

Рівень очищення води на сьогодні надзвичайно низький. Існуючі очисні споруди навіть при біологічному очищенні вилучають лише 10-40% неорганічних речовин і практично не вилучають солі важких металів.

Використання ґрунтових вод з санітарно-епідеміологічної точки є небезпечним. Економічними технологіями слід вважати тільки ті, які є екологічними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тугай А.М. Водопостачання: підручник / Тугай А.М., Орлов В.О. – К.: Знання, 2009. – 88с.
2. Гайнріх Д. Екологія: dtv-Atlas / Гайнріх Д., Гергт М.; пер. з 4-го нім. вид. – К.: Знання-Прес, 2001. – 187с.
3. Злобін Ю.А. Основи екології / Злобін Ю.А. – К.: ТОВ «Видавництво «Лібра», 1998. – 203с.

Надійшла до редколегії 04.01.2017.

УДК 621.745:504

МІЛЮТИН В.М., д-р філ., доцент
РОЗДОБУДЬКО Е.В., к.е.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ В СТАЛЕЛИВАРНОМУ ЦЕХУ

Вступ. Економіка і екологія – це науки, що мають протилежні цілі і завдання. Розвиток сучасної економіки можна охарактеризувати як техногенний, який породжує деградацію біосфери і забруднення навколишнього природного середовища (НПС) в результаті господарської діяльності людини. Екологія основним своїм завданням ставить економію природних ресурсів і їх збереження. Принципово новим підходом у світовій економіці, спрямованим на збереження біосфери, стала концепція стійкого економічного розвитку.

Стан екології окремих промислових міст, які знаходяться в центральному і східному регіонах країни, продовжує погіршуватися внаслідок зношеності основних і природоохоронних фондів і недостатнього фінансування на захист довкілля.

Дніпровський промисловий регіон є одним з найбільш забруднених в Україні. Викиди промислових підприємств чинять істотний вплив на стан довкілля. Найбільш сильне забруднення спостерігається в містах Дніпро, Кам'янське і Кривий Ріг. Основними забруднювачами міста Кам'янське є металургійний комбінат, два коксохімічних, цементний, вагонобудівний і хімічний заводи, а також інші підприємства і автотранспорт із загальною кількістю викидів ≈ 101 тис. т/рік.

Мета роботи. Одним з найбільш ефективних напрямів рішення екологічних проблем міста Кам'янське є корінне оновлення існуючих технологій і виробничих потужностей, введення в експлуатацію нового сучасного технологічного устаткування з включенням у нього аспіраційно-газоочисних пристроїв.

Результати роботи. Режим роботи сталеливарного цеху сталеливарного заводу у м. Кам'янському – безперервний – 210 днів (5000 год/рік), продуктивність дугової сталеливарної печі ДСП-20 складає 20 т/рік рідкої сталі, або $100 \cdot 10^3$ т/рік [1].

З метою поліпшення умов праці, техніко-економічних показників сталеливарного цеху і екологічної обстановки в його плавильно-розливному прольоті (ПРП) прове-

дено реконструкцію – заміну пиловловлювача з батарейним циклоном ЦБ-254Р-30 на оксалонові рукавні фільтри типу ФРО [2, 3].

Це дозволило знизити викиди пилу більше, ніж у 15 разів, а концентрацію інших забруднюючих речовин звести до рівня ГДВ і підвищити техніко-економічні показники роботи цеху.

Пиловловлення – батарейний циклон ЦБ-254Р-30.

Вартість батарейного циклону ЦБ-254Р-30 складає 50000 грн.

Витрати електроенергії, що споживається циклоном ЦБ-254Р-30:

$$E_{зв} = (G \cdot n \cdot t) = 1 \cdot 1 \cdot 5000 = 5000 \text{ кВт/рік}, \quad (1)$$

де G – потужність електрообладнання, кВА; n – кількість обладнання, од; t – час роботи обладнання, год./рік.

Вартість електроенергії:

$$B_{зв} = E_{ез} \cdot 1,68 = 5000 \cdot 1,68 = 8400 \text{ грн./рік}. \quad (2)$$

Вартість оксалонового фільтра типу ФРО = 100000 грн.

