідовність його стадій, завершальною з яких є стадія теоретичного інтересу. Адже в процесі формування пізнавального інтересу в межах певної предметної галузі неможливо чітко визначити межі його заключної стадії. Тим більше, що стадія «теоретичний інтерес» є завершальною лише в межах обмеженого змістового чи діяльнісного циклу, створюючи передумови для зародження та розвитку стадії «цікавість» інших циклів розвитку пізнавального інтересу.

Отже, пізнавальний інтерес в межах визначеної предметної галузі доцільно розглядати як вибіркочну направленість дитини, звернену до пізнання, до її предметної сторони і самого процесу оволодіння знаннями, яка в своєму розвитку характеризується періодичністю визначених циклів, кожний з яких складає завершений акт пізнання і містить чотири проміжні стадії.

Характерною особливістю розвитку пізнавального інтересу є та, що досягти вищих стадій, обминувши початкові, неможливо, крім того, отримати позитивний результат, коли кожна попередня стадія чітко виражена і дієва, а також слугує стимулом наступній, вдається далеко не завжди. Вирішальними в даній ситуації виступають шляхи і фактори активізації переходу до більш вищих стадій пізнавального інтересу, що досягається вмілою та ефективною організацією навчального процесу.

Вивчення структурних компонентів природоохоронної діяльності і передумов формування екологічних переконань дає змогу сформулювати вимоги не тільки до добору змісту екологічного матеріалу, а й до організації діяльності учнів під час засвоєння елементів екологічних знань на уроках математики.

Добір методів навчання повинен насамперед забезпечувати обґрунтоване підведення учнів до свідомого засвоєння екологічних і природоохоронних ідей. Це може відбутися як в процесі пояснення навчального матеріалу, так і в процесі його освоєння учнями. З прийомів пояснення матеріалу найбільш придатними для цієї мети є ті, що засновані на логічних умовиводах: *індукції і дедукції*. *Індуктивний метод* пояснення ґрунтується на такому підході до подання екологічного матеріалу, в якому реалізується перехід від конкретних фактів до загальних положень. *Дедуктивному засобу* пояснення характерний перехід від загальних положень (екологічних чи природоохоронних ідей) до конкретних випадків. Враховуючи, що матеріал екологічної і природоохоронної спрямованості на уроках математики не є основним, а тільки пов'язаний з ним логічно, у доборі методів навчання повинен переважати індуктивний підхід.

Методи навчання, які застосовує вчитель для формування екологічних переконань учнів, повинні добиратися так, щоб забезпечувати активну пізнавальну діяльність учнів протягом усього процесу засвоєння екологічних знань. У зв'язку з цим головне місце повинні зайняти проблемно-пошукові методи. Враховуючи, що в процесі навчання математики не завжди проблемний метод може використовуватися з успіхом, оскільки він потребує спеціальної підготовки учнів (високого рівня сформованості процесів мислення), можуть бути використані, наприклад, такі частково-пошукові завдання: *на передбачення наслідків впливу екологічних факторів; на планування дослідження; на домислення певних ситуацій; на пояснення ситуації; на вибір раціонального засобу використання природних ресурсів; на передбачення наслідків своєї діяльності чи діяльності інших людей*.

В процесі планування екологічного виховання на уроках математики добір методів навчання повинен здійснюватися так, щоб забезпечувати високий ступінь самостійності учнів під час виконання завдань з екологічної тематики. Поряд з методами організації навчальної діяльності під керівництвом вчителя потрібно застосовувати методи самостійної роботи учнів. Перевагу повинні мати: *робота з книжкою та додатковим матеріалом; підготовка рефератів і повідомлень; складання і розв'язування задач на основі фактичного матеріалу екологічного чи природоохоронного змісту; виконання завдань дослідницького характеру*.



Важливою вимогою до добору методів навчання є необхідність на їх основі стимулювання інтересу до еколого-математичного матеріалу, сприяння розвитку мотивації природоохоронної діяльності учнів. Значною мірою реалізації цих вимог відповідають пізнавальні ігри (ділові, рольові), навчальні дискусії, створення емоційно-моральних ситуацій. Можливі напрями екологічного виховання учнів такі [3]: *розкриття математичних закономірностей окремих явищ природи; з'ясування ролі математики, математичного моделювання у розв'язуванні екологічних проблем; виховання відповідальності за стан навколишнього середовища, екологічної культури.*

Практика роботи вчителів-експериментаторів показує, що формування в учнів екологічних знань у процесі навчання математики може відбуватися в таких формах навчальної діяльності: розв'язування задач, дібраних учителем; складання задач учнями; побудова діаграм, графіків; короткі повідомлення на уроці; тематичні заняття гуртка, екскурсії; написання рефератів, оформлення планшетів, альбомів.

Важливою умовою розвитку інтересу учнів до екологічних проблем є ставлення до них учителя, який повинен бути переконаним у необхідності охорони природи, розглядати виховання в учнів екологічних переконань як свій громадський обов'язок. При доборі шкіл для проведення експериментального навчання ми виходили з того, що серед них були міські і сільські, звичайні і передові школи [4]. Вчителі добирались так, щоб серед них були молоді і досвідчені. Проте природоохоронна освіта не під силу вчителю одного предмета, оскільки це робота багатопланова і має реалізовуватися в певній комплексній системі за участі вчителів-предметників. Проте робота може реалізовуватись у позаурочний час, в системі самонавчання, маючи не лише прикладний, але й пізнавальний, дослідницький характер. Вона повинна включатися в загальнодержавну систему природоохоронних заходів і координуватися відповідними науковими установами.

**Висновки.** В сучасних умовах навчання виявлено протиріччя між завданнями математичної освіти, спрямованими на здобуття системних знань, всебічний, гармонійний розвиток учнів, виховання висококультурної, освіченої людини, та недостатнім методичним забезпеченням, необхідним для розв'язування цих завдань. За останні десятиріччя екологічна освіта формується як нова галузь педагогічної теорії і шкільної практики. Поряд з цим в сучасних психолого-педагогічних дослідженнях практично відсутні праці з методики навчання математики, пов'язані з екологічною освітою і вихованням.

Актуальність їх передбачена новою концепцією шкільної математичної освіти та Державним стандартом загальної середньої математичної освіти в Україні. У роботах методистів із даної проблеми виникає суперечність між цілями екологічного виховання, що включають формування системи наукових знань, поглядів і переконань, достатніх для забезпечення становлення в учнів відповідального відношення до природи, і наявністю засобів для досягнення цих цілей в процесі навчання математики. Враховуючи існування цієї невідповідності, проблемою нашого дослідження вибрані шляхи підвищення ефективності екологічного виховання учнів загальноосвітніх шкіл в процесі навчання математики в класах хіміко-біологічного профілю.

Результати констатуючого експерименту показали, що в значній частині учнів екологічні переконання несформовані. Про це свідчить низький рівень екологічних і природоохоронних знань в школярів, зниження мотивації їхньої природоохоронної діяльності. Ситуація, що склалася, зумовила необхідність виділення умов і розробки методики формування екологічних переконань в процесі навчання математики в класах хіміко-біологічного профілю.

Розв'язування математичних задач слід розглядати не тільки як метод навчання, засвоєння теорії. Зміна постановки задачі за допомогою прийомів математичного



моделювання дозволить використовувати її як ефективний засіб розвитку і екологічного виховання особистості школяра, особливо у профільних класах. Базуючись на психологічних закономірностях процесу навчання і теорії емоцій, згідно із структурою такого складного утворення, як переконання, виділено наступні передумови його формування в процесі навчання: здійснення пізнавальної діяльності на теоретичному рівні; особистісна значущість екологічного і природоохоронного матеріалу, що вивчається; забезпечення в процесі формування екологічних і природоохоронних знань творчого рівня пізнавальної активності учнів.

Відомо, що кожна задача має навчальне, розвивальне і виховне призначення, але не завжди вони реалізуються. Більшість задач, що пропонуються учням в процесі навчання математики, носять лише навчаючий характер, що не відповідає сучасним вимогам до навчального процесу. Все це приводить до висновку про необхідність удосконалення методичної системи навчання математики.

На сучасному етапі розвитку шкільної математичної освіти, в умовах особистісно-орієнтованого навчання, диференціації, проблема навчання учнів математичного моделювання, формування умінь і навичок такої роботи в середній школі набула особливої актуальності. Важливим елементом якісного впровадження у навчальний процес математичного моделювання як засобу екологічного виховання учнів у класах хіміко-біологічного профілю є класифікація, що сприяє рухові шкільного навчання від емпіричного накопичення знань, умінь і навичок до рівня теоретичного аналізу та системного підходу. Виховання переконаності можливе лише на основі включення людини в систему спеціально організованих діяльностей – навчальну, трудову, громадсько-політичну. Аналіз літературних джерел відносно структури переконань, врахування можливостей управління процесом формування знань і вияснення структури діяльності дозволили виділити і обґрунтувати наступні умови формування екологічних переконань в процесі навчання учнів математики [2]: *об'єктивізацію зв'язків математичних знань з елементами екології і охорони природи; повноту розкриття суттєвих властивостей виділених екологічних і природоохоронних понять; спрямованість процесу формування екологічних і природоохоронних знань на висвітлення суспільних цінностей і норм поведінки в природі; добір екологічних відомостей, повідомлення про які забезпечує емоційний вплив на учнів; використання в процесі формування екологічних і природоохоронних знань методів, прийомів організації пізнавальної діяльності, зміст і послідовність використання яких забезпечують творчий рівень активності учнів на кожному з етапів формування переконань.*

Ефективність виокремлених умов перевірялась в процесі експериментальної роботи, результати якої описані в дослідженні [3], [5], [6]. Організації формуючого експерименту передували добір екологічних і природоохоронних знань, оволодіння яких створило теоретичну базу для обґрунтування необхідності відповідального відношення до навколишнього природного середовища.

### Література:

1. Hrybiuk O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry // Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014. P. 46-53.
2. Гриб'юк О.О. Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів: навчально-методичний посібник для учителів / О.О. Гриб'юк. – Рівне: РДГУ, 2010. – 207 с.



3. Гриб'юк О. О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем / О. О. Гриб'юк. Монографія. – Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. – 858 с.: іл.
4. Hrybiuk O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity. In: Hamrol A., Kujawińska A., Barraza M. (eds) *Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2019.: 370-382. Springer, Cham Online.
5. Hrybiuk O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools, [w:] *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie, Zeszyt Nr 79, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP), 2019.: 101-119. ISSN 0239-9415.*
6. Гриб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України / Гриб'юк О.О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.] – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – С. 184-190.



УДК 327

## AMAZONIA: CASE OF FOREST POLITICS AS AN EXAMPLE OF CHALLENGES IN INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL POLITICS

**M. Dzianisava**

*Belarusian State University*

4 Nezavisimosti Avenue, Minsk, 220030, Belarus

**e-mail:** dzianisavam@yandex.by

This paper aims to explain the challenges of global environmental politics on the example of forest politics and Amazon region in particular. Amazonian case has been chosen due to its vital importance, and attention that was drawn to it summer 2019 because of extensive forest fires caused by economic activity in the area.

The ecology issues in International Relations traditionally were not a popular topic for discussion. Initially, environment and natural resources were considered mostly as object of competition between states, or as a constant, that was not usually considered changeable [1]. Even though, ecological problems do not respect boundaries and jurisdictions, and it was quite known for a long time: first international agreements regarding environment date back to the beginning of the 20<sup>th</sup> century. For instance, the Treaty for the Preservation and Protection of Fur Seals was signed in 1911 by the USA, UK, Empire of Japan, and Russian Empire. After the WWII some international agreements on whaling (1946), oil pollution (1954), and fishing (1958) were adopted [2]. Nevertheless, till the 1970-80s environmental issues were not considered problems of first importance by many governments and were not discussed globally. By 1970s humanity's annual demand on natural resources has surpassed what the planet can renew in a year [3]. In 1972 Stockholm Conference on the Human Environment (UN) was held, it became a



milestone event for the global environmental politics as it finally put the environmental issues on the international agenda [3].

The consequences of poor environmental policies have influence on everyone on our planet, no matter what the problem is – climate change, pollution of the oceans, the disappearance of another species of fish, or the fires in the Amazon. Despite the urgency of environmental issues for all players of the international arena, the motivation of states to participate in environmental issues may vary, depending on how severely they affect a particular state at a given moment. Often, governments and businesses turn a blind eye to the long-term effects of their environmental policies when they are relatively safe and bring economic benefits in the short term. Also, a typical situation is when some environmental issues well-known to the scientific community remain invisible to politicians and businessmen until their interests are affected.

Consensus and veto are extremely important for international environmental policy - so, stronger and more economically developed countries cannot impose their agreements and legal decisions on economically weaker states. During the negotiations on environmental policy usually veto coalitions of states are formed, often they protect their economic interests that may be influenced by the new adopted document. For example, in the area of forest policy, the opposing coalition often includes Malaysia, Indonesia, Brazil, and the Amazonian pact (an organization initiated by Brazil in 1998, includes Bolivia, Venezuela, Suriname, Colombia, Ecuador, Guyana, and Peru) - that is, countries covered with rainforests. Also, despite some of Brazil's environmental policy initiatives, when it comes to rainforest issues (deforestation, mostly), Brazil often opposes initiatives that at least in some way would limit its sovereign right to control forests under Brazilian jurisdiction. Brazil generally has a long tradition of treating the Amazon as an "unused land", that should be developed. This was typical of both the times of the military dictatorship and the present government of Jair Bolsonaro. So, due to need of consensus, environmental negotiations usually take a long time and often end up creating a new format for another round of negotiations.

