

УДК 504.06; 628.4

Доц. Л.І. Челядин¹, канд. техн. наук;

доц. Л.І. Григорчук¹, канд. пед. наук; мол. наук. співроб. В.Л. Челядин²;

доц. П.Д. Романко¹, канд. хім. наук.

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ФІЛЬТРУВАННЯМ ЧЕРЕЗ ВУГЛЕЦЕВО-МІНЕРАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЙОГО МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

Наведено основні чинники забруднення довкілля та їхній загальний обсяг і на особу в Україні, областях за 1995-2008 рр. На основі теоретичних досліджень процесу очищення стічних вод методом фільтрації розроблено математичну модель відділення механічних домішок і розчинних шкідливих компонентів. Результати практичних випробувань з очищення стічних вод різних об'єктів підтверджують адекватність розрахованих оптимальних параметрів очищення, які дають змогу досягати в основному нормативних показників із вмісту забруднювальних компонентів, що підвищуватиме рівень екологічної безпеки об'єктів.

Об'єм твердих техногенних відходів, які утворюються на гірничих та енергетичних об'єктах, є найбільшою, а ступінь їхнього перероблення, утилізації – недостатня, що приводить до забруднення довкілля [1]. Зростання обсягів використання природних ресурсів та їх зменшення зумовлює реалізацію стратегії і тактики невиснажливого природокористування та постійного контролю за змінами у ході природних і антропогенних процесів [2]. У публікації [3] основними чинниками екологічної небезпеки вважають: тверді техногенні відходи (золошлаки і шлами водоочищення та флотації), забруднені стічні води та викиди в атмосферу забруднень з відхідними газами промислових підприємств та транспорту, а їхній обсяг наведено в табл. 1 і на діаграмах та графіках, згідно з даними [4, 5].

Табл. 1. Утворення та наявність золошлакових і I-III класу відходів

Показники	Рік					
	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Утворено золошлаку, тис. т.	1474,7	1125,8	853,4	1077,2	1037,1	1038,7
Наявність, всього, млн т	46,05	47,1	47,85	48,86	49,78	50,7
Наявність, тис. т.	40,6	45,8	48,9	51,2	55,0	56,8
Утворення I-III класу, тис. т.	16,5	15,4	20,5	12,4	9,8	8,0
Використання, тис. т.	321,1	77,5	103,4	71,0	114,9	118,8
Використання, знешкодження	5,7	5,1	11,6	10,8	9,5	7,8
Залишок, тис. т.	1153,6	1048,3	750,0	1006,2	922,2	919,9

У публікації [3] загальний показник кількісної оцінки чинників екологічної безпеки об'єкта, який названо "інтегральний показник екологічної безпеки" (ШЕБО), запропоновано визначати в балах. Важливим чинником забруднення довкілля є скиди промисловими підприємствами стічних вод, які впливають на гідросферний фактор екологічної безпеки, а, відповідно, і на ШЕБО об'єкта, регіону. Запровадження природоохоронних заходів (нових

¹ Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

² Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

технологій утилізації відходів, водогазоочищення, вдосконаленого обладнання та ін.) приводить до зменшення обсягу забруднювальних компонентів, що надходять у довкілля, а тому ППЕБО об'єктів підвищиться.

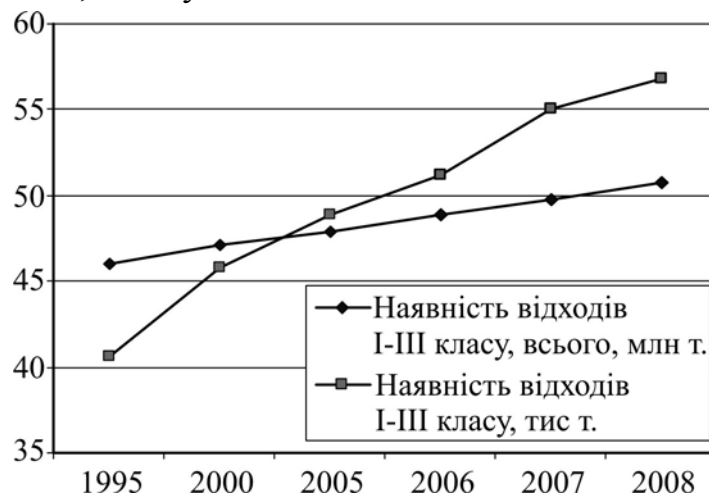


Рис. 1. Динаміка зміни кількості золошлаків в Івано-Франківській області (1995- 2008 рр.)

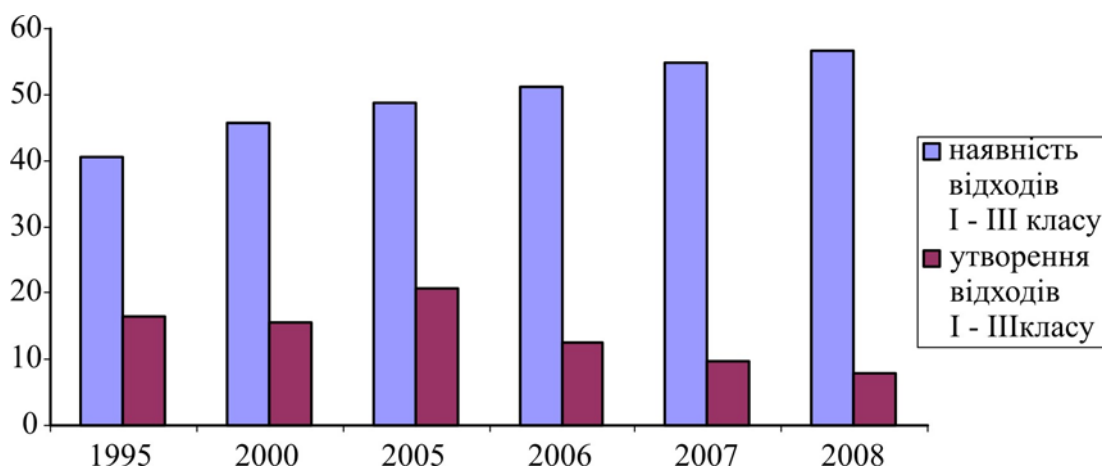


Рис. 2. Діаграма відходів I-III класу в Івано-Франківській області (1995-2008 рр.)

