

**Дослідження процесу та розробка високоефективної ресурсозберігаючої екологічно безпечної технології глибокого очищення води від сполук арсену.**

**Исследование процесса и разработка высокоэффективной ресурсосберегающей экологически безопасной технологии глубокой очистки воды от соединений мышьяка.**  
**Investigation of the processes and development of high efficiency resource-saving ecological-safety technology of deep arsenic removal from water.**

**1. Номер державної реєстрації теми - 0110U002384**

**2. Науковий керівник - д.т.н. Мітченко Т.Є., Митченко Т.Е., Mitchenko Tetiana Ye.**

**3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Узагальнення інформації щодо природних та антропогенних шляхів та причин надходження сполук арсену в природні води. Встановлення переважних форм перебування сполук арсену в водному середовищі. Проведення порівняльного аналізу та узагальнення існуючої інформації щодо новітніх методів та матеріалів для глибокого видалення арсену з води.

Відпрацювання методик визначення арсену в водних розчинах: фотометричної із використанням фотоколориметра та методики визначення на атомно-абсорбційному спектрометрі. Аналіз переваг та недоліків використання методик, уточнення умов та границь застосування.

Визначення та узагальнення даних щодо наявності, концентраційних рівнів та форм присутності арсену у природних підземних та поверхневих водах України.

Проведення експериментальних досліджень та визначення фізико-хімічних та сорбційних характеристик ряду матеріалів органічного та неорганічного походження, що є селективними по відношенню до арсену. Проведення експериментальних досліджень та визначення параметрів баромембранних методів вилучення арсену з води. Визначення оптимальних умов перебігу процесів глибокого видалення арсену з води сорбційним та мембранним методами.

Розробка на основі проведених досліджень технологічних пропозицій та визначення технічних параметрів щодо високоефективного та екологічно безпечного процесу глибокого очищення води від сполук арсену. Комплексна технологія глибокого вилучення арсену з водних середовищ включає попередню підготовку води із застосуванням механічної фільтрації, мембранну обробку води з наступним видаленням арсену з перміату зі зниженим вмістом цільового компоненту спеціально підібраними селективними сорбентами та вилученням арсену з розчину концентрату дешевими сорбентами, одержаними на базі відпрацьованих у процесах демінералізації води іонітами.

**(рос.)**

Обобщение информации о природных и антропогенных путях и причинах поступления соединений мышьяка в природные воды. Определение преобладающих форм присутствия соединений мышьяка в водных средах. Проведение сравнительного анализа и обобщение существующей информации о новейших методах и материалах для глубокого извлечения мышьяка из воды.

Отработка методик определения мышьяка в водных растворах: фотометрической с использованием фотоколориметра и методики определения на атомно-абсорбционном спектрометре. Анализ преимуществ и недостатков использования методик, уточнение условий и пределов применения.

Определение и обобщение данных о наличии, концентрационных уровнях и формах присутствии мышьяка в природных подземных и поверхностных водах Украины.

Проведение экспериментальных исследований и определение физико-химических и сорбционных характеристик ряда материалов органического и неорганического происхождения, селективных по отношению к мышьяку. Проведение экспериментальных исследований и определение параметров баромембранных методов извлечения мышьяка из

води. Определение оптимальных условий протекания процессов глубокого извлечения арсена из воды сорбционным и мембранным методами.

Разработка на основе проведенных исследований технологических предложений и определение технических параметров высокоэффективного и экологически безопасного процесса глубокой очистки воды от соединений мышьяка. Комплексная технология глубокого удаления мышьяка из водных сред включает предварительную подготовку воды с использованием механической фильтрации, мембранную обработку воды с последующим извлечением мышьяка из пермеата со сниженным содержанием целевого компонента специально подобранными селективными сорбентами и извлечением мышьяка из раствора концентрата дешевыми сорбентами, полученными на основе отработанных в процессах деминерализации воды ионитами.

**(англ.)**

The information about both, natural and anthropogenic ways and the reasons of arsenic compounds appearance in natural waters are generalised. Prevailing forms of the presence of arsenic compounds in water medium are defined. The comparative analysis and summarization of the existing information on the novel methods and materials for deep extraction of arsenic from water are carried out.

The definition of arsenic in water solutions by photometric method and on an atomic-absorption spectrometer is conducted. The advantages and lacks of used methods, specification of conditions and application limits are analysed.

The data about presence, concentration levels and forms of arsenic at natural underground and surface waters of Ukraine are defined and generalised.

Experimental researches and definition of physicochemical and sorption characteristics of a line of an organic and inorganic materials which are selective for extraction of arsenic from water are carried out. Experimental investigations and definition of parameters of the membrane methods of arsenic extraction from water are conducted. Optimum conditions of deep arsenic extraction from water by sorption and membrane methods are determined.

On the basis of the spent researches the technological offers are developed and technical parameters of highly effective and ecological-safety process of deep water purification from arsenic are established. The complex technology of deep arsenic removal from water includes preliminary preparation of water with use of a mechanical filtration, membrane treatment of water with the following removal of arsenic from permeate (with low concentration of target component) by the special selective sorbents and extraction of arsenic from a concentrate by the cheap sorbents received on the basis of the ionites exhausted in demineralization processes.

**4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності. Немає**

**5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Рівень проведених в рамках роботи досліджень відповідає світовому, а за науковою новизною результати роботи перевищують світовий рівень. В Україні не виконується досліджень в даному напрямі.

Робота спрямована на створення нової ефективної та конкурентноспроможної технології.

