

ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ CU (II) І ZN (II) В ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ КОМПОЗИЦІЙНИМ СОРБЕНТОМ, ЩО МІСТИТЬ НАНОПОРОШОК АЛМАЗУ

Антоненко Л.П., Хохотва О.П.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Ільницька Г.Д.

Інститут надтвердих матеріалів імені В.М. Бакуля Національної академії наук України

Задніпрянець Ю.М., Демишок Т.І.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Тимошенко В.В.

Інститут надтвердих матеріалів імені В.М. Бакуля Національної академії наук України

Досліджено адсорбційні властивості композиційного волокнистого адсорбенту, що містить сульфатну хвойну вибілену целюлозу, каолінове, лавсанове волокна та нанопорошок алмазу детонаційного синтезу марки АСУД 99р в динамічних умовах. Показано, що введення нанопорошку АСУД 99р до складу фільтрувального матеріалу збільшує його адсорбційну ємність: об'єм пропущеного розчину, з майже повним вилученням іонів Cu^{2+} зріс на 60% порівняно з фільтрувальним матеріалом без додавання АСУД 99р. Методом потенціометричного титрування суспензії нанопорошку АСУД 99р було визначено тип і концентрацію поверхневих активних центрів. Встановлено, що переважають кислотні функціональні групи і основним механізмом вилучення іонів важких металів є іонообмінний. Це ж підтверджує і форма кривої зростання концентрації іонів Cu^{2+} на виході з адсорбційної колонки. Показано, що солі жорсткості не впливають на сорбцію іонів важких металів нанопорошком алмазу. Встановлено, що нанопорошок алмазу детонаційного синтезу марки АСУД 99р адсорбує іони важких металів як в кислому середовищі внаслідок іонного обміну на карбоксильних, фенольних і лактонних групах, так і в лужному завдяки наявності основних активних центрів, які вилучають метали у вигляді негативно заряджених гідросокомплексів.

Ключові слова: композиційний адсорбент, фільтрувальний матеріал, нанопорошок алмазу детонаційного синтезу, функціональні групи, адсорбція, іони важких металів

Постановка проблеми. Раціональне використання водних ресурсів є однією із найактуальніших задач сучасної екології, тому для її вирішення велика увага приділяється саме очищенню стічної води різних підприємств. Водночас особливе значення має контроль за вмістом важких металів, які є одними з найнебезпечніших в біологічному відношенні компонентами природних вод. Необхідно пам'ятати, що у всіх метаморфозах, що відбуваються в навколишньому середовищі, метали не зникають, а вступають у взаємодію, після чого часто утворюються їх водорозчинні сполуки, здатні до міграції [1]. Це значно ускладнює очищення від них водних об'єктів найпопулярнішими методами: коагуляцією, фільтрацією, фільтруванням і біохімічною очисткою.

Тому розробка ефективних екологічно чистих адсорбційних технологій є нині актуальною задачею, успішне вирішення якої є винайдення нових ефективних методів вилучення і концентрування іонів важких металів з водних розчинів [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною вимогою, що пред'являється до фільтрувального матеріалу, є здатність до тонкої очистки за умови великої швидкості фільтрування, малому гідралічному опорі і перепадів тиску рідини. Але потрібно звернути увагу на те, що потреба у високій пропускній здатності важко поєднується з необхідністю високої чистоти очищення. Тому для процесу фільтрування необхідний матеріал оптимальної пористості, яка за помірного гідралічного опору забезпечувала б високе очищення [3].

Актуальність теми пов'язана з проблемою пошуку ефективних сорбентів серед природних мінералів для видалення розчинених важких металів з води.

Серед широкого спектру існуючих наноматеріалів в першу чергу необхідно звернути увагу на прості речовини, які утворені вуглецем. Різноманітністю вуглецевих скелетів і типів хімічних зв'язків між атомами вуглецю пояснюється велика кількість

відомих нині алотропних форм вуглецю. Наноалмази мають таку ж кристалічну структуру, як і звичайний алмаз, але їх кристали значно менші за розмірами: від 2 до 8 нм. Завдяки цьому велика частина атомів вуглецю знаходиться на поверхні, де властивості атомів відрізняються від властивостей атомів вуглецю в об'ємі. Поверхневі атоми мають вільні валентності, які можуть замикатися одна на одну з утворенням 5- і 6-членних циклів [4].