Одним з напрямків підвищення екологічної безпеки, згідно з [2], є екологічний менеджмент, що передбачає формування екологічно безпечних виробничо-територіальних комплексів методом розроблення нових технологій утилізації техногенних ресурсів (відходів), вдосконалення технологій водогазоочищення та забезпечує оптимальне співвідношення між екологічними та економічними показниками.

За даними [5], загальний об'єм відведених стічних вод у відкриті водні ресурси в Україні та в деяких областях на одну особу показано на рис. 3.

У монографіях з водоочищення вод [6, 7] описано різні методи водоочищення стічних вод, які теоретично забезпечують очищення стічних вод умові скиду у гідросферу – вміст шкідливих компонентів (C_k) на виході з очисних споруд C_k менше $C_{ндк}$, але на практиці ці показники вищі від вітчизняних та міжнародних нормативів [8] основних показників для скиду у відкриті водойми (табл. 2).

Очевидно, що викид забруднень у довкілля погіршує екологічну безпеку і підвищує захворювання людей, що підтверджено в публікації [9].

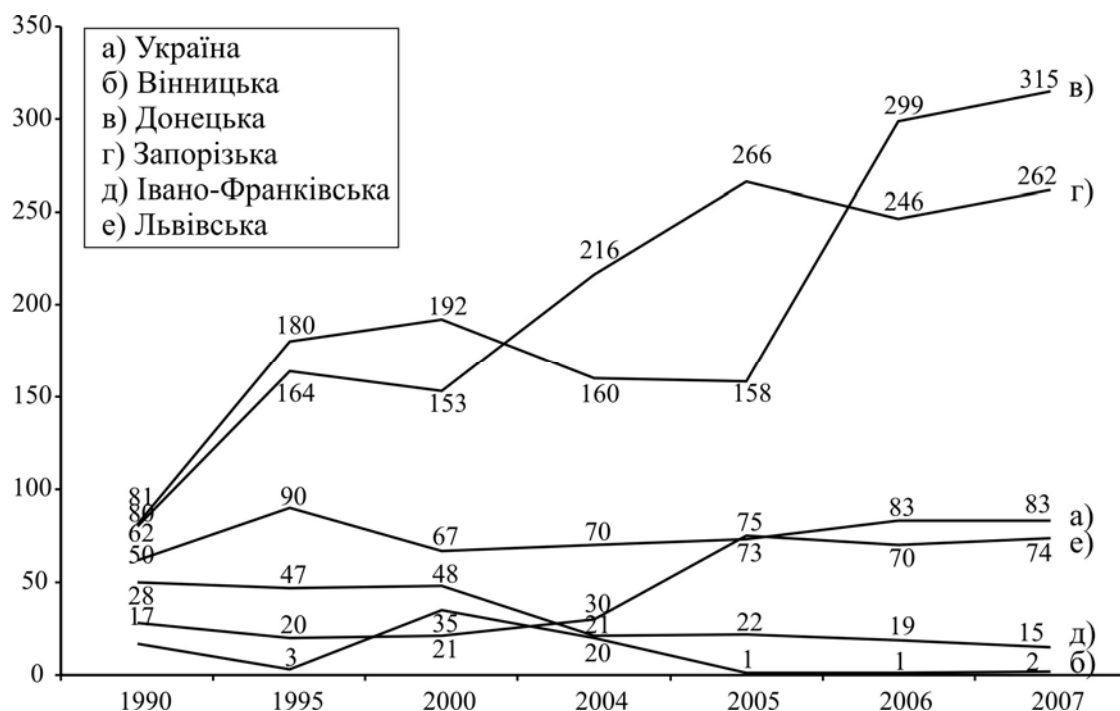


Рис. 3. Динаміка зміни показника об'єму скинутих зворотних забруднених стічних вод відкриті водойми на одну особу (ПКСЗВ) в Україні та окремих областях

Табл. 2. Показники національних стандартів та світових вимог скиду стічних вод ($C_{пдк}$) у водні об'єкти

	Показник	Україна	ВООЗ	ЄС	NPDWP NSDWP (США)
1	рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5
2	Вміст солей, загальна мінералізація (сухий залишок), мг/л	100-1000	-	Вода не повинна бути агресивною	500
3	Залізо, мг/л	0,3	0,3	0,2	0,3
4	Азот амонійний, мг/л	2	1,5	0,5	-
5	Нітроти, мг/л	3,3	3	0,5	1
6	Нітрати, мг/л	45	50	50	44,3
7	Хлориди, мг/л	350	250	250	250
8	Сульфати, мг/л	500	250	250	250
9	ХСК, мг/л	15	-	-	-
10	Феноли, мг/л	0,001	-	0,005	0,001
11	Марганець, мг/л	0,1	0,1	0,05	0,05
12	Хром (заг), мг/л	0,5	0,05	0,05	0,1
13	Мідь, мг/л	1	1	1	1,3
14	СПАР, мг/л		-	0,3	0,5
15	Нафтопродукти, мг/л	0,3	-	-	-

Таким чином виникає необхідність у розроблення нових технологій, матеріалів і устаткування водоочищення, що приведе до підвищення ефективності роботи установок водоочищення (зменшення викиду забруднювальних речовин у водні ресурси), і, відповідно, вплине на екологічну безпеку об'єкта.

