

10. Склянников В.П. Стрoение и качество тканей. Монография / В.П. Склянников – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 176 с.

11. Патент 59809 А України, G 01N 33/36. Прилад для визначення капілярності волокнистих матеріалів / Привала В.О., Мичко А.А., Сарана О.М., Засорнов О.С., Злотніков В.О. ; заявник і власник патенту Хмельницький національний ун-т – № 20021210340 ; Заявл. 20.12.2002 ; Опубл. 10.09.2003 ; Бюл. № 9.

Надійшла 20.1.2011 р.

УДК 66.021.2.081.3: 546.76

Т.М. ВАСИЛІНИЧ

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського

## ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ШКІРЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ВІД ІОНІВ ХРОМУ

*Досліджено процеси адсорбційного очищення стічної води від іонів хрому (III). Охарактеризовано сорбційну здатність природних глинистих мінералів та їх модифікованих форм в статичних умовах за допомогою ізотерм. Визначено, що процес очистки води від іонів хрому (III) відповідає моделям змішаної дифузії при нелінійній ізотермі.*

*Sorptive processes of water purification from pollution of chromiums (III) ions were investigated in this research. The sorption capacity of natural clay minerals and their modified forms in static conditions were characterized by means of the isotherm. The upshot of the matter is that water purification process conforms to the mixed diffusion model during nonlinear isotherm.*

Ключові слова: іони хрому, адсорбція, природні мінерали.

**Постановка проблеми.** Забруднення стічних та поверхневих вод іонами хрому залишається серйозною екологічною проблемою, яка не має на сьогоднішній день достатньо ефективного вирішення. Ряд виробництв скидає стічні води, які містять солі хрому (III) або хромової кислоти: гальванічні цехи машинобудівних, приладобудівних, автомобільних, авіаційних заводів і т.п., цехи текстильних підприємств, хімічні заводи, які випускають хромпик та хромові квасці та ін. Важливою є проблема очищення стічних вод і в технології шкіри, оскільки солі хрому (III) використовуються для дублення шкіри, при цьому максимальна ступінь відпрацювання дубителя складає 90 %, а решта потрапляє в стоки. Як відомо, сполуки хрому (III) належать до 2-го класу небезпечності, а сполуки хрому (VI) – до 1-го класу небезпечності [1].

Існує велика кількість методів очищення стічних вод, проте кожен із методів має свої недоліки. Так, до недоліків екстракційних методів відносять складність технологічної схеми, більшість вживаних екстрагентів в тій чи іншій мірі розчиняються в оброблюваній воді. Недоліком методу осадження є поява в розчинах великої кількості йонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ; методів іонообмінного очищення стічних вод – невисока робоча обмінна ємність іонообмінного матеріалу; коагуляційного методу – утворення невідновлюваних відходів та низький ефект очистки від органічних домішок.

Останнім часом значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення стоків від забруднювачів, зокрема із застосуванням природних дисперсних сорбентів. Незважаючи на те, що природні мінеральні сорбенти дещо поступаються за адсорбційною ємністю штучним сорбентам, вони виграють у доступності, собівартості та в можливості регенерації і багаторазового використання.

Для очищення стоків від іонів важких металів, зокрема від іонів хрому, найбільш перспективними є природні глауконіти. Мінеральний сорбент глауконіт Адамівської групи родовищ Хмельницької області являє собою природні піски, що містять 50–70 % мінералу глауконіту. Глауконітові мікроконкреції мають ефективну питому поверхню, високу ємкість катіонного обміну та ємкість моношару. Застосування глауконіту дозволяє видалити із забруднених вод радіоактивні ізотопи (на 65–98 %), важкі метали  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$  (94,8–100 %),  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{As}^{3+}$  (33,6–33,8 %), ефективно очищувати промислові стоки також від завислих речовин, поверхнево-активних речовин, гербіцидів, пестицидів, фенолів, текстильних барбників тощо. Ще однією особливістю застосування глауконіту є його пролонгована дія та максимально низький відсоток десорбції (2–8 %), тобто відповідає потреба в утилізації продукту очищення [2, 3].

