

2. ЕКОЛОГІЯ ДОВКІЛЛЯ

УДК 502.174.1 *Доц. Л.І. Челядин¹, канд. техн. наук; доц. О.Р.Позняк²,
канд. техн. наук; доц. П.В. Новосад², канд. техн. наук; доц. П.Д. Романко¹,
канд. хім. наук; мол. наук. співроб. В.Л. Челядин³*

ФІЗИКО-ХІМІЧНА УТИЛІЗАЦІЯ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ І ЇХ ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ОБ'ЄКТІВ РЕГІОНУ

Наведено кількість техногенних відходів і показник їх нагромадження на одну особу в Україні та деяких найзабрудненіших областях. Показано, що методи утилізації техногенних відходів-золошлаку ТЕС і шламів гальванічних виробництв у гранули блокового нейтралізатора для очищення відхідних газів, золи ТЕС і шламів водоочищення стоків целюлозно-паперового виробництва у теплоізоляційний матеріал, дають змогу зменшити кількість відходів і забруднень, що надходять у довкілля та, відповідно, підвищити рівень техногенної безпеки об'єктів.

Вступ. Збалансований розвиток суспільства значною мірою тісно пов'язаний з екологічною безпекою, яка здебільшого зумовлена забрудненням довкілля, що спричиняється трьома основними чинниками – техногенними відходами, забрудненням гідросфери і атмосфери. Внаслідок перероблення природних ресурсів в Україні утворюється близько 0,5 млрд т відходів на рік. Найбільша кількість таких відходів є в енергетиці – золошлаки ТЕЦ, у вуглевидобуванні – шлами флотації, в гірництві, нафтохімічній, електронній та машинобудівній промисловості – шлами водоочищення, які утворюються в процесі очищення стічних вод різних промислових підприємств об'ємом близько 10 млрд м³ за рік.

Постановка проблеми. На сьогодні золошлаки і шлами, які є багатотонажними відходами, зберігаються на великих територіях і контактують з атмосферою, гідросферою та, відповідно, забруднюють довкілля, впливають на екологічну безпеку, а в літературі іменуються як техногенна сировина (ТС). Однак методи їх перероблення є енергоресурсозатратними та складними, що підтверджується збільшенням ТС в середньому на 5 % щорічно. Для успішного вирішення проблеми їх утилізації необхідно розробити нові науково обґрунтовані напрямки перероблення золошлаків ТЕС, шламів водоочищення стоків гальванічних виробництв, нафтошламів та інших шламів водоочищення, які б передбачали мало енергомістке та комплексне перероблення названої вище ТС. Тому розроблення принципово нових технологій перероблення золошлакошламових відходів у новий матеріал для вдосконалених технологій водогазоочищення є актуальним завданням, яке має господарське, екологічне та соціальне значення.

¹ Івано-Франківський національний технологічний університету нафти і газу

² НУ "Львівська політехніка"

³ Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника

Метою роботи є розроблення методів перероблення золошлакошламових відходів у нові ефективні матеріали для технологій, устаткування з очищення стічних вод, вуглеводнів, відхідних газів, що підвищить рівень техногенної безпеки об'єкта.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Всього в відвалах ТЕЦ, териконах шахт, шламо- та мулонагромаджувачах господарського комплексу України нагромаджено близько 25-28 млрд т твердих промислових відходів [1]. Крім цього, діяльність підприємств гірничої, енергетичної, хімічної, газо- і нафтопереробної галузей і експлуатація різних видів транспорту спричиняє виділення значної кількості шкідливих компонентів [2, 3] обсягом близько 5000 тис. т з відхідними газами в атмосферу (рис. 1).