У реальних умовах вміст шкідливих інгредієнтів та кількість стічних вод, які надходять на водоочисні споруди, постійно змінюється, а тому для

забезпечення нормативних показників вмісту інгредієнтів в стічних водах після очищення розробляють математичні моделі процесу очищення, які спрощують лабораторні дослідження та час розроблення оптимальних схем і параметрів їхньої роботи. Здебільшого всі технологічні схеми водоочищення містять відстійники різних конструкцій, у яких відбувається процес відокремлення завислих домішок під дією сили тяжіння, і фільтр, який забезпечує відділення цих твердих механічних домішок.

В огляді [10] описано різні типи процесу фільтрування стічних вод і встановлено, що швидкість фільтрування, висота фільтрувальної перегородки і час фільтрації через фільтрувальну перегородку фільтра до проскоку завислих і розчинних шкідливих компонентів є важливими параметрами процесу фільтрування. У публікації [11] проаналізовано різні методи інтенсифікації очищення стічних вод фільтруванням, але процес відділення завислих з використання нових матеріалів для завантаження перегородки, через яку стічна вода очищається від нерозчинних і розчинних інгредієнтів, вважають найпростішим. Завантаження перегородки фільтра може мати різну хімічну природу і розміри матеріалів завантаження, яка, крім механічного відділення твердих інгредієнтів, може сорбувати і деякі розчинні шкідливі компоненти (ціаніди, хроміди та інші).

У наведених нижче дослідженнях використовували вуглецево-мінеральні матеріали (ВММ), які утворюються під час термічної утилізації техногенних відходів і в апробаційних випробуваннях [12] було встановлено, що, крім очищення від механічних домішок, у процесі фільтрації відбувається і сорбційне поглинання таких шкідливих компонентів, як хром, амоній та ін., завдяки сорбційним властивостям цих матеріалів.

У процесі фільтрування через ВММ відбувається, як зазначено вище, процес механічного відокремлення завислих домішок та сорбції розчинних шкідливих компонентів, а тому для досягнення нормативних величин цих компонентів для скиду їх у водойми справедливо записати, що

$$\tau_{\text{процесу.фільтрування}} = \tau_{\text{процесу.адсорбції}} \quad (1)$$

Таким чином на основі відомих закономірностей процесу фільтрації стічних вод [13], а також вище наведеної рівності, внаслідок виконаних математичних перетворень отримали формулу, що дає змогу розраховувати допустиму швидкість фільтрування через ВММ, яка забезпечує очищення стічної води до нормативних величин шкідливих компонентів методом фільтрації

$$v = \left(\frac{K_\beta}{KK_\alpha} \right)^{\frac{10}{17}} \cdot \left(\frac{1}{(kL - \tau_0)} \right)^{\frac{10}{17}} \cdot \left(\frac{\alpha_\phi(1 - m_0)}{d_{\text{екв}}} \right)^{\frac{7}{17}} \cdot m_0 \quad (2)$$

де: K_α – коефіцієнт, який залежить від відношення C_0/C_v (C_0 і C_v – значення концентрацій завислих домішок у початковій воді та фільтраті); ℓ і ℓ_0 – висота зернистої перегородки (загрузки) та невикористаної загрузки відповідно; d – еквівалентний діаметр, що визначається як $d = 100 / (\sum P_i \cdot d_i)$, де P_i – процентний вміст фракцій з вмістом d_i , і який визначається як півсума суміжних сит; K_β – параметр, що характеризує фізико-хімічні властивості суспензії; K_α –

параметр, що характеризує властивості завантаження; m_0 – міжзерниста пористість завантаження; α_ϕ – коефіцієнт форми зерен, де a_0 – величина питомої адсорбції яка знаходиться по ізотермі адсорбції; v – середня швидкість потоку, що розрахована на поверхню фільтрування (S) фільтра (колони) з адсорбентом.

Однак у формулі (2) є коефіцієнти і показники, які належать до певних процесів, що відбуваються, а тому позначимо їх як:

$$B_3 = \left(\frac{K_\beta}{KK_\alpha} \right)^{\frac{10}{17}} \quad (3); \quad B_B = \left(\frac{1}{(kL - \tau_0)} \right)^{\frac{10}{17}} \quad (4); \quad B_C = \left(\frac{\alpha_\phi(1 - m_0)}{d_{екв}} \right)^{\frac{7}{17}} \cdot m_0 \quad (5);$$

і таким чином, формула визначення швидкості фільтрування набуде вигляду

$$v = B_3 \cdot B_B \cdot B_C, \quad (6)$$

де: B_3 – характеризує загальні фізико-хімічні властивості фільтрувального завантаження; B_B – характеризує процес відділення механічних домішок; B_C – характеризує процес сорбції шкідливих компонентів.

На основі формули для розрахунку швидкості фільтрування, наведеної в [14], автори використовують загальне диференціальне рівняння, з якого отримуємо поверхню фільтрування

$$S = \frac{\mu(R_{oc} + R_{ф.н.})}{\Delta P} \cdot \frac{dV}{d\tau}, \quad (7)$$

де: V – швидкість фільтрування, m^3 ; S – поверхня фільтрування, m^2 ; τ – тривалість фільтрування, s ; ΔP – різниця тисків, H/m^2 ; μ – в'язкість рідкої фази суспензії, $H \cdot c/m^2$; R_{oc} і $R_{ф.н.}$ – опори шару осаду і фільтрувальної перегородки відповідно.