**Аналіз останніх публікацій показує**, що не дивлячись на велику кількість наукових досліджень, розроблені на їх основі технології не знайшли широкого застосування, тому що є недостатньо досконалими та не дають можливості досягти необхідної глибини очищення. Дослідні роботи з застосуванням природних сорбентів зосереджуються в основному на визначенні іонообмінної ємності, чи визначенні умов їх регенерації.

**Метою** роботи є розробка процесу очищення стічних вод від іонів хрому на природних адсорбентах, який би дозволив максимально знешкодити шкідливі речовини у стічних водах шкіряно-хутрового виробництва

**Матеріал та результати досліджень.** Технологію очищення стічних вод шкіряного виробництва, які містять сполуки хрому, найбільш доцільно планувати як періодичний процес. В загальному така технологія повинна включати стадії завантаження стоків та адсорбенту в реакційний апарат, адсорбції,

розділу фаз та утилізації відпрацьованого сорбенту. Тому для визначення раціональної технології очищення хромовмісних стоків необхідно розробити методику розрахунку окремих стадій. В переважній більшості випадків стадіями, які можуть лімітувати реалізацію технології очищення в цілому, є адсорбція та розподіл фаз.

Для встановлення значень параметрів адсорбції, нами проводились експериментальні дослідження, на основі яких будувалась ізотерма адсорбції. Шляхом ідентифікації експериментальних даних відомим теоретичним моделям встановлювався вид теоретичної ізотерми, яка найбільш коректно описує експериментально досліджений процес.

Експериментальна частина роботи полягала у визначенні залишкової концентрації іонів хрому (III) у пробах зі стічною водою в статичних та динамічних умовах, а саме: при поглинанні різних концентрацій іонів хрому однаковим шаром адсорбенту і при поглинанні однакових концентрацій іонів хрому різними шарами адсорбенту. Дослідження проводились в апараті з мішалкою за фіксованого числа обертів мішалки (300 об/хв) та термостатованої температури (20°C).

В таблиці 1 наведені результати зміни залишкової концентрації хрому (III) у пробах зі стічною водою від часу за кількості адсорбенту 20 г і при кімнатній температурі.

Таблиця 1

Зміна концентрації хрому (III) у пробах від часу (кількість адсорбенту становить 20 г,  $t=20^{\circ}\text{C}$ )

Час, год	Початкова концентрація іонів хрому (III), г/л				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Залишкова концентрація хрому (III), г/л				
1	0,161	0,408	0,813	1,349	1,782
2	0,069	0,332	0,606	0,888	1,280
3	0,017	0,256	0,554	0,773	1,162
4	–	0,121	0,389	0,623	0,882
5	–	0,009	0,174	0,406	0,658
6	–	0,008	0,172	0,404	0,657

Як свідчать результати експерименту, незалежно від концентрації, максимальне поглинання досягається за 5–6 годин. При високих концентраціях іонів хрому (1,5–2,5 г/л) максимальне поглинання відбувається впродовж перших двох – трьох годин; при більш низьких концентраціях іонів хрому (0,5–1,0 г/л) у стоках процес адсорбції відбувається рівномірно за часом і прямує до нуля.

Також було визначено залишкову концентрацію іонів трьохвалентного хрому у випадку, якщо на різних шарах адсорбенту поглинається стічна вода з однаковою концентрацією іонів хрому (III) при кімнатній температурі (рис. 1).