Витрати електроенергії, що споживаються оксалоновим фільтром типу ФРО:

$$E_{зв} = (G \cdot n \cdot t) = 2 \cdot 1 \cdot 5000 = 10000 \text{ кВт/рік}. \quad (3)$$

Вартість електроенергії, що споживається оксалоновим фільтром типу ФРО:

$$B_{зв} = E_{ез} \cdot 1,68 = 10000 \cdot 1,68 = 16800 \text{ грн./рік}. \quad (4)$$

Техніко-економічна витрати від заміни обладнання:

$$TEB = (100000 - 50000) + (8200 + 16800) = 75000 \text{ грн}. \quad (5)$$

Для створення ергономічних умов праці ливарників в цехах використовується аерація, загальнообмінна припливно-витяжна (ЗПВ) і місцева механічна вентиляція.

У плавильно-розливному прольоті сталеливарного цеху при виплавці 1 т сталі в ДСП-20 питома виділення ЗР в атмосферу складає, кг/т: пил – 6,6...10; CO – 1,30...1,50; SO₂ – 0,0016...0,002; NO₂ – 0,26...0,30; фториди – 0,0056...0,0060 г/т, ціаніди – 0,028...0,030 і 30-40% неорганізованих від кількості пічних викидів при випуску і заливці стали у форми і опоки. Основними складовими ЗР є пил, оксиди вуглецю, сірки, азоту, вуглеводні та ін. Склад пилу залежить від марки сталі, що виплавляється. Середній хімічний склад пилу, %: Fe₂O₃ – 56,8; CaO – 6,9; Al₂O₃ – 5,0; SiO₂ – 6,9; Mn₂O₃ – 10,0; MgO – 5,8; решта – хлориди, оксиди хрому і фосфору. Кількість ЗР, що виділяються при розплавленні металу, з очищенням в батарейному циклоні ЦБ-254Р-30 і оксалоновому рукавному фільтрі типу ФРО, визначається за формулами:

а) пил ДСП-20 без очищення:

$$G_i = (q_i \cdot V \cdot 10^3) \cdot k = (10 \cdot 100 \cdot 10^3) \cdot 1,4 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}; \quad (6)$$

б) пил ДСП-20 з очищенням в ЦБ-25Р-80 на 85%:

$$G_i = [q_i \cdot V \cdot 10^3 \cdot (1 - \eta/100)] \cdot k = [10 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot (1 - 85/100)] \cdot 1,4 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ кг/рік}; \quad (7)$$

г) пил ДСП-20 з очищенням в оксалонових рукавних фільтрах типу ФРО на 99%:

$$G_i = [q_i \cdot V \cdot 10^3 \cdot (1 - \eta/100)] \cdot k = [10 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot (1 - 99/100)] \cdot 1,4 = 1,4 \cdot 10^4 \text{ кг/рік}, \quad (8)$$

де q_i – питома викид речовини, кг/т; V – кількість металу, що виплавляється, т/рік; η – ефективність очищення в уловлювальних апаратах, %; k – коефіцієнт, що враховує кількість неорганізованих ЗР і дорівнює 1,30-1,40.

Кількість ЗР, що утворюються у ДСП-20 і при заливці металу у форми, наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Кількість викидів шкідливих речовин, що утворюються

Речовина	Викиди від ДСП-20 і сталеливарного конвеєра*		Викиди після очищення	
	кг/рік	Σ, кг/рік	Батарейний циклон ЦБ-254Р-30, кг/рік	Оксалонові рукавні фільтри ФРО, кг/рік
Пил	$1 \cdot 10^6 / 4 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^6$	$210 \cdot 10^3$	$14 \cdot 10^3$
СО	$1,3 \cdot 10^5 / 5,2 \cdot 10^4$	$182 \cdot 10^3$	0 – допалювання	0 – допалювання
SO ₂	160 / 64	224	224	224
NO ₂	$2,6 \cdot 10^4 / 1,04 \cdot 10^4$	$36,4 \cdot 10^3$	36400	36400
Фториди	56 / 23	79	79	79
Ціаніди	2800 / 1120	3920	3920	3920
Всього ≈	1159016 / 463607	1622623	250623	54623

* чисельник – організовані викиди; знаменник – неорганізовані

Для зниження і видалення викидів ЗР, з урахуванням підсосу повітря, використовується допалювання СО і поєднане відсмоктування забрудненого повітря робочої зони від ДСП-20 і ливарного конвеєра через парасольку, встановлену під аераційно-світловим ліхтарем цеху, сполучену з димососом і системою очищення, а також видалення частини неорганізованих викидів забруднюючих речовин шляхом аерації. Аерацією подається і видаляється $6 \cdot 10^6$ м³/рік атмосферного повітря. Загально-обмінною припливною вентиляцією в ПРП цеху необхідно подавати 1000-1200 м³/год.

