

**Створення комплексної технології кондиціонування мінералізованих вод для комунального та промислового водоспоживання.**

**Создание комплексной технологии кондиционирования минерализованных вод для коммунального и промышленного водопотребления.**

**Creating a comprehensive conditioning technology saline water for municipal and industrial water use.**

**1. Номер державної реєстрації теми - 011U002240**

**2. Науковий керівник – д.т.н., проф.. Гомеля М.Д., Гомеля Н.Д., Gomelya M.**

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

**(укр.)**

Робота спрямована на створення наукових засад процесів опріснення та очищення високомінералізованих вод без утворення рідких відходів, на розробку комплексної технології кондиціонування води, що передбачає пом'якшення та знесолення води, її знезараження та стабілізацію щодо накипоутворення для забезпечення потреб комунальних господарств та промислових підприємств. В процесі виконання роботи поряд з вирішенням проблеми забезпечення споживачів якісною водою вирішувалась проблема зниження антропогенного тиску на природні водні об'єкти за рахунок різкого зменшення об'ємів промислових стічних вод при організації замкнутих циклів водокористування.

В результаті виконання роботи створено технологію підготовки якісної питної води для населення, котра базується на реагентному освітленні високомінералізованої води, нанофільтраційному її опрісненні та пом'якшенні при одночасній переробці концентратів. Впровадження розробленої технології вирішить проблему водозабезпечення промислових підприємств на територіях з високомінералізованими природними водами. Вивчено вплив промислових підприємств на рівень мінералізації води природних водойм, проведено оцінку різних методів кондиціонування високомінералізованих вод, створено ефективні процеси реагентного та іонообмінного пом'якшення та стабілізації води, розроблено окисно-відновні та електрохімічні методи переробки регенераційних розчинів у дво-, три- та чотирикамерних електролізерах, створено комплексну технологію очищення високомінералізованих вод.

**(рос.)**

Работа направлена на создание научных основ опреснения и очищения высокоминерализованных вод без образования жидких отходов, на разработку комплексной технологии кондиционирования воды, которая предусматривает умягчение и обессоливание воды, её обеззараживание и стабилизацию по отношению к накипеобразованию для обеспечения нужд коммунального хозяйства и промышленных предприятий. В процессе выполнения работы, наряду с решением проблемы обеспечения потребителей качественной водой, решалась проблема снижения антропогенного давления на природные водные объекты за счет резкого уменьшения объемов промышленных сточных вод при организации замкнутых циклов водопользования.

В результате выполнения работы создана технология подготовки качественной питьевой воды для населения, которая основывается на реагентном осветлении высокоминерализованной воды, нанофильтрационном опреснении и умягчении при одновременной переработке концентратов. Внедрение разработанной технологии решит проблему водообеспечения промышленных предприятий на территориях с высокоминерализованными природными водами. Изучено влияние промышленных предприятий на уровень минерализации воды природных водоемов, проведено оценку разных методов кондиционирования высокоминерализованных вод, созданы эффективных процессы реагентного умягчения и стабилизации воды, разработаны окислительно-восстановительные и электрохимические методы переработки регенерационных растворов в двух- и трех- и четырехкамерных электролизерах, создана комплексная технология очистки высокоминерализованных вод.

**(англ.)**

This work is aimed at the creation of scientific bases of desalination and purification of highly mineralized water without the formation of liquid waste to developing an integrated water conditioning technology, which provides softening and desalination of water, its decontamination and stabilization with respect to scaling to meet the needs of utility and industrial companies. In carrying out the work, along with the problem of providing consumers high-quality water, solved the problem of reducing human pressure on natural water bodies due to a sharp decrease in the volume of industrial waste water in the closed cycle of water use.

As a result of the work, the technology of preparing high-quality drinking water for the population, which is based on the clarification reagent highly mineralized water, desalination and nanofiltration softening with simultaneous processing of concentrates. The introduction of the technology will solve the problem of water supply enterprises in areas with highly with natural waters. The influence of industry on the level of salinity of natural water bodies, carried out an assessment of different methods of conditioning of highly mineralized waters, to establish effective processes of softening and stabilizing reagent water, designed redox and electrochemical recycling methods of regeneration solutions in two-, three- and fourchamber electrolyzer, a comprehensive cleaning technology of highly of water.