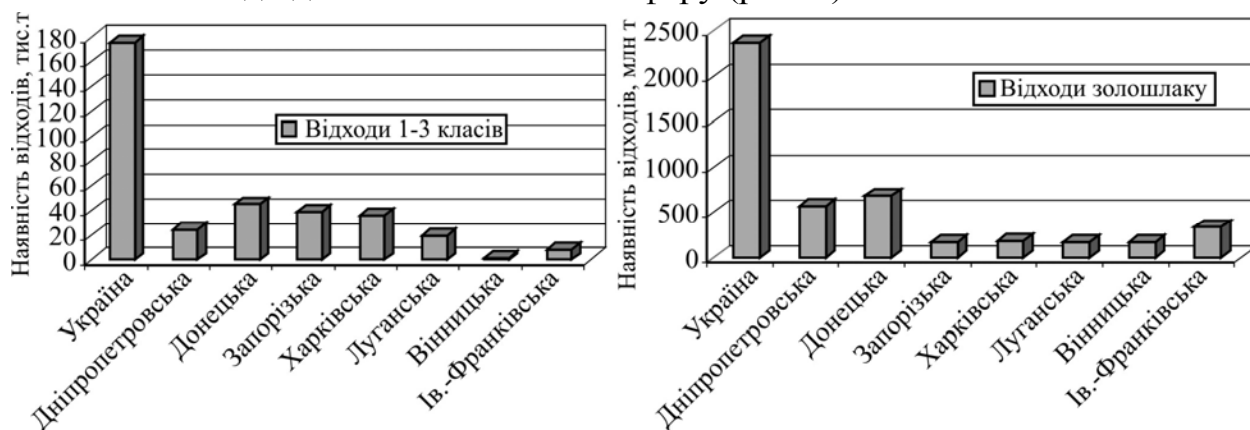


Рис. 1. Наявність відходів I-III класу та золошлаку у сховищах організованого складування на території України та областей протягом 2006-2009 рр.

На основі наведеного сучасний стан навколишнього середовища зумовлений забрудненням повітря, води і ґрунту, який пов'язаний з антропогенним забрудненням техногенними відходами від діяльності промислових об'єктів (золошлаки, забруднені стічні води і відхідні гази), які негативно впливають на флору, фауну і людей [4], тому що, наприклад, золошлаку утворюється більше, ніж використовується, як це показано на рис. 2.

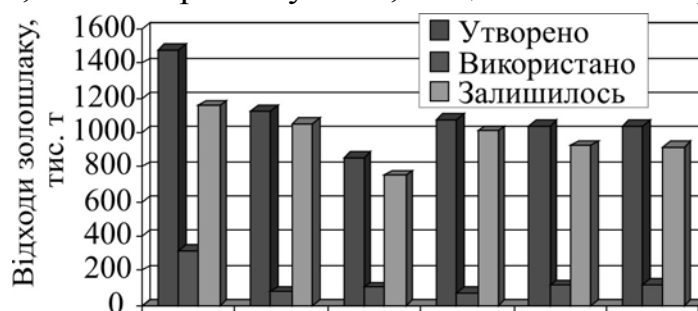


Рис. 2. Утворення, використання і залишок відходів золошлаку впродовж 1995-2008 рр.

У Івано-Франківській області значні техногенні навантаження на навколишнє середовище пов'язані з діяльністю гірничоенергетичних та нафтохімічних підприємств, які нагромаджуються на їхніх територіях або відвалах багатотонажних техногенних відходів. Здебільшого багатотонажними відходами Прикарпаття є золошлакові відходи та шлами водоочищення, які займають значні площі під час зберігання, утилізуються частково (10 %). Основни-

ми факторами техногенної небезпеки вважають нагромадження техногенних відходів 1-4 класу небезпеки (золошлаки і шлами водоочищення, флотації); забруднення стічними водами природних водних ресурсів; забруднення атмосфери відхідними газами промислових підприємств та транспорту.

Здебільшого багатотонажними відходами Прикарпаття є золошлакові відходи та шлами водоочищення, яких є найбільше, що показано на рис. 3.

