

Розробка нових реагентів, матеріалів та технологій водоочищення для замкнених водоциркуляційних систем

Разработка новых реагентов, материалов и технологий водоочистки для замкнутых водоциркуляционных систем

Development of new reagents, materials and water treatment technology for closed water circulation systems

1. Номер державної реєстрації теми - 0114U000546

2. Науковий керівник- д.т.н., проф. Гомеля М.Д., Гомеля Н.Д., Gomelya N.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

В об'ємі роботи створено нові способи отримання високоосновних алюмінієвих коагулянтів, які базуються на взаємодії гідроксиду алюмінію та гідроксоалюмінатів магнію і кальцію із соляною кислотою і можуть ефективно використовуватися в процесах пом'якшення та освітлення води. Отримано нові полікатионні флокулянти шляхом поліконденсації амінів та епіхлоргідрину та при амінуванні поліакриламиду шляхом конденсації з амінами та формальдегідом. Розроблені нові наукові підходи до вилучення важких металів із гальваностоків. Для цього вивчено процеси десорбції іонів важких металів з катіоніту КУ-2-8 в нейтральному середовищі розчинами сульфату натрію. Досліджено процеси електрохімічного виділення іонів цинку, кадмію, нікелю та міді з нейтральних регенераційних розчинів, що містять сульфат натрію в концентрації 50-150 г/дм³. Отримані результати дозволяють реалізувати замкнуті системи водопостачання з отриманням відходів у вигляді металевого порошку. Вивчено процеси сорбції іонів міді з дистильованої та водопровідної води на феритних сорбентах. Показано, що сорбційна ємність сорбентів залежить від співвідношення іонів заліза (II) та заліза (III) у вихідному розчині та від складу розчину лугу, використаного при отриманні феритів. Ємність сорбенту зростає з підвищенням вмісту заліза (II). Розроблено методику синтезу композиційного сорбенту на основі катіоніту КУ-2-8 шляхом осадження в його порах синтетичного магнетиту в чистому виді й у присутності тіокарбаміду. Визначено ефективність знекиснення натрій-катионованої води на іоніті, що модифікований іонами Fe²⁺ та гідроксидом заліза (II). Показано, що краще процес проходить при використанні гідроксиду заліза. Показано, що ефективність пом'якшення води на слабокислотному катіоніті DOWEX MAC-3 залежить від форми іоніту та лужності води. Визначено умови кислотної регенерації слабокислотних катіонітів з отриманням нейтральних відпрацьованих елюатів та умови повторного використання кислих регенераційних розчинів, отриманих при відновленні слабо- та сильнокислотних катіонітів. Розроблено безвідходні процеси знесолення води для підживлення замкнених водоциркуляційних систем.

(рос.)

В объеме работы созданы новые способы получения высокоосновных алюминиевых коагулянтов, которые базируются на взаимодействии гидроксида алюминия и гидроксоалюминатов магния и кальция с соляной кислотой и могут эффективно использоваться в процессах умягчения и осветления воды. Получены новые поликатионные флокулянты путем поликонденсации аминов и эпихлоргидрина и при аминировании полиакриламида путем конденсации с аминами и формальдегидом. Разработанные новые научные подходы к удалению тяжелых металлов из гальваностоків. Для этого изучены процессы десорбции ионов тяжелых металлов с катионита КУ-2-8 в нейтральной среде растворами сульфата натрия. Исследованы процессы электрохимического выделения ионов цинка, кадмия, никеля и меди из нейтральных регенерационных растворов, которые содержат сульфат натрия в концентрации 50-150 г/дм³. Полученные результаты позволяют реализовать замкнутые системы водоснабжения с получением отходов в виде металлического порошка. Изучены процессы сорбции ионов

миди из дистиллированной и водопроводной воды на ферритных сорбентах. Показано, что сорбционная емкость сорбентов зависит от соотношения ионов железа (II) и железа (III) в исходном растворе и от состава раствора щелочи, использованной при получении ферритов. Емкость сорбента возрастает с повышением содержания железа (II). Разработана методика синтеза композиционного сорбента на основе катионита КУ-2-8 путем осаждения в его порах синтетического магнетита в чистом виде и в присутствии тиокарбамида. Определена эффективность обескислороживания натрий-катионированной воды на ионите, который модифицирован ионами Fe^{2+} и гидроксидом железа (II). Показано, что лучше процесс проходит при использовании гидроксида железа. Показано, что эффективность умягчения воды на слабокислотном катионите DOWEX MAC-3 зависит от формы ионита и щелочности воды. Определены условия кислотной регенерации слабокислотных катионитов с получением нейтральных отработанных элюатов и условия повторного использования кислых регенерационных растворов, полученных при восстановлении слабо- и сильнокислотных катионитов. Разработаны безотходные процессы обессоливания воды для подпитки замкнутых водоциркуляционных систем.