Global environmental policy is characterized by central role of international law - specific international regimes are formed around various issues during multilateral negotiations. This paper will further address the international regime that is forming around forest issues.

The main feature of forest politics is the absence of a single convention that would control international relations in this area – this regime is still developing. So, there are several organizations that work on international forest policy. The global dialogue on forest policy has started in 1980s (1983 – International Tropical Timber Agreement, 1985 – the Tropical Forestry Action Plan, 1986 – establishment of International Tropical Timber Organization), but more significant for forest governance event was held in 1992 in Rio (United Nations Conference on Environment and Development). As a result of this Conference two major documents were adopted – Convention on Biological Diversity and Framework Convention on Climate Change – because those conventions were not directly related to the forests, it was proposed that the third specific forest-related convention should be created, that would have as an goal to conserve forests, prevent further deforestation and impose sustainable forest management [4]. Nevertheless, this attempt to create a forest convention failed – states agreed only on a non-legally binding instrument called Forest Principles. As it was earlier mentioned for any negotiations on environmental policy consensus is essential, in case of forests international community divided into two groups – developed North and developing South. The first group (included the EU, USA, Canada, and Japan) argued in favor of forest convention, and the second (G77) was against. Basically, the main stumbling block was the concept of sovereignty – the North suggested to consider forests as common heritage of humanity that should be managed for the common good of the whole world; the South, on other hand, saw in this position threat to their sovereignty and attempt to slower their economic development. The South argued in favor of “common but differentiated responsibilities” rather than “common responsibility” pointing out



that developed countries contributed to deforestation even more than developing world. Also, this opposing coalition introduced concept of “compensation for opportunity cost foregone” – basically, it is financial compensation of revenues that deforestation normally brings for the states that would agree to preserve their forests. So, the G77 stated that any forest convention that would aim to preserve forests would be tied with increased financial assistance and debt relief [4]. Nevertheless, UNCED (1992) was not the last attempt to reach an agreement on international forest governance – but since that time a number of different negotiation formats and platforms were created (1995 – 1999 – World Commission on Forests and Sustainable development, 1995 – 1997 – Intergovernmental Panel on Forests which evolved into Intergovernmental Forum on Forests, 1997 – 2000 – United Nations Forum on Forests, where in 2007 a Non-legally binding instrument on all types of forests was agreed, in 2015 it was renamed as UN Forest Instrument).

To sum up what was mentioned earlier, environmental politics is a complex and multidimensional issue in general, but what makes in particular forest problems so complicated? It becomes clear on an example of the Amazon river basin.

The Amazon is the largest rainforest in the world, and with it a huge carbon deposit. This forest plays an important role in regulating the global climate: it absorbs carbon dioxide and produces oxygen, which is almost literally the lungs of the planet. Also, the Amazon is one of the most biodiverse places on the planet: it has about 3 million species of animals and plants (about 20% of all species of flora and fauna of the planet). The region occupies approximately 40% of South American territory, and the Amazon basin holds approximately 20% of the world's freshwater volume. Also, about 38 million people live here.

Major problem of Amazonian rainforest is deforestation. Last year, the attention of people around the world was focused on the Amazon rainforest - forest fires raged there. Forest fires are common for the Amazon, especially during the dry season (July to October). They can be caused by natural phenomena (thunderstorms, etc.), but in 2019 most fires were the result of agricultural activities. The size, intensity, and concentration of the centers of ignition mainly along the main roads of the central Brazilian Amazon, were noticed by Douglas Morton, chief of the Biospheric Sciences Laboratory at the Goddard Space Flight Center (NASA). The increase in forest fires in the Amazon that year was rather the result of deforestation, than of an extremely dry season, according to the Amazon Environmental Research Institute (Ipam). Between August 2018 and July 2019, deforestation in Brazilian Amazon increased by 30% in comparison with previous year, according to the National Space Research Institute. In 2019, the level of deforestation was the highest since 2008.

Political analyst Oran Young proposed his classification of international environmental problems, dividing them into four types:

1. commons - for example, the ozone layer, Antarctica, or the global climate system,
2. shared natural resources - those that are under the jurisdiction of several states, such as oil or river basins (for example, Amazon river basin),
3. transboundary externalities - the result of activities within one country, the effects of which extend to other states, such as the Chernobyl accident, for instance,
4. linked issues - this category describes cases where solving environmental problems affects other areas (usually the economy) [3].

So, according to Oran Young classification Amazon rainforest is a shared natural resource – it is under jurisdiction of several South American states that formed an Amazon Cooperation Treaty Organization (has already been mentioned as Amazonian pact) in 1998 on the basis of Amazon Cooperation Treaty (1978). Basically, Amazonian rainforest is controlled by this organization, there are only few bilateral agreements regarding this region. What is interesting, according to the website of the Itamaraty (Ministry of Foreign Affairs of Brazil), one of the aims of this organization is to strengthen the sovereignty of countries over their Amazonian territories.



Returning to Young classification of environmental problems, even though the Amazonian rainforest is a shared natural resource, its state affects the commons as it plays major role in climate regulation. Also, when poor forest policy in Amazon area by Jair Bolsonaro led to extensive forest fires, it also became a transboundary externality, as political decision made within the borders of one state influenced environmental situation in most neighbor-states of Brazil. At the same time this political decision was made because it is directly linked to the economic profits for Brazilian economy, and was approved by some Brazilian businesses – so, Amazonian case can be a linked issue too, as decision to preserve rainforest in this area will affect the economic development of the extensive region.

#### References:

1. Vogler, J. International Relations Theory and the environment / J. Vogler // *Global Environmental Politics: Concepts, Theories and Case Studies*, 2nd Edition / ed. G. Kütting, K. Herman, Routledge, 2018. – P. 9 – 27.
2. Fisher, E. *Environmental Law: A Very Short Introduction* / E. Fisher – Oxford ; Oxford University Press, 2017. – 147 p.
3. Chasek, P.S. *Global Environmental Politics* / P.S. Chasek, D.L. Downie, J. W. Brown – New York ; Boulder, CO: Westview Press, 2017. – 452 p.
4. Humphreys, D. *Forest Politics, Neoliberalism and the Limits of International Environmental Policy* / D. Humphreys // *Global Environmental Politics: Concepts, Theories and Case Studies*, 2nd Edition / ed. G. Kütting, K. Herman. – Routledge, 2018. – P. 250 – 267.



УДК 502.315 (613.6.01)

## РОЗВИТОК ЕКОЛОГО-ВАЛЕОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ

**П. Є. Мазур, П. О. Данилюк, В. С. Дрегалюк**

*Кременецький медичний коледж ім. Арсена Річинського*  
вул. Словацького, 12, Кременець, Тернопільська обл., 47004, Україна  
**e-mail:** drehaliuk@gmail.com

Глобальна екологічна криза, яка загрожує існуванню людства, стосується України не менше, ніж інші країни світу. Докорінна зміна ставлення до природного середовища може відвернути цю катастрофу. Зусилля науковців усього світу спрямовані не тільки на пошуки нових виробничих технологій, але й на розробку психологічних засобів та технологій формування екологічно орієнтованої свідомості та світогляду, ціннісних настанов і відповідних форм життєдіяльності [1]. За цих умов важливого значення набувають еколого-валеологічне виховання та освіта.

Завдання сучасної вищої школи – домогтися формування правильних, міцних, усвідомлених життєвих компетентностей. Серед яких важливою постає еколого-валеологічна компетентність. Розвиток цієї компетенції дозволяє виховати у особистості сукупність орієнтацій, знань, діяльності стосовно збереження, відновлення й розвитку власного здоров'я та навколишнього середовища в умовах напруженої екологічної ситуації [2].

Під час проведення екологічної освітньо-виховної роботи у нашому освітньому закладі, особливу увагу звертаємо на залучення студентської молоді Кременецького





медичного коледжу імені Арсена Річинського до поширення екологічних знань та вмінь серед учнів загально-освітніх шкіл міста та району. Протягом усього навчального року викладачами та студентами проводиться ціла низка еколого-просвітницьких заходів: від квестів до участі у Всесвітніх акціях, від флешмобів до волонтерської діяльності.

З метою поширення екологічних знань, студенти коледжу брали участь у суддівстві еколого-туристичного квесту «Ми люди, поки є природа!» серед учнів місцевих шкіл та гімназії. Учнівські команди демонстрували знання лікарських рослин, вирішували ситуаційні завдання. У рамках Всесвітньої акції «Очистимо планету від сміття 2019» та з нагоди Дня туризму студенти коледжу приймали участь та стали лауреатами у фестивалній шоу-програмі «Зелена планета». Висвітлювали екологічні проблеми людства та нашого регіону, шукали шляхи їх вирішення, прогнозували, що відбудеться на Землі через 1000 років. Активно відгукнулись студенти і на флешмоб від громадської організації «Розвиток Кременеччини» із прибирання лісопаркової зони, який проводиться не вперше. До студентів коледжу долучились учні місцевого ліцею, місцеві жителі зі своїми дітьми.

Широке залучення студентської молоді до пропагування екологічних знань та розвитку еколого-валеологічних компетентностей дозволяє сформувати ключові аспекти екологічної освіти, свідому поведінку в оточуючому життєвому середовищі та усвідомлення впливу людини на сучасну екологічну ситуацію.

#### **Література:**

1. Екологічна психологія в Україні. Вступна. – URL: <http://ecopsy.com.ua/index.php/14-osnovna/7-vstupna>.

2. Титаренко Л. М. Формування екологічної компетентності студентів біологічних спеціальностей університету: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.07 / Титаренко Лариса Миколаївна. – К., 2007. – 210 с.



УДК [342.951] (477)

## **ЦИФРОВІ АГЕНЦІЇ НА СЛУЖБІ ОРГАНІВ ПУБЛІЧНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ В СФЕРІ ПРАВОВОЇ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ**

**І.Д. Казанчук**

*Харківській національній університет внутрішніх справ*

пр. Льва Ландау, 27, м. Харків, 61080, Україна

**e-mail:** irinakazanchuk@gmail.com

З набуттям чинності закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» пріоритетне значення для нашої країни мають належне забезпечення екологічної безпеки, стан поводження з відходами, поліпшення якості атмосферного повітря, покращення стану водних ресурсів, розвиток природно-заповідного фонду та збереження біологічного, ландшафтного різноманіття [1]. Але досягнути певних результатів у напрямку покращення стану адміністративно-правової охорони навколишнього природного середовища можливо завдяки розвитку процесу інновацій та впровадженню ІТ-технологій в виробництво на підприємствах, у промисловій галузі тощо, діяльність яких негативно впливає на стан довкілля в Україні.



Звісно, «цифрові» технології - це основа добробуту країни. Між тим, процес впровадження інформаційних інновацій у сферу забезпечення екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища вимагає обов'язкової консолідації спільних проектів та дій органів публічного адміністрування (у першу чергу, природоохоронних органів), органів місцевого самоврядування та громадськості, а також правового забезпечення порядку організації і проведення вказаними суб'єктами публічної влади скоординованих організаційно-правових та технологічних природоохоронних заходів. У цій діяльності та взаємодії в рамках трансформаційних перетворень у природоохоронній сфері, наявності специфічного інформаційного середовища велику роль можуть відігравати цифрові агенції. Не є новиною, що світовий попит на послуги із розробки програмного забезпечення з кожним роком буде лише зростати, насамперед, за рахунок впливу «цифрових» трендів та стратегій «цифровізації» корпорацій, бізнесу. У вітчизняній IT-галузі на сьогодні зайнято понад 100 тис. кваліфікованих фахівців [2, с. 31]. Отже, Україна має усі можливості побудувати власну «цифрову» індустрію та залучитися до реалізації міжнародних комплексних проектів з розробки програмного забезпечення та надання IT-послуг в природоохоронній сфері.

На наш погляд, щодо розвитку в нашій країні напрямку електронної системи міжвідомчої взаємодії позитивним прикладом може слугувати діяльність української цифрової агенції «е-Екологія» (м. Київ), що спрямована на максимальну цифровізацію державно-управлінських процесів та бізнес-процесів в Україні [3].

Виходячи зі змісту положень Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.09.2017 р. № 649 «Про схвалення Концепції розвитку електронного урядування в Україні» [4] одним із важливих елементів розвитку е-врядування в Україні визнано здійснення управління органів державної влади за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, тобто електронної взаємодії через автоматизований обмін даними між IT-системами органів влади, а також транскордонною електронною інформацією з публічною адміністрацією зарубіжних країн-сусідів; використання електронного документообігу; здійснення електронного врядування базовими галузями, зокрема з використанням перспективних інформаційних технологій, технологій опрацювання даних великих обсягів (Big Data) і Blockchain).