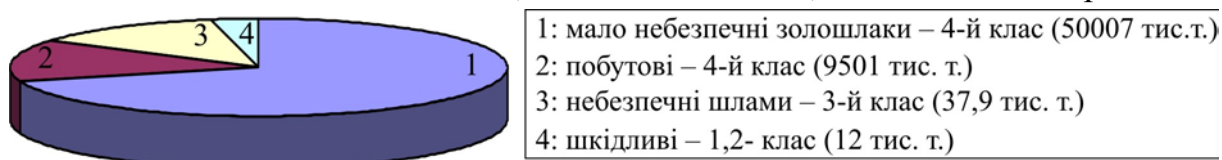


Рис. 3. Нагромаджені техногенні відходи в Івано-Франківській області за 2008 р.

Усі ці техногенні відходи займають значні площі під час зберігання, утилізуються частково (10 %), а тому основна маса залишається і забруднює довкілля, а інші відходи (шламові) теж переробляються ще менше (до 1 %).

Таким чином, рівень техногенної безпеки, яка є основною частиною екологічної, понижується, що підтверджується нагромадженням відходів, який, згідно з екологічними нормами зарубіжних країн [5], характеризується показником нагромадження відходів (ПНВ) на одного жителя, що показано на рис. 4 для України та Прикарпаття.

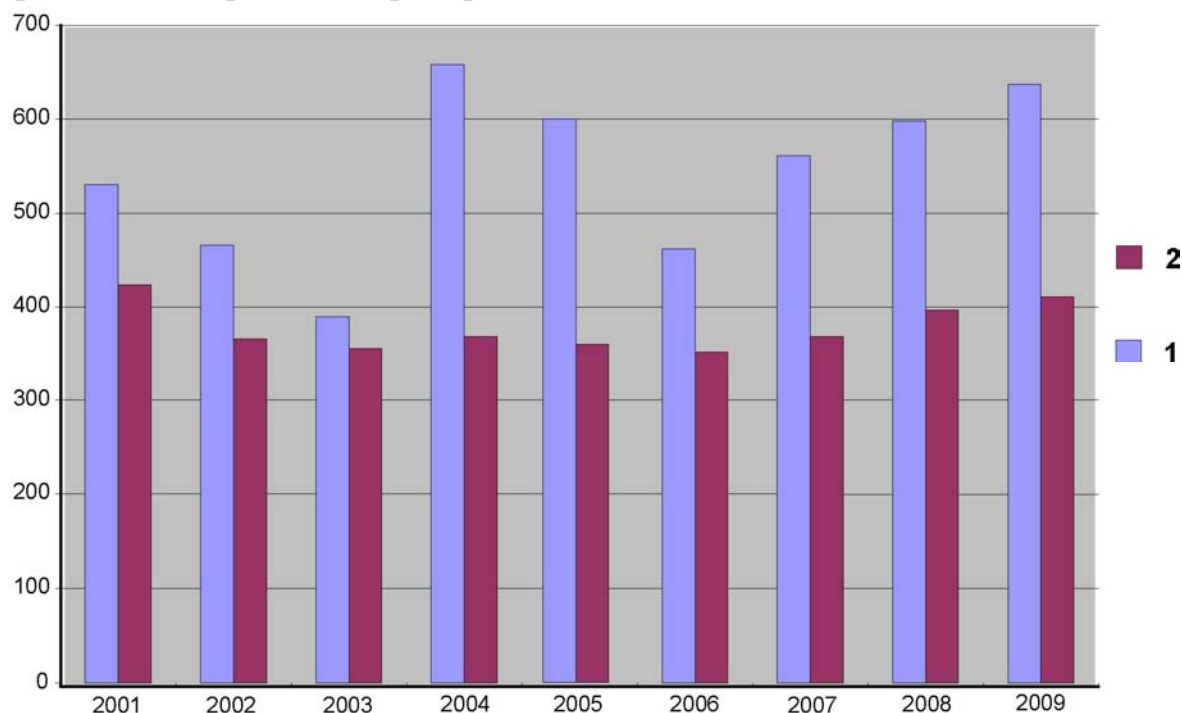


Рис. 4. Діаграма показника нагромадження відходів (ПНВ- кг/особу):
1 – в Україні, 2 – Івано-Франківська область

Кількість шкідливих речовин в атмосферу та золошлакошламів наведено у табл. 1.

