

близькою є повторюваність умов «комфортно-тепло» - вони мають повторюваність від 20,1 % випадків (Миколаїв) до 28,3 % випадків (Одеса). Відповідні значення показників у місті Херсон знову мають проміжні значення. Такі умови як «теплове навантаження високе» або «помірно холодно» відсутні на усій досліджуваній території.

Узагальнюючи отримані результати, можна відмітити, що для вдягненої людини протягом теплового періоду 2021 року в регіоні Північно-Західного Причорномор'я за показником ЕТ (тіньовий простір) переважали умови теплового дискомфорту, пов'язаного із холодом. За показником РЕЕТ (вплив прямих сонячних променів) переважали умови теплового дискомфорту, пов'язаного зі спекою. Умови теплового комфорту для кожного з показників склали досить невелику частину (близько 20 %) досліджуваного теплового періоду року.

Аналіз теплового рівня комфорту показників ЕТ і РЕЕТ показав, що для кожного з них переважали умови із характеристиками «комфортно-тепло» і «комфорт (помірно-тепло), а такі умови як «теплове навантаження високе», «дуже прохолодно» і «помірно холодно» у цей період року можна вважати дуже малоймовірними.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

*Грайворонська І.В., к.т.н., доц., Подригало В.Ф., маг.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна
inna_gra@ukr.net*

Застосування шлакових сорбентів у ступінчастій адсорбційній очистці може бути використане при очистці стічних вод від органічних сполук на підприємствах із замкненим циклом оборотного водоспоживання.

В основу дослідження поставлено задачу розробки технологічної схеми ступінчастої адсорбційної очистки стічних вод від органічних сполук шлаковим сорбентом із забезпеченням замкненості циклу оборотного водоспоживання.

На першому етапі проводиться розрахунок числа ступенів адсорбційної очистки стічних вод. Аналіз форми ізотерми адсорбції розчинених речовин дозволяє визначити оптимальну кількість ступенів адсорбційної очистки вод. Рациональне число ступенів адсорбційної очистки стічних вод тим менше, чим крутіше початкова гілка ізотерми адсорбції та вище значення константи адсорбційної рівноваги. Це можна показати на прикладі адсорбційної очистки стічних вод від *n*-нітроаніліну шлаком Побузького феронікелевого комбінату (ПФНК), ізотерма якого наведена на рис. 1.

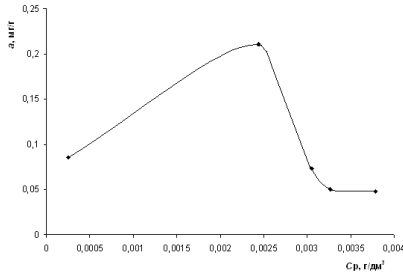


Рисунок 1. Ізотерма адсорбції *n*-нітроаніліну шлаком ПФНК

Згідно величинам адсорбції (a) при певних рівноважних (залишкових) концентраціях *n*-нітроаніліну можливо розрахувати витрати адсорбенту при різній кількості ступенів очистки та вибрати оптимальний варіант (табл. 1). Залишкова концентрація *n*-нітроаніліну в очищеній воді $C_{\text{зал}}$ за умовами використання у виробництві прийнята рівною $0,25 \text{ мг/дм}^3$, вихідна концентрація C_0 *n*-нітроаніліну дорівнює 10 мг/дм^3 . Витрата адсорбенту m визначається різницею C_0 та $C_{\text{зал}}$ концентрацій поглиненої речовини поділеною на величину адсорбції a :

$$m = (C_0 - C_{\text{зал}}) / a.$$

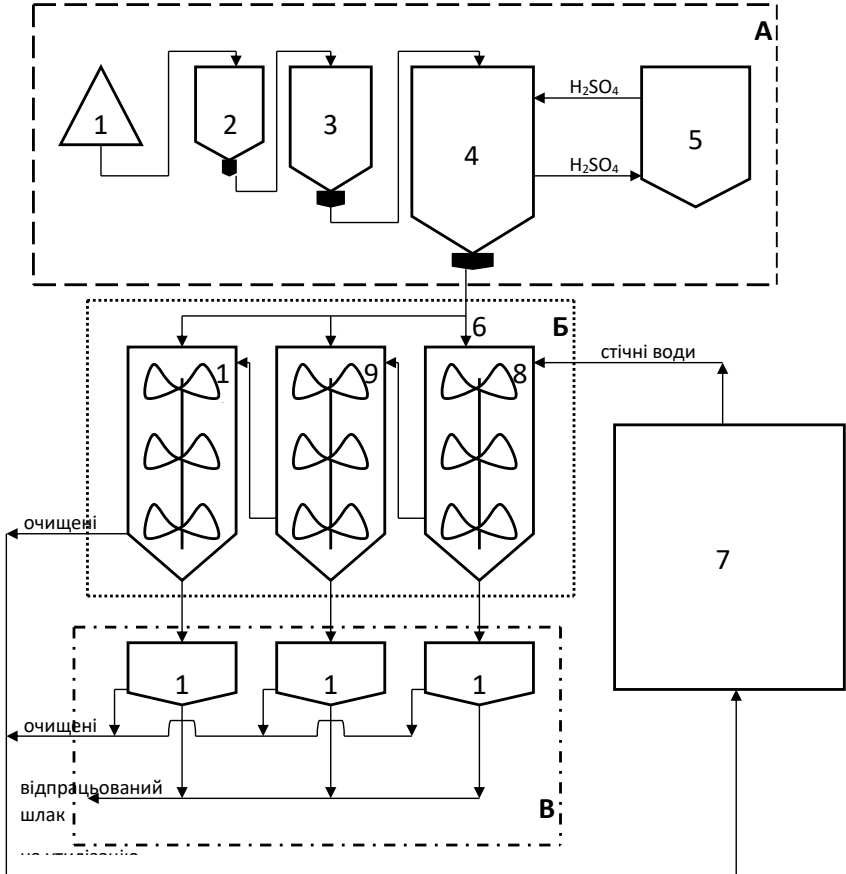
Таблиця 1 – Питомі витрати шлакового сорбенту ПФНК в залежності від числа ступенів адсорбційної очистки стічної води від *n*-нітроаніліну