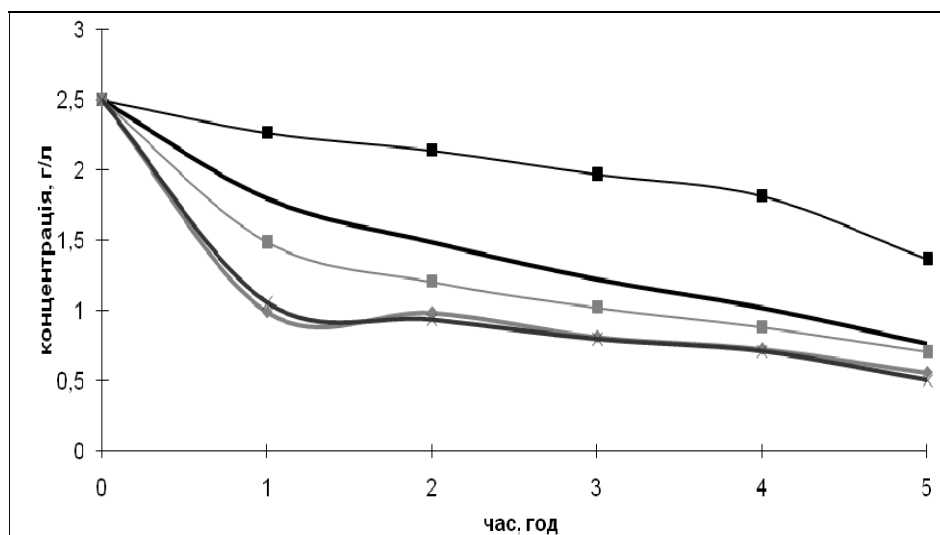


Рис. 1. Зміна концентрації хрому (III) у пробах від часу (початкова концентрація іонів хрому (III) становить 2,5 г/л,  $t=20^{\circ}\text{C}$ )  
Кількість адсорбенту: ■– 10 г; – 20 г; – 30 г; – 40 г; – 50 г

Незалежно від кількості адсорбенту максимальне поглинання досягається за 5 годин. При великих кількостях адсорбенту (30–50 г) максимальне поглинання відбувається впродовж першої години; при менших кількостях адсорбенту (10–20 г) процес адсорбції проходить рівномірно за часом. Причому залежність між кількістю адсорбенту і залишковою концентрацією іонів хрому у стоках прямопропорційна: чим більша кількість адсорбенту, тим швидше відбувається поглинання іонів хрому. При визначенні залишкової концентрації через 24 години іони хрому виявлені лише в пробі з найменшою кількістю адсорбенту (10 г).

Також визначено залишкову концентрацію іонів трьохвалентного хрому у випадку, якщо на

однакових шарах адсорбенту поглинається стічна вода при температурах 40°C та 60°C в статичних умовах. Значення концентрацій наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Зміна концентрації хрому (III) у пробах від часу (початкова концентрація іонів хрому (III) становить 2,5 г/л, кількість адсорбенту – 20 г)

Час, год	Температура t, °C	
	40	60
	Залишкова концентрація хрому (III), г/л	
1	1,661	1,540
2	1,159	1,073
3	1,055	0,744
4	0,761	0,588
5	0,536	0,363

Як при 40°C, так і при 60°C максимальне поглинання іонів хрому зі стоків відбувається впродовж перших двох годин, причому між температурою стоків і залишковою концентрацією іонів хрому існує прямо пропорційна залежність: чим вища температура, тим швидше поглинаються іони хрому і, відповідно, тим менша їх концентрація залишається в стоках. Отже, температурний інтервал від 20°C до 60°C можна вважати оптимальним для проходження процесу адсорбції іонів хрому (III) зі стічних вод на природному сорбенті глауконіті.

За рівняннями ізотерми адсорбції та за результатами вимірювань побудовано графік залежності адсорбції на глауконіті у пробах зі стічною водою від концентрації іонів хрому (III) (рис. 2).