Таким чином, викиди в атмосферу шкідливих компонентів, які здатні осідати на ґрунт, а також тверді техногенні відходи, що контактують з вологою, ґрунтом та стічні води є основними чинниками забруднення довкілля, які забруднюють поверхневі, підземні води і атмосферу, що зумовлює зменшення народжуваності та збільшення смертності народу України. Тому, перероблен-

ня ТС, зокрема шлаків ТЕС та шламів водоочищення, а також вдосконалення методів і засобів (фільтрувальних, адсорбційних матеріалів і обладнання) очищення стічних вод і відхідних газів, є актуальною проблемою сьогодення.

Табл. 1. Чинники забруднення атмосфери та їхній обсяг

Протягом 2007-2009 рр.	Відходи шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел		Викиди шкідливих речовин в атмосферу від пересувних джерел		Відходи 1-4-го класів у сховищах	
	всього, тис. т	на особу, т	всього, тис. т	на особу, т	всього, тис. т	на особу, т
Держава, область						
Україна	27172,4	4528,7	11986,2	1999,7	143183,0	50,13
Донецька	10199,4	1699,9	1228,7	204,7	84543,2	153,2
Запорізька	1486,4	247,7	641,2	106,8	57321,8	78,5
Івано-Фран- ківська	1244,1	207,4	284,9	47,9	24369,4	31,4
Львівська	625,6	104,26	349,6	92,0	1791,8	18,5
Закарпатська	107,7	17,99	213,0	44,9	399,8	6,8

У літературі описано технологічні процеси з перероблення золошлакошламових відходів, які здебільшого потребують значних енергетичних затрат та є технологічно складними і малопродуктивними, а тому названі відходи нагромаджуються та забруднюють довкілля. Відомі технології очищення стічних вод [6] є недостатньо ефективними з позиції відділення шкідливих компонентів (ступінь очищення 55-85 %). Зарубіжні методи очищення відхідних газів підприємств (об'єктів) та транспортних засобів від токсичного карбону (II) оксиду і сірковмісних сполук, описані у [7], ґрунтуються на використанні каталізаторів, що є досить дорогими, бо містять рідкісні метали (платина та інші), та є енергомісткі [8] зі ступенем очищення 55-75 %, що призводить до забруднення атмосфери і, відповідно, довкілля загалом.

На основі наведеного виникає потреба у розробленні методів перероблення ТС, підвищення ефективності роботи очисних споруд з очищення стічних вод і відхідних газів, що приведе до зменшення кількості виділених забруднень у довкілля та підвищить екологічну безпеку об'єктів, регіону, держави. Для розроблення технологій утилізації техногенної сировини Прикарпаття важливо розглянути кількість та вміст шкідливих компонентів, оскільки від їх вмісту значною мірою буде залежати напрям розроблення нових енергоресурсощадних методів їх утилізації чи перероблення.

Схему утворення техногенних відходів, що утворюються на промислових і інших об'єктах Прикарпаття, наведено на рис. 5, де показано їх кількість, а також функціональність утворення. У дослідженні [9] описано використання шлакошламових відходів для виготовлення вуглецевомінеральних матеріалів (ВММ) методом диспергування та термооброблення, а їх апробація у водоочищенні різних типів стічних вод підтвердила їхню ефективність (підвищення ступеня водоочищення на 10-15 %).

Техногенно-екологічна безпека наземного транспорту [10] забезпечується використанням нейтралізатора з очищення відхідних газів моторних агрегатів, виготовлених із використанням благородних металів. Для змен-

шення токсичності відхідних газів, що утворюються у процесі окиснення вуглеводневого палива, запропоновано [11] використовувати каталізатор, який виготовлений методом гальвано-плазмового оброблення оксидів алюмінію з подальшим просочуванням розчином нітратів активних компонентів.