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

- Патент України №43186. Спосіб пом'якшення води з використанням алюмінату натрію / Згуровський М.З., Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Рисухін В.В., Ільченко М.Ю., Камаєв В.С., Черноволов Г.Ю. - 10.08.09р., бюл. №15;
- Патент України №43182. Спосіб пом'якшення та знесолення високо мінералізованих вод з сульфат-аніонами / Згуровський М.З., Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Рисухін В.В., Ільченко М.Ю., Камаєв В.С., Черноволов Г.Ю. - 10.08.09р., бюл. №15;
- Патент на корисну модель №43187. Спосіб стабілізації води щодо накипоутворення / Згуровський М.З., Гомеля І.М., Рисухін В.В., Ільченко М.Ю., Радовенчик Я.В., Камаєв В.С., Черноволов Г.Ю. - 10.08.09р., бюл. №15;
- Патент на корисну модель №43185. Спосіб очищення природних та стічних вод від змулених речовин / Згуровський М.З., Гомеля І.М., Рисухін В.В., Ільченко М.Ю., Радовенчик Я.В., Камаєв В.С., Черноволов Г.Ю. - 10.08.09р., бюл. №15;
- Патент на корисну модель №43183. Спосіб відновлення регенераційних розчинів натрій-катионного пом'якшення води / Згуровський М.З., Гомеля І.М., Рисухін В.В., Ільченко М.Ю., Радовенчик Я.В., Камаєв В.С., Черноволов Г.Ю. - 10.08.09р., бюл. №15;
- Патент на корисну модель №43184. Спосіб очищення мінералізованих вод / Згуровський М.З., Гомеля І.М., Рисухін В.В., Ільченко М.Ю., Радовенчик Я.В., Камаєв В.С., Черноволов Г.Ю. - 10.08.09р., бюл. №15;
- Патент України №62068. Спосіб пом'якшення води / Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Голтвяницька О.В., Довголап М.Д. - 10.08.11р., бюл. №15;
- Патент України №62069. Спосіб пом'якшення води / Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Голтвяницька О.В., Довголап М.Д. - 10.08.11р., бюл. №15;
- Патент України №62070. Спосіб стабілізації води щодо осадковідкладень в баромембранних процесах очищення води / Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Рисухін В.В., Шацький Д.О., Камаєв В.С., Голтвяницька О.В. - 10.08.11р., бюл. №15;
- Патент України №62071. Спосіб пом'якшення води / Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Голтвяницька О.В. - 10.08.11р., бюл. №15;
- Патент України №62072. Спосіб стабілізації води щодо солевідкладень іонообмінним методом / Рисухін В.В., Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Камаєв В.С. - 10.08.11р., бюл. №15;
- Патент на корисну модель № 53884. Продуктивний спосіб очищення рідини / Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. – 25.10.2010, бюл. №20;

- Патент на корисну модель № 52546. Автоматизований сифонно-капілярний фільтр / Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. – 25.08.2010, бюл. №16;

## **5. Порівняння із світовими аналогами**

Результати відповідають світовому рівню. Нові наукові рішення щодо стабілізаційної обробки та освітлення мінералізованих вод перед баромембранним очищенням дозволяють підвищити вихід фільтратів з 70 – 75 % до 90 – 95 %. Нові процеси знесолення концентратів, що утворюються при нанофільтраційному та зворотньоосматичному очищенні води дозволяють успішно вирішити гостру проблему переробки та утилізації рідких відходів. Нові конструктивні та технологічні рішення щодо процесів переробки сольових розчинів – відходів іонообмінного очищення води дозволяють створити безвідходні технології демінералізації та пом'якшення води.

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

В наслідок вирішення складних технічних задач стабілізації води та переробки рідких відходів стало можливим використання реагентних баромембранних, іонообмінних та електрохімічних процесів для очищення та кондиціонування вод з високим рівнем забруднення нерозчинними домішками та мінеральними солями. При цьому є можливість в маловодних регіонах України використовувати в якості джерел водопостачання водоюми із низькою якістю води, стічні води діючих та закритих шахт, мінералізовані підземні води та морську воду. Це дозволить суттєво знизити затрати на транспортування води із поверхневих водоєм інших регіонів. В цілому, запропоновані в даному проекті рішення, дозволяють суттєво знизити затрати на водопостачання в маловодних областях України.

## **7. Потенціальні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації)**

Потенційні користувачі – підприємства енергетичного комплексу, промислові підприємства (металургійні, хімічні, нафтохімічні, видобувні і інші) підприємства Міністерства житлово-комунального господарства, наукові, проектні установи та організації.

## **8. Стан готовності розробки**

Результати реалізовані у вигляді вихідних даних для проектування систем кондиціонування високомінералізованих вод, створені стабілізатори можуть бути застосовані у промислового водокористуванні.