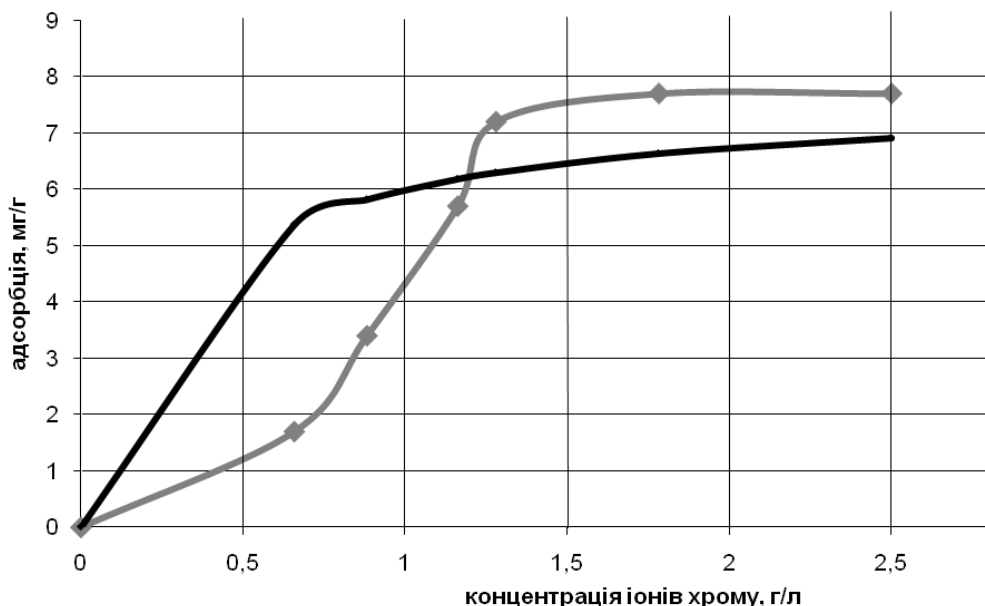


Рис. 2. Залежність адсорбції на глауконіті від концентрації іонів хрому при температурі 20°C: експериментальна ізотерма адсорбції; — ізотерма адсорбції Ленгмюра

Як видно з рис. 2 при збільшенні концентрації іонів хрому величина сорбції зростає, однак настає момент, коли всі активні центри вже зайняті молекулами сорбату, тому подальше збільшення концентрації сорбату не призводить до збільшення величини сорбції – ізотерма адсорбції виходить на плато. Це свідчить про те, що відбувається процес молекулярної адсорбції.

Рисунок вказує, що і розрахована, і експериментальна ізотерми належать до одного типу. Відхилення експериментальних значень від теоретичних допустимі, про що вказують коефіцієнти детермінації, які вище нормативних значень. Однак з рисунку видно, що ізотерма Ленгмюра не в повній мірі відображає експериментальні дані, тому для більш точного опису експериментальних ізотерм можна використати ізотерми адсорбції Дубініна, Марчевського-Яронца та інші.

За максимальним значенням адсорбції  $\Gamma_{\infty}$  були визначені площа молекули в гранично насиченому шарі  $S_0$ , яка становить  $2 \cdot 10^{-21} \text{ м}^2$  та адсорбційна ємність сорбенту глауконіту  $S_{\text{пт}} = 927 \text{ м}^2/\text{г}$ .

**Висновки.** Як свідчать результати проведеного дослідження, незалежно від концентрації іонів хрому в стічних водах шкіряного виробництва максимальне поглинання відбувається за 5–6 годин.

З підвищенням температури від 20°C до 60°C швидкість поглинання іонів хрому (III) зростає в 1,5 рази.

Була встановлена залежність між кількістю адсорбенту та залишковою концентрацією іонів хрому в стоках, а саме: чим більша кількість адсорбенту, тим швидше поглинаються іони хрому. Тобто застосування

природних мінеральних сорбентів, зокрема глауконіту, є досить ефективним для очистки води від іонів хрому із стічних вод шкіряної промисловості.

Перспективність та ефективність застосування природних мінеральних сорбентів для очищення стічних вод підтверджується його перевагами перед іншими сорбентами, а саме: вони виграють у доступності, собівартості, в можливості регенерації та багаторазового використання.

Проведені дослідження підтвердили перспективність застосування природних глауконітів для очищення стічних вод шкіряного виробництва від іонів хрому (III) та можливість застосування теорії мономолекулярної адсорбції для розрахунку процесу.