Рис. 5. Функціональність утворення і кількість техногенних відходів Прикарпаття у 2008 р.

У публікації [12] запропоновано технологію нанесення Pt, Pd, і Rh на поверхню монолітних кордієритових носіїв з попереднім покриттям Al_2O_3 сот квадратного перерізу. Автори [13] пропонують одержувати волокнисті матеріали для нейтралізатора відхідних газів автотранспорту з мікродроту нержавіючої сталі діаметром 0,05 мм, яку покривають електролітично Pt і Pd по 0,4 % послідовно кожного. Спосіб отримання блокових каталітичних матеріалів [14], що рекомендуються для очищення від шкідливих компонентів відхідних газів транспортних засобів, передбачає просочування блокової основи каталізатора розчином солей рідкісних і благородних металів, які є дорогими, а процес складний і довготривалий. Для усунення названих недоліків наведених способів і зменшення вартості нейтралізаторів відхідних газів та спрощення технології їх одержання ми запропонували отримувати їх з шлакошламових відходів.

Теоретичні та експериментальні дослідження. Запропонований спосіб одержання блоку нейтралізатора охоплює підготовку шихти, її гранулювання, формування блоку і газову термообробку в інтервалі температур 825-865 °С.

Хіміко-технологічний аспект цієї технології передбачає, що внаслідок добавляння глинистих відходів порід до шлаку ТЕЦ у процесі обпалу гранульованої шихти відбувається переструктуризація високоглиноземнистої пористої кристалічної фази за рахунок одночасної наявності в розплаві структурних груп $[\text{AlO}_4]$, $[\text{AlO}_6]$ та органічних добавок, які вигоряють. Внаслідок

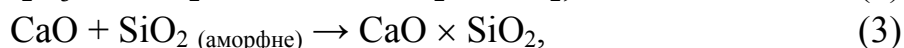
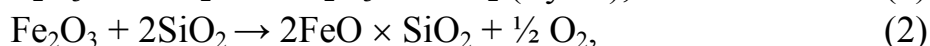
цього утворюються вуглецево-мінеральні матеріали (ВММ), які є пористими, міцними та з певною питомою поверхнею.

Для одержання блокового нейтралізатора використовували шихту Бурштинського заводу з перероблення відходів ТЕС і шлам водоочищення підприємства сільськогосподарських машин ВАТ "Коломиясільмаш", які зберігаються на території підприємства, а також глинисті відходи відкритого кар'єру сірчаного рудника, які мають нижче вказаний середній склад, що наведено в табл. 2.

Табл. 2. Хімічний склад компонентів шихти

Назва компонентів,	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	NiO	Cr ₂ O ₃	CuO	ВПП/CO ₂	H ₂ O
Шихта з шлаку і глинозему	50,6	39,2	7,7	10,6	0,002	0,007	0,005	0,089	1,5
Шлам гідроксидів металів	24,4	47,8	32,11	6,57	1,09	4,41	0,68	0,27	11,5

Хімічні перетворення, які відбуваються під час термооброблення, теоретично описуються такими процесами, враховуючи температуру термооброблення та склад шихти:



Гідроксиди металів, які є у шламах водоочищення, реагують між собою, згідно з наведеними нижче хімічними реакціями з утворенням феритів:



що підтверджено результатами рентгеноструктурного аналізу.

Для визначення і оптимізації складу шихт для одержання матеріалів з певними властивостями в останні роки знаходять широке використання математичні методи [15,16] шляхом використання багатофакторних моделей – математичних залежностей між властивостями та технологічними параметрами і співвідношенням компонентів матеріалів.

З метою вивчення впливу шлаку і шламу гідроксидів на фізико-механічні властивості ВММ у роботі виконано математичне планування експерименту. При цьому застосовували один з методів статистично-математичної оброблення результатів – метод ортогонального центрально-композиційного планування (ОЦКП). Такі методи дають змогу скоротити проведення експерименту, впорядкувати пошук оптимальних умов, отримати математичну модель об'єкта дослідження. На основі програми, в яку закладено математичну модель поведінки системи, з допомогою ЕОМ забезпечується швидкий аналіз системи і вибір правильного оптимального варіанта з великої кількості результатів.