Тому у рамках міжвідомчої комунікаційної взаємодії з органами публічної влади та громадськими організаціями природоохоронного напрямку команда сертифікованих спеціалістів цифрової агенції «е-Екологія» проектує, розробляє і пропонує готові до впровадження цифрові системи, веб-сайти та мобільні додатки для державних органів, об'єднаних територіальних громад і бізнесу. Така робота має велике практичне значення. Адже на основі проведеного системного аналізу сукупності інформаційних систем, що запроваджені у міжнародній та вітчизняній практиці в сфері охорони навколишнього природного середовища [3], використанні теоретичних розробок є всі можливості реально підвищити ефективність реалізації державної політики у сфері охорони довкілля, раціонального використання, збереження та відтворення природних ресурсів, а також сприяє виробленню ефективних спільних управлінських рішень, спрямованих на якісне забезпечення потреб держави і суспільства у природоохоронній сфері.

В цілому, впровадження системи міжвідомчої взаємодії цифрових агенцій (на прикладі цифрової агенції «е-Екологія») та органів публічної влади в природоохоронній сфері має багато позитивних наслідки, а саме досягається:

- забезпечення належного рівня якості взаємодії посадових осіб органів публічної адміністрації, органів місцевого самоврядування, громадських об'єднань за допомогою сучасних ІКТ (насамперед інтернету) з метою вироблення та прийняття ефективних управлінських рішень в сфері природоохорони і природокористування, а також скорочення строків їх виконання;



- підвищення ефективності здійснення державного нагляду (контролю) за сферою відшкодування збитків заподіяних внаслідок порушень законодавства про охорону навколишнього природного середовища;
- зменшення кількості корупційних порушень з боку органів державної влади завдяки відсутності безпосереднього контакту державних службовців з представниками бізнесу під час виконання ними своїх службових обов'язків, не пов'язаних з реалізацією функцій державного нагляду та контролю;
- забезпечення відкритості та прозорості інформації про діяльність органів публічної влади, розширення доступу до неї та надання можливості безпосередньої участі представників громадських інституцій у процесах підготовки та експертизи проектів нормативних актів і інших управлінських рішень, що приймаються на всіх рівнях діяльності органів виконавчої влади з природоохоронних питань;
- організація й координація з розробки та впровадження програм й проектів щодо інформатизації та розвитку е-урядування в межах повноважень органу публічної влади;
- адміністрування та забезпечення інформаційного наповнення веб-сайту, технічного підтримання електронних сервісів органу публічної влади [5, с. 82];
- посилення ролі громадського контролю за діяльністю та результатами дій органів публічної адміністрації та місцевого самоврядування з одночасним забезпеченням підвищення рівня їх професійної кваліфікації щодо виконання функцій з охорони навколишнього природного середовища;
- розвиток та популяризація екологічної освіти серед української молоді з одночасним спрямуванням заходів на ліквідацію правового нігілізму в суспільстві з питань природоохорони та природокористування.

Таким чином, слід визнати, що діяльність інформаційних агенцій та розвиток екології в Україні є не лише механічним поєднанням інформаційно-комунікаційних технологій з діяльністю органів державної влади в природоохоронній сфері, а є новою концепцією публічного адміністрування у сфері охорони природи, використання та відтворення природних ресурсів, для реального втілення якої, обов'язково потрібне розроблення відповідної законодавчої бази. Слід виділити, що аналіз стану національного законодавства свідчить про неповноту та наявність суперечностей законодавчих та підзаконних нормативно-правових актів, як у сфері застосування ІКТ, так і у сфері охорони навколишнього середовища [6, с. 170]. І зовсім відсутні прямі законодавчі та підзаконні нормативно-праві акти, які б визначили межі правової регламентації інформаційних агенцій в Україні та порядок використання сучасних ІТ-технологій у сфері природоохорони та природокористування. Потребує свого вирішення і питання визначення правового статусу інформаційних ресурсів екологічного спрямування, які розміщуються в комп'ютерних мережах органами публічної влади як для міжвідомчого, так і для загальнодоступного використання.

Зрозуміло також, що для якісного і ефективного впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у сферу адміністративно-правової охорони природного середовища та раціонального природокористування необхідно адаптувати адміністративне та природоохоронне законодавство України, що регламентує діяльність та організацію взаємодії органів публічної адміністрації та органів місцевого самоврядування, до норм і стандартів Європейського законодавства з питань природоохоронної діяльності.

### Література:

1. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2019. № 16. ст.70. С. 8.



2. Цифрова адженда України – 2020 («Цифровий порядок денний» – 2020). Звіт НІТЕСН-office, грудень, 2016. 90 с. URL: <https://uccs.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf>

3. Цифрова агенція «е-Екологія» : офіційний веб сайт. URL: <http://e-ecology.digital> (дата звернення 08.05.2020).

4. Про схвалення Концепції розвитку електронного урядування в Україні : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.09.2017 № 649-р. *Офіційний веб-сайт Верховної Ради України* «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/649-2017-%D1%80> (дата звернення 04.05.2020).

5. Дрешпак В.М. Розвиток електронного урядування як напрям державної інформаційної політики України: організаційний аспект. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2012. Вип. 4 (15). С. 78-84.

6. Воробьев С.В. Особенности функционирования электронной системы межведомственного взаимодействия «э-экология». *Научный вестник Академии муниципального управления*: Серия «Управление». Выпуск 2. 2015. С. 164-172.



УДК 144.376

## НЕОБХІДНІСТЬ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ГРОМАДЯН ПРОТЯГОМ ЖИТТЯ

**Л. М. Кравець**

*Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка*  
вул. Ліцейна, 1, Кременець, 47003, Україна  
**e-mail:** luba@kravetsukr.net

Проблеми екологічної освіченості суспільства протягом багатьох десятиліть знаходяться у фокусі численних науково-педагогічних дискусій. Реалії нинішнього життя переконливо доказують актуальність даної теми, оскільки, так звана активна діяльність людини вносить у життя довкілля не зовсім гуманні зміни, які надто шкодять усьому живому. Люди не хочуть помічати як вони сміють на вулиці, у парку, лісі, викидають поліетиленові вироби, вирубують ліси, спалюють траву, винищуючи все живе, забруднюють водойми, експлуатують підприємства, які викидають тонни шкідливих речовин і т.д., задовольняючи власні потреби, збагачуючись при цьому, не думають про майбутнє. Всі ці чинники негативно впливають на природу, рослини, тварини, людей, створюючи реальну загрозу для планети загалом. Нагальна необхідність формування екологічної культури у людей на протязі життя, спричинена саме реакцією на глобальну екологічну кризу, оскільки негативні зміни в навколишньому середовищі істотно збільшились під тиском сукупної дії виробничих чинників за останні десятиріччя.

З метою збереження людського життя, необхідно докласти багато зусиль для очищення екології, природних ресурсів, зменшення стихійного впливу на нашу землю. Необхідно максимально активізувати систему екологічного виховання та освіти суспільства, особливо розвивати екологічну культуру дітей та молоді.

Екологічна освіта повинна бути націлена на формування нової культури взаємовідносин із довкіллям – культури, що поєднує право користування природними благами та відповідальність за стан навколишнього середовища, що базується на розумінні цінності життя. Ефективними засобами формування екологічної культури людства повинні бути екологічна освіта, екологічне виховання й екологічна діяльність.



Беззаперечно, що найбільш дієве вирішення проблеми екологічної культури суспільства лежить саме у площині освіти.

Визнано, що формування екологічної культури у процесі систематичного навчання – це оптимальний шлях екологічного виховання суспільства. Надзвичайно велику роль повинні відіграти різні соціальні інститути, церква, і, звичайно, сім'я. Для цього необхідно залучати найрізноманітніші методи та форми, які вироблені педагогічною спільнотою, від найсучасніших до традиційних класичних. Головне, щоб була система у їх застосуванні та змістовне підпорядкування цій важливій меті.

Екологічна освіта охоплює системні процеси, що відбуваються у навчанні, вихованні та сприяють формуванню особистості. Як складова системи загальнодержавного національного та громадянського виховання, вона повинна бути спрямована на формування екологічної культури всіх верств населення України, особливо через екологічне просвітництво. Надважливу роль повинні відіграти громадські екологічні організації та природоохоронні установи. Екологічна освіта населення повинна стати довготривалим процесом, тобто формуватися у ранньому віці та тривати протягом всього життя. Постійно переконуємося, що у системі освіти необхідно акцентувати увагу на екологічному навчанні; самоосвіті, надати можливість молоді застосовувати свої знання та досвід у плануванні, прийнятті рішень і прогнозуванні наслідків. Необхідно формувати екологічну свідомість у світовому масштабі, оскільки не навчившись дбайливо відноситися до природи в найближчому майбутньому, ми знищимо самі себе.

Отже, однією із найактуальніших проблем екологічної освіти та виховання є консолідація світової спільноти для формування розуміння правильних пріоритетів щодо збереження навколишнього природного середовища та переваг його сталого розвитку. У кінцевому результаті – збереження життя на Землі залежить безпосередньо від рівня та темпів формування екологічної культури в молоді, суспільства в цілому.

#### Література:

1. Курняк Л. Д. Екологічна культура: поняття і реальність. *Вища освіта України*. 2006. № 3. С. 32–37.
2. Морозова Л. Виховання екологічної культури особистості. *Вища освіта України*. 2001. № 2. С. 88–92.



УДК 504:656

## НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

**О.А. Літвак, М.В. Доргаліс, О.В. Доргаліс**

*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова*

пр. Героїв України, 9, Миколаїв-25, 54025, Україна

**e-mail:** olya.litvak@gmail.com

Міський громадський транспорт відіграє важливу роль в соціально-економічному середовищі, але одночасно є джерелом шкідливих викидів в атмосферу, підвищеного рівня шуму, електромагнітного випромінювання, вібрації, вилучення земельних ресурсів для автотранспортних підприємств. Погіршенню екологічної обстановки також сприяють



незадовільний стан дорожнього покриття та умови руху автомобілів. При цьому постійно відбувається зростання парку приватних автомобілів в містах. В години пік утворюються затори, що призводить до підвищення витрат палива транспортних засобів, і, як наслідок, збільшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Такі негативні впливи особливо відчуваються у великих містах із значною щільністю населення. У зв'язку з цим важливого значення набуває дотримання вимог екологічної безпеки при організації пасажирських перевезень як однієї з умов сталого розвитку суспільства.

Вплив різних видів транспорту на міське середовище проявляється неоднаково. Якщо по усередненим даним побудувати умовний рейтинговий ряд, то по зростаючим значенням негативних впливів він буде виглядати таким чином: метро, тролейбус, трамвай, автобус [1].

Тому важливим є прийняття комплексних заходів, спрямованих на підвищення привабливості та екологічності пасажирського транспорту, а також поліпшення містобудівного проектування з метою надання можливості мешканцям міст користуватися різними способами пересування та видами транспорту. Такий підхід підвищує можливості мобільності населення, створює сприятливе міське середовище.

До основних напрямів підвищення екологічності міського громадського транспорту треба віднести:

- розвиток мережі електротранспорту, за рахунок трамваїв, тролейбусів, а також електробусів [2];
- розробка і впровадження маршрутів з режимом роботи світлофорів «зелена хвиля» з метою покращення організації дорожнього руху на магістральних вулицях міста;
- обмеження в'їзду або організація платного в'їзду транспортних засобів (крім громадського транспорту та велосипедів) в центр міста;
- організація платних стоянок в центрі міста;
- розвиток велосипедної інфраструктури;
- створення пішохідних зон;
- застосування регіональної та муніципальної тарифної політики, стимулюючої користування енергоефективним міським та приміським громадським транспортом;
- використання екологічно безпечних видів палива з метою енергозбереження і зниження негативного впливу на стан довкілля і здоров'я людей;
- підвищення екологічної свідомості та обізнаності населення щодо проблем, пов'язаних з транспортом, і про шляхи їх вирішення.

Реалізація даного комплексу заходів дозволить підвищити екологічну безпеку та якість пасажирських перевезень, знизити аварійність на дорогах міста і буде спрямована на вирішення проблеми оптимізації використання ресурсів у транспортній системі міста.

#### Література:

1. Сталович Н.С., Савченко Ю.В. Экологические аспекты функционирования городского электротранспорта. URL: [http://www.rusnauka.com/7.\\_DN\\_2007/Ecologia/19665.doc.htm](http://www.rusnauka.com/7._DN_2007/Ecologia/19665.doc.htm) (дата звернення 14.04.2020).

2. Вплив транспорту на екологію міста. Аналіз та стратегії для України. Харків: Громадська організація «Міські реформи», 2016. 24 с.





## ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ АНТРОПНОГО ВПЛИВУ: МЕЖІ КОНТРОЛЮ

**М.П. Лозицький, К.М. Недря**

*Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ*

пр. Гагаріна, 26, Дніпро, 49005, Україна

**e-mail:** k\_fp@ukr.net

Будь-які довгострокові прогнози, в тому числі і в сфері екології, малопереконливі, але з огляду на сучасні актуальні тенденції соціального розвитку, формування майбутнього, вочевидь, є достатньо контроверсійним.