У плавильно-розливному-прольоті (ПРП) сталеливарного цеху в ході технологічного процесу виплавки сталі з ДСП-20 видаляється 5000-10000 м³/г організованих і 2000-4000 м³/г неорганізованих ЗР – від заливки сталі в ливарні форми конвеєра, очищення литва і інше.

Для видалення і очищення ЗР встановлено димосос ДН-9 ($Q_d \approx 15$ тис. м³/год. і $M_{од} = 15$ кВт) і замість батарейного циклону ЦБ-254Р-30 – оксалонові рукавні фільтри типу ФРО.

При 3-хзмінній роботі цеху протягом 210 робочих днів (5000 год./рік) витрата електроенергії димососом складає ≈ 75 тис. кВт·год., що при вартості 1 кВт·год. електроенергії 1,68 грн. складає $Z_1 \approx 126$ тис. грн./рік.

З метою створення нормальних умов праці у ПРП цеху загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією необхідно подавати 1000-1200 м³/год. повітря на одного ливарника. Екстраполюючи цю продуктивність на 25 ливарників ПРП, визначаємо необхідну кількість повітря, що подається:

$$Z_{опвв} = L \cdot n = 1200 \cdot 25 = 30000 \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (9)$$

де L – кількість повітря, що подається у проліт цеху; n – число робітників в ПРП.

Повітря в ПРП подається вентилятором Ц4-4-70 №10 ($Q = 36,77$ тис. м³/год, $M = 11$ кВт). При роботі впродовж 5000 год./рік витрата електроенергії складає 55 тис. кВт·год. і при вартості 1 кВт·год. = 1,68 грн. витрати дорівнюють $Z_2 \approx 93$ тис. грн./рік. Вартість вентилятора складає $C_4 \approx 3000$ грн.

Вартість електроенергії при освітленні ПРП енергоекономічними світильниками:

$$Z_3 = (M \cdot n \cdot t) \cdot B = (0,1 \cdot 10 \cdot 5000) \cdot 1,68 \approx 8400 \text{ грн./рік}, \quad (10)$$

де M – потужність світильника, кВт; n – кількість світильників, шт.; t – час освітлення, год./рік; B – вартість 1 кВт·год.

Вартість обладнання і витраченої електроенергії:

$$OE = (Z_1 + Z_2 + Z_3) = (126 + 93 + 8,4) \cdot 10^3 \approx 228 \text{ тис. грн./рік}. \quad (11)$$

Сумарна вартість обладнання і витраченої електроенергії:

$$\sum OBE = TEV + OE = (75 + 228) \cdot 10^3 \approx 303 \text{ тис. т/рік.} \quad (12)$$

Якість повітря селітебної зони і довкілля контролюється органами екологічної безпеки і підприємствам нараховується плата за їх забруднення. Стягнення плати за забруднення довкілля виконує ряд економічних функцій: стимулюючу, акумулюючу, розподільну і контрольну.

Розмір плати за викиди в атмосферу ЗР стаціонарними джерелами забруднення при допустимих лімітах визначається за формулою [4, 5]:

$$P_{ат} = \sum_{i=1}^n (N_{iф} \cdot M_{iф} + K_{in} \cdot N_{in} \cdot M_{iв}) \cdot K_T \cdot K_n \cdot K_{in}, \quad (13)$$

де $P_{ат}$ – збір за викиди забруднюючих речовин, грн.; $N_{iф}$ – нормативи плати за фактичні викиди в атмосферу 1 т і-ої забруднюючої речовини, грн./т; $M_{iф}$ – маса викиду в атмосферу і-ої забруднюючої речовини в межах ліміту, т/рік; K_{in} – коефіцієнт кратності плати за перевищення викиду в атмосферу і-ої забруднюючої речовини понад ліміт, який для промислового міста дорівнює 5; N_{in} – нормативи плати за викиди в атмосферу вище ліміту 1 т і-ої забруднюючої речовини, грн./т; $M_{iв}$ – маса викиду в атмосферу і-ої забруднюючої речовини понад межу ліміту, т/рік; K_T – коефіцієнт, що враховує територіальні, екологічні і соціально-економічні особливості міста:

$$K_T = K_{нас} \cdot K_{ф}, \quad (14)$$

де $K_{нас} = 1,35$ (250 тис.чол.) – коефіцієнт, що залежить від чисельності населення міста; $K_{ф} = 1,25$ – коефіцієнт, що враховує значення міста, тоді

$$K_T = 1,35 \cdot 1,25 = 1,69.$$

$K_n = 0$ – коефіцієнт, що враховує підвищення плати за перевищення викидів;

$K_{in} = 1,12$ – коефіцієнт індексації.