(англ.)

As the volume of work created new ways of obtaining highly basic aluminum coagulants, which are based on the interaction of aluminum hydroxide and magnesium and calcium sodium aluminate coagulants with hydrochloric acid and can be effectively used in the process of softening water and lighting. An polikationit new flocculant by polycondensation of amines and epichlorohydrine and polyacrylamide during amination by condensation with amines and formaldehyde. Developed new scientific approaches to the removal of heavy metals from galvanic. For this desorption processes studied heavy metal ions from the cation exchanger KU-2-8 in a neutral environment with solutions of sodium sulfate. The processes of electrochemical releasing ions of zinc, cadmium, nickel and copper with neutral regenerative solutions containing sodium sulfate in a concentration of 50-150 g/dm³. The results allow to realize closed water system with the receipt of waste in the form of metal powders. The process of sorption of copper and distilled water for ferritic sorbents. It is shown that sorption capacity of the sorbent depends on the ratio of iron ions (II) and iron (III) in the initial solution and the composition of the alkali used in obtaining ferrites. The capacity of the sorbent increases with increasing content of iron (II). The method of synthesis of composite sorbent based on KU-2-8 cationit by precipitation in its pores synthetic magnetite in pure form and in the presence tiocarbamide. Efficiency deoxygenation water on the resin that is modified Fe^{2+} ions and hydroxide iron (II). It is shown that the process is better when using iron hydroxide. It is shown that the effectiveness of water softening in subacid cationite DOWEX MAC-3 depends on the form of the resin, and alkaline water. The conditions of acid regeneration subacid cationite to obtain neutral eluate waste reuse and Conditions acid regeneration solutions obtained in the recovery sub- and highacid cationite. Developed non-waste processes for desalination of water feeding the closed circulating systems is developed.

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

- Гомеля М. Д., Трус І. М., Грабітченко В. М. Спосіб очищення води від сульфатів з одночасним її пом'якшенням. Патент на корисну модель № 101915. – Опубл. 12.10.2015 р., бюл. № 19.
- Гомеля М. Д., Трус І. М., Грабітченко В. М., Макаренко І. М. Спосіб електрохімічного отримання сірчаної кислоти. Патент на корисну модель № 101916. . – Опубл. 12.10.2015 р., бюл. № 19.
- Гомеля М. Д., Трус І. М., Грабітченко В. М., Петриченко А. І. Спосіб демінералізації та пом'якшення шахтних вод. Патент на корисну модель № 101941. – Опубл. 12.10.2015 р., бюл. № 19.
- Радовенчик В.М., Романенко М.І. Спосіб отримання матеріалу для сорбційних фільтрів. Патент України №98734 від 12.05.2015 р., бюл. №9.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Рівень розробки перевищує світовий. Сьогодні в Україні та за кордоном найбільш перспективними вважаються замкнуті циркуляційні системи водозабезпечення промислових підприємств. Однак, суттєвою перешкодою на шляху їх впровадження є відсутність екологічно доцільних технологій переробки рідких високомінералізованих відходів, що утворюються в процесах опріснення та засолення води та високоефективних реагентів і матеріалів для підвищення ступеню очищення вод. Запропонована розробка дозволяє частково вирішити ці питання для окремих галузей промисловості та реалізувати надійні замкнуті системи водоспоживання.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Використання розроблених технологій обробки води новими високоефективними реагентами та матеріалами дозволить на 90 - 95 % зменшити скид в довкілля шкідливих речовин, збільшити ефективність очищення стічних вод та забезпечити їх повторне використання в технологічному процесі, збільшити вихід якісної води, одночасно зменшивши відповідно кількість рідких відходів, що потребують додаткової обробки, в процесах її знесолення та демінералізації. В результаті використання нових реагентів та матеріалів вартість води може бути зменшена у 2 – 3 рази, що дозволить забезпечити потреби підприємств навіть у регіонах із значним водним дефіцитом.