Однак швидкість і поверхня фільтрування є змінними величинами в процесі фільтрації, тому що у процесі очищення через фільтрувальне завантаження відбувається нагромадження завислих в ньому домішок, що призводить до певної різниці тиску на вході і виході фільтра $/P/$, яка переважно залежить від висоти фільтрувального завантаження.

Метою наведених нижче теоретичних і практичних досліджень є розроблення математичної моделі процесу одночасної сорбції розчинних шкідливих компонентів і відділення нерозчинних завислих методом фільтрації стічних вод через ВММ та підтвердження її адекватності.

Математичні моделі розробляють для загальної технологічної схеми [15] чи окремого апарату (процесу) [16], які дають змогу розраховувати очікувану ефективність процесу залежно від багатьох показників чи чинників процесу. У [17] описано модель розрахунку поля аерозольного забруднення придорожніх земель довкілля відхідними газами автотранспорту, а для розрахунку конструктивних розмірів технологічних апаратів та параметрів технології очищення стічних вод у [18] наведено модель аеротенку змішувача процесу освітлення їх від заліза. Дослідники в [19] запропонували гідродинамічну модель очищення промивних стічних вод в освітлювачі, а в [20] – модель іонічного очищення стічних вод від іонів нікелю завдяки їх сорбції на коагулянті.

Основою створення моделей водоочищення є врахування матеріального балансу масової витрати стічної води, що протікає через водоочисний апарат, що запропоновано в [21].

У публікації [22] для визначення коефіцієнта забруднення гідросфери (K_z) за рахунок зменшення шкідливих речовин, що надходять внаслідок скиду їх у водні ресурси, використовують відношення загальної кількості забруднень у стічній воді до їхньої лімітної кількості $K_z = G_p / G_{\text{лім}}$, а для скиду стічних вод у відкриті водойми концентрація шкідливих компонентів в них має бути меншою, ніж допустима концентрація ($C_{\text{ндк}}$). Це означає, що технологія водоочищення буде ефективною, якщо ступінь очищення (α , %), який визначається за формулою

$$\alpha = C_n - C_k / C_n \cdot 100, \% \quad (10)$$

де: C_n – концентрація шкідливих компонентів на вході очисної установки, а C_k – на виході, є досить високою, що забезпечує нерівність C_k менше $C_{\text{ндк}}$, а значить можна, відповідно, записати

$$\alpha = G_n - G_k / G_n \cdot 100 \%, \quad (11)$$

де: G_k (кг/год) – частка шкідливих компонентів на виході з очисної установки, а G_n – на вході, причому $G = q_i \cdot c_i$, де q_i – об'ємна витрата потоку стічної води ($\text{м}^3/\text{год.}$), а c_i – концентрація шкідливого компонента, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Отже, ефективність роботи фільтра залежить від загальної кількості забруднених речовин у неочищених та очищених стічних вод, яка залежить від концентрації забруднювальних речовин c_i

Вхідними змінними параметрами є:

- витрата потоку, що надходять на очищення;
- концентрації шкідливих компонентів та їх характеристика;
- параметри та їхня характеристика,

а вихідними постійними – параметри завантаження та її характеристика, які залежать від конструктивних розмірів фільтра та висоти завантаження і її гранул. Таким чином, ступінь очищення стічної води α є функцією різних факторів і описується

$$\alpha = f(G, q_i, c_i, \ell, \ell_0, \beta, \alpha, d, m_0, v, S \text{ та інші}) \quad (12)$$

Математична модель процесу очищення стічних вод охоплює (рис. 4) матеріальні потоки, які протікають через фільтр, що розраховуються на основі рівняння балансу мас потоків стічної води з врахуванням кількості стічної води (q_i) та концентрації (c_i) шкідливих (інших) компонентів

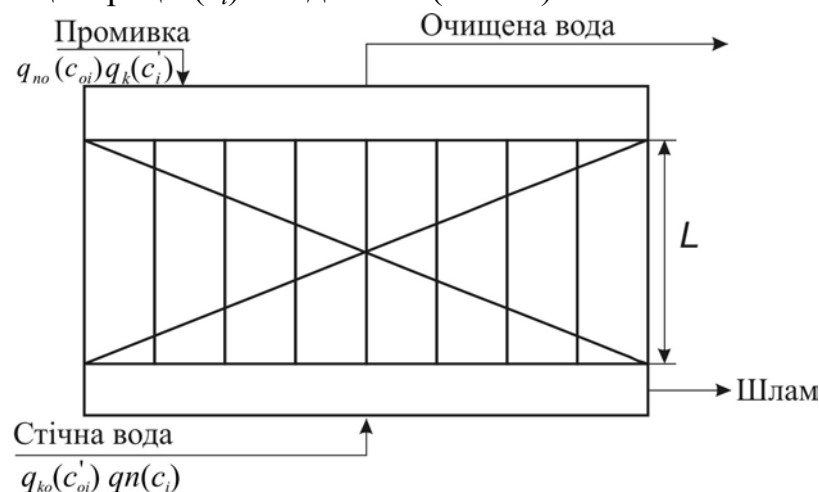


Рис. 4. Схема матеріальних потоків через фільтр

Матеріальний баланс за наведеною вище схемою визначають таким співвідношенням:

$$q_n \sum_{i=1}^n c_i = q_k \sum_{i=1}^n c_i' + q_{ko} \sum_{i=1}^n c_{oi}, \quad (13)$$

Враховуючи, що

$$G_n = q_n \sum_{i=1}^n c_i; \quad G_k = q_k \sum_{i=1}^n c_i + q_{ko} \sum_{i=1}^n c_{oi}, \quad (14)$$

рівняння балансу буде мати вигляд:

$$G_n = G_k + \Delta G \quad (15)$$

де: G_n – обсяг забруднень, що зайшли у фільтр за одиницю часу; G_k – обсяг забруднень, що вийшли з фільтру за одиницю часу;
відповідно q_n і q_k – об'єми початкової і кінцевої рідин.