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

Основні результати роботи впровадженні в трьох спецкурсах спеціальності 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» таких як «Фізико-хімічні основи очистки води, «Технології та методи очищення води, «Очисні споруди. Основи проектування». Були проведені дослідно-виробничі випробування інгібіторів корозії та накипоутворення на ВАТ „Крим ТЕЦ”, на ЗАТ „АКВАСЕРВІС” на ВАТ „Алчевський металургійний комбінат”

## **10. Назва організації, телефон, e-mail: НТУУ «КПІ», інженерно-хімічний факультет, кафедра екології та технології рослинних полімерів, тел. (044) 236-60-83, e-mail: [m.gomelya@kpi.ua](mailto:m.gomelya@kpi.ua)**

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

1. Шаблій Т.О., Голтвяницька О.В., Гомеля М.Д. Оцінка ефективності реагентів під час пом'якшення води // Вісник НУ «Львівська політехніка», 2010. - №667. – С.270-273.
2. Шаблій Т.О., Голтвяницька О.В., Гомеля М.Д. Влияние алюминийсодержащих коагулянтов на эффективность реагентного умягчения высокоминерализованных вод Донбасса // Вісник НТУ «ХПІ», 2011. – 23. – С. 17-20.
3. Шаблій Т.О. Переработка отработанных щелочных и нейтральных растворов ионообменного умягчения воды методом электролиза // Энерготехнологии и ресурсосбережение, 2010. - №6. – С.63 - 66.
4. Голтвяницька О.В., Шаблій Т.О., Гомеля М.Д. Електродіалізне отримання сірчаної кислоти та лугу з розчинів сульфату натрію // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2011. - №3/6(51). – С.18-22.

5. Шаблій Т.А., Макаренко И.Н., Голтвяницкая Е.В. разработка эффективной технологии умягчения воды для промышленного водопотребления // Энерготехнологии и ресурсозбережению - 2010. - №1. – С.53-58.
6. Макаренко В.М., Шаблій Т.О., Носачова Ю.В., Тамазашвілі А.Т. Вилучення іонів міді в процесах іонообмінного пом'якшення води на катіоніті DOWEX MAC-3 // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - №1, 2010. - С. 53-59.
7. Рудковская Е.В., Омельчук Ю.А., Гомеля М.Д. Флотационная очистка шахтных вод от урана // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - №2(6), 2010. - С. 84-88.
8. Шаблій Т.О., Іванюк В.В., Гомеля М.Д. Електродіаліз розчину хлориду натрію з одержанням соляної кислоти та лугу // Вісник НТУУ «КПІ» Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, 2011. - №1(11). – С.67-71.
9. Радовенчик Я.В., Котлярова В.С., Гомеля М.Д. Відновлення регенераційних розчинів іонітових фільтрів пом'якшення води // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - №1, 2011. - С. 74-77.
10. Боженко О.М., Камаєв В.С., Гомеля М.Д. Очищення води від іонів міді сорбентами з магнітними властивостями // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - №2(6), 2010. - С. 64-67.
11. Гомеля М.Д., Терещенко О.М., Боженко О.М. Флотаційне очищення води від радіоіотопів цезію-137 поліамінофероціанідними комплексами // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - №2(6), 2010. - С. 78-81.
12. Рудковская Е.В., Омельчук Ю.А., Гомеля М.Д. Стабилизационная обработка воды для экологически безопасных систем водопотребления в энергетике // Збірник наукових праць СНУЯЕтаП. - №2(34), 2010. – С. 120-127.
13. Рудковская Е.В., Омельчук Ю.А., Гомеля М.Д. Оценка эффективности ингибиторов коррозии металлов // Збірник наукових праць СНУЯЕтаП. - №3(35), 2010. – С. 154-162.
14. Шаблій Т.О. Вилучення іонів міді з води теплообмінних циркуляційних систем // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2010. - №3/8(45) – С. 10-13.
15. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Крисенко Т.В. Вилучення іонів цинку з регенераційних розчинів під час іонообмінного очищення води // Вісник Національного університету «Львівська політехніка», 2010. - №667. – С. 268-270.
16. Рисухін В.В., Гомеля М.Д., Шаблій Т.О. Переробка концентратів, що утворюються при нанофільтраційному очищенні вод з підвищеною мінералізацією // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2011. - №5/3(53). – С.51-55.
17. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Наукові засади очищення води матеріалами з капілярними властивостями // III-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2011). Вінниця – 21-24 вересня. – 2011. – С. 15-18.
18. Рисухін В.В., Носачова Ю.В., Гомеля М.Д. Вилучення сульфат-іонів з вод з підвищеним рівнем мінералізації при їх реагентному пом'якшенні // III-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2011). Вінниця – 21-24 вересня. – 2011. – С. 18-20.
19. Тамазашвілі А.Т., Камаєв В.С., Гомеля М.Д. Розробка фільтрів для деаерації енергетичної води // Шоста міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні», м. Миколаїв. – 27-28 травня. – 2011. – С. 102-104.