Число ступенів	1		2			3			4		
Номер ступені	1	1	2	1	2	3	1	2	3	4	
C_0 , мг/л	10	10	2,4	10	2,4	0,6	10	2,4	1	0,5	
$C_{\text{зал}}$, мг/л	0,25	2,4	0,25	2,4	0,6	0,25	2,4	1	0,5	0,25	
a , мг/г	0,085	0,21	0,085	0,21	0,105	0,085	0,21	0,125	0,09	0,085	
m , кг/м ³	114,7	36,2	25,3	36,2	17,1	4,12	36,2	11,2	5,6	2,94	
Σm , кг/м ³	114,7	61,4		57,4			55,9				
$V_{\text{в}} : V_{\text{адс.}}$	26,2	48,8		52,6			53,8				

Економія питомої витрати шлакового сорбенту зі збільшенням числа ступенів адсорбції зменшується. Заміна одноступінчастої схеми очистки на двоступінчасту призводить до зменшення витрати шлакового сорбенту на 46,5 %, введення третьої ступені призводить до зменшення питомої витрати адсорбенту лише на 6,5 % по зрівнянню із другою ступенню. Четверта ступінь економить сорбент на 2,7 % по зрівнянню з попередньою. Введення четвертої ступені не економічно, так як витрати на створення нового обладнання перевищать вартість шлакового сорбенту. Відношення $V_{\text{в}} : V_{\text{адс.}}$ має рекомендоване значення ≥ 50 при введенні трьохступінчастої адсорбційної

системи очистки стічних вод. У зв'язку з цим рекомендовано каскад з трьох ступенів адсорбції.

На другому етапі проводиться розробка технологічної схеми очистки стічних вод шлаковим сорбентом із забезпеченням замкненості водоспоживання. Схема ступінчастої адсорбційної очистки стічних вод від органічних забруднень із забезпеченням замкненості циклу оборотного водоспоживання наведена на рис. 2.



А – блок підготовки та активації шлакового сорбенту: 1 – відвал металургійного шлаку; 2 – конусна дробарка; 3 – валкова дробарка; 4 – резервуар для активації шлаку; 5 – резервуар с розчином H_2SO_4 ; 6 – дозатор; 7 – підприємство, в технологічному процесі якого утворюються стічні води.

Б – блок адсорбційної очистки стічних вод: 8, 9, 10 – каскад адсорберів з примусовим перемішуванням пропелерними

Рисунок 2 - Схема ступінчастої адсорбційної очистки стічних вод

Відвальний металургійний шлак виробництва феросплавів з відвалу 1 потрапляє в блок А підготовки та активації шлакового сорбенту початково на подрібнення в конусній дробарці 2, потім послідовно – у валковій дробарці 3. Диспергований шлак піддається хімічній активації в резервуарі 4, в який з резервуару 5 потрапляє реагент-активатор 0,5 М розчин сірчаної кислоти. Реагент 0,5 М розчин H_2SO_4 може використовуватись багаторазово для активації порцій шлакового сорбенту, тому передбачено його повернення до резервуару 5. Після активації шлаковий сорбент потрапляє до блоку Б адсорбційної очистки стічних вод через дозатор 6 рівними порціями до адсорберів 8-10 з механічним перемішуванням пропелерними мішалками. Із джерела утворення 7 стічної води потрапляють до блоку Б, послідовно підлягають адсорбційній очистці в адсорберах 8-10. Після закінчення циклу у кожному адсорбері очищена вода насосами перекачується до наступного адсорберу. Суспензія шлаку, що залишилась потрапляє на розділення до блоку В, який складається з трьох відстійників. З адсорберу 8 суспензія потрапляє у відстійник 11; з адсорберу 9 – у відстійник 12; з адсорберу 10 – у відстійник 13. Очищені води з блоків Б та В зливаються разом та потрапляють на вихідне підприємство в технологічний цикл. Цикл оборотного водоспоживання замкнувся.

Екологічна безпека забезпечується за рахунок запобігання часткового скиду стічних вод з систем оборотного водоспоживання підприємств, тим самим відбувається перетворення оборотної системи на замкнуту та отримання очищених технічних вод, які придатні для певних технологічних процесів.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

*Даценко В.В., доц., к.х.н., Муха А.М., бак.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків,
Україна
dacenkovita14@gmail.com*

В даний час істотний внесок у забруднення навколишнього природного середовища (НПС) та водних об'єктів (ВО) вносять наростаюча кількість стічних вод (СВ) і шламів гальванічних виробництв, що містять ряд сполук дефіцитних і дорогих металів: Cu, Zn, Ni, Co Cr та ін. На практиці заводські очисні споруди не можуть вирішити проблему очищення гальванічних стоків, тому найчастіше СВ після розведення скидаються в промислову каналізацію, що призводить до втрати великої кількості кольорових металів та забруднення НПС та ВО. За даними екологічних служб скидання деяких важких металів (ВМ) з відпрацьованими травильними розчинами перевищує гранично допустимі санітарні норми (ГДК) у 8–10 разів, а окремих випадках у 40–50.