ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 628.502
DOI: 10.31471/2415-3184-2019-2(20)-43-49

М. М. Богуславець[1], Л. І. Челядин[2], Д. Р. Крика[2]
[1]ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття»
[2]Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ: ЧИННИКИ І ПОКАЗНИКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ОБ'ЄКТА

Приведено кількісну і якісну характеристику забруднення атмосфери викидами, гідросфери стічними водами та техногенними відходами в Україні, зокрема по Івано-Франківській області, які є основними чинниками забруднення довкілля регіону. Описані три значні чинники екологічної небезпеки. У результаті водоочищення стічних вод в Івано-Франківській області утворюється близько 50 млн м3 шламів на рік. Тверді відходи у вигляді шламів, які пов'язані насамперед з діяльністю гірничих, енергетичних та нафтохімічних підприємств, займають значні площі, утилізуються в кількості до 10%, а переробляються у корисні продукти ще у менших кількостях (до 1%). Шлами нафтопереробного заводу в основному нагромаджуються у шламовідстійниках і частково вивозяться у відвал на захоронення. Показано, що водоочищення стічних вод нафтопереробного об'єкта має найбільший вплив на зменшення забруднення довкілля, оскільки визначений коефіцієнт забруднення гідросфери є максимальний серед коефіцієнтів забруднення атмосфери та педосфери. Наведено алгоритм проведення розрахунку інтегрального показника екологічної безпеки об'єкта (ІПЕБО) на основі обробки даних для ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття» через коефіцієнти забруднення. Для розрахунку зазначеного показника необхідно враховувати виробничу діяльність об'єкта за певний період часу і витрати на екологічні потреби через технології очищення та утилізації відходів. ІПЕБО для нього впродовж 3 років поступово підвищується, вказуючи на покращення рівня довкілля. Основні загальні витрати на природоохоронні заходи нафтопереробного заводу зросли приблизно 47% через фінансування водоочисних заходів.

Ключові слова: забруднювальні речовини, викиди, стічні води, шлам, нафтопродукти, сухий залишок, завислі, екологічна безпека об'єкта, екологічні витрати нафтопереробного заводу, екологічні потреби, очищення скиду, утилізація відходів, фактори та коефіцієнти забруднення атмосфери, гідросфери і педосфери, інтегральний показник екологічної безпеки об'єкта.

Постановка проблеми. У навколишньому середовищі відбуваються зміни, які з точки зору подальшого економічного розвитку і технічного прогресу та їх оцінки з урахуванням екологічних пріоритетів, наявності екологічних ризиків та стану екологічної безпеки, є загальною проблемою людства [1].

Розвиток суспільства веде до промислового виробництва та урбанізації, що спричиняє утворення великої кількості стічних вод, викидів в атмосферу та техногенних твердих відходів, це є важливою проблемою сьогодення [2], оскільки їх скидання без належного очищення призведе до глобального забруднення нашої планети.

У результаті виробничої діяльності підприємств (об'єктів) з випуску продукції та життєдіяльності людини утворюється велика кількість відходів (твердих, рідких, газоподібних) [3], які забруднюють довкілля наявними в них сполуками елементів I–IV класу небезпеки та впливають на екологічну безпеку.

Промислове виробництво спричиняє утворення викидних газів, що вміщують шкідливі для довкілля компоненти (CO, NO_x, SO_2, H_2S), які через недостатнє очищення забруднюють атмосферу. Викидні гази транспортних засобів також є джерелом забруднення атмосфери, оскільки у процесі згоряння палива утворюється понад 20 видів токсичних речовин, а основними

забруднювачами при цьому є оксиди сульфуру та нітрогену і меншою мірою в менших кількостях карбону (II) оксид.

Метою дослідження є характеристика стану довкілля в Україні загалом та у деяких областях зокрема та встановлення показника екологічної безпеки для одного нафтопереробного об’єкта впродовж останніх років.

Кількість викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в Україні [4, 5] за 2016 р. склали 3078,5 тис. т, із них в Івано-Франківській області 196,7 тис. т, а на графіку (рис. 1) показано і в областях регіону.