За допомогою методу експериментально-статистичного моделювання, суть якого полягає у встановленні математичної залежності між заданими властивостями і складом або витратою матеріалів, досліджено властивості ВММ. З цією метою на основі глинистого та органічного компонентів з різною кількістю шлаку (30; 40; 50 %) та шламу гідроксидів (12; 21; 30 %) одержали оптимальний склад шихти для утворення ВММ з певними властивостями.

Метод ОЦКП дає змогу отримати математичний опис процесу у вигляді рівняння регресії: $Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_{12}x_1x_2+b_{11}x_1^2+b_{22}x_2^2$, де $b_0, b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$ – коефіцієнти регресії, що розраховуються за відповідними формулами. Під час планування експерименту було вибрано такі контрольні параметри: Y_1, Y_2, Y_3 – границя міцності, пористість та питома поверхня ВММ.

Для пошуку значення факторів X_1 (вміст шлаку) і X_2 (вміст шламу гідроксидів), за яких досліджувані функції набувають максимального значення, використали дисоціативно-кроковий метод оптимізації [17]. Розрахунок коефіцієнтів регресії здійснено за допомогою комп'ютерної техніки за спеціально складеною програмою мовою EXCEL, в якій використовується матричний підхід до регресивного аналізу і знаходження коефіцієнтів рівнянь регресії. Отримані результати коефіцієнтів рівнянь регресії для границі міцності на стиск, пористості та питомої поверхні (табл. 3) і використано для побудови ізоліній рівної міцності (Y_1), пористості (Y_2) та питомої поверхні (Y_3) ВММ (рис. 6).

Табл. 3. Коефіцієнти рівнянь регресії для границі міцності на стиск, пористості та питомої поверхні ВММ

Функції відгуку	Коефіцієнти регресії					
	B_0	B_1	B_2	B_{12}	B_{11}	B_{22}
Границя міцності на стиск						
Y_1	69,748	-3,433	2,500	0,725	-12,989	5,011
Пористість						
Y_2	31,656	2,767	1,383	-1,300	-0,033	-4,783
Питома поверхня						
Y_3	16,367	0,617	0,317	-1,725	3,150	-2,650

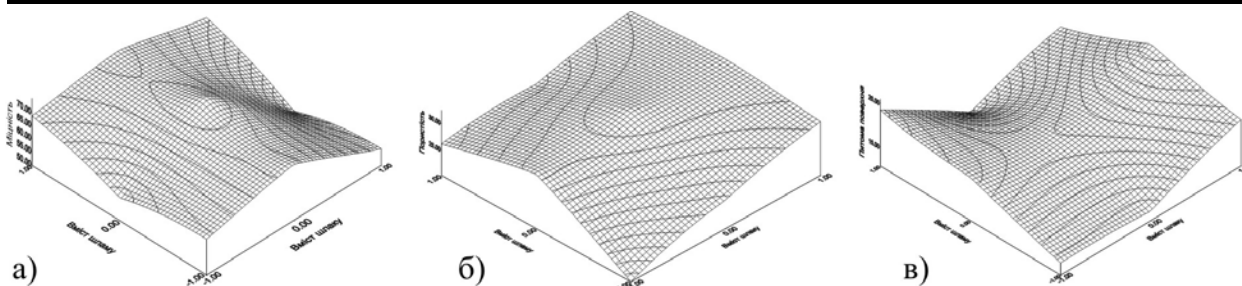


Рис. 6. Поверхня відгуку та ізолінії: а – міцності; б – пористості; в – питомої поверхні залежно від вмісту шлаку та шламу