Атоми вуглецю, що знаходяться на поверхні, на відміну від атомів в об'ємі, мають вільні валентності і можуть приєднувати атоми інших елементів. Наявність активних груп атомів полегшує хімічну модифікацію поверхні і створює можливості управління властивостями наноалмазів. У всьому іншому наноалмази мають властивості звичайних алмазів, зокрема дуже високу твердість і хімічну інертність [5; 6].

Малий розмір частинок нанопорошку алмазу обумовлює їхню велику питому поверхню, що призводить до збільшення вільної поверхневої енергії. Зменшення вільної поверхневої енергії може відбуватися внаслідок агрегації частинок.

Отримання нанопорошків з великою питомою поверхнею здійснюють спеціальними методами формування поверхневих властивостей. Формування поверхневих властивостей здійснюється шляхом спеціальної реконструкції. Реконструкція поверхні є складним фізико-хімічним процесом, який включає низку стадій обробки поверхні нанопорошків алмазу, таких як термохімічне, хімічне і електрохімічне. Зазвичай на поверхні нанопорошків алмазу знаходиться велика кількість груп, що містять кисень, які великою мірою визначають агрегаційні властивості порошків. Тому для збільшення питомої поверхні нанопорошків алмазу і зменшення агрегаційної здатності алмазних частинок необхідно зменшити кількість груп, які містять кисень, на поверхні частинок наноалмазу, шляхом розроблення нових схем реконструкції поверхні нанопорошків алмазу [7; 8].

Така реконструкція нанопорошку алмазу детонаційного синтезу марки АСУД 99 була здійснена в інституті надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України та отримано нанопорошок алмазу марки АСУД 99р. Результати дослідження адсорбційних властивостей обох нанопорошків в статичних умовах опубліковано раніше [9; 10].

Мета роботи. Метою роботи було дослідження впливу нанопорошку алмазу у складі композиційного сорбенту на адсорбцію іонів важких металів в динамічних умовах, визначення основних функціональних груп адсорбенту АСУД 99р, а також впливу рН середовища та солей жорсткості на процес сорбції.

Виклад основного матеріалу. Оскільки адсорбент АСУД 99р є порошком з нанорозмірними часточками, було виготовлено композиційний волокнистий адсорбент, що містить 20% сульфатної хвойної вибіленої целюлози, 40% каолінового волокна, 40% лавсанового волокна та 2% АСУД 99р. Аналогічно виготовляли фільтруючий матеріал без нанопорошку алмазу. З виготовленого листового матеріалу вирізали фільтрувальні шари діаметром 7,6 см, які поміщали у колонку. Висота фільтрувального шару складала 13 см, швидкість фільтрування становила 86,75 м/год.

Для дослідження адсорбції іонів Cu^{2+} з розчину $CuSO_4$ нанопорошком алмазу АСУД 99р в динамічних умовах через колонки, заповнені фільтрувальним матеріалом без адсорбенту та з адсорбентом пропускали розчин солі $CuSO_4$ з початковою концентрацією іонів міді 2,8 мг/дм³ та відбирали проби фільтрату, в яких визначали залишковий вміст іонів міді (II) фотометричним методом з ДДК натрію.

Як видно з рис. 1, з перших 75 см³ розчину $CuSO_4$ іони міді (II) на фільтрувальному матеріалі без АСУД 99р адсорбувалися майже повністю, а надалі їх концентрація поступово зростала, поки не відбувалося повного насичення адсорбенту після пропускання 250 см³ розчину. Фільтрувальний матеріал з АСУД 99р практично повністю вилучав іони міді з перших 120 см³ розчину, а повне насичення спостерігалось після пропускання 280 см³ модельного розчину. Збільшення адсорбційної ємності фільтрувального матеріалу відбулося саме завдяки внесенню до його складу нанопорошку алмазу.