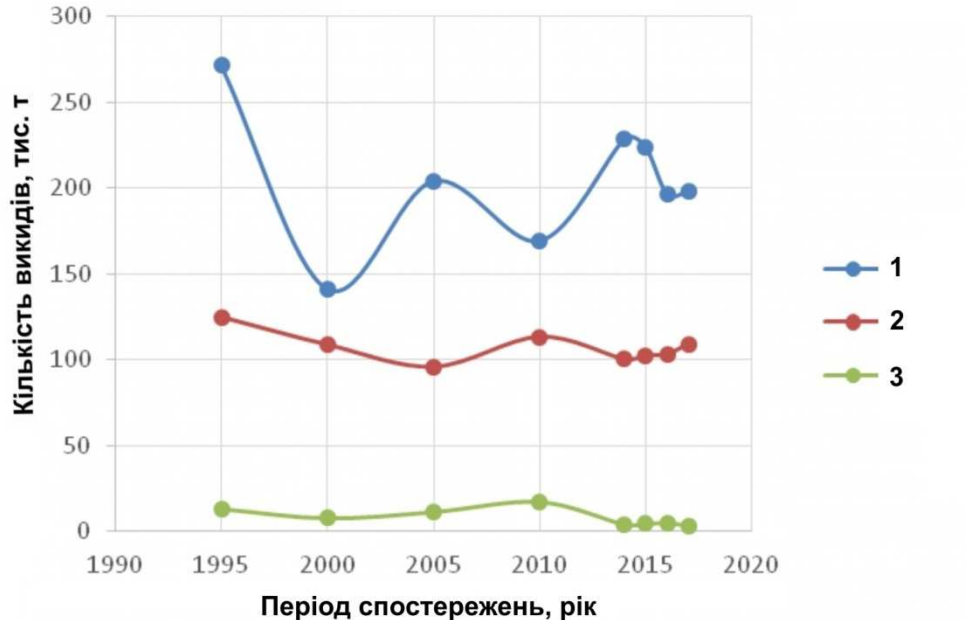


Рис. 1. Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами у трьох областях: 1 – Івано-Франківська, 2 – Львівська та 3 – Закарпатська

Викиди забруднень, що вміщують токсичні речовини, в атмосферу від стаціонарних джерел спричиняють щільність викидів у розрахунку на 1 км^2 в 2016 р. по Україні – 5339,0 кг і Івано-Франківській області 1412,4 кг, а обсяг викидів у розрахунку на 1 особу дорівнює 72,1 кг по Україні й 142,4 кг в Івано-Франківській області.

Таким чином, викиди забруднювальних речовин від стаціонарних джерел і транспортних засобів впливають на забруднення атмосфери та складають перший значний чинник екологічної небезпеки довкілля.

В Україні [5] накопичилась значна кількість твердих відходів (золошлаки, шлами водоочищення, побутові відходи), яка становить близько 30 млрд. т, із них 21–25 це золошлаки, а шлами водоочищення стоків гальванічних виробництв і нафтопереробних заводів відповідно 0,95 і 2,80. Їх зберігають на великих територіях, що призводить до забруднення ґрунтів, гідросфери під час опадів і атмосфери під дією повітряних потоків у суху погоду. Кількість шламових відходів водоочищення стічних вод, гірничоенергетичних, нафтохімічних та комунальних галузей щорічно зростає, що призводить до забруднення атмосфери і гідросфери та зниження рівня екологічної безпеки об’єктів, регіону (рис. 2).

Протягом 2017 р. в Україні утворилось значна кількість відходів [5], яка становить близько 366054,0 тис. т, із них в Івано-Франківській області 1948,8 тис. т, у т. ч 6,9 тис. т зі сполуками елементів I–III класу небезпеки, а направлено у спеціально відведені місця чи об'єкти всього 887,0 тис. т. Їх зберігають на великих територіях, що призводить до забруднення ґрунтів, гідросфери під час опадів і атмосфери під дією повітряних потоків у суху погоду. Також кількість шламових відходів водоочищення стічних вод, гірничих, нафтохімічних та комунальних галузей щорічно зростає, що приводить до забруднення атмосфери і гідросфери та зниження рівня екологічної безпеки об’єктів, регіону.