По-перше, однією з головних загроз людства залишаються глобальні та локальні воєнні дії – це реальна загроза і міжнародні організації на кшталт ООН цілковито безсилі. Єдиний рятівний шанс – мирні процеси в переговорах між державами, які мають ядерне озброєння і є найбільш впливовими фігурантами на міжнародному безпековому полі. Але крім ядерної зброї, на жаль, засоби знищення прогресують і цей процес може вийти з-під контролю. Окремим аспектом руйнівних наслідків воєнних дій (окрім, безумовно, гуманітарних та таких, що спричиняють руйнування історичного надбання людства) є їх згубна дія на довкілля. Адже сучасна високотехнологічна війна має в своєму арсеналі види зброї, які використовують біологічні та хімічні засоби, здатні руйнувати цілі екосистеми.

По-друге, окремим пунктом, звісно, постає екологічна катастрофа, яка вже має місце й поглиблюється, як в кількісних, так і в якісних аспектах. Це результат споживацького ставлення до природи. Адже має місце і механічне, і хімічне забруднення ґрунту, води й повітря. Якщо наростає згубна ерозія ґрунту – зникають ліси, наближається спустошення цілих регіонів. Змінюється й гідросфера планети внаслідок парникового ефекту і це сприяє глобальному потеплінню. Зникають льодовики й крижані покрови полюсів, а з іншої сторони, у інших регіонах виникає гостра нестача води – зникають цілі водоймища внаслідок різких зрушень в атмосфері й гідросфері. Під загрозою клімат, необхідний для нормального існування людини. Перше й друге згубно для флори й фауни, які в свою чергу є умовою існування і людства. Таким чином, виснажуються корисні копалини й, особливо, невідновлювані енергоносії типу нафти, газу, сланцевого пального, торфу. Хижацьке ставлення до природи підриває життєзабезпечення людини. У висновках Римського клубу останніх років чітко зазначено, що людство наближається до точки неповернення [1].

Різноманітні аспекти підтримки екологічної стабільності планети та поступового відновлення втрачених природних ресурсів охоплюють, по суті, більшість із цілей сталого розвитку ООН – ключових напрямків розвитку країн до 2030 року [2]. Серед 17 пунктів, визначених організацією як пріоритетні, 10 напрямку стосуються комплексу екологічних загроз та тих небезпек, які ними спровоковані зараз або можуть бути викликані в майбутньому.

По-третє, демографічна проблема має тенденцію до погіршення. Це, по суті, демографічна катастрофа людства. Населення перебуває в зоні трьох «А»: Азія, Африка, Латинська Америка й нараховує близько 8 мільярдів осіб. Темпи зростання населення особливо помітні в Африці.

Існує сумнівної популярності думка стосовно того, що у минулі епохи масові епідемії регулювали чисельність й стримували зростання населення, а нинішня політика миру при одночасному демографічному вибусі приводить планету до неминучої загибелі. Втім, в чомусь ця думка є цілком слушною – в тому аспекті, що ресурси Землі є дійсно



обмеженими і не розраховані на невпинно зростаючу людську популяцію. На думку фахівців, для природоохоронного стану Землі її населення повинно складати 500 мільйонів осіб, тоді природа відновить свій потенціал, але будь-які попередження про зростаючу катастрофу наптовхуються на традиції багатодітності, заперечення протизаплідних засобів тощо.

Варто відзначити, що заходи свідомого обмеження чисельності народжуваності в багатьох регіонах через релігійні та соціальні традиції часто зазнають невдачі. Тільки в маосистському Китаї вони досягли відносних успіхів через запровадження жорстких заходів обмеження споживання продовольства. Втім, почасти, ці заходи не мали нічого спільного із міжнародними стандартами дотримання прав людини. Дана політики в довгостроковій перспективі принесла не надто багато позитивів – на сьогодні у Китаї чисельність населення перевищує 1,5 мільярда осіб і продовжує невпинно зростати. Аналогічні показники зростання демонструє Індія – майже 1,3 мільярд осіб і цілком зрозуміло, що через давні демократичні традиції та ментальні, релігійні, етнічні особливості тих етно-соціальних груп, які населяють країну, запровадження жорстких заходів навряд чи принесе результати. На жаль поки що людство не демонструє принципових кроків на шляху до подолання сумних прогнозів

За даними ООН у 2012 році на Землі було 7 млрд осіб. Відтоді чисельність людей збільшилась до фактичних 8 мільярдів. Це межа зростання людства на планеті. Це неконтролююче збільшення приховує у собі не тільки голод, а й масові епідемічні захворювання. Пандемія, яка, наразі, розгортається на наших очах – тому явний приклад. Якими б не були реальні причини стрімкого поширення хвороби по всій планеті, вже на сьогодні очевидно, що причини виникнення її мають цілком антропологічний характер. Адже масове знищення тропічних лісів у Китаї – природного ареалу існування великої кількості диких видів тварин – призводить до їх вимушеного співіснування поряд з поселеннями людей та свійських тварин і, відповідно, спрощеного механізму міжвидової передачі генного матеріалу, в тому числі і вірулентного.

Варто усвідомлювати, що демографічне питання, окрім очевидних гуманітарних проблем, містить в собі неминучу екологічну катастрофу, тому перестороги Томаса Мальтуса [3] на сьогодні не втратили своєї актуальності та отримують постійне нове прочитання та нові прогнози майбутнього можливого колапсу – як у книзі Джареда Даймонда «Як суспільства обирають провал чи успіх» [4].

Тому насамперед, робота природоохоронних об'єднань, екологічних активістів, діяльність міжнародних організацій – в тому числі і таких глобальних як ООН – мають бути спрямовані на просвітницьку політику планування сім'ї. Просвітницькі ідеї свого часу допомогли людству подолати морок феодалізму тому, вочевидь, освіченість населення і особливо доступ жінок до повноцінної освіти сприятиме кращому контролю народжуваності, оптимізації процесів взаємодії людини та природи і відтермінують руйнацію природного середовища – єдиного осередку існування людини.

#### Література:

1. URL : <https://clubofrome.org/impact-hubs/emerging-new-civilization/>.
2. URL : <http://www.un.org.ua/nasha-robota/gender>.
3. An essay on the principle of population and other writings. Penguin Classics. / Malthus T. R., Mayhew R. J. -- Uk: Penguin Books, 2015. Penguin Classics. -- xlv, 305 pages c.
4. Jared Diamond Collapse : how societies choose to fail or succeed. Publisher: New York : Penguin Books, 2014.





UDC 504.453

## INTERMITTENT RIVERS IN THE LITHUANIA

**S. Nazarenko**

*Lithuanian Energy Institute*

Breslaujos str. 3, Kaunas, 44403, Lithuania

**e-mail:** serhii.nazarenko@lei.lt

All over the world climate change is inevitably altering the hydrological regime of water bodies. Due to rising air temperature and changed precipitation patterns, some territories are getting drier and experience more droughts and their capacity. Intermittent river research has a short history, as for many decades, river research has been focused on perennial rivers (Datry et al., 2014). It has become more widespread only recently driven by climate change, further augmented by human pressures and greater human interest in preserving the environment (Datry et al., 2017). Existing research shows that intermittent rivers can make up more than half the entire length of the rivers network (Datry et al., 2014; Skoulikidis et al., 2017; Datry et al., 2017).

Importance of intermittent rivers for the environment and human society is greatly underestimated (Armstrong et al., 2012; Skoulikidis et al., 2017; Kaletová et al., 2019). In many countries intermittent river resources aren't used (Kaletová et al., 2019), but soon situation will change as taking into account climate change, the number of intermittent rivers is gradually increasing while the number of permanent rivers is decreasing accordingly (Kaletová et al., 2019; Acuna et al., 2014; Larnned et al., 2010). In Mediterranean regions intermittent rivers already form the principal surface water bodies. Therefore, their investigation is important for meet the needs of current and future residents, the economy as well as safeguard water systems in the face of inevitable environmental and societal change.

There are no the studies or scientific papers related with the Lithuanian rivers intermittency. Therefore, the task of recent research is to fill the gaps in understanding of the intermittency processes in the Lithuanian rivers.

Nowadays, there is no general definition for "intermittent" rivers. However, the scientists Eng and others (2015) identified intermittent streams that have at least 15 days of zero flow per year. De Vries and others (2015) suggested that on average, at least 5 zero-flow days per year in the gauging station records is enough to call a river as "intermittent". In the Lithuanian case, at least 5 zero-flow days per year were selected for river intermittency description.

Lithuania, like many other countries, faced the problem of intermittent rivers, which appear in response to climate change and extensive human exploitation. Based on the available hydrological observations data it was found that 17 Lithuanian rivers have dried up for at least one year and 5 zero-flow days per year during period from 1950 till nowadays. The river intermittency parameters (the mean duration of zero-flows, mean number of zero-flow days during the warm period of a year, and the mean annual frequency of zero-flow periods) were analysed for the Lithuanian rivers. Mean number of zero flows days changes from 0.11 (Svyla river) to 85.4 (Imsre river) and mean annual frequency of zero-flow periods changes from 1.89 (Slyva river) to 92.9 ( Imsre river). This data shows that studied rivers have a very different degree of intermittency.

Ratio of years with zero flow to observations years in decades is presented in Table 1.

Drying out on the Milupe river was noted in 32 years of 36 years of observations, and Yslikis river dried up in 28 years of 48 years of observations.



Table 1

Ratio of years with zero flow to observations years								
River	Period	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2018
Šešuva	1952-1965	2/10	0/6	-	-	-	-	-
Dotnuvėlė	1947-1969	0/10	2/10	-	-	-	-	-
Smilga	1973-1999	-	-	0/7	0/10	7/10	-	-
Šušvė	1956-2018	0/4	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	2/9
Mituva	1986-2018	-	-	-	0/4	0/10	0/10	1/9
Alsa	1961-1999	-	4/9	2/9	0/10	5/10	-	-
Pedamė	1970-1990	-	-	10/10	8/10	1/1	-	-
Imsrė	1970-1983	-	-	10/10	3/4	-	-	-
Pilvė	1978-1999	-	-	0/2	3/10	8/10	-	-
Milupė	1957-1993	2/3	8/9	10/10	8/10	4/4	-	-
Svyła	1966-2018	-	0/4	0/10	0/10	0/10	1/10	0/9
Agluona	1960-1999	-	0/10	1/10	0/10	0/10	-	-
Daugyvenė	2006-2018	-	-	-	-	-	0/4	2/9
Yslykis	1970-2018	-	-	8/9	2/10	8/10	8/10	2/9
Platonis	2006-2018	-	-	-	-	-	1/4	2/9
Sidabra	2006-2018	-	-	-	-	-	1/4	0/9
Akmena	1949-1991	0/10	0/10	1/10	0/10	0/2	-	-

Mostly all of investigated rivers are located in the central part of Lithuania. Intermittency of rivers depends on different local factors like land use, soil type, catchment topography and geomorphology, etc. In this study, correlation analysis between river intermittency parameters and local factors (land use, soil type, catchment area, etc) was conducted for identification of main relations. Correlation analysis showed relationship between catchment area and river intermittency parameters. The smaller catchment is, the more zero flows days tends to be. Also, relations between some of the intermittency parameters and presence of forests, soil types and river catchment slope were noticed.

#### References:

1. Datry, T., Larned, S. T., & Tockner, K. (2014). Intermittent Rivers: A Challenge for Freshwater Ecology. *BioScience*, 64(3), 229–235. doi:10.1093/biosci/bit027.
2. Datry, T., Boulton, A. J., Bonada, N., Fritz, K., Leigh, C., Sauquet, E., ... Dahm, C. N. (2017). Flow intermittence and ecosystem services in rivers of the Anthropocene. *Journal of Applied Ecology*, 55(1), 353–364. doi:10.1111/1365-2664.12941.
3. Skoulikidis, N. T., Sabater, S., Datry, T., Morais, M. M., Buffagni, A., Dörflinger, G., ... Tockner, K. (2017). Non-perennial Mediterranean rivers in Europe: Status, pressures, and challenges for research and management. *Science of The Total Environment*, 577, 1–18. doi:10.1016/j.scitotenv.2016.10.147.
4. Armstrong, A., Stedman, R. C., Bishop, J. A., & Sullivan, P. J. (2012). What's a Stream Without Water? Disproportionality in Headwater Regions Impacting Water Quality. *Environmental Management*, 50(5), 849–860. doi:10.1007/s00267-012-9928-0.
5. Kaletová, T., Loures, L., Castanho, R. A., Aydin, E., Gama, J. T. da, Loures, A., & Truchy, A. (2019). Relevance of Intermittent Rivers and Streams in Agricultural Landscape and Their Impact on Provided Ecosystem Services—A Mediterranean Case Study. *International*



Journal of Environmental Research and Public Health, 16(15), 2693. doi:10.3390/ijerph16152693.

6. Acuna, V., Datry, T., Marshall, J., Barcelo, D., Dahm, C. N., Ginebreda, A., ... Palmer, M. A. (2014). Why Should We Care About Temporary Waterways? *Science*, 343(6175), 1080–1081. doi:10.1126/science.1246666.

7. Larned, S. T., Datry, T., Arcsott, D. B., & Tockner, K. (2010). Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater Biology*, 55(4), 717–738. doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02322.x.