Знайдемо залишок забруднення, що залишився у фільтрі під час очищення

$$\Delta G = G_k - G_n, \quad (16)$$

тоді ступінь очищення стічної води визначимо із співвідношення

$$\alpha = \frac{\Delta G}{G_n} \cdot 100\%, \quad (17)$$

а концентрація забруднення визначимо так: $\alpha = \frac{\Delta C}{C_n} \cdot 100\%$

Для визначення об'єму рідини використаємо відоме рівняння

$$q = VS \quad (18)$$

де: V – швидкість, м/год, S – поверхня січення проходження забруднення у м^2 , а використовуючи швидкість проходження рідини в напрямку однієї площини фільтрування за формулою (6) і поверхні S (7), об'єм рідини, що пройшла через фільтрувальне завантаження, будемо розраховувати так:

$$q = \iint_S V dx dy, \quad (19)$$

На основі наведеної вище схеми і формул (9-19) отримаємо формулу математичної моделі стадії фільтрації для очищення стічних вод від завислих та розчинних шкідливих компонентів, що описується таким математичним виразом:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \iint_S V dx dy - \sum_{i=1}^n c_i' \iint_S V dx dy}{\sum_{i=1}^n c_i \iint_S V dx dy} \quad (20)$$

Отже, ми розробили математичну модель процесу одночасного відділення завислих речовин методом фільтрації і сорбцією розчинних шкідливих компонентів, за якого відділяються тверді (завислі) і розчинні шкідливі компоненти, з урахуванням формули розрахунку допустимої швидкості фільтру-

вання, яка впливає на час проскакування шкідливих компонентів через фільтр-адсорбер та, відповідно, тривалість фільтроциклу, і висоти переміщення фронту забруднень у фільтрувальному завантаженні фільтра.

Згідно з формулою (20) математичної моделі, розробили алгоритм розрахунку процесу очищення стічних вод методом фільтрації через ВММ, що полягає у визначенні допустимих параметрів процесу фільтрації, які забезпечують очищення стоків до допустимих норм шкідливих компонентів. Це дасть змогу скидати очищені стоки у водні ресурси, що забезпечить екологію гідросфери. На основі вказаного вище алгоритму ми розрахували конструктивні розміри тонкошарового відстійника з фільтрувальним завантаженням та фільтра-адсорбера, а також висоту фільтрувальної загрузки в них і швидкість фільтрування стічних вод різних галузей промисловості.

Так, наприклад, у Прикарпатському НГДУ на території свердловини №833-Долина проведено промислове випробовування очищення стічних вод, що утворюються у процесі буріння свердловини, методом очищення в тонкошаровому відстійнику, який виготовлений, згідно з патентом № 5740, та передбачає відділення завислих і органічних речовин методом відстою та фільтрації через вуглецево-мінеральний матеріал (ВММ), що завантажений в кінцевий блок тонкошарового відстійника (висота – 3 м, ширина – 2 м, довжина – 5 м). Характеристика ВММ така: густина, ρ – 936 кг/м³ міцність на стиск – 3,2 Мпа, питома поверхня – 11,4 м²/г, пористість – 0,83 см³/г. Процес очищення відбувається таким чином. Стічні води під час протікання через блок похилих площин відстійника та фільтрувальний, що заповнений ВММ, очищаються від завислих, які відводяться через нижні штуцери і органічних (н/п) та інших шкідливих інгредієнтів через верхні. У кінцевій частині відстійника завантажено ВММ фракцією 3-5мм висотою в 1 м як фільтрувальний матеріал. Ступінь очищення (α) визначали як відношення різниці концентрацій інгредієнта на вході і виході з фільтра до концентрації його на вході. Якщо використати рівняння (3.14) з [23], і враховувати товщину шару осаду, який сповзає пластинами відстійника під дією гравітаційних сил та ввести поправку на висоту шару осаду h_o , то можна знайти мінімальне значення кута нахилу пластин до горизонту α , за якому частинка заданого розміру буде виділятися у відстійнику за формулою

$$\alpha = \arcsin \left[\frac{dg(h - h_o)b \left(\frac{\rho}{\rho_p} - 1 \right)}{36Wv(h - h_o + b)} \right]. \quad (22)$$

Аналіз останнього рівняння дає змогу визначити вплив геометричних розмірів перерізу та інших факторів на ефективність роботи відстійника.

Наприклад, визначимо мінімальний кут нахилу пластин за таких умов:

Вихідні дані

Густина стічної води, кг/м ³	1000
Густина частинок, кг/м ³	2500
Ширина комірки, м	0.4
Висота комірки по нормалі, м	0.025
Висота осаду, м	0.005

В'язкість стічної води, м ² /с	2.00E-06	
Еквівалентний діаметр частинок, м	0.00001	
Швидкість руху рідини, м/с	0.051	
Розрахункові величини		
Фактична висота комірки, м	0.02	
Гідравлічний радіус, м	0.0095	
Число Рейнольдса	243	
Коефіцієнт лобового опору	0.0988	0.0988
Синус альфа	0.763305322	
Кут альфа, рад	0.868414063	
Кут альфа, град	49.782	

На основі аналізу показників стічної води до і після очищення з використанням нової конструкції тонкошарового відстійника з завантаженням ВММ було встановлено, що під час очищення стічних вод бурової № 833 Долинського родовища відбувається значне зниження завислих домішок (77-86 %), нафтопродуктів (71-83 %) та інших шкідливих інгредієнтів, що дає змогу підвищити рівень захисту гідросфери і довкілля.