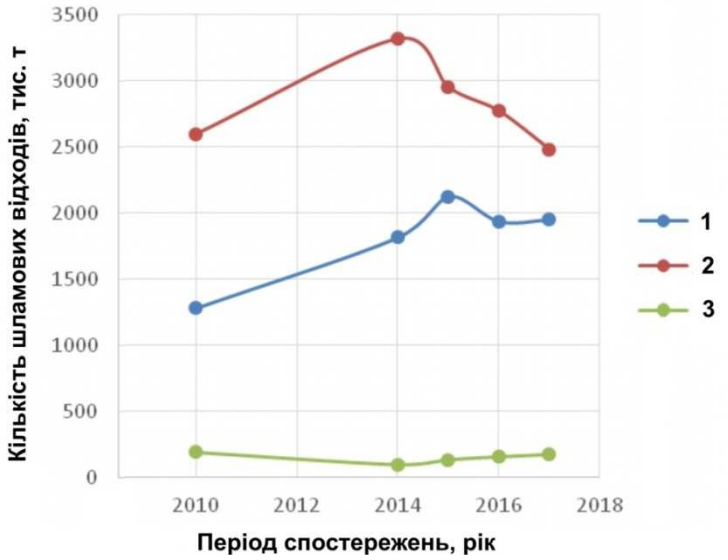


Рис. 2. Утворення відходів в трьох областях:
1 – Івано-Франківська, 2 – Львівська та 3 – Закарпатська

Забруднення довкілля техногенними відходами і шламами водоочищення стоків існує у всіх регіонах України й близького зарубіжжя та є другим істотним чинником екологічної небезпеки, що зумовлює необхідність розроблення нових методів їх утилізації та перероблення.

Водні ресурси України та Прикарпаття значно втратили якісні показники, оскільки забруднюються стічними водами від діяльності різних типів підприємств (об'єктів). Загалом за 2015–2017 рр. в Україні скинуто у водні ресурси приблизно 3,5 млрд. м^3 стічних вод, у т.ч. Івано-Франківській області близько 500 млн м^3 за цей же період [5].

Загальну кількість відведених стічних вод у відкриті водні ресурси України та у деяких областях за період 2013–2016 рр., згідно з [5] наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Загальна кількість водовідведення за регіонами України (млн м^3)

Об'єкт / рік	2013	2014	2015	2016
Україна	7722	6587	5581	5612
Івано-Франківська обл.	76	74	58	59
Львівська обл.	227	224	220	217
Полтавська обл.	223	221	96	82

Забруднювачами стічних вод найчастіше є нафтопродукти (н/п): група вуглеводнів нафти, мазуту, гасу, масел і їх домішків, які внаслідок їх високої токсичності належать до числа десяти найнебезпечніших забруднювачів довкілля [6]. У результаті водоочищення стічних вод в Івано-Франківській області утворюється близько 50 млн м^3 шламів на рік, які забруднюють територію, гідросферу і, відповідно, довкілля, а разом із забрудненими стічними водами зумовлюють третій важливий чинник екологічної небезпеки довкілля.

Об'єктом дослідження є ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття». Схема точок викидів забруднювальних речовин на його території в атмосферне повітря наведена на рис. 3. У табл. 2 наведені трирічні дані про кількість викидів в атмосферу повітря від ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття». Якісний склад викидів у атмосферу наведено у табл. 3.

На основі вищенаведених даних про забруднення атмосфери території НПЗ у межах санітарної зони від стаціонарних джерел, що показані на схемі (рис. 3), необхідно було встановити вплив шкідливих інгредієнтів при розсіюванні дисперсних частинок і шкідливих газів (пил неорганічний, NO_x та SO_2) за допомогою програми «ЕОЛ+». Розрахунок концентрацій розсіювання речовин «Нітроген (IV) оксид», «Сульфур (IV) оксид» провели для джерела викиду № 1, яке характеризується максимальним викидом шкідливих речовин на ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (табл. 3). Результати розрахунків розсіювання шкідливих компонентів показують, що перевищення ГДК немає, а тільки де-не-де (район виробництва асфальтосумішей) спостерігається перевищення «пилу неорганічного». Концентрація нітроген (IV) оксиду і сульфур (VI) оксиду перебуває на рівні, значно нижчому від ГДК для цих речовин.