8. Eng, K., Wolock, D. M., & Dettinger, M. D. (2015). Sensitivity of Intermittent Streams to Climate Variations in the USA. *River Research and Applications*, 32(5), 885–895. doi:10.1002/rra.2939.

9. De Vries, S.B., Hoeve, J., Sauquet, E., Leigh, C., Bonada, N., Fike, K., Dahm, C., Booij, M.J. & Datry, T. (2015) Characterizing spatial and temporal patterns of intermittent rivers. EGU General Assembly Conference Abstracts, 17, 1961.

10. Kriaučiūnienė, J., Kovalenkoviėnė, M., & Meilutytė-Barauskienė, D. (2007). Changes of the Low Flow in Lithuanian Rivers. *Environmental Research, Engineering and Management*, 2007. No.4(42), P. 5-12.



УДК 502.7:581.4:581.5:631.95:632.51

## ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЧУЖОРІДНИХ РОСЛИН У КОНТЕКСТІ ВИМОГ МІЖНАРОДНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

**Н. М. Прокопів**

*Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника*

вул. Галицька, 201, м. Івано-Франківськ, 76008, Україна

**e-mail:** ploshanska\_n@ukr.net

Тенденції зростання кількості заносних рослин, розширення спектру їх місцезростань все частіше обговорюються на міжнародних конференціях та наукових форумах [1, 2]. На території України процес адвентизації флори прогресує, що проявляється у збільшенні темпів занесення, поширення і ступеня натуралізації видів. Зміни, які відбулися у природньому середовищі в результаті посиленого впливу адвентивної флори, засвідчили згубний характер впливу цих процесів на розвиток біорізноманіття і акцентували світогляд міжнародної громадськості щодо розгляду даної тематики.

Однією із біологічних загроз за даними «Концепції біологічної безпеки держав-учасниць СНД» є неконтрольоване вивільнення або розповсюдження живих організмів, для яких невстановлений механізм впливу на екосистему. Ця загроза зумовлює необхідність побудови ефективної системи біологічної безпеки не тільки в окремих країнах, а й в загальносвітовому масштабі.

Конвенція «Про біологічне різноманіття» (КБР), підписана в 1992 р. у Ріо-де-Жанейро, ратифікована Україною у 1994 р. являється найважливішим міжнародним юридичним документом щодо збереження біорізноманіття та проблеми інвазій чужорідних видів. У статті 8 (h) зазначеного документу йдеться про те, що кожна сторона, наскільки це можливо і доцільно «запобігає впровадженню чужорідних видів, які загрожують екосистемам, місцям мешкання або видам, контролює або знищує такі чужорідні види»



[3]. Конвенція «Про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі», яка ратифікована Україною в 1999 р., розглядає питання щодо зупинення та попередження інвазій, контролю над інвазійними чужорідними видами. Європейською стратегією з інвазійних чужорідних видів, яка чинна з 2003 р., запропоновано головні заходи щодо відновлення видів та природних середовищ, які зазнали несприятливого впливу інвазійних чужорідних видів. У 2010 р. основними напрямками, які обговорювались на 10 Конференції Сторін були питання управління природними територіями, які потребують особливої охорони, задля збереження біорізноманіття.

В Україні перша згадка про біологічні інвазії у контексті збереження біорізноманіття наведена у Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України», прийнятому лише у 2010 р. [4]. Але проект Національної стратегії щодо інвазійних чужорідних видів запропоновано провідними науковцями ще у 2003 р. Варто визнати, що в Україні не усвідомлені до кінця загрози, які пов'язані з інвазійними видами [5]. Слід віддати належну увагу зусиллям вчених, які науково-популярними публікаціями привертають увагу населення до небезпеки чужорідних оселенців.

Україна, як Договірна Сторона Конвенції ООН про біорізноманіття та Бернської конвенції зобов'язана проаналізувати європейську політику, яка ведеться щодо інвазійних чужорідних видів та якнайшвидше приступити до її втілення.

#### Література:

1. Конференция Сторон Конвенции ООН О биоразнообразии. Решение X/31. Особо охраняемые природные территории. А. Стратегии активизации действий. В. Вопросы, требующие большего внимания [Электронный ресурс]. – 2010. Режим доступа: <http://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=12297>.

2. Конференция Сторон Конвенции ООН О биоразнообразии. Решение X/38. Инвазии чужеродных видов: А. Инвазии чужеродных видов, интродуцированных как домашние животные, аквариумные и террариумные виды и в качестве живой наживки и живого корма. В. Прочие вопросы, связанные с инвазивными чужеродными видами [Электронный ресурс]. – 2010. Режим доступа: <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=12304>.

3. Конвенція про охорону біологічного різноманіття // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 49. – Ст. 433.

4. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України», від 21 грудня 2010 року № 2818-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.

5. Бурда Р. І. Інтеграція контролю інвазійних чужорідних видів та системи управління природно-заповідним фондом // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 208–220.



## МОНІТОРИНГ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ЗАСОБАМИ ГЕОМАТИКИ

**С. В. Гапон, В. В. Путренко**

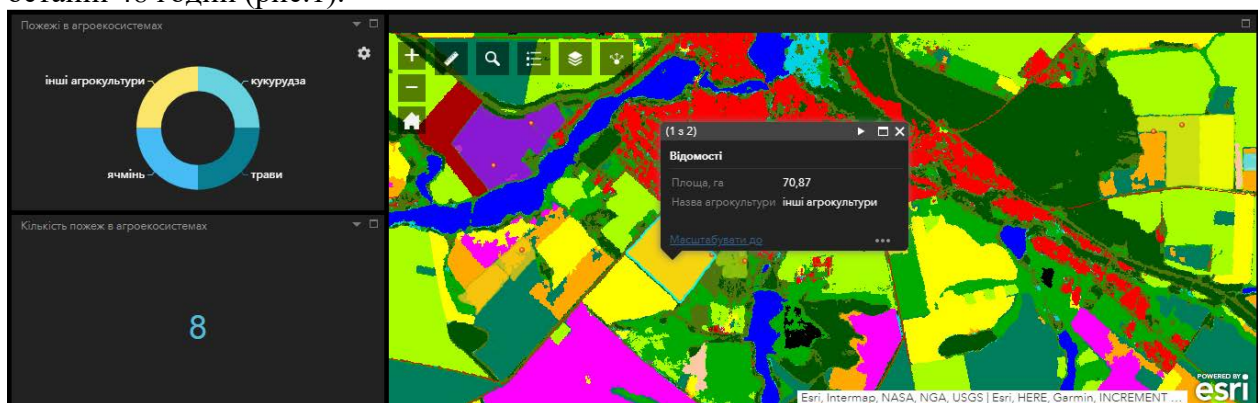
*Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського,  
ННК «СЦД-Україна»  
пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна  
e-mail: gapon1sv@gmail.com*

В Україні кожного року спостерігається два періоди активного спалювання сільськогосподарських решток на полях. Перший період припадає на весну, другий на осінь. В цей час ще й активно спалюють опале листя, гілки дерев тощо у своїх подвір'ях мільйони українців. Не зважаючи на те, що з точки зору закону такі дії можна назвати протиправними. Причин такої масової поведінки людей досить багато. Це й сталі традиції спалювання, бажання здешевити підготовчі с/г роботи, необізнаність у наслідках подібних вчинків тощо.

Існують нормативні механізми врегулювання цієї проблеми. Проте через свою масовість та закоренілість у традиціях вирішити її вкрай складно. На допомогу можуть прийти супутникові дані та дистанційні методи моніторингу ситуації з виникнення пожеж. Кожна громада зацікавлена у збереженні своїх власних ресурсів, здоров'ї мешканців, гармонійному розвитку. Тому створення механізму моніторингу пожеж дистанційними засобами може стати додатковим механізмом врегулювання ситуації зі спалюванням.

Сучасні геопросторові технології дозволяють отримувати дані про пожежі в режимі близькому до реального часу. Більш того, велика кількість таких даних є безкоштовними. У сукупності з геопросторовою інформацією про межі громад, типи наземного покриття, сільськогосподарські культури тощо можна створити веб-інструмент моніторингу пожеж у режимі близькому до реального часу.

Для створення інструменту використовуються дані моніторингової місії від НАСА [1]. Веб-застосунок включає в себе як ретроспективні дані про пожежі так і нові пожежі за останні 48 годин (рис.1).



**Рис. 1.** Інтерфейс веб-застосунку моніторингу пожеж у громадах

Для ідентифікації пожеж використовуються дані з супутників MODIS та VIIRS [2]. У якості шару типів наземного покриття використовуються дані від Світового Банку [3]. Для аналізу пожеж на сільськогосподарських полях використовуються дані від OneSoil [4].



Веб-застосунок дозволяє аналізувати диференціацію пожеж по території громад в залежності від типів наземного покриття та сільськогосподарських культур, ідентифікувати нові пожежі, досліджувати часовий розподіл пожеж по території громади, обчислювати площі уражених територій.

**Література:**

1. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>.
2. <https://earthdata.nasa.gov/>.
3. <https://map.geoportalua.com/worldbank/>.
4. <https://onesoil.ai/>.



УДК 338.23:658.576.1

## ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

**І.С. Сагайдак, Н.Л. Авраменко**

*Університет державної фіскальної служби України*

вул. Університетська, 31, Ірпінь, 08205, Україна

**e-mail:** mykroskop@gmail.com

Станом на 01.01.2020 р. загальна маса накопичених на території України відходів складає 352,3 млн т [1], які захоронюються на 6 тис. сміттєзвалищах і полігонах загальною площею понад 9 тис. га [2]. 4,2% сміттєзвалищ – перевантажені, а 16% – не відповідають нормам екологічної безпеки [3]. Наразі в Україні фактично відсутня система роздільного збирання ТПВ; відсутня система поводження з відходами: перероблено та утилізовано лише 6,2% ТПВ, з яких: 2% спалено, а 4,2% потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи; близько 94% захоронено на звалищах та полігонах [2].

Уряд схвалив Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року, яка запроваджує європейські принципи поводження з усіма видами відходів. Основними цільовими показниками якої є: до 2022 р. – створення в обласних центрах мережі пунктів збирання для повторного використання меблів, побутової техніки, одягу та інших товарів, які були у вжитку; до 2023 р. – перероблення 15%, роздільне збирання – 23 % населення; до 2030 р. – перероблення 50%, роздільне збирання – 48 % населення. Відповідно Національного плану управління відходами, схваленого у 2019 р. КМУ, практичні заходи і виконання поставлених завдань дозволять Україні вже до 2030 р. перейти на нову модель поведінки з відходами – на зразок діючої в країнах ЄС. Для його реалізації необхідно запровадити розширену відповідальність виробника – фінансовий і організаційний механізм забезпечення переходу до економіки замкненого циклу, при якій виробники та імпортери товарів відповідають за свою продукцію навіть після її використання; запровадження роздільного збору, сортування та підготовку продукції для подальшої переробки чи безпечного видалення; підвищення екологічної культури населення у сфері поводження з ТПВ; будівництво енергоавтономних сортувальних та переробних комплексів (з енергоблоками для вироблення електричної та теплової енергії).

Проблема знешкодження та утилізації ТПВ гостро стоїть перед будь-яким населеним пунктом країни і потребує належної уваги – впровадження ефективних методів і технологій збору та переробки. Сьогодні всі заходи спираються на 1-й крок виконання



завдань Національного плану управління відходами – розроблення регіональних планів управління відходами та поділ областей на території охоплення.

#### Література:

1. Оржель О. Результати 2019-го та плани на 2020-й. Офіційний веб-сайт Міністерства енергетики та захисту довкілля. URL: <https://menr.gov.ua/news/34642.html>.
2. Побутові відходи – дій зараз! : Онлайн курс. Офіційний веб-сайт проекту «Prometheus». URL: <https://prometheus.org.ua/> (дата звернення: 30.03.2020).
3. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini-za-2015-rik.html> (дата звернення: 01.04.2020).
4. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2018 рік. Офіційний веб-сайт Міністерства розвитку громад та територій України. URL: [www.minregion.gov.ua](http://www.minregion.gov.ua) (дата звернення: 30.03.2020).



УДК 504.06

## ECOLOGY AND ITS ROLE IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**T. Salashnyi, I. Trus**

*National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
ave. Peremogy, 37, Kyiv, 03056, Ukraine  
e-mail: salashnyitaras@gmail.com*

Introduction. The overall effect of technological and economic growth resulted in an unhealthy physical and mentally environment. Global warming, decrease in forest reserves and biodiversity, polluted air, water and soils, merciless destruction of ecosystems are consequences of capitalism's credo "growth at any cost". Capitalism sustains continuously growing consumption. For example, in the North American consumption cycle, 99% of the goods that are collected, mined and produced are used for only 6 months and after that they turn out to be garbage. It is now the best time to ask a question: is the global environmental crisis real? Deeply looking at the nature and principles of modern types of capitalism it becomes clear that mankind must set another direction than the development of the consumer community. What needs to be done to avoid environmental collapse and to ensure sustainable development of mankind?