Для підвищення ефективності очищення хромовмісних стічних вод на об'єкті "Шкірсировина" здійснено експериментальне випробовування нової технології очищення промислових стічних вод (патент № 28030) на пілотній установці, яка охоплювала оброблення стічних вод розчином ферум (II) сульфату, який є відходом, та відділення завислих речовин на гранульованих вуглецево-мінеральних матеріалах (ВММ) у фільтрувальній колонці, оскільки наявна технологія очищення передбачає тільки механічне очищення від грубо дисперсних домішок на механічній сітці.

Внаслідок експериментальних досліджень встановлено, що під час очищення стічних вод ВАР "Плаї" запропонованою нами новою технологією, у стічних водах зменшується на 0,3-0,5 одиниць рН, на 31,02-37,6 % – завислих домішок, на 14,7-21,9 % – вміст хрому і 17,7-25,5 % – ХСК, що вказує на те, що якість стічних вод покращується завдяки зменшенню в них шкідливих компонентів, які негативно впливають на довкілля.

Для очищення стічних вод нафтопереробного об'єкту (НПЗ) проведено розрахунок конструктивних розмірів фільтра – адсорбера, висоти загрузки з ВММ, швидкості фільтрації та промислове впровадження процесу очищення оборотних стічних вод НПЗ з використанням розробленої нами конструкції фільтра-адсорбера (пат. 27688). Процес очищення здійснювали методом фільтрації через завантаження з гранул ВММ до моменту критичного тиску на вході у фільтр, а після цього – відмивання шламу (завислих домішок, нафтопродуктів) з простору між гранулами ВММ методом спрямування частини очищеної води у зворотному напрямку за рахунок шламової труби фільтра, що працює методом сифона.

Розрахунок висоти і діаметра шламової труби виконували з використанням формули, яка отримана на основі теоретичних і практичних досліджень і враховує гідравлічний опір фільтрувального навантаження під час відмивання шламу з неї. Згідно з [24], отримали формулу для розрахунку висоти шламової труби

$$h_1 = (1 + \xi_k + r_\phi + r_c) \frac{Q_{ex}^2}{2gS_c^2} + h_2, \quad (23)$$

та враховуючи, що $h_1 = h_2 + d_c$,

$$\text{її діаметр буде} \quad d_c = (1 + \xi_k + r_\phi + r_c) \frac{Q_{ex}^2}{2gS_c^2}, \quad (24)$$

де: ξ_k – коефіцієнт гідравлічного опору висхідної гілки сифонної (шламової) труби; r_ϕ і r_c – коефіцієнт гідравлічного опору рідинного середовища і суспензії у фільтрувальному завантаженні; Q_{ex} – об'ємна витрата стічної води, м³/сек; S_c – площа поперечного розрізу шламової труби, м².

Внаслідок очищення стічних вод НПЗ методом фільтрації через завантаження з ВММ у фільтрі-адсорбері з новими конструкційними елементами відбувається значне зниження завислих речовин (46-58 %), нафтопродуктів (34-60 %) та інших шкідливих інгредієнтів, що дає змогу забезпечити нормативні показники очищених стічних вод з вмісту шкідливих компонентів для їхнього скиду у водні ресурси та зменшення забруднення гідросфери.

Для загальної оцінки еколого-економічного показника різні автори використовують різні показники, наприклад, авторка [25] визначає економічні затрати на впровадження прородоохоронних заходів, у [26] рекомендують еколого-економічні кластери, а в [27] запропоновано модель еколого-економічного розрахунку, яка вказує на форму еколого-економічного розвитку об'єкта, регіону. Визначення впливу впровадження водоочисного удосконаленого нами устаткування на екологічні показники окремих об'єктів виконали на основі використання статистичних даних звітності з форм 2 ТП пов. та 2 Тп-водгосп та інших і проведено розрахунок ШЕБО для підприємств – № 1-НГДУ, №2-"Шкірпродукція" та № 3-НПЗ, які відносяться до різних галузей виробництва. Встановлено, що підвищення ступеня очищення стічних вод з одночасним переробленням шламів водоочищення показник ШЕБО підвищується на 1,5-3,7 балів, який розраховано за формулою з [5].

Крім цього, ми рекомендуємо внести зміни в проектно-будівельні норми, які передбачають проводити забір водних ресурсів на промислові об'єкти нижче скиду стічних вод у річку, що є в західних державах, і підвищить екологічну безпеку гідросфери внаслідок більшого вкладу коштів у природоохоронні заходи промислових об'єктів та розробляти ефективніші проекти водо-забезпечення промислових об'єктів.

Результати виконаних промислових досліджень дають змогу стверджувати про адекватність математичної моделі і використання її для автоматизації роботи фільтра та всієї технологічної схеми очищення, а також розрахунок конструктивних розмірів фільтра та його елементів залежно від складу стічної води, її кількості та досягнення необхідного ступеня очищення, що приведе загалом до підвищення рівня екологічної безпеки, який визначають у балах ШЕБО.

Висновки. 1. Отже, розроблення нових технологій утилізації техногенних відходів у фільтрувальні матеріали для очищення стічних вод різних галузей виробництва, удосконаленого обладнання і технологій водоочищення

та методики вирахування ШЕБО є важливим вирішенням питання екологічної безпеки, оскільки це дає змогу встановлювати загальний реальний вплив чинників забруднення довкілля промисловими об'єктами галузей, регіонів держави, контролюючи кошти, вкладені в природоохоронні заходи, технології, обладнання, екологічні програми.