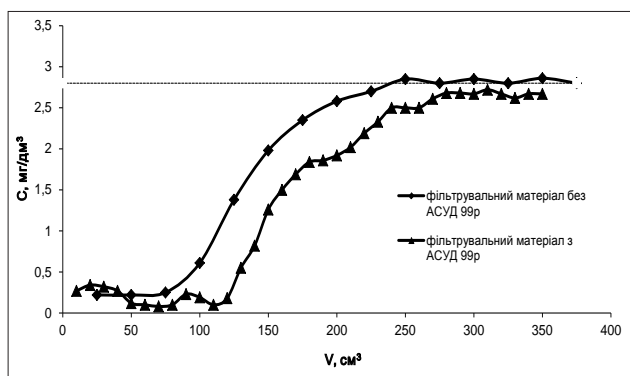


Рис. 1. Динаміка адсорбції іонів міді (II) з розчину $CuSO_4$ фільтрувальним матеріалом без адсорбенту та з адсорбентом відповідно

Для математичного вираження залежності між концентрацією іонів металу та часом сорбції за певної швидкості пропускання розчину через колонку найчастіше використовують модель Томаса (1), яка є найбільш простою і зручною.

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1 + \exp\left(k_{Th}\left(\frac{Q_0 M}{v} - C_0 t\right)\right)}, \quad (1)$$

де k_{Th} – константа моделі Томаса, дм³/(мг·год);
 Q_0 – максимальна концентрація розчиненої речовини у твердій фазі, мг/г;
 v – об'ємна швидкість пропускання розчину через колонку, дм³/год;
 M – маса сорбенту, г;
 t – час, год.

Кінетичний коефіцієнт k_{Th} та адсорбційну ємність завантаження колонки можна визначити з рівняння моделі у лінійній формі (2):

$$\ln\left(\frac{C_0}{C} - 1\right) = \frac{k_{Th} Q_0 M}{v} - k_{Th} C_0 t. \quad (2)$$

Модель Томаса пов'язує концентрацію на виході з колонки зі швидкістю пропускання розчину. І хоча в лінійну залежність об'ємна швидкість безпосередньо не входить, вона входить неявним чином у час сорбції, який дорівнює об'єму профільтованого розчину, поділеному на об'ємну швидкість. Модель застосовується для діапазону початкових концентрацій $(0,08-0,93) \cdot C_0$ і досить коректно описує процес сорбції, для якої справедлива ізотерма Ленгмюра та кінетика якої відповідає рівнянню другого порядку. Модель також передбачає, що процес сорбції контролюється масообмінними процесами між твердою та рідкою фазами.

Кількість іонів міді m_{ad} , яка затримана у колонці, відповідає площі над кривою проскоку у координатах $C-t$ і була розрахована чисельним інтегруванням.

За початкової концентрації іонів міді 2,8 мг/дм³ побудована початкова крива адсорбції іонів Cu^{2+} з розчину солі $CuSO_4$ в динамічних умовах, що адсорбується на фільтрувальному матеріалі з адсорбентом (рис. 2).

Графічну залежність у координатах $\ln\left(\frac{C_0}{C} - 1\right) - t$ наведено на рис. 3.

Рівняння лінійної апроксимації має вигляд:
 $y = -2,6319x + 6,7214 \quad R^2 = 0,8492$

Оскільки коефіцієнт кореляції $RI < 0,95$, то це свідчить про те, що модель Томаса не описує сорбцію Cu^{2+} на АСУД 99р. Модель Томаса передбачає сорбцію у мономолекулярному шарі на енергетично однорідній поверхні. Очевидно, поверхня фільтрувального матеріалу з АСУД 99р не є однорідною. Додатковим свідченням цього є різке, а не поступове, зростання концентрації іонів міді в елюаті після пропускання певного об'єму модельного розчину, що наводить на думку про заповнення певної адсорбційної ємності.

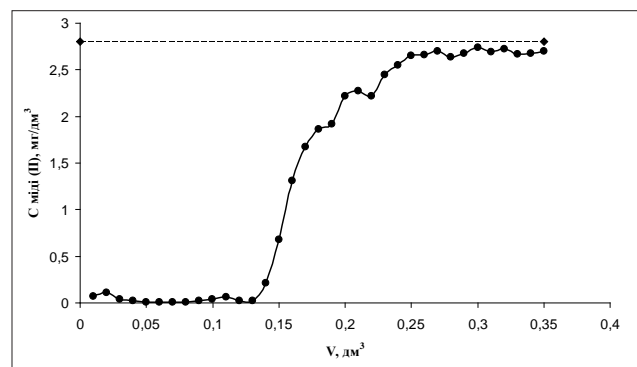


Рис. 2. Динаміка сорбції іонів Cu^{2+} з розчину солі $CuSO_4$ фільтрувальним матеріалом з нанопорошком ($C_{поч} = 2,8$ мг/дм³)