Ecology, capitalism and sustainable development. An ecosystem is all components within one area. The river in the forest is an ecosystem, the forest is an ecosystem, the city is an ecosystem, the planet as a whole is an ecosystem. People can affect ecosystems using different resources. The main driver of human actions is economic growth. Economic growth is defined as an increase in production and consumption of wealth. It is a fact, wenn economy grows, natural capital is being consumed as a nonrenewable resource or reallocated between humans as man-made capital.

Humanity experiences an environmental decline due to the huge expansion of economic activities that started in the XX century. The problem is that humanity consumes vast amounts of resources and returns waste products. Modern capitalism defines the global economy for unstoppable growth. Main characteristics of capitalism are competitive markets, a corporation as



principal institution and price mechanism and governments promoting economic growth. Last but not least, the material values of consumer society is a vital component of capitalism.

In the meantime, almost 1.1 billion people have less than \$1 per day at their disposal. These people do not have neither access to drinking water nor basic sanitation. Poverty and environmental changes are interconnected. The reason is that people living in poverty begin to overuse natural resources. For instance, hunger makes people harvest trees in order to make additional income. Deforestation causes erosion of the soil. It is common that waste is not being taken away, which makes rivers polluted. Also poverty supports population growth. People tend to have more children because they can obtain some money from the government. It is a fact, population growth creates more poverty and more poverty destroys more environment.

In the 1970th evolutionary ideas appeared. Meadows and other MIT researchers used models in global population growth, resource consumption and global pollution. They predicted population collapse in 2050. Scientists called to stop the growing population and to maintain the industrial output per capita at the same level.

Some years later the concept of “Sustainable development” has evolved. It is such a development that meets the needs of the present generations without compromising the ability of the future ones to meet their needs. The world is being considered as a united system connected in space and time. Such mindset provides an opportunity for humanity to realise the higher purpose of life. Even though experts on sustainable development share the same concerns about the directions of the future of global development, they are not united on the approach of how the problem should be solved. The overwhelming majority of economists and politicians intend to control economic growth using large international agencies. Based on detailed research or well constructed models they aim to quantify environmental impacts, to regulate private industry, to adjust market incentives. Others, spiritual writers or ethicists, believe that capitalism and sustainable development are incompatible. From their perspective in order to achieve sustainable development, the human race must firstly realize that a planet is an united and interconnected system.

Modern capitalist system has many negative aspects considering from the sustainability perspective:

- Capitalism assumes continuous increase in productivity, what conflicts with limited resources
- Corporation propagate permanent increase in consumption using advertising
- Interest fees in capitalism maintain the principle rich become richer and poor become poorer
- Large corporations destroy small businesses resulting in unemployment and poverty
- Economic decision-making do not often take into account social and environmental factors
- Due to international trading consumers often can not fully realise all the consequences of economic decisions on far-distant countries.

Alternatives, renewal cycle and the role of science. The american economist Herman Daly promoted the idea of “Steady-State Economics”. Under a steady-state economical model human population and consumption will be held at the same level. The moral evolution should replace growing material consumption. In order to reach the steady state progressive resource depletion should be implemented. The government will set a fixed amount of non-renewable resources. In this case prices would be regulated by the market promoting conservation of natural resources and substitution of alternative materials.

Another prospect idea was proposed in the 1960s. Local self-reliance should be implemented. Bill McKibben in his book “Deep Economy” calls to promote local businesses rather than multinational corporations. He recommends to pay more attention to the development of prosperity of farmers’ markets, community-based radio stations and mercantile cooperatives.





The Ithaca Hours are an alternative currency used in the locality Ithaca, New York to promote local self-reliance. The value of currency is being defined by hours of labor instead of dollars.

According to system theory, any system evolves rather than being static. During evolution a system undergoes the renewal cycle: the growth, the conservation, release or collapse and renewal again. The phase of release does not mean that all components should be destroyed but the components ought to perform new different functions. A good example of a renewal cycle is bankruptcy of a company. Wenn the business can no longer maintain conservation state, the release phase begins. Laid off employees and sold assets will then recombine in a new system, the phase of renewal begins. Putting many efforts to maintain a system beyond its conservation state, so as to prevent the release phase, causes negative influence on a system of higher hierarchical level. Sustaining inefficient businesses by providing human and material resources decrease the adaptive capacity of a system. The good example is the collapse of Soviet Union.

Economic growth not only ignores ecological and social costs but also puts individuals and families under pressure. Current capitalism totally neglects the fair distribution of wealth resulting in most people living in debt. Each person from Latin America owes \$1,600 to foreign countries. The debt of Southern countries was about \$ 567 billion in 1980. Since then, \$ 3,450 billion have been paid because of interest principle. Logically to assume that six times the original amount of debt repaid by poor countries has resulted in tremendous increase in consumption of natural capital.

Wenn sustaining the present setup of the economic system, collapse of higher hierarchical levels is inevitable. In order to save humanity and the biosphere as a whole, a usury based capitalist economic system must undergo the release phase.

There are many people who believe science will save humanity and will provide a safe future. Although in reality the science has been limited by its shortsightedness and commercial greed. People define happiness as an opportunity to afford to accumulate newly produced gadgets. The technological progress also brought the idea that everything on the planet was made to be used. Nowadays people are considered not as personalities but as consumers and workforce. Basically in the XXI century technological advances rule the world. Furthermore, humans can not fully anticipate all of the consequences of technologies, both environmental and social. No one could predict the negative influence of DDT, plastic and televisions. For example, there are studies which provide empirical evidence that the greater access of TV correlates with a tendency to maintain household debts.

One of the astonishing features of technology is that wenn it is there, it will never be forgotten or abandoned. Importantly, the solutions to the global environmental crisis will not be provided by science but are political and economic decisions. Therefore, science and technology should adopt new directions, such as research on green technologies in order to provide life in harmony with the environment.

Alternative approach while investing. Despite many destructive aspects of capitalism, nowadays the concept of sustainable development draws more and more attention. In the world of investment, the environment which decides what businesses will arise and which will go bankrupt, socially responsible investment(SRI) has gained popularity. Socially responsible investing is an approach in investing, concentrating on decreasing negative externalities. Its beginnig dated in 1960th, when investors started excluding tobacco companies and business involved in the South African apartheid regime from their portfolios.

One of the most popular types of SRI is ESG. ESG investing is the consideration of environmental, social and governance factors alongside financial factors in the investment decision-making process.

Environmental and social factors, technological innovation and institutional governance have led to a large-scale re-allocation of capital. According to Global Sustainable Investment Alliance, ESG capitalisation reached more than \$30 trillion in 2018: Europe contributed



\$ 14.1 trillion, USA \$ 12.1 trillion, Japan \$2.2 trillion, Canada \$1.7 trillion and Australia/New Zealand made \$ 0.7 trillion. Bank of America predicts next capitalisation of \$20 trillion in the following decades. Consequently, these changes in distribution of capital will significantly influence the pricing of financial assets, the risk and returns of investments.

An American finance company located in New York, The Morgan Stanley Capital International (MSCI) delivers an index to track the influence of socially responsible investment on the global economy. The index is called “ESG index” and is calculated considering environmental, social and managerial aspects of activities of a company.

Environmental factors which are taken into account when calculating the index are climate changing factors: carbon emissions, product carbon footprint, financing environmental impact, climate change vulnerability. The use of natural resources: water stress, biodiversity and land use, raw material sourcing. Contribution to pollution/waste: toxic emission and waste, electronic waste, packing waste. Environmental opportunities: in clean energy, in green building, in renewable energy.

To the category of social factors counts human capital development, labor management, health and safety, supply chain labour standards; product liability: product safety and quality, chemical, financial product safety, privacy and data security, responsible investment, health and demographic risk; social opportunities: access to communication, finance, healthcare and opportunities in health and nutrition.

Last but not least, the ESG index evaluates a company from the point of governance. Board diversity, executive pay, ownership and control, accounting, business ethics, anti competitiveness, tax transparency, corruption and instability, financial system instability contributes to the value of the index.

Investors use the ESG index in a different way to achieve investment objectives. MSCI defines three main approaches used by investors:

- Value based investment approach where investors make decisions based on shared ethical values with companies. In other words investors exclude companies, its moral, religious or environmental values contradict investors' convictions.
- Impact investing aims to have a positive environmental or social influence accomplishing investors' missions. Sometimes investors value positive impact more than financial returns.
- ESG integration aims to build a resilient portfolio to provide long-term risk-adjusted financial returns.

Recent studies showed that companies with higher ESG ratings are associated with higher profitability (have lower costs per capita, less volatile earnings, less systematic volatility), lower systematic risk and lower tail risk. Drawing the conclusions MSCI strongly recommends all investors to incorporate ESG consideration in investment strategies, portfolio management and investment research. There should be no specialized “ESG Investing” and “Non-ESG Investing”. For all investors, it is the right time to integrate ESG, it is the smart thing to integrate ESG and it is the right thing to integrate ESG.

Conclusions. In order for humanity to achieve sustainable development first of all changes in the economic system should be made. The leading politicians and economists ought to take initiative and to start acting. The current negative influence on the environment should be stopped. This decrease of environmental pressure is possible when implementing the new economic concept “Fair distribution instead of economic growth”. In reality either governance does not have power or the desire to change the devastating influence of capitalism. Thus it is now the responsibility of everyone to make a valuable and urgent contribution for the sake of future generations. Individual consumptions must be reduced. The material values should at least partially contain the idea of living in harmony with nature.

When looking optimistically at the problems, first important steps have been made. All over the world local self-reliance is being developed. There is also the tendency to alter the dollar



with an alternative currency. Another promising fact is that wenn investing, investors consider ecological, social and governance aspects of the company. The time passes and in the next decades completely new generations will take control under corporations and governments. I hope more and more people will take seriously all possible consequences of the ecological and social crisis in order to maintain sustainable development of the biosphere.

#### References:

1. <https://efinancemanagement.com/investment-decisions/investment-objectives-and-constraints>.
2. <https://www.investopedia.com/terms/b/benchmark.asp>.
3. <https://www.cnbc.com/2019/12/14/your-complete-guide-to-socially-responsible-investing.html>.
4. [https://www.ussif.org/files/GSIR\\_Review2018F.pdf](https://www.ussif.org/files/GSIR_Review2018F.pdf).
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/MSCI>.
6. [https://www.researchgate.net/publication/235444045\\_Sustainable\\_Development\\_Ecology\\_and\\_Economic\\_Growth](https://www.researchgate.net/publication/235444045_Sustainable_Development_Ecology_and_Economic_Growth).
7. <https://www.investopedia.com/terms/t/tailrisk.asp>.
8. <https://www.msci.com/documents/10199/16912162/MSCI-ESG-House-View-FINAL.pdf/63bba1a1-aecf-ba80-aa49-7910748ed942>.



УДК 144.376

## ПРОБЛЕМА ЕКОЛОГІЧОЇ ОСВІТИ У ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

**Б.Д. Семенюк**

*Кременецький медичний коледж ім. Арсена Річинського*

вул. Ліцейна, 16, Кременець, 4700, Україна

**e-mail:** s.borus@ukr.net

У зв'язку з реаліями нинішнього життя суспільство повинне приділяти особливу увагу екологічній культурі, екологічному вихованню та формуванню екологічної свідомості у молоді. На жаль, поінформованість підростаючого покоління, зокрема стосовно екологічної ситуації у світі, регіоні, їх обізнаність з можливими шляхами вирішення різноманітних екологічних проблем є недостатньою.

Ми розуміємо, що екологічна освіта повинна бути синтезом поєднання таких компонентів: екологічні знання, екологічне сприймання, екологічний світогляд, екологічне виховання, екологічна культура. Стратегія екологічної освіти має відповідати певний рівень екологічної зрілості. Місією медичного закладу є створення умов для глибокого усвідомлення і практичної реалізації цілей підготовки висококваліфікованого фахівця.

Екологічна освіта у закладі медичної освіти – це результат якісної, ґрунтовної, теоретичної і практичної підготовки фахівців на основі взаємозв'язку міждисциплінарних наук із проблем людського суспільства та біосфери. Лише, коли зміст освітніх компонентів міститиме знання з природничо-наукових та професійно-орієнтованих дисциплін, екологічні знання студентів будуть сформовані лише на міцній біологічній основі.

Метою екологічної освіти у медичних закладах є формування особистості медичного фахівця, який володіє компетентностями та компетенціями, які передбачають володіння сучасними екологічними знаннями та уявленнями, новим ставленням до природи, розумінням



стратегій взаємодії із навколишнім середовищем, усвідомленням необхідності раціонального використання природних ресурсів, охорони довкілля.

Водночас, у чинних освітніх програмах підготовки студентів медичних закладів, освітні компоненти екологічним проблемам відводять незначне місце. Поверхневим є також усвідомлення здобувачами медичної освіти глобальних екологічних проблем сучасності. Лише незначна кількість студентів володіє програмними результатами, поверхнево володіють біологічними поняттями, які є базовими для засвоєння біологічних та екологічних знань, не вміють поєднати отримані знання та вміння зі своєю майбутньою професійною діяльністю.

Часто здобувачі освіти, не надають особливого значення вивченню екологічного компонента, не корелюють між знаннями з екології та основ професії, не розуміють потреби використання їх для екологічно грамотної професійної діяльності, вважаючи їх другорядними, непотрібними майбутньому медику.