2. Рекомендуємо проектним організаціям гірничої, нафтопереробної, хімічної галузі в процесі проектування нових чи реконструкції старих водочисних споруд вводити в схеми водоочищення стоків промислових об'єктів тонкошарові відстійники і фільтри-адсорбери вище вказаної конструкції.

3. Пропонуємо розробникам будівельних норм і правил додати пункт, згідно з яким, забір з річки свіжої води проектувати нижче створу випуску стічних вод, що буде стимулювати ефективніше очищення своїх стічних вод, які скидаються, і підвищувати екобезпеку гідросфери.

Література

1. **Винниченко В.И.** Экологические аспекты переработки крупнотонажных техногенных отходов г. Днепропетровска / В.И. Винниченко, Т.Г. Иващенко, В.Н. Филин, И.П. Крайнов // I-й міжнародний конгрес. Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. 28-29 травня 2009 р. – Львів. НУ "Львівська політехніка". – С. 52.
2. **Бабина Ю.В.** Экологический менеджмент : учебн. пособ. / Ю.В. Бабина, Э.А. Варфоломеева. – М. : ИД "Социальные отношения", Изд. "Перспектива", 2002. – 207 с.
3. **Челядин Л.И.** Фактори і ризики екологічної безпеки та їх вплив на рівень екологічної безпеки гірничих і нафтохімічних підприємств / Л.И. Челядин, Л.И. Григорчук, В.Л. Челядин // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2009. – № 1. – С. 45-50.
4. **Статистичний зб.** "Довкілля України". – К., 2008. – С. 48-138.
5. **Статистичні дані** поводження з відходами в Івано-Франківська області за 2008 рік. Обласне статистичне управління. – Івано-Франківськ. – 2009. – 138 с.
6. **Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод** / за ред. А.К. Запольського. – К. : Вид-во "Лібра". – 2000. – 552 с.
7. **Смирнов А.Д.** Сорбционная очистка воды. – Л. : Изд-во "Химия", 1982. – 168 с.
8. **Архіпова Л.М.** Оцінка впливу спорудження нафтогазових свердловин на водне середовище / Л.М. Архіпова, Я.О. Адаменко // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2000. – № 1. – С. 34-37.
9. **Плахтій П.Д.** Вплив природних екологічних чинників на здоров'я людини / П.Д. Плахтій, Л.С. Трофімова // Сучасні проблеми збалансованого природокористування : IV міжнародна науково-практична конференція. – 26-27 листопада 2009. – Каменець-Подільськ : Вид-во ПДАТУ. – С. 56-58.
10. **Шевчук Е.А.** Технология проточного фильтрования природных и сточных вод через зернистые загрузки / Е.А. Шевчук, А.В. Мамченко, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2005. – № 4. – С. 369-384.
11. **Clark S.C.** Influence of natural ecological factors on a health man / S.C. Clark, D.F. Lawler, R.S. Cushing // J. Amer. WaterWorks. Assoc. – 1992. – 84, N 12. – P. 61-71.
12. **Ярошевская Н.В.** Расчет параметров процесса фильтрования для фильтров с плавной изменяющейся площадью зернистого слоя по его высоте / Н.В. Ярошевская, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2008. – Т. 30, № 2. – С. 234-238.
13. **Челядин Л.И.** Энергозберігаюча технологія попередньої очистки стічних вод вуглецево-мінеральними матеріалами / Л.И. Челядин // Коммунальное хозяйство городов. – К. : Вид-во "Техніка", 2003. – № 49. – С. 81-84.
14. **Грабовский П.А.** Обоснование продолжительности промывки фильтров // Химия и технология воды. – 1988. – Т. 10, № 5. – С. 423-426.
15. **Лаврик В.І.** Методи математичного моделювання в екології : навч. посібн. – К. : Вид. КМ Академії, 2002. – 203 с.
16. **Фугело М.А.** Математичне моделювання екологічних процесів // IV міжнародна науково-практична конференція " Сучасні проблеми збалансованого природокористування " 26-27 листопада 2009. – Каменець-Подільськ : Вид-во ПДАТУ. – С. 217-219.

17. Кочетков Г.М. Гидродинамическая модель очистки сточных вод гальванических производств в осветлителе... со взвешенным осадком / Г.М. Кочетков // Химия и технология воды, 2004. – Т. 26, № 4. – С. 378-385.
18. Cikurel H. Water Sci. and Technol / H. Cikurel, I. Sirak, N.I. Tal et al. – 1991. – 40, N 4/5. – P. 91-98.
19. Кочетков Г.М. Математическое моделирование и расчет параметров ионообменной очистки никель содержащих сточных вод гальванических производств / Г.М. Кочетков, В.Е. Терновцев, Л.И. Потапенко // Экотехнологии и ресурсосбережение, 2004. – № 4. – С. 43-46.
20. Пляцук Л.Д. Математическое моделирование биологической очистки сточных вод / Л.Д. Пляцук, К.Б. Рокая, Э.Н. Осадчая // Коммунальное хозяйство городов, 2002. – С. 37-41.
21. Челядин Л.І. Обладнання очищення стічних вод та його вплив на гідросферний фактор екологічної безпеки об'єктів / Л.І. Челядин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челядин // Науковий вісник "Екологічна безпека" Кременчуцький політехнічний університет 2009. – № 5. – С. 20-25.
21. Статюха Г.А. Использование математических моделей процессов очистки сточных вод для проектирования распределительных очистных систем / Г.А. Статюха, А.А. Квитка, Т.В. Бойко, И.Н. Джигерей // Химия и технология воды. – 2006. – Т. 28, № 6. – С. 517-530.
22. Челядин Л.І. Екологічні аспекти технологій очистки стічних вод та математичне визначення параметрів фільтрації через гранульований матеріал / Л.І. Челядин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челядин // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2007. – № 1. – С. 38-40.
23. Челядин Л.І. / Дослідження впливу конструктивних елементів тонкошарового відстійника на ефективність їхньої роботи та екобезпеку об'єкта / Л.І. Челядин, В.П. Лісафін, В.Л. Челядин /// Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – № 19.7. – С. 111-117.
24. Челядин Л.І. Фактори і ризики екологічної безпеки та їх вплив на рівень екологічної безпеки гірничих і нафтохімічних підприємств / Л.І. Челядин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челядин // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2009. – № 1. – С. 45-50.
25. Мельник Л.Г. Экологическая экономика. – Сумы : Изд-во "Университетская книга". – 2001. – 312 с.
26. Мельник Л.Г. Екологічно орієнтовані кластери як форма еколого-економічного розвитку / І.Б. Дегтярова, О.І. Мельник // Сучасні проблеми збалансованого природокористування : IV міжнародна науково-практична конференція. – 26-27 листопада 2009. – Каменець-Подільськ : Вид-во ПДАТУ. – С. 8-10.
27. Авраменко Н.Л. Економічна оцінка асимілюючої здатності водних об'єктів / Н.Л. Авраменко // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – № 4(106). – С. 189-195.