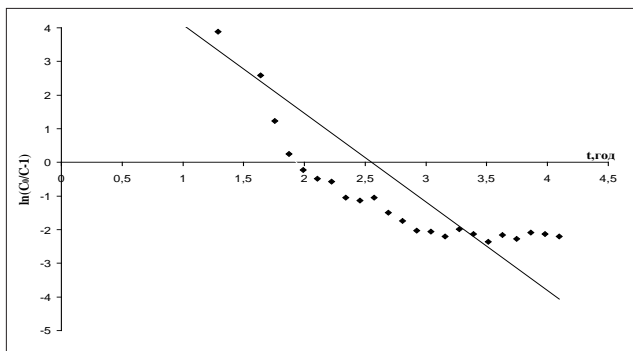


Рис. 3. Модель Томаса для сорбції Cu^{2+} на АСУД 99р у лінійній формі

Така сама ситуація спостерігається і у разі пропускання через колонку розчину $ZnSO_4$. Динаміку сорбції іонів Zn^{2+} з розчину $ZnSO_4$ фільтрувальним матеріалом з наноматеріалом представлено на рис. 4. Початкова концентрація іонів Zn^{2+} в розчині $ZnSO_4$ становила $10,0 \text{ мг/дм}^3$.

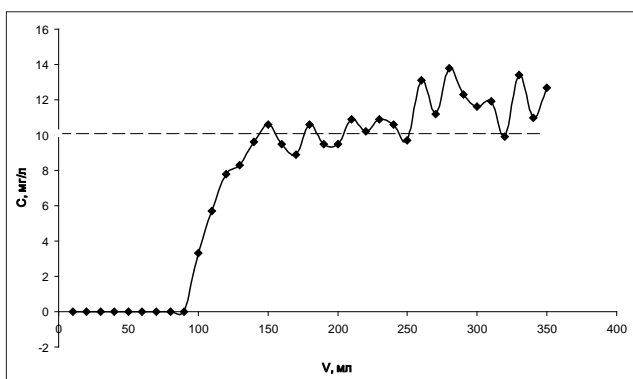


Рис. 4. Динаміка сорбції іонів цинку (II) з розчину $ZnSO_4$ фільтрувальним матеріалом з наноматеріалом ($C_{\text{поч.}} = 10 \text{ мг/дм}^3$)

З рис. 4 видно, що сорбція відбувається миттєво, а концентрація іонів Zn^{2+} починає зростати після пропускання 90 см^3 розчину і перестає адсорбуватися після пропускання 150 см^3 розчину $ZnSO_4$. Надалі адсорбовані іони цинку починають вимиватися з адсорбенту.

Для визначення основних функціональних груп адсорбенту АСУД 99р, які визначають механізм вилучення важких металів з водного середовища, можна використовувати різні варіанти титриметричного аналізу, що дозволить з різною точністю визначити та диференціювати кислотні та основні групи за значенням pK_a . В даній роботі використовувалось потенціометричне титрування. Його суть полягає у обробленні суспензії АСУД 99р $0,1 \text{ М НСІ}$ (для переведення усіх кислотних груп у H^+ -форму) з наступним титрування лугом, фіксуючи зміну рН за допомогою рН-метра. Спочатку відтитровуються вільні протони, а потім протони кислотних груп на поверхні сорбенту.

Таблиця 1

Кількість функціональних груп адсорбенту АСУД 99р

Типи активних центрів	Щільність активних центрів, ммоль-екв/г
Карбоксильні	2,67
Фенольні	2,36
Лактонні	1,03
Основні	3,08

Аналогічно визначали і загальну кількість основних груп.

Результати розрахунку функціональних груп адсорбенту АСУД 99р наведено в табл. 1.

Таким чином, в адсорбенті АСУД 99р значно переважають кислотні групи. Це означає, що домінуючим механізмом вилучення важких металів нанопорошком алмазу АСУД 99р є іонний обмін.

В усіх описаних вище дослідженнях адсорбційної здатності адсорбенту АСУД 99р розчини металів готувалися з використанням дистильованої води, але в промисловості використовується переважно технічна вода, яка містить солі жорсткості, що можуть впливати на адсорбційну здатність. Тому було досліджено адсорбційну здатність АСУД 99р за наявності іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} . На рис. 5 представлена динаміка сорбції іонів міді (II) з розчину $CuSO_4$ на водопровідній воді.