Оплата за викиди в атмосферу пилу після очищення в ЦБ 254Р-30:

$$P_{ат} = \sum_{i=1}^n (111,26 \cdot 60 + 5 \cdot 111,26 \cdot 150) \cdot 1,69 \cdot 1,12 = 170580,272 \text{ грн./рік.} \quad (15)$$

Оплата за викиди в атмосферу пилу після очищення в фільтрах ФРО:

$$P_{ат} = \sum_{i=1}^n (111,26 \cdot 14) \cdot 1,69 \cdot 1,12 \approx 2948,301 \text{ грн./рік.} \quad (16)$$

Масу викидів ЗР в атмосферу від ДСП-20 при очищенні від пилу в ЦБ-254Р-30 (85%) і оксалонічних рукавних фільтрах типу ФРО (99%), а також плата за забруднення довкілля наведено в табл.2.

Таблиця 2 – Маса викидів в атмосферу і розмір плати за забруднення довкілля

Речовина і норматив плати, грн./т	Маса викидів після ЦБ-254Р-30, т/рік	Плата за викиди, грн.	Маса викидів після фільтрів ФРО, т/рік	Плата за викиди, грн.
1	2	3	4	5
Маса викидів після очищення				
Пил – 111,26	210	170580	14	2948
СО – 74,17	0 – допалювання	0	0 – допалювання	0

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
Маса викидів без очищення				
SO ₂ – 1968,65	0,224	3220	0,224	3220
NO ₂ – 1968,65	36,400	663275	663275	663275
Фториди – 2545,11	0,079	201	0,079	202
Ціаніди – 2545,11	3,920	153	3,920	153
Всього ≈	250,623	837429	54,623	669768

Зниження викидів в атмосферу при установці оксалонових рукавних фільтрів ФРО:

$$E_{\text{ат}} = E_1 - E_2 = 250,623 - 54,623 = 196 \text{ т/рік.} \quad (17)$$

Еколого-економічна вигода від зниження виплат за забруднення атмосфери викидами при використанні фільтрів ФРО:

$$EEЗ = E_3 - E_4 = 837429 - 669768 = 167661 \text{ грн./рік.} \quad (18)$$

Значення приведеної маси річного викиду з джерела в атмосферу визначається за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n A_j \cdot m, \text{ ум.т/рік,} \quad (19)$$

де A_j – показник відносної агресивності домішки, ум. т/т; m – маса річного викиду домішки j -го виду, т/рік; n – загальне кількість домішок у викидах джерела.

Приведена маса викидів з ЦБ-256Р-30:

$$M_{\text{зв}} = \sum_{j=1}^n (100_{\text{пил}} \cdot 210 + 1_{\text{CO}} \cdot 0 + 16,5_{\text{SO}_2} \cdot 0,224 + 41,1_{\text{NO}_2} \cdot 36,4) = 22500 \text{ ум.т/рік.}$$

Приведена маса викидів з фільтрів типу ФРО:

$$M_{\text{зв}} = 1400 + 0 + 3,70 + 1496 = 2900 \text{ ум.т/рік.} \quad (20)$$

Збільшений економічний збиток, заподіяний промисловими викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря, визначається за формулою [4,5]:

$$У = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M_i, \text{ грн./рік,} \quad (21)$$

де γ – константа = 4,0 при оцінці річних викидів ЗР (грн./ум.т); σ – показник відносної небезпеки забруднення атмосферного повітря для території різних типів, дорівнює: курортні зони, санаторії – 10; пригородні зони відпочинку: для центральної частини міста с населенням 300 тис. осіб. і більше – 8; території промпідприємств (що включає захисні зони) і промвузлів – 4; f – поправка (безрозмірна) на характер розповсюдження домішки в атмосфері. Для аерозолів з малою швидкістю осідання $f = 1$ і з великою – $f = 10$; M_i – приведена маса викиду ЗР з джерела, (ум. т/рік).