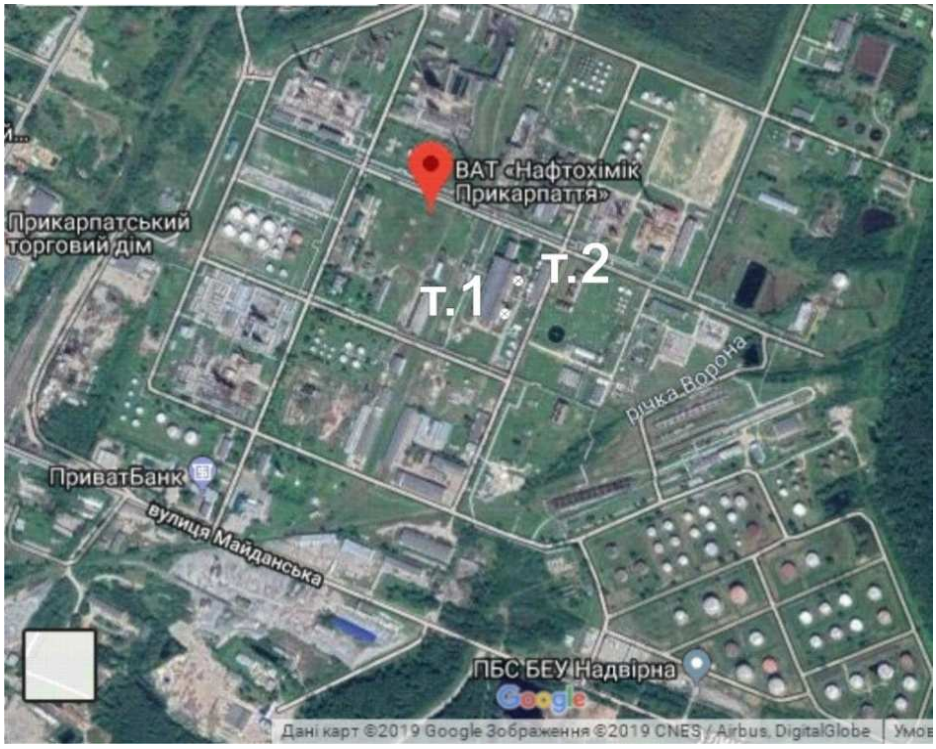


Рис. 3. Схематична карта ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття» з точками викидів

Таблиця 2

Загальна кількість викидів в атмосферне повітря з нафтопереробного заводу (тис. т)

Назва області	Об’єкт	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Івано-Франківська	«Нафтохімік Прикарпаття»	8,742	10,327	7,818

Таблиця 3

Кількість деяких викидів в атмосферу з ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (т)

Назва компоненту викиду	Рік спостережень		
	2015 р.	2016 р.	2017 р.
CO_2	49592,0	8697,0	10278,4
SO_2	8,388	0,012	0,012
NO_2	33,986	6,426	7,666
Всього:	49766,7	8724,2	10327,6

В Івано-Франківській області значні техногенні навантаження на навколишнє середовище [5,6] пов’язані з діяльністю гірничих, енергетичних та нафтохімічних підприємств, оскільки тверді відходи займають значні площі та утилізуються в кількості до 10%, а інші відходи (шлами) переробляються ще у менших кількостях (до 1%). У випадку ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття», ситуація виглядає таким чином (табл. 4).

Таблиця 4

Кількість шламів водоочищення утворених на НПЗ (т)

Назва області	Об’єкт	Рік спостережень			Загальна кількість
		2015	2016	2017	
Івано-Франківська	«Нафтохімік Прикарпаття»	60,0	64,0	67,0	6523,2

В основному шлами НПЗ нагромаджуються у шламовідстійниках і частково вивозяться у відвал на захоронення. У результаті очищення стічних вод на Надвірнянському НПЗ з площею 1,025 га [7] зберігається 6523,2 т нафтошламу водоочищення з вмістом 51% неорганічних (механічні домішки, коагулянт тощо) та 49% органічних (в основному вуглеводні) речовин.