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

Результати роботи можуть бути використані в інституті колоїдної хімії та хімії води НАН України, інституті «Укрводоканалпроект», на підприємствах міст Донбасу (ПАТ «Алчевський металургійний комбінат), Приазов'я, Криму, що займаються процесами підготовки високоякісної питної води та очищення стічних вод і вже виявили зацікавленість в таких технологіях. Окремі елементи технологій легко впроваджуються на існуючих станціях водопідготовки міст і окремих підприємств, на станціях очищення шахтних та стічних вод.

8. Стан готовності розробки.

Синтезовані та випробувані нові реагенти для пом'якшення та освітлення води, розроблені та випробувані в лабораторних умовах макети необхідного обладнання для електрохімічної переробки регенераційних розчинів та концентратів баромембранного очищення води, відпрацьовані відповідні технології і розроблені технологічні рекомендації щодо ефективного застосування високо селективних сорбентів для видалення мікрокількостей важких металів. Відпрацьовані відповідні технології і розроблені технологічні рекомендації щодо ефективного застосування розроблених реагентів. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового устаткування, адаптація розроблених реагентів до технологічних процесів існуючих станцій водопідготовки та водоочищення.

9. Існуючі результати впровадження.

Проведені дослідно-промислові випробування ефективності іонообмінного знесолення високомінералізованих вод на НВО «Аквахімтехнологія», м. Київ. Результати планується впровадити на цьому ж підприємстві.

10. Форма участі інвестора

Оптимальною формою участі в реалізації результатів проекту інвестора вважається розподіл отриманого прибутку. Точні співвідношення визначатимуться в кожному конкретному випадку в залежності від об'ємів впровадження, обсягу інвестицій, терміну проведення робіт і т.п.

11. Обсяг інвестицій

Необхідна для реалізації результатів проекту сума інвестицій складає біля 100 тис. \$.

12. Мета інвестицій - розширення бізнесу існуючого підприємства.

13. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", інженерно-хімічний факультет, кафедра екології та технології рослинних полімерів,
236-60-82, m.gomelya@kpi.ua

14. Фото розробки - відсутні

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Шаблій Т.О., Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Застосування нових реагентів і технологій в промисловому водоспоживанні – К.: Інфодрук, 2014. – 303 с.
2. Гомеля Н.Д. Очистка воды от сульфатов известкованием при добавлении реагентов, содержащих алюминий / Н.Д. Гомеля, И.Н. Трус, Ю.В. Носачева // Химия и технология воды. – 2014. – № 2. – С. 129-137.
3. Gomelya M.D. Application of aluminium coagulants for the removal of sulphate from mine water // M.D. Gomelya , I.M. Trus, T.O. Shabliy // Chemistry & Chemical Technology. – 2014. – 8 (2). – P. 197-203.
4. Trus I. Electrochemical processing of mine water concentrates with obtaining available chlorine / I. Trus, V. Hrabitchenko, M. Gomelya // British Journal. Of Science, Education and culture. – 2014. – № 2(6). – P. 103-108.
5. Fleysher A. Utilization of the residues obtained during the process of chemical purification of water as cement hardening accelerators / A. Fleysher, I. Trus, M. Gomelya, Tokarchuk V. // American Journal of Scientific and Educational Research. – 2014. – № 1(4). – P. 542-546.
6. Гомеля М.Д. Оцінка впливу хлоридів на іонообмінне очищення води від нітратів / М.Д. Гомеля, В.М. Грабітченко, І.М. Трус // Экология и промышленность. – 2015. – № 1 (45). – С. 61-65.
7. Хохотва О.П., Аветісян Ю.І. Видалення з води іонів міді модифікованим феритним сорбентом // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. Науково-технічний збірник. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2014. - випуск 23. - С. 133-136.
8. Гомеля М. Д. Вплив аерації та електролізу на зниження вмісту заліза / М. Д. Гомеля, І. М. Трус, В. М. Грабітченко // Екологічна безпека. – 2014. – № 1 (17). – С. 78-82.
9. Гомеля М.Д. Оцінка ефективності зворотньоосмотичного опріснення води після її пом'якшення на слабокислотному катіоніті / М.Д. Гомеля., І.М. Трус, В.М. Радовенчик // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 3. – С. 32-36.
10. Гомеля Н.Д. Деминерализация шахтных вод на анионите АВ-17-8 / Н.Д. Гомеля, И.Н. Трус // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2014. – № 8 (80). – С. 54-57.
11. Гомеля Н.Д. Исследование процессов ионообменного обессоливания высокоминерализованных вод / Н.Д. Гомеля, И.Н. Трус, А.И. Петриченко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2014. – № 2. – С. 47-51.
12. Гомеля М.Д. Нанofільтраційне опріснення слабoмінералізованих вод / М. Д. Гомеля, І. М. Трус, В. М. Грабітченко // Вопросы химии и химической технологии. – 2014. – № 1. – С. 98-102.
13. Трус І.М. Переробка осадів, що утворюються при реагентному очищенні шахтних вод від сульфатів / Трус І.М., Флейшер Г.Ю., Гомеля М.Д., Токарчук В.В. // Вісник КрНУ. – 2014. – № 4. – С. 169-174.
14. Гомеля М.Д. Електродіалізне опріснення розчинів з високим вмістом іонів жорсткості / М.Д. Гомеля, І. М. Трус, Т.О. Шаблій // Вісник ЧДТУ. – 2014. – № 1 (71). – С. 50-55.