### Література

1. Абрамов С. И. Сточные воды кожевенного производства / Абрамов С. И. – М.: Стройиздат, 1982. – 245 с.
2. Тарасевич Ю. И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Тарасевич Ю. И. – К.: Наукова думка, 1981. – 302 с.
3. Тарасевич Ю. И. Адсорбция на глинистых минералах / Ю. И. Тарасевич, Ф. Д. Овчаренко. – К.: Наукова думка, 1975. – 351 с.

Надійшла 8.1.2011 р.

УДК 66.067.12+621.785.78

Л.В.ПЕЛИК  
Львівська комерційна академія

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРОЦЕСІ ТЕРМОСТАРИННЯ

*Досліджена зміна жорсткості текстильних фільтрувальних матеріалів з термостійких волокон при термічному обробленні. Проаналізовано її вплив на фільтрувальну здатність рукавних фільтрів в умовах високих температур.*

*The change of inflexibility of textile filtration materials is investigational from heat-resistant fibres at heat treatment. Its influence is analysed on filtration ability of baghoses in the conditions of high temperatures.*

Ключові слова: поверхнева густина, щільність, політетрафторетиленове оброблення.

### Вступ

Фільтрувальний матеріал в типовому рукавному фільтрі з механічним струшуванням і зворотньою продувкою піддається комплексу механічних дій. Фільтрувальні матеріали з низькими показниками жорсткості непридатні для застосування у фільтрах з механічним методом регенерації, оскільки діючі на них перемінні навантаження «розтягування-стиснення» призводять до їх швидкого зносу. Такі матеріали не рекомендується застосовувати для фільтрів каркасних конструкцій, оскільки зіткнення і удари матеріалу об каркас викликають руйнування волокон [1]. Досягнення ефективності і надійності роботи рукавних фільтрів можливі при дотриманні параметрів пилогазового потоку (температури, вологості, витрати газопилового потоку та ін.) [2]. Під дією температури і вологості жорсткість фільтрувальних тканин змінюється, причому у менш щільних матеріалах ці зміни пов'язані з властивостями волокон, а в більш щільних – зі структурою самого матеріалу. Перевищення температури газів вище допустимої призводить до зменшення терміну служби фільтрувального матеріалу, який стає жорстким і крихким. При зниженні температури газів до точки роси відбувається конденсація парів води, внаслідок чого пил, що осів на матеріалі, зволожується, злипається, в результаті різко підвищується газодинамічний опір фільтру [3, 4].

### Постановка завдання

Метою роботи являлось дослідження зміни жорсткості текстильних фільтрувальних матеріалів із термостійких волокон при термічному обробленні.

### Об'єкти та методи дослідження

Для проведення дослідження використано фільтрувальні тканини (вар.1, вар.2, вар.3, вар.9 та вар.10) та фільтрувальні неткані полотна (вар.11, вар.12, вар.13, вар.14 та вар.15). Фільтрувальні поліефірні тканини (вар.1, вар.2 та вар.3) виготовлялися за основою та утком із поліефірної пряжі (волокно поліефірне нефарбоване 100 %) лінійної густини 29текс×2 із обробленням: вар.1 – термічна стабілізація, вар.2 – сурове. Фільтрувальна тканина (вар.9) виготовлялась за основою та утком із арселенової термостійкої пряжі лінійної густини 29текс×2 із обробленням – термічна стабілізація. Досліджувана тканина (вар.10) – тканина із скловолокна, виготовлена із алюмоборосилікатного скла, із лінійною густиною 134 текс за основою та 66текс×3 за утком. Фільтрувальні неткані полотна (вар.11 та вар.12) виготовлялися із поліефірної пряжі (волокно поліефірне нефарбоване 100 %) лінійної густини 0,44 текс і каркасу (тканина поліефірна полотняного переплетення із поверхневою густиною 95 г/м<sup>2</sup> та лінійною густиною нитки 50 текс) із способом виготовлення: вар.11 – одностадійний голкопробивний, вар.12 – трьохстадійний голкопробивний. Фільтрувальні неткані полотна із термостійких волокон виготовлялися: вар.13 – із арселенової термостійкої