З рис. 5 видно, що адсорбція перебігає протягом пропускання 140 см^3 розчину, далі вона починає спадати до повного насичення після пропускання 220 см^3 розчину.

Як відомо, жорсткість води це один із найважливіших показників якості води, саме тому нами досліджено можливість пом'якшення водопровідної води фільтрувальним матеріалом із адсорбентом АСУД 99р. Раніше було показано, що солі Ca^{2+} не лише не погіршують адсорбцію важких металів, а навіть покращують її [11]. Результати досліджень зміни жорсткості водопровідної води фільтрувальним матеріалом із адсорбентом АСУД 99р наведено у табл. 2.

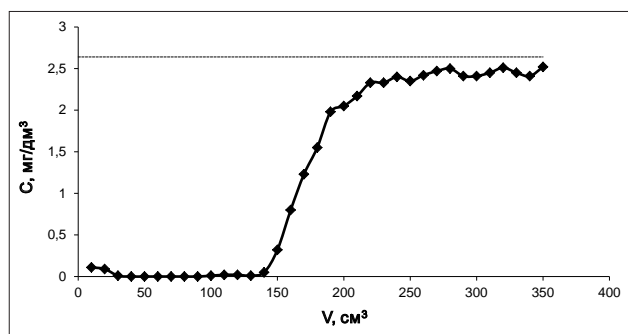


Рис. 5. Динаміка сорбції іонів міді (II) з розчину $CuSO_4$ на водопровідній воді ($C_{\text{поч.}} = 2,8 \text{ мг/дм}^3$)

Таблиця 2

Зміна жорсткості водопровідної води фільтрувальним матеріалом із адсорбентом АСУД 99р

Показник	Вода до фільтрування, ммоль/дм³	Вода після фільтрування, ммоль/дм³
Карбонатна жорсткість	4,4130	0,3341
Стала жорсткість	0,0370	0,0059
Загальна жорсткість	4,4500	0,3400

Як видно з табл. 2 вода, яка була пом'якшена за допомогою адсорбенту АСУД 99р має на порядок меншу жорсткість, ніж до пропускання через фільтр, що може мати велике значення в тих регіонах де вода дуже жорстка, або для виробництва, які використовують пом'якшену воду. Пом'якшення води не вплинуло на ефективність сорбції іонів міді. Це може бути пов'язано з тим, що при однакових зарядах іонів Cu (II), Ca (II) і Mg (II) іонні радіуси міді і магнію майже однакові ($0,073$ і $0,072 \text{ нм}$ відповідно), а кальцію він більший ($0,1 \text{ нм}$), що в свою

чергу впливає на радіус гідратованого іона: зі збільшенням іонного радіуса радіус гідратованого іона зменшується. Таким чином, гідратовані іони кальцію менші, ніж іони міді, і можуть займати іонообмінні ємності, недоступні для $Cu(II)$. Крім того, іони міді, на відміну від іонів кальцію, здатні до хелатування за донорно-акцепторним механізмом з волокнистою матрицею фільтрувального матеріалу, що загалом позитивно відображається на ступені вилучення $Cu(II)$ з води. Відомо, що величина адсорбції іонів значно залежить від їх форми знаходження в розчині і стану самої поверхні адсорбенту, тому варіювання рН розчину призводить до зміни адсорбційних характеристик іонів, що визначають і заряд поверхні [12].

Визначення впливу середовища розчину на адсорбцію іонів важких металів проводилось шляхом додаванням $NaOH$ або HCl . Результати дослідження наведено на рис. 6.

Як видно з рис. 6, концентрація іонів Zn^{2+} дещо менша в лужному середовищі, ніж у кислому чи нейтральному. Це пояснюється утворенням іонами Zn^{2+} у лужному середовищі гідроксо-комплексів, які, маючи негативний заряд та вилучаються з розчину на аніонообмінних (основних) активних центрах суспензії нанопорошку АСУД 99р. Тобто, нанопорошок АСУД 99р є амфолітом.