**6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Запропонована розробка дозволить:

- в 2 рази знизити витрати на очищення води у порівнянні з технологіями, що застосовуються в світовій практиці за рахунок застосування оптимальних технологічних рішень і матеріалів;
- скоротити на 75-80% скидання токсичних стічних вод.

**7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Користувачами розробки мають бути Міністерство охорони навколишнього середовища, а також підприємства, організації та проектні установи, що займаються розробкою установок та застосуванням технологій очистки питної та стічної води.

Після проведення дослідно-промислових випробувань результати роботи можуть бути використані для подальшого вдосконалення технологічних процесів та систем очищення води від токсичних домішок у галузі водопідготовки для одержання питної і технологічної води на підприємствах ПБК “Радомишль”, ТМ “Наша ряба”, ТОВ “Здорова вода”, ТОВ “Мембранні технології”, ТОВ “Екохім-інжиніринг”.

#### **8. Стан готовності розробки.**

Розроблено технологічні пропозиції та технічні параметри комплексного процесу глибокого очищення води від арсену. Проведено лабораторні дослідження та одержано оптимальні параметри перебігу складових стадій процесу. Планується проведення дослідно-промислових випробувань.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

Результати досліджень та відпрацьовані методики впроваджено в навчальний процес в розділі “Методи глибокої очистки води від токсичних домішок” в рамках циклів лекцій “Технології і обладнання підготовки питної і технічної води” та “Сучасні методи та матеріали для водопідготовки”; при підготовці спецкурсу “Сучасні проблемні питання хімічної технології неорганічних речовин”, при підготовці та викладанні спецкурсу для студентів, магістрантів та аспірантів ХТФ “Сорбційні методи підготовки води із застосуванням сучасних матеріалів та обладнання”.

На базі проведених досліджень захищено магістерську роботу "Вивчення фізико-хімічних засад сорбційних процесів видалення заліза з артезіанських вод та розробка раціональної технології їх очистки", готуються до захисту магістерська робота “Дослідження процесу та розробка високоефективної екологічно безпечної технології глибокого очищення води від сполук арсену” та дисертаційна робота “Дослідження та розробка високоефективного ресурсозберігаючого екологічно безпечного процесу глибокого очищення забруднених вод від токсичних домішок”

Розроблені науково-технічні рішення та технологічні пропозиції рекомендовані для використання при проектуванні технологічних схем та обладнання для очистки питної та стічної води, а також розробки локальних установок глибокого очищення природних вод від арсену ТОВ “Екохім-інжиніринг”. Планується проведення сумісних дослідно-промислових випробувань запропонованих технологічних рішень та режимів.

#### **10. Назва організації, телефон, E-mail**

НТУУ”КПІ”, Хіміко-технологічний факультет, Лабораторія іонного обміну та адсорбції, тел. (044) 406-83-22, e-mail: [makarova@voda.com.ua](mailto:makarova@voda.com.ua)

#### **11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки**

1. Сусь М., Малецький З. Применение железо-селективных и биоцидных гибридных сорбентов для предподготовки воды перед обратным осмосом // Збірка тез доповідей III Міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології (21-23 квітня 2010 р., м. Київ). – С.260.
2. N. Makarova, T. Mitchenko, H. Shevchuk, Z. Maletskyi. Investigation and development of special hybrid sorbents for application in membrane technologies of arsenic extraction from water // IWA Regional Conference and Exhibition on Membrane Technology and Water Reuse. 18-22 октября 2010. Istanbul, Turkey.- P. 68-70.
3. Maletskyi Z., Mitchenko T., Makarova N., Shevchuk E. Eliminating Arsenic from RO concentrates by the reuse of anion exchange resins // EuroMed 2010, 3-7 October 2010. Tel Aviv. - P. 85-87.
4. Орестов Є., Мітченко Т., Малецький З. Особливості фізико-хімічних перетворень сполук Феруму в підземних водах // Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. – 2011. - № 1(3). - С.-4-11.
5. Z. Maletskyi, T. Mitchenko, N. Makarova, W.H. Hoell / Properties of anion exchange resins exhausted by humic compounds // Desalination and Water Treatment Journal. – 2011. - №25. - P. 78-83.

6. Малецький З.В., Мітченко Т.Є. Про механізм зміни фізико-хімічних властивостей аніонітів, імпрегнованих гуміновими речовинами // Наукові записки НаУКМА. Хімічні науки і технології. – Том 118. - С. 21-30
7. Maletskyi Z., Mitchenko T., Shevchuk E., Orestov E. Hybrid sorbents for iron removal process in RO technologies // Proceedings of International Congress on Membranes and Membrane Processes – ICOM 2011, 23-29 July, Amsterdam 2011, no.1744.
8. Малецкий З., Митченко Т. Получение и исследование свойств гибридных сорбентов на основе наночастиц гуминовых веществ // Тезисы докладов Международной конференции "Прикладная физико - неорганическая химия", Севастополь, 2-7 октября 2011/ - С. 174.
9. Орестов Є., Малецький З., Мітченко Т.Є. Особливості фізико-хімічних перетворень сполук Феруму в підземних водах // Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Вода в харчовій промисловості”, Одеса: ОНАХТ, 2011. - С. 61-62.
10. Коломиец Е.А., Малецкий З.В., Голуб И.А. Мониторинг примесей мышьяка в природных водах // Тези доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених “Хімія та сучасні технології”, Дніпропетровськ, 20-22 квітня 2011. - Т.І. - С. 45.
11. Є.О. Коломієць, З.В. Малецький, І.А. Голуб. Визначення розповсюдженості домішок миш'яку у природних водах України // Збірка тез доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “Екологія. Людина. Суспільство”, 18-22 травня, Київ, 2011, - С.60.