Результати проведених нами апробаційних досліджень [8] вказують на те, що шлами водоочищення стічних вод НПЗ можна використовувати як енергетично містку речовину в технології утилізації (переробки) золошлакових відходів.

Дослідження коефіцієнтів забруднення та стану екологічної безпеки об'єкта провели на основі вищенаведених даних про основні чинники забруднення довкілля та запропонованої методики розрахунку інтегрального показника екологічної безпеки об'єкта (ІПЕБО) [9], який рекомендують розраховувати за формулою:

$$ІПЕБО = \left[\frac{К_а + Ê_в + K_ш + K_р}{K_П} - \frac{K_з}{K_П} \right] \times 100, \quad (1)$$

де $K_а$, $K_в$, $K_ш$ $K_р$ – коефіцієнти забруднення атмосфери, гідросфери, педосфери, які визначаються за відповідним відношенням. Наприклад, для стоків його розраховують згідно з формулою $K_в = M_{вс} / L_{вс,}$, де $M_{вс}$ – кількість забруднювальних речовин у стоках, кг/рік, а $L_{вс}$ – лімітний скид (ГДС), т/рік та впливу ризиків відповідно, і $K_З$ коефіцієнт екологічних затрат $K_З = E_З / ТП$, де $ТП$ – вартість товарної продукції (послуг) тис. грн /рік, $E_З$ – загальні затрати на природоохоронні заходи, тис. грн/рік; $К_П$ – коефіцієнт забруднення території, який дорівнює $К_П = П_0/П_с$, де $П_0$ – площа об'єкта, $П_с$ – загальна площа об'єкта з санітарно-захисною зоною (га).

Для розрахунку коефіцієнтів забруднення, які входять у вищенаведену формулу і змінюються по роках, використали дані статистичної звітності зі скиду стічних вод, які наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Кількість і вміст забруднень у стічних водах ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття» за 2017 р.

Назва об'єкта	Показники стічних вод							
	Водовідведення, тис. $м^3$	Завислі, т	Сухий залишок, т	Н/п, кг	Са, т	NO_2^-, т	Cl^-, т	$P_2O_5^-$, кг
ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття»	869,0	9,2	358,3	47,0	47,8	0,6	52,1	1,96

Для розрахунку ІПЕБО необхідно враховувати виробничу діяльність об'єкта за певний період часу та витрати на екологічні потреби (технології очищення та утилізації відходів), що наведено у таблиці 6.

Таблиця 6

Екологічні витрати ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття»

№ з/п	Показники	Роки			
		2015	2016	2017	2018
1	Витрати на заходи з утилізації шламів і сміття, тис. грн./рік	208,4	39,4	38,7	35,1
2	Витрати на водоочисні заходи, тис. грн./рік	15545,0	15900,1	15745,6	22856,6
3	Витрати на газоочисні заходи, тис. грн./рік	1483,8	1090,2	1442,5	661,1
4	Загальні витрати на природоохоронні заходи, тис. грн.	17303,6	17782,9	17973,1	23801,8

На основі вище приведених даних та інших провели розрахунок коефіцієнтів забруднення $К_А$, $К_В$ і $К_Ш$ та показника ІПЕБО для ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття», що показано у таблиці 7.

Таблиця 7

Коефіцієнти забруднень і затрат та ІПЕБО об'єкта за 2015–2017 рр.

№ з/п	Коефіцієнти	Індекс	Роки спостережень		
			2015	2016	2017
1	Забруднення гідросфери	$K_в$	0,610	0,716	0,607
2	Забруднення атмосфери	$K_а$	0,227	0,206	0,183
3	Забруднення техносфери	$K_ш$	0,495	0,421	0,575
4	Екологічних затрат	$K_з$	0,012	0,035	0,026
5	а) очищення стічних вод, тис. грн./рік б) очищення атмосфери, тис. грн./рік в) утилізація шламів, тис. грн./рік	$K_{зв}$ $K_{за}$ $K_{зш}$	0,925 0,546 0,014	0,514 0,114 0,202	0,397 0,263 0,335
6	Площа об'єкта, га	$П_о$	190	190	190
7	Загальний показник екологічної безпеки об'єкта	*ІПЕБО*	91,1	92,5	92,4