Таким чином, володіння екологічними компетентностями та компетенціями є фахово необхідними, оскільки формують у здобувачів освіти світоглядні переконання, стимулюють усвідомлено розуміти явища, процеси та закономірності життєдіяльності організмів, місце людини в екологічній системі, сприяють вихованню інтересу, турботи та толерантного ставлення до навколишнього природного середовища.

#### Література:

1. Погоріла І. О., Романенко О. В. Напрямки екологічної освіти у медичних навчальних закладах. *Охорона здоров'я України*. 2008. № 1 (29).



УДК 613 + 504.75 : 616 – 053

## СУЧАСНА КОНЦЕПЦІЯ ОЦІНКИ, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ, ПІДЛІТКІВ І МОЛОДІ: ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ

**І. В. Сергета**

*Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова*

вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, 21018, Україна

**e-mail:** sergheta@ukr.net

Під час розгляду найбільш актуальних проблем медичної екології та охорони здоров'я населення особливе місце займають питання щодо здійснення адекватної, відповідно до сучасних вимог, оцінки стану здоров'я різних контингентів населення, які підлягають впливові фізичних, хімічних, біологічних та психогенних чинників [1, 2, 5].

Метою проведеного дослідження було наукове обґрунтування сучасної еколого-гігієнічної концепції оцінки, збереження і зміцнення здоров'я дітей, підлітків і молоді з урахуванням засобів об'єктивізації процесів визначення провідних показників стану адаптаційних ресурсів та функціональних можливостей організму.

У цьому контексті необхідно зазначити, що проблеми адекватної оцінки стану здоров'я мають чітко окреслений міждисциплінарний характер та обумовлюють потребу у визначенні показників як клінічного змісту, так і характеристик, пов'язаних з оцінкою перебігу адаптаційних процесів та, передусім, процесів соціально-психологічної, психофізіологічної і психічної адаптації людини до умов постійного перебування [3, 4].

Саме тому вирішення питань щодо здійснення адекватної оцінки стану здоров'я дітей, підлітків і молоді має бути спрямоване на розгляд проблем категорійно-понятійного змісту, якісної та кількісної оцінки стану здоров'я, нормування провідних показників



стану здоров'я, визначення і оцінки змін у стані здоров'я, котрі відбуваються на сучасному етапі, а також прогнозування та формування здоров'я.

Проблема категорійно-понятійного змісту чітко пов'язана із визначення здоров'я як еколого-гігієнічної категорії – тому найбільш прийнятним є підхід, який передбачає чітке виділення двох основних аспектів здоров'я, а саме: здоров'я індивідуума та здоров'я населення. Проблема якісної оцінки стану здоров'я дітей, підлітків і молоді обумовлює потребу в чіткому визначенні комплексу його найбільш інформативних критеріальних показників, до числа яких необхідно віднести не лише характеристики гострої і хронічної захворюваності, але й дані відносно рівня та ступеня гармонійності фізичного розвитку, фізичної працездатності, дані суб'єктивного скринінг-дослідження наявності ознак соматичного і психічного неблагополуччя, характеристики індивідуальних особливостей реагування організму у відповідь на вплив чинників навколишнього середовища та соціальних умов життя, якості життя тощо. Проблема кількісної оцінки стану здоров'я, передбачає розгляд таких її компонентів, як адаптаційний, адаптаційно-енергетичний і психофізіологічний компоненти. Проблема нормування провідних показників стану здоров'я обумовлює наукове обґрунтування провідних параметрів довкілля та соціальних умов життя, які впливають на організм. Проблема прогнозування здоров'я пов'язана з необхідністю визначення перспектив розвитку організму, який росте, на майбутнє, основних закономірностей формування його функціональних систем та перебігу соціального і професійного становлення. Проблема формування здоров'я визначає комплекс сприятливих та несприятливих чинників, що впливають на здоров'я дітей, підлітків і молоді, надає можливість розробити, науково-обґрунтувати та запровадити різноманітні підходи щодо управління станом здоров'я дитячих, підліткових та юнацьких колективів.

#### Література:

1. Баранов А. А. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности / А. А. Баранов, В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2008. – 352 с.
2. Гігієна та екологія / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця: Нова Книга, 2005. – 719 с.
3. Медицина граничних станів: 30-річний досвід психогігієнічних досліджень / О. С. Богачева, І. О. Васильченко, О. В. Веремієнко [та ін.] ; за ред. В. М. Лісового, В. О. Коробчанського. – Одеса: Прес-кур'єр, 2016. – 520 с.
4. Сердюк А. М. Психогигиена детей и подростков, страдающих хроническими соматическими заболеваниями / А. М. Сердюк, Н. С. Польша, І. В. Сергета. – Вінниця: Нова книга, 2012. – 336 с.
5. Університетська гігієна у контексті імплементації “Закону про вищу освіту”: фізіолого-гігієнічні основи, реалії та шляхи розвитку / І. В. Сергета, О. Ю. Панчук, Н. В. Стоян, І. Л. Дреженкова, С. Ю. Макаров // Довкілля та здоров'я. – 2016. – № 4 (80). – С. 46-52.





## ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ДНІПРО В МЕЖАХ М. ЗАПОРІЖЖЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗАПОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ

**О.О. Троїцька**

*Запорізький національний університет*  
пр. Соборний, 226, Запоріжжя-06, 69006, Україна  
**e-mail:** troitskaya2012@gmail.com

Сталий розвиток України багато в чому залежить від зниження рівня техногенного навантаження та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Україна належить до країн, що мають високі показники забруднення навколишнього середовища. Основними центрами зосередження екологічних проблем є крупні промислові центри. Причинами високого напруження екологічної обстановки, особливо у великих промислових містах, є те, що їх територія відчуває дуже інтенсивне антропогенне навантаження з взаємним накладанням кількох факторів і характеризується при цьому значною щільністю населення. Сучасний стан розвитку промисловості характеризується високою мірою конфліктності взаємодії з навколишнім природним середовищем [1].

Запорізька область та м. Запоріжжя є одним з найрозвиненіших індустріальних регіонів України. Промисловий комплекс представлений переважно металургійною та енергетичною галузями. Потужний техногенний потенціал становлять також підприємства практично всіх галузей індустрії: хімічні, машинобудівні підприємства, авіаційна промисловість, легка та харчова промисловість, виробництва будівельних матеріалів, поліграфії, підприємства гірничодобувного комплексу, комунальне господарство, транспорт і т.п.. Всього в області працює понад 280 промислових підприємств. Їхня концентрація зумовлює напружений стан навколишнього середовища, внаслідок викидів та скидів забруднюючих речовин у довкілля. Безпосередньо на території м. Запоріжжя розташовано 177 підприємств, які здійснюють викиди забруднюючих речовин в усі компоненти біосфери.

Водні ресурси м. Запоріжжя є одним з життєво необхідних компонентів та важливою частиною сталого розвитку щодо задоволення основних потреб людей, виробничої діяльності підприємств, збереження екосистем. Водопостачання м. Запоріжжя на 100 відсотків забезпечується використанням поверхневих вод басейну р. Дніпро оскільки знаходиться у межах Українського кристалічного масиву, де запаси підземних вод незначні. В Запорізькій області налічується 1400 основних водокористувачів, які щороку споживають 1100,0 мільйонів м<sup>3</sup> води. Основним джерелом води для потреб економіки та питної води є ріка Дніпро. Загальна довжина р. Дніпро в межах м. Запоріжжя складає 24,2 км, середній багаторічний об'єм стоку (у створі м. Запоріжжя) складає 53 км<sup>3</sup>, у маловодний рік він знижується до 32,7 км<sup>3</sup>. Сьогодні Запорізьке комунальне підприємство "Водоканал" готує воду питної якості на Дніпровських водопровідних станціях № 1 та № 2 (ДВС-1, ДВС-2) і транспортує її споживачам міста Запоріжжя, смт. Вільнянськ, смт. Н. Миколаївка і для частини Запорізького району (с. Богатирьова, Лежено, Балабине, Кушугум). Джерелом водопостачання служить р. Дніпро вище греблі. Водозабірні і очисні споруди ДВС-1 розташовуються на лівому березі, ДВС-2 - на правому. Також для питного водопостачання готують воду на очисній водопровідній станції (ОВС) ПАТ «Запоріжсталь».

Серйозною екологічною проблемою в регіоні є забруднення води р. Дніпро. Особливо гостро ця проблема стоїть у м. Запоріжжя. У містах Запоріжжя, Мелітополь та Бердянськ



після багаторічної експлуатації, за відсутності належних капітальних інвестицій, системи каналізації та водопостачання перебувають у незадовільному технічному стані. Системи водопостачання мають низьку пропускну спроможність і застаріли. Система зливової та побутової каналізації перебуває в поганому стані, а додаткове навантаження на неї внаслідок нового будівництва може призвести до катастрофічних наслідків. Промислові аварії/виливи, а також аварії каналізаційних насосних станцій призводять до регулярного порушення стандартів якості води і ставлять під загрозу здоров'я населення.

Найбільш забрудненими є стоки підприємств чорної та кольорової металургії, а також каналізаційні стоки від комунальних житлових комплексів. На ці точкові джерела припадає 60% загального обсягу викидів забрудненої води в області. Основними складниками забруднення води є: відпрацьовані матеріали, хлориди, сірка, фосфати, солі амонію, нітрати, нафтопродукти, цинк, нікель тощо. Виробничі та господарсько-побутові стоки змінюють кількість і якість природних вод, ускладнюють або зовсім виключають можливість використання водою для пиття, потреб рибного і сільського господарства, для спортивно-культурних і санітарно-оздоровчих заходів. Природна вода, забруднена виробничими і господарсько-побутовими стоками, стає непридатною для водопостачання населення головним чином тому, що вміст в ній багатьох забруднювачів негативно впливає на здоров'я людей і може стати причиною виникнення різних захворювань [2].

Основними природними речовинами і одночасно забруднювачами води є азотні сполуки, які є необхідними компонентами водних систем і водночас при перевищенні їх природних концентрацій стають токсикантами. При впливі на людину розрізняють первинну токсичність власне нітрат-іона; вторинну, пов'язану з утворенням нітрит-іона, і третинну, зумовлену утворенням з нітритів і амінів нітрозамінів. Смертельна доза нітратів для людини становить 8-15 г; допустиме добове споживання за рекомендаціями FAO / WHO - 5 мг / кг маси тіла.

Отже, воду з підвищеним вмістом нітратів небезпечно використовувати для питних потреб. Тривале споживання такої води приводить до патологічних змін в організмі людини, особливо небезпечна вона для дітей. Підвищений вміст сполук азоту свідчить про погіршення екологічного стану водних об'єктів. Величини вмісту нітратів можуть використовуватися в якості індикаторного показника, що відображає процес забруднення та погіршення якості поверхневих вод [3].

Згідно «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», сполуки азоту, як показники трофо-сапробіологічного (еколого-санітарного) блоку, характеризують ступінь забруднення поверхневих вод внаслідок надходження промислових, сільськогосподарських і комунальних стоків.

На протязі п'яти років (2015-2019 рр.), досліджувалися показники вмісту азоту нітратного у воді I підйому з ДВС-1, ДВС-2 та ОВС ПАТ «Запоріжсталь» (табл. 1).

На основі проведеного зіставлення середньорічних та максимальних (найгірших) значень для досліджуваного показника трофо - сапробіологічного блоку - вмісту азоту нітратного, визначили клас та категорію якості води I підйому з ДВС-1, ДВС-2 та ОВС ПАТ «Запоріжсталь», як за середньорічними, так і за максимальними (найгіршими) величинами.

Встановлено, що за п'ятирічний період досліджень, вміст азоту нітратного у дослідних пробах води I підйому з ДВС-1, змінювався за середньорічними величинами від 0,865 до 2,08 мгN/дм<sup>3</sup>. У 2015 р. цей показник відповідав III класу та 5-тій категорії якості води (за станом «посередня»; за ступенем чистоти – «помірно забруднена»). У 2016-2019 рр. показники вмісту азоту нітратного відповідали IV класу якості та 6-тій категорії якості води (за станом «погана»; за ступенем чистоти – «брудна»). За максимальними (найгіршими) величинами вмісту азоту нітратного визначено, що на протязі 2015-2017 рр. вони відповідали IV класу та 6 категорії якості, а у 2018 і 2019 рр. відбулося ще більше



погіршення якості води і клас та категорія якості відповідали – V(7), що характеризує їх за станом як «дуже погані», а за ступенем чистоти - «дуже брудні».