Висновки. Встановлено, що в адсорбенті АСУД 99р є кислотні (карбоксильні, фенольні, лактонні) та

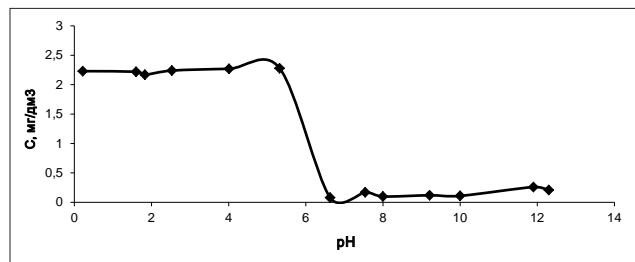


Рис. 6. Сорбція іонів Zn^{2+} з розчину Zn^{2+} з розчину $ZnSO_4$ нанопорошком АСУД 99р за різних значень рН ($C_{поч.} = 10$ мг/дм³)

основні типи активних центрів, перші з яких переважають. Основним механізмом вилучення іонів металів є іонообмінний.

Досліджено динаміку адсорбції іонів міді та цинку фільтрувальним матеріалом з нанопорошком алмазу АСУД 99р та встановлено, що його внесення до складу композиційного матеріалу сприяє глибшому вилученню важких металів.

Показано, що іони жорсткості не знижують ефективність сорбції іонів Cu^{2+} .

Встановлено, що нанопорошок алмазу детонаційного синтезу марки АСУД 99р адсорбує іони важких металів як в кислому, так і в лужному середовищі за рахунок залучення у процес сорбції різних функціональних груп на його поверхні.

Список літератури:

1. Майстренко В. Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамито // М.: Химия. – 1960. – 105 с.
2. Никифорова Т. Е., Козлов В. А., Багровская Н. А., Родионова М. В. Сорбционные свойства ферментативного модифицированного льняного волокна // Журнал прикладной химии. – 2007. – Т. 80. – № 2. – С. 236-241.
3. Романов Г. А. Очистка природной воды в осветлителях со взвешенным фильтром / Г. А. Романов, А. И. Езерский, Ю. М. Смирнов // Проблемы производства полуфабрикатов и очистка сточных вод предприятий ЦБП. – М.: ВНИИБ, 1975. – С. 182-193.
4. Новиков Н. В. Детонационные алмазы в Украине / Н. В. Новиков, Г. П. Богатырева, М. Н. Волошин // Физика твердого тела. – 2004 (46). – Вып. 4. – С. 585-590.
5. Новиков Н. В. Наноалмазы: синтезы, свойства, применение / Н. В. Новиков, В. В. Даниленко, Г. П. Богатырева, В. И. Падалко // Международная академия КОНТЕНАНТ. – 2010. – С. 4-22.
6. Богатырева Г. П. Структура, субструктура, фазовый состав ультрадисперсных алмазов АДС и УДА / Г. П. Богатырева, Ю. И. Созин, Н. А. Олейник // Сверхтвердые материалы. – 1998. – № 4. – С. 5-10.
7. Олейник Г. С. К механизму формирования наночастиц алмаза детонационного синтеза, получаемого из продуктов разложения взрывчатых веществ / Г. С. Олейник, А. А. Бочечка // Сверхтвердые материалы. – 2008. – № 3. – С. 3-30.
8. Кулакова И. И. Сорбционные свойства пористого дисперсного алмаза / И. И. Кулакова, В. В. Корольков, А. В. Карпец, О. Г. Ларионов, Г. В. Лисичкин // Породоразрушающие инструменты. – 2008. – С. 123-129.
9. Антоненко Л. П. Вплив реконструкції нанопорошків алмазу на очищення води від іонів Cu^{2+} / Л. П. Антоненко, Ю. М. Задніпрянець, О. М. Дзюбак, А. Ю. Бабич, Р. П. Трубийчук // Науковий збірник Вісник НТУУ "КПІ" Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – № 2 (13). – 2014. – С. 49-52.
10. Антоненко Л. П. Исследование влияния реконструкции нанопорошка алмаза на адсорбцию ионов меди / Л. П. Антоненко, А. П. Хохотва, Ю. М. Задніпрянець, В. В. Тимошенко, Т. И. Демьшок, О. Н. Дзюбак // Науковий збірник Вісник НТУ "ХПІ" сер. «Механіко-технологічні системи та комплекси. – № 60(1102). – 2014. – С. 3-8.
11. Богатырёва Г. П. Повышение фильтрующей способности бумажных фильтров / Г. П. Богатырёва, Г. Д. Ильницкая, Л. П. Антоненко, О. В. Лещенко // Сборник научных трудов XIX международная научно-техническая конференция «Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов» 11-15 июня 2012 г. Бердянск – С. 90-100.
12. Кузнецов Ю. В. Основы очистки воды от радиоактивных загрязнений / Ю. В. Кузнецов, В. Н. Щebetковский, А. Г. Трусов // М.: Атомиздат, 1974. – 360 с.