Обговорення отриманих результатів. Результати проведених розрахунків вказують, що у 2016 р. ІПЕБО зменшився порівняно з 2015 р. з 91,1 до 92,5 що пояснюється сповільненням виробничої діяльності (випуск товарної продукції). Однак основним чинником, який впливає на величину ІПЕБО найбільше, є кількість та ступінь очищення стічних вод об'єкта, що показує коефіцієнт $К_в$. Наприклад, якщо у 2015 р. коефіцієнт становив 0,610, то ІПЕБО в 2016 р. покращився за рахунок підвищення ступеня очищення стічних до величини $К_в = 0,716$, що пов'язано з вкладенням 550 тис. грн. у вдосконалення технології водоочистки на об'єкті. Проте у 2017 р. ІПЕБО зменшився до значення 92,4 у зв'язку зі збільшенням шламів і твердих відходів, що зберігаються на об'єкті, про що вказує коефіцієнт $К_ш$, оскільки він збільшився у 2016 р. з 0,515 до 0,435 у 2017 р. Таким чином, визначення ІПЕБО на основі коефіцієнтів $К_а$, $К_в$ і $К_ш$ дає можливість встановлювати екологічність об'єкта за певний період та, змінюючи перерозподіл коштів на відповідні чинники забруднення, в наступні роки підвищувати рівень екологічної безпеки об'єкта.

Висновки. Велика кількість твердих техногенних відходів, що вміщують шкідливі компоненти, викиди з небезпечними речовинами, стічні води зі значним вмістом токсичних забрудників, є основними чинниками, які впливають на довкілля територій та екологічну безпеку об'єктів. Аналіз величини ІПЕБО, який визначали для ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття», вказує, що найбільший вплив на забруднення довкілля спричиняється через скид забруднених стічних вод у водні ресурси.

Література

1 Рудько Г. І. Стратегічна екологічна оцінка та прогноз стану довкілля західного регіону України. У 2 т. / За ред. Г. І. Рудька, О. М. Адаменко. – Київ-Чернівці: Букрек, 2017. – 472 с.

2 Шмандій В. М., Шмандій О. В. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави. Науковий журнал. Екологічна безпека. 2008. 1. С. 1-15. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http:// www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2008_1(1)/9.pdf.

3 Челядин Л.І. Наукові засади ресурсозберігаючих технологій та устаткування підвищення екологічної безпеки промислових об'єктів Прикарпаття. Автореф. на здобуття наук. ступеня докт.техн.наук за спеціальністю 21.06.01. – „Екологічна безпека". – Івано-Франківськ, 2011. – 336 с.

4 Статистичний збірник «Довкілля Івано-Франківщини», – Івано-Франківськ, 2018. – 165 с.

5 Статистичний збірник «ДовкілляУкраїни за 2016 рік», – Київ, 2017. –226 с.

6 Матеріали до Національної доповіді України про стан навколишнього природного середовища у 2012 році «Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2012 році». [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2012-rotsi/lvivska%2 02012.pdf.

7 Статистична звітність об'єкта ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» за формою «2-ТП водгосп» «2-ТП повітря», «2-ТП твер відходи, шлами » за 2015-2017р.р.

8 Патент на корисну модель №122605 Україна МПК С04В 18/20, В01J 20/02. Сировинна суміш з техногенних відходів / Челядин Л.І., Новосад П.В., Скорохода В.Й., Бурило О.П., Челядин В.Л.; Заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; заявл. 12.11.2015; опубл. 25.01.2018. Бюл. № 2 – 3 *с.*

9 Челядин Л.І., Екотехнології промислових об'єктів регіону. Монографія. – Івано–Франківськ, 2018. – 255 с.