Таблиця 1

**Значення середньорічних та максимальних (найгірших) показників вмісту азоту нітратного у воді I підйому з ДВС-1, ДВС-2 та ОВС ПАТ «Запоріжсталь» за 2015-2019 рр.**

Об'єкти відбору проб	Значення вмісту азоту нітратного по роках (мгN/дм <sup>3</sup> )									
	2015 р.		2016 р.		2017 р.		2018 р.		2019 р.	
	Середньорічні	Максимальні	Середньорічні	Максимальні	Середньорічні	Максимальні	Середньорічні	Максимальні	Середньорічні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ДВС-1	0,865	1,34	1,368	1,82	1,863	2,14	2,02	2,51	2,08	2,55
ДВС-2	1,26	2,77	1,61	3,54	1,408	2,79	1,55	2,35	1,83	2,51
ОВС ПАТ «Запоріжсталь»	1,211	1,90	1,508	1,82	2,26	2,48	2,13	2,51	2,17	2,63

Дослідження проб води I підйому з ДВС-2 показали, що за вмістом азоту нітратного за середньорічними величинами, всі п'ять дослідних років, були практично на одному рівні. Найменший вміст - 1,26 мгN/дм<sup>3</sup> був визначений у 2015 році, а найбільший - 1,83 мгN/дм<sup>3</sup> у 2019 р., що відповідає IV класу та 6-тій категорії якості води і характеризуються за станом як «погані», за ступенем їх чистоти - «брудні». За максимальними (найгіршими) величинами вмісту азоту нітратного визначено, що у 2015 р., вони відповідали V класу якості та 7-тій категорії якості води. У 2018 році спостерігалось незначне покращення якості дослідної води (IV клас та 6-та категорія якості). Але у 2019 році цей показник знову погіршився і відповідав V класу та 7-мій категорії якості (за станом - «дуже погані», за ступенем їх чистоти - «дуже брудні»).

За середньорічними величинами вмісту азоту нітратного виявлена стабільно незадовільна якість дослідної води I підйому з ОВС ПАТ «Запоріжсталь». На протязі всіх п'яти років досліджень визначений IV клас і 6 категорії якості води. За максимальними (найгіршими) величинами виявлена негативна динаміка. У 2015 - 2018 рр. цей показник відповідав IV класу і 6 категорії якості, але у 2019 році ситуація ще більше загострилася і вміст азоту нітратного відповідав V класу і 7 категорії якості води (за станом - «дуже погані», а за ступенем чистоти - «дуже брудні»).

Підсумовуючи результати досліджень, можна стверджувати, що спостерігається значний антропогенний вплив і стійка тенденція погіршення екологічного стану води р. Дніпро в межах м. Запоріжжя. Значне антропогенне навантаження порушило природну рівновагу і знизило якість дослідних вод, що негативно впливає на абсолютно всі сфери життєдіяльності.

Таким чином, проблема антропогенного впливу на екологічний стан р. Дніпро є невід'ємною частиною проблеми охорони природи, покращення екологічного стану і забезпечення сталого розвитку Запорізького регіону. Отже, забезпечення якості поверхневих вод, від яких залежить життя багатьох людей, є одним з пріоритетних





завдань національної та екологічної безпеки України та має вирішуватися в контексті екологічно збалансованого сталого розвитку суспільства і держави.

### Література:

1. Аналіз сталого розвитку: глобальний і регіональні контексти / Міжнар. рада з науки (ICSU) та ін. ; наук. кер. проекту М.З. Згуровський. Київ : НТУУ «КПІ», 2014.
2. Стратегічний аналіз соціально-економічного розвитку Запорізької області (виконано в межах розробки проекту стратегії регіонального розвитку Запорізької області на період до 2027 року).[Електронний ресурс]:[https://www.zoda.gov.ua/files/WP\\_Article\\_File/original/000119/119609.pdf](https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000119/119609.pdf).
3. Солованюк О., Гулай Л. Роль нітрогенвмісних сполук в оцінці екологічного стану поверхневих штучних водоймищ. Збірник наукових статей “III-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю”(Екологія/Ecology–2011). 2011. С. 537-539.



УДК 528.9:332.3

## ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ЦУМАНСЬКА ПУЩА»

**М.А. Федонюк<sup>1</sup>, В.В. Федонюк<sup>1</sup>, Б.І. Подзюбанчук<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Луцький національний технічний університет  
вул. Львівська, 75, Луцьк, Волинська обл., 43018, Україна  
**e-mail:** ecolutsk@gmail.com

<sup>2</sup>Ківерцівський національний парк «Цуманська пуща»  
вул. Незалежності, 18, м. Ківерці, Волинська обл., 45200, Україна  
**e-mail:** kivercsi.npp@gmail.com

В умовах стрімкого впровадження геоінформаційних технологій у всі сфери природничих наукових досліджень, більшість об’єктів природно-заповідного фонду України ще мало використовують переваги інтерактивного картування, що позбавляє співробітників цих установ та всіх зацікавлених осіб можливості використання досить ефективних інструментів управління природоохоронними територіями [1, 2]. Це визначило *актуальність* даної роботи.

Тому *метою* роботи була розробка концепції, започаткування та підготовка створення електронного геопорталу Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуща». Парк донедавна не мав такого геопорталу, що і визначило *новизну* дослідження.

В процесі реалізації мети було вирішено ряд *завдань*: здійснено аналіз основних підходів та особливостей екологічного картографування об’єктів ПЗФ; розроблено методику створення інтерактивного онлайн-ресурсу для моніторингу і управління у межах парку або району; створено базову карту з усіма контурами земельних ділянок парку та контурами інших лісів та кварталних ліній в межах Ківерцівського району; розроблено карти функціонального зонування НПП; визначено подальші напрямки розвитку геопорталу, наповнення його окремих шарів і контурів. У перспективі, на нашу думку, доцільно продовжити роботу з екологічного картування Ківерцівського національного парку, додати детальні описи та фото окремих цікавих об’єктів; додавати нові шари, розмістити геопортал на окремому домені та на більш продуктивному сервері, забезпечити постійне оперативне внесення змін та доповнень.

В результаті роботи створено базову карту меж та функціонального зонування парку, а також окремі деталізовані карти по ділянках і кварталах, основні з яких можна відкрити у



вільному доступі за посиланнями: а) базова карта усіх земельних ділянок парку: посилання - <https://bit.ly/2M6olDi>, б) карта функціональних зон: посилання - <https://bit.ly/2SaZfGW>.

У перспективі доцільно продовжити дослідження за такими напрямками: додавання детальніших описів та фото до нанесених об'єктів; створення додаткових шарів карти: туризму, ґрунтів, поділу ОТГ, інспекторських обходів тощо; створення геоботанічних та еколого-туристичних карт; розробка GPS-прив'язки пішохідних та велосипедних маршрутів.

#### Література:

1. Материали научно-методического семинара «ГИС и заповедные территории» (13-14 апреля 2013 г., Харьковская обл., Краснокутский р-н, с. Владимировка) / Под. ред. А. П. Биатова. – Харьков: Мадрид, 2013. – 64 с.

2. Федонюк В. В. Досвід використання програми Google Earth при викладанні географічних дисциплін [Електронний ресурс]/ В.В. Федонюк, М.А. Федонюк, С.Г. Панькевич // Інформаційні технології і засоби навчання, 2013, № 6 (38). – Режим доступу до журналу : <http://www.journal.iitta.gov.ua>.



УДК 378:504 (477)

## ВИКЛАДАННЯ В ТЕХНІЧНИХ ВУЗАХ ЕКОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ЦИКЛУ ЗАГАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ – РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

**Д.Е. Бенатов**

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського*  
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна  
**e-mail:** [kpi@benatov.kiev.ua](mailto:kpi@benatov.kiev.ua)

Вивчення дисциплін екологічного спрямування є важливою складовою процесу підготовки інженерних кадрів.

В екологічній освіті реалізуються два напрями:

- орієнтація на “природне середовище” втілюється в інвайронментальній педагогіці;
- орієнтація на “світ природи” – в екологічній психопедагогіці [1].

З позиції першого підходу, у процесі екологічної освіти необхідно формувати систему уявлень про навколишнє природне середовище як про цілісну неподільну систему, що забезпечує життєдіяльність людини як біологічного виду, формувати свідоме відповідальне ставлення до навколишнього середовища, стратегії та технології раціонального природокористування [1]. З позиції другого підходу, у процесі екологічної освіти необхідно формувати: по-перше, систему уявлень про світ природи як про сукупність конкретних природних об'єктів (та їх комплексів), по-друге – ставлення до природних об'єктів як до унікальних, неповторних, по-третє – стратегії та технології непрагматичної взаємодії з ними [3].

В КПІ ім. Ігоря Сікорського з початку 90-х років курс екології вивчають студенти усіх без винятку спеціальностей. На превеликий жаль, останнім часом екологічні дисципліни впевнено оселились у кластері «улюблених» студентами предметів разом із філософією, психологією та охороною праці. Майбутні програмісти, радіоелектронщики, фізики прагнуть більше часу приділити спеціальним дисциплінам, вважаючи другорядною проблематику охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів. З одного боку такий стан справ зумовлений збільшенням уваги до екологічної проблематики у середній школі, а з іншого – дещо застарілим форматом викладання цих дисциплін в університетах.



У вищих навчальних закладах країн «великої сімки» під час викладання екології робиться акцент на практичній складовій та командній роботі. Під час лекцій студенти отримують лише «стартовий пакет» знань, решту навичок та умінь вони здобувають під час практичних занять. При цьому важливу роль відіграють консультації лекторів, що читають дисципліну. Вони відбуваються на регулярній основі для того, щоб студенти могли ділитися своїми здобутками, а викладачі коригувати напрям їхньої підготовки.

Кафедра екології та технології рослинних полімерів Київської політехніки з року в рік намагається вдосконалювати методологію викладання цих дисциплін. Цього року мною спільно зі старшим викладачем кафедри к.т.н. Ярославом Радовенчиком була розроблена та пройшла неформальну апробацію на факультеті прикладної математики пілотна програма практичних занять з курсу «Екологічна безпека інженерної діяльності». Студенти однієї академічної групи були розділені на підгрупи по 5 осіб, їм були запропоновані такі теми проєктів:

1. Віртуальне проведення екологічного аудиту підприємства.
2. Проведення соціологічного опитування студентів університету екологічного спрямування.
3. Розробка плану та проведення екскурсії до Державного політехнічного музею за екологічною тематикою.
4. Моделювання судового процесу у контексті вивчення основ природоохоронного законодавства.
5. Зйомка відеоролика, присвяченого природоохоронним проблемам.

Крім того, кожний студент повинен був написати звернення або скаргу до органів влади або місцевого самоврядування, що стосувалася реальної екологічної проблеми, а також запит про доступ до публічної інформації за екологічною тематикою.

Результатом проведеної роботи стало підвищення інтересу студентів до курсу у порівнянні з тими студентами, що проходили навчання за традиційною програмою, а також їх кращі рейтингові підсумкові показники. У перспективі ми плануємо поширити цей досвід на студентів усіх спеціальностей, яким викладачі кафедри читають курси екологічного спрямування.

### Література:

1. Білик Л.І. Особливості екологічної освіти студентів технічних університетів / Л. І. Білик // Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vnadps\\_2010\\_4\\_3.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vnadps_2010_4_3.pdf).
2. Дерябо С. Д. Две модели экологии / С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин // Человек. – 1998. – №1. – С. 34–40.



## КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Для підготовки спеціалістів з проблем охорони навколишнього середовища в серпні 1988 р. на базі відділення целюлозно-паперового виробництва та лабораторії промислової екології хіміко-технологічного факультету Київського політехнічного інституту була створена кафедра технології целюлозно-паперового виробництва та промислової екології. Для поліпшення підготовки інженерів-екологів з питань контролю забруднення довкілля у вересні 1990 р. до неї приєднали також і кафедру аналітичної хімії.

Велику роботу у створенні кафедри і підготовці фахівців за новою спеціальністю «Промислова екологія та охорона навколишнього середовища» здійснив професор, доктор технічних наук О. П. Шутько, який з 1988 по 1996 рр. очолював кафедру.

З 1993 року на кафедрі відкрита аспірантура з технології целюлозно-паперового виробництва та промислової екології. У тому ж році з ініціативи кафедри була організована перша в Україні Вчена рада з присудження вчених ступенів доктора та кандидата наук (Д 1.02.01) за спеціальностями целюлозно-паперової технології та промислової екології.

Крім організації навчального процесу для спеціалістів-екологів, кафедра продовжує готувати хіміків-технологів целюлозно-паперового виробництва (денна та заочна форми навчання).

Основні напрями наукової діяльності кафедри:

- розробка нових видів реагентів для процесів водочистки, водопідготовки та переробки відходів;
- розробка технологій одержання волокнистих напівфабрикатів із соломи та інших однорічних рослин.

У лютому 2000 р. кафедра увійшла до структури інженерно-хімічного факультету (ІХФ), а в листопаді 2002 р. була перейменована на кафедру екології та технології рослинних полімерів.

Кафедра активно співпрацює з підприємствами паперової галузі, галузевими та академічними інститутами. Всі випускники обох спеціальностей зазвичай отримують престижні вакансії на підприємствах і в наукових установах України.

При кафедрі працює аспірантура, а її випускники, як правило, продовжують свою наукову та педагогічну діяльність у стінах кафедри.

Завідувач кафедри – д-р тех. наук, проф. Гомеля Микола Дмитрович.

### Контактна інформація:

*Адреса кафедри: пр. Перемоги 37, корпус №4, м. Київ, 03056*

*E-mail: [eco-paper@kpi.ua](mailto:eco-paper@kpi.ua)*

*Телефон: (+38044) 454-91-40*

*Факс: (+38044) 236-60-83*

*<http://www.eco-paper.kpi.ua>*