Антоненко Л.П., Хохотва А.П.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Ильницкая Г.Д.

Институт сверхтвердых материалов имени В.Н. Бакуля Национальной академии наук Украины

Заднипрянец Ю.Н., Демьшок Т.И.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Тимошенко В.В.

Институт сверхтвердых материалов имени В.Н. Бакуля Национальной академии наук Украины

УДАЛЕНИЕ ИОНОВ CU (II) И ZN (II) В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КОМПОЗИЦИОННЫМ СОРБЕНТОМ, СОДЕРЖАЩИМ НАНОПОРОШОК АЛМАЗА

Аннотация

Исследованы адсорбционные свойства композиционного волокнистого ад-сорбента, содержащего сульфатную хвойную беленую целлюлозу, каолиновое, лавсановое волокна и нанопорошок алмаза детонационного синтеза марки АСУД 99р в динамических условиях. Показано, что введение нанопорошка АСУД 99р в состав фильтровального материала увеличивает его адсорбционную емкость: объем пропущенного раствора, с почти полным извлечение ионов Cu^{2+} увеличился на 60% по сравнению с фильтровальным материалом без добавки АСУД 99р. Методом потенциометрического титрования суспензии нанопорошка АСУД 99р были определены тип и концентрация поверхностных активных центров. Установлено, что преобладают кислотные функциональные группы и основным механизмом извлечения ионов тяжелых металлов является ионообменный. Это же подтверждает и форма кривой роста концентрации ионов Cu^{2+} на выходе из адсорбционной колонки. Показано, что соли жесткости не влияют на сорбцию ионов тяжелых металлов нанопорошком алмаза. Установлено, что нанопорошок алмаза детонационного синтеза марки АСУД 99р адсорбирует ионы тяжелых металлов как в кислой среде за счет ионного обмена на карбоксильных, фенольных и лактонных группах, так и в щелочной благодаря наличию основных активных центров, которые извлекают металлы в виде отрицательно заряженных гидроксокомплексов.

Ключевые слова: композиционный адсорбент, фильтровальный материал, нанопорошок алмаза детонационного синтеза, функциональные группы, адсорбция, ионы тяжелых металлов

Antonenko L.P., Khokhotva O.P.

National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute"

Ilnytska G.D.

V. Bakul Institute for Superhard Materials of the National Academy of Sciences of Ukraine

Zadniptyanets Y.M., Demyshok T.I.

National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute"

Tymoshenko V.V.

V. Bakul Institute for Superhard Materials of the National Academy of Sciences of Ukraine

THE REMOVAL OF CU (II) AND ZN (II) IONS IN DYNAMIC CONDITIONS BY COMPOSITE SORBENT CONTAINING DIAMOND NANO-POWDER

Summary

The adsorption properties of the composite fibrous adsorbent containing sulphate coniferous bleached cellulose, kaolin, lavsan fiber and diamond nano-powder of detonation synthesis ASUD 99r have been studied in dynamic conditions. It is shown that the introduction of nanopowder ASUD 99r into the filter material increases its adsorption capacity: the volume of solution with almost complete removal of ions Cu^{2+} increased at 60% compared to the filter material without ASUD 99r. The method of potentiometric titration of nano-powder suspensions ASUD 99r has been used to define type and concentration of surface active centers. It is detected prevailing acidic functional groups and the main mechanism of removal of heavy metal ions is an ion exchange. It is also confirmed by the shape of growth curve of Cu^{2+} ion concentration at the outlet of the sorption column. It is shown that hardness salts do not affect the sorption of heavy metal by diamond nano-powder. It is determined that diamond nano-powder of detonation synthesis ASUD 99r adsorbs heavy metal ions both in acidic medium due to ion exchange on the carboxyl, phenolic and lactonic groups, and in alkaline medium due to the presence of basic active centers where metals are extracted in the form of negatively charged hydroxo-complexes.

Keywords: composite adsorbent, filter material, diamond nano-powder of detonation synthesis, functional groups, adsorption, heavy metal ions.