Челядын Л.И., Григорчук Л.И., Челядын В.Л., Романко П.Д. Теоретические и практические аспекты физико-химической очистки стоковых вод фильтрованием через углеродно-минеральные материалы и его математическая модель

Приведены основные факторы загрязнения окружающей среды и их общий объем и на лицо в Украине, областях за 1995-2008 гг. На основе теоретических исследований процесса очистки стоковых вод методом фильтрации разработана математическая модель отделения механических примесей и растворимых вредных компонентов. Результаты практических испытаний по очистке стоковых вод разных объектов подтверждают адекватность рассчитанных оптимальных параметров очистки, которые дают возможность достигать в основном нормативных показателей из содержания загрязняющих компонентов, которое будет повышать уровень экологической безопасности объектов.

Chelyadyn L.I., Grygorchuk L.I., Chelyadyn V.L., Romanko P.D. Theoretical and Practical Aspects of Physico-Chemical Sewage Purification Through Carbon-Mineral Materials and Its Mathematical Model

In the article the basic factors of environment contamination and its general amount on a person in Ukraine and on areas for 1995-2008 years are resulted. On the basis of the theoretical researches of cleaning process of flow waters have developed the mathematical model of mechanical admixtures and soluble harmful components from flows separation by a method filtrations which appear on the objects of development oil-gas-field deposits

and refinery processing. Results of practical tests of flow waters cleaning of the boring setting, oil-processing and tanning factory are confirm the adequacy of the expected optimum parameters of cleaning, which enable to arrive at mainly normative indexes of pollution components contented to promote the level of objects ecological safety.

*УДК [004]:681.3.06 Студ. М.В. Салабан; проф. Ю.І. Грицюк, д-р техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів*

РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ ПОРУШЕНЬ ПРАВИЛ ДОРОЖНЬОГО РУХУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИНАМІЧНИХ СТРУКТУР

Спроектовано інформаційно-пошукову систему (ІПС) порушень правил дорожнього руху. Враховуючи потреби, яка виникли на практиці, ІПС розроблено для швидкого вирішення питань, пов'язаних з виникненням непередбачуваних обставин (правопорушень) з боку водіїв чи пішоходів, для простішого патрулювання на дорогах. Розглянуто основні особливості роботи з програмою та проаналізовано очікувані результати виконання розробленого програмного забезпечення.

Ключові слова: інформаційно-пошукова система, порушення правил дорожнього руху.

Вступ. Швидкий пошук інформації – завдання, яке людство протягом багатьох століть намагається вирішити різними способами. У міру зростання обсягу інформаційних ресурсів, потенційно доступних одній людині, були розроблені витончені та досконалі інформаційно-пошукові (ІПС) системи, які дають змогу за різними критеріями знаходити необхідний документ. Основне призначення таких систем полягає в автоматизації процесу введення, зберігання, пошуку та видачі потрібної інформації за безпосередньої участі людини як основного її споживача.

У вирішенні проблем безпеки дорожнього руху державна автоінспекція (ДАІ) виконує значну роботу, спрямовану на запобігання дорожньо-транспортних пригод та подолання їх наслідків, попередження та розкриття злочинних проявів на автошляхах підпорядкованої їй території. На сьогодні ДАІ стала не лише контрольним органом, а й помічником і радником для пересічного водія на шляхах України, одним із підрозділів боротьби з будь-якими проявами злочинності.

За останні роки значно зміцніла і зросла законодавча база ДАІ, з кожним роком удосконалюється матеріально-технічне обладнання цього підрозділу, дещо покращилась культура поведінки на дорогах як водіїв, так і пішоходів. Однак, незважаючи на вжиті заходи, реальний на сьогодні стан безпеки дорожнього руху залишається складним.

Для посилення контролю за дорожнім рухом, для швидкого пошуку необхідної інформації про наявні правопорушення водіїв різних транспортних засобів ми виконуємо роботу зі створення відповідної ІПС порушень правил дорожнього руху. Ядром такої системи є база даних, яка вміщує в собі інформацію про вчинені водіями правопорушення протягом певного періоду.

У разі виявлення правопорушення щодо безпеки дорожнього руху працівник Державтоінспекції відповідно до статті 255 КУпАП складає протокол про адміністративне правопорушення, копія якого за підписом вру-