Економічний збиток від викидів БЦ-254Р-30:

$$EЗТ = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M = 4 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 22500 = 7200000 \text{ грн./рік.}$$

Економічний збиток від викидів з фільтрів типу ФРО:

$$EЗГ = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M = 4 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 2900 = 928000 \text{ грн./рік.}$$

Еколого-економічна вигода від зниження викидів ДСП-20:

$$EEВ = EЗТ - EЗГ = 7200000 - 928000 = 6272000 \text{ грн./рік.} \quad (22)$$

Додатковий прибуток від реалізації і використання уловленого пилу

$$D_{\text{п}} = [(M_{\text{ТВ}}/A_i)] \cdot C_{\text{п}} = [(22500 - 2900)/100] \cdot 5 \cdot 10^3 = 980000 \text{ грн./рік,} \quad (23)$$

де A_i – показник відносної агресивності речовини; $C_{\text{п}}$ – вартість 1 т уловленого пилу ($5 \cdot 10^3$ грн./т).

Сумарний еколого-економічний ефект (рис.1):

$$\sum EEE = (EEЗ + EEB + D_{п}) - \sum OBE, \text{ грн./рік}, \quad (24)$$
$$\sum EEE = (167661 + 6272000 + 980000) - 303000 = 7116661 \text{ грн./рік}.$$

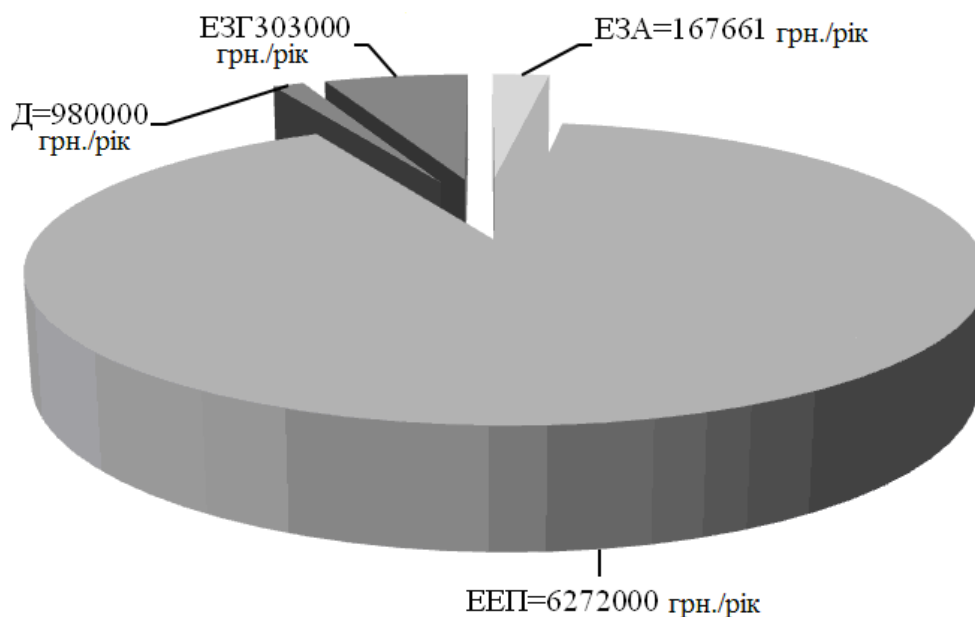


Рисунок 1 – Еколого-економічний ефект від встановлення рукавного фільтру типу ФРО замість батарейного циклону ЦБ-254Р-30

Висновки. 1. Сумарний еколого-економічний ефект від реконструкції складає 7116661 грн./рік.

2. Установка на ДСП-20 для очищення повітря і захисту НПС від забруднюючих речовин рукавних оксалонічних фільтрів типу ФРО замість батарейного циклону БЦ-254Р-30 зменшує кількість викидів ЗР на $\approx 67,0\%$ і збиток, що наноситися довікільлю, на 6272000 грн./рік.

3. Загальна ергономіко-економічна вигода від установки рукавних оксалонічних фільтрів типу ФРО замість батарейного циклону БЦ-254Р-30 полягає не тільки в еколого-економічному, а також і в соціальному ефекті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Моргунов В.Н. Печи литейных цехов. Характеристика, анализ, классификация / В.Н.Моргунов. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2009. – 178с.
2. Болдин А.Н. Инженерная экология литейного производства / А.Н.Болдин, А.И.Яковлев, С.Д.Тепляков. – М: Машиностроение, 2010. – 352с.
3. Гигиенические нормативы 2.2.5.1313-03. ПДК вредных веществ воздуха рабочей зоны. – М., 2003. – 201с.
4. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 24 червня 2001 р. №2556-III / Відомості Верховної ради України. – 2001. – №48. – 252с.
5. Податковий кодекс України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.

Надійшла до редколегії 07.03.2017.