M. Bohuslavets[1], L. Cheliadyn[2], D. Kryka[2]
[1]PJSC "Naftokhimik Prykarpattia"
[2]Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

ENVIRONMENTAL POLLUTION: FACTORS AND INDICATORS OF THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF OIL REFINERIES

The article provides the quantitative and qualitative description of the pollution of atmosphere with emissions and of hydrosphere with sewage and man-made wastes in Ukraine, in particular in Ivano-

Frankivsk oblast, as they are the main factors of environmental pollution in the region. Three significant environmental hazards are described. Sewage treatment in Ivano-Frankivsk oblast produces about 50 mln. m^3 of sludge per year. Solid wastes in the form of sludges, related primarily to the operation of mining, power and petrochemical enterprises, occupy large areas. Up to 10% of them are utilized and much less (up to 1%) are processed into useful products. The sludge from oil refinery is mainly accumulated in sludge pits and partially removed to the dump for disposal. It has been shown that sewage treatment from oil refinery has the greatest impact on the reduction in environmental pollution, since the determined contamination factor of hydrosphere is the maximum among the contamination factors of atmosphere and pedosphere. The authors have provided the algorithm for calculating the integrated environmental safety index of an enterprise (IESIE) based on the data processing for PJSC "Naftokhimik Prykarpattia" and contamination factors. In order to calculate this index it is necessary to take into account the production activity of the enterprise for a certain period of time and the costs on environmental needs based on the waste treatment and disposal technologies. IESIE for the enterprise has been gradually rising for 3 years, which indicates the improvement of the environment. The major total costs on the oil refinery's environmental measures have increased approximately by 47% due to the financing of water treatment measures.

Key words: pollutants, emissions, sewage, sludge, oil products, dry residue, environmental safety of an enterprise, oil refinery's environmental costs, environmental needs, waste treatment and disposal, factors and coefficients of the atmosphere, hydrosphere and pedosphere pollution, integrated environmental safety index of an enterprise.

References

1 Rudko G.I. Strategichna ekologichna ocinka ta prognoz stanu dovkillya zaxidnogo regionu Ukrayiny. U 2 t. / Za red. G.I. Rud`ka, O.M. Adamenko. – Kyyiv-Chernivci: Bukrek, 2017. – 472 s.

2 Shmandij V.M., Shmandij O.V. Ekologichna bezpeka – odna z osnovnyx skladovyx nacionalnoyi bezpeky derzhavy. Naukovyj zhurnal. Ekologichna bezpeka. 2008. 1. S. 1-15. [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: http:// www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2008_1(1)/9.pdf.

3 Chelyadyn L.I. Naukovi zasady resursozberigayuchyx texnologij ta ustatkuvannya pidvyshhennya ekologichnoyi bezpeky promyslovyx obyektiv Prykarpattya. Avtoreferat na zdobuttya nauk. stupenya dokt.texn.nauk za special`nistyu 21.06.01. – „Ekologichna bezpeka". – Ivano-Frankivsk, 2011. – 336 s.

4 Statystychnyj zbirnyk «Dovkillya Ivano-Frankivshhyny», – Ivano-Frankivsk, 2018. – 165 s.

5 Statystychnyj zbirnyk «DovkillyaUkrayiny za 2016rik», – Ky`yiv, 2017. –226 s.

6 Materialy do Nacional`noyi dopovidi Ukrayiny pro stan navkolyshnogo pryrodnogo seredovyshha u 2012 roci «Regional`na dopovid pro stan navkolyshn`ogo pryrodnogo seredovyshha u Lvivskij oblasti v 2012 roci». [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu do resursu: http:// //www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovid i-u -2012-rotsi/lvivska%202012.pdf.

7 Statysty`chna zvitnist obyekta VAT «Naftohimik Prykarpattya» za formoyu «2-TP vodgosp» «2-TP povitrya», «2-TP tver vidxody, shlamy » za 2015-2017r.r.

8 Patent na korysnu model #122605 Ukrayina MPK C04V 18/20, V01J 20/02. Syrovynna sumish z texnogennyx vidxodiv / Chelyadyn L.I., Novosad P.V., Skoroxoda V.J., Burylo O.P., Chelyadyn V.L.; Zayavnyk i patentovlasnyk Ivano-Frankivskyj nacionalnyj texnichnyj universytet nafty i gazu; zayavl. 12.11.2015; opubl. 25.01.2018. Byul. # 2 – 3 s.

9 Chelyadyn L.I., Ekotexnologiyi promyslovyx obyektiv regionu. Monografiya. – Ivano–Frankivsk : 2018. – 255 s.

Надійшла до редакції 17вересня 2019 р.