15. Гомеля М.Д. Фільтрувальний матеріал для баромембранного очищення води / М.Д. Гомеля, О.М. Мовчанюк // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження". – 2014. – 1(12). – С. 45 – 51.
16. Грабітченко В. М., Трус І. М., Гомеля М. Д. Очищення високомінералізованих вод. / Вісник одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – Випуск 59. – С. 31-36.
17. Гомеля М.Д. Математичне моделювання кінетики процесу концентрування сірчаної кислоти при електрохімічній переробці сульфатвмісних елюатів / М.Д.Гомеля, І.М. Трус, І.В. Василенко // Праці Одеського політехнічного університету. – 2015. – № 1 (45). – С. 146-151.
18. Гомеля М.Д. Іонообмінне вилучення з води нітратів / М.Д. Гомеля, І.М. Трус, А.І. Петриченко, Т.О. Шаблій // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – № 59. – С. 19-24.
19. Грабітченко В.М. Розділення сульфатів і нітратів під час іонообмінного знесолення води / В.М. Грабітченко, І.М. Трус, М.Д. Гомеля // Вісник національного технічного університету України «КПІ» Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2014. – № 2 (13). – С. 72-76.
20. Трус І.Н. Разделение хлоридов и сульфатов при ионообменном обессоливании воды / И.Н.Трус, Н.Д.Гомеля, Т.А. Шаблій // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost' – 2014. – № 5. – С. 119-122.
21. Гомеля Н.Д. Влияние стабилизационной обработки воды на слабокислотном катионите в кислой форме на качество нанофльтрационного опреснения шахтной воды / Н.Д. Гомеля, И.Н. Трус, Я.В. Радовенчик // Научный вестник национального горного университета. – 2014. – № 5 (143). – С. 100-105.
22. Трус І.Н. Малоотходные процессы очистки сточных вод от сульфатов и хлоридов / И.Н. Трус, В.Н. Грабитченко, Н.Д. Гомеля // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2014. – № 4. – С. 42-48.
23. Трус І.М. Вивчення процесів вилучення з води сульфатів та хлоридів для маловідходної технології знесолення води/ І.М. Трус, І.М. Макаренко, Т.О. Шаблій // Праці Одеського політехнічного університету. – 2014. – № 2 (44). – С. 177-184.
24. Трус І.М. Опріснення шахтних вод з високою жорсткістю при використанні електродіалізу / І. М. Трус, І.М. Макаренко, Т.О. Шаблій // Вісник ЧДТУ. – 2014. – № 2 (73). – С. 49-54.

16. Ключові слова до розробки

стічні води, водопідготовка, знесолення. іонний обмін, іоніт, регенерація, сорбція, електродіаліз, знекиснення води