Отримані результати коефіцієнтів рівнянь регресії для границі міцності на стиск, пористості та питомої поверхні дали змогу одержати рівняння регресії:

$$Y_1 = 69,748 - 3,433x_1 + 2,500x_2 + 0,725x_1x_2 - 12,989x_1^2 + 5,011x_2^2, \quad (8)$$

$$Y_2 = 31,656 + 31,656x_1 + 1,383x_2 - 1,300x_1x_2 - 0,033x_1^2 - 4,783x_2^2, \quad (9)$$

$$Y_3 = 16,367 + 0,617x_1 + 0,317x_2 - 1,725x_1x_2 + 3,150x_1^2 - 2,650x_2^2. \quad (10)$$

Аналіз представлених коефіцієнтів регресії дає змогу зробити такі технологічні висновки. Позитивний вплив шлаку на пористість та питому поверхню проявляється у додатних значеннях коефіцієнтів B_1 , B_2 . Від'ємні значення B_{11} і B_{22} свідчать про негативний вплив максимальної кількості шлаку та шламу гідроксидів на пористість ВММ. Від'ємні значення коефіцієнтів B_{12} свідчать про негативний сумісний вплив компонентів на пористість та питому поверхню ВММ, однак варто зазначити, позитивний сумісний вплив компонентів на міцність ВММ. Максимальна кількість шлаку негативно впливає на міцність та пористість ВММ, а шламу гідроксидів – на пористість та питому поверхню ВММ.

Апробаційні дослідження розроблених блоків нейтралізатора показали, що кількість забруднювальних компонентів, які потрапляють в атмосферу, зменшується, а завдяки підвищенню ступеня очищення відхідних газів внаслідок встановлення таких нейтралізаторів на 100 автомобілях кількість шкідливих речовин з відхідними газами та утилізованих шлакошламів теоретично становитиме за рік близько 300 т, які не потраплять в довкілля.

Запропонований вище нами метод, а також розроблені нами методи, що описані у патентах утилізації шлаку, шламу – скопу, гальванічних гідроксидів є менше енергозатратними і частково приводять до підвищення рівня екологічної безпеки, але кількість золи ТЕС у відвалах зростає, а тому це потребує розроблення нових енергоощадних, більш продуктивних методів її утилізації, що зменшить негативний вплив на довкілля.

З цією метою розроблено метод низькотемпературної утилізації таких промислових відходів, як зола ТЕС та скоп (ЦПК), з одержанням конструктивно-теплоізоляційних матеріалів. Хімічний склад сировинних матеріалів наведено в табл. 4.

Табл. 4. Хімічний склад сировинних матеріалів

Компонент, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	H ₂ O/ВПП
Зола	48,46	24,90	15,93	2,73	1,54	1,96	3,45	0,5/0,53
Скоп ЦПК (шлам)	5,30	2,20	1,27	7,80	0,30	0,24	1,65	80,54/3,66
Негашене вапно	7,60	4,80	2,10	76,10	1,14	0,04	4,32	0,03/3,90
Цемент	21,44	5,22	4,84	66,18	0,35	0,30	0,95	0,02/0,72
Гіпс	3,55	0,52	0,35	36,8	0,02	0,1	0,5	0,01/57,38

Метод низькотемпературної утилізації вище вказаних техногенних відходів з використанням промислових матеріалів (цемент, гіпс) у невеликих кількостях, а співвідношення компонентів та властивості одержаних матеріалів наведено в табл. 5.

Перший етап – це розрахунок оптимального складу шихти за допомогою наведеного методу ОЦКП, який дає змогу отримати математичний опис процесу рівнянням регресії, наприклад, для встановлення оптимального вмісту гіпсу і негашеного вапна.

Другий етап охоплює змішування компонентів шихти, згідно зі встановленими співвідношеннями компонентами, які визначили у першому етапі, а третій – формування виробів з отриманої сировинної суміші і витримка протягом 5-ти діб у повітряно-вологих умовах.

Табл. 5. Склад суміші та показники одержаних матеріалів

№ суміші виробів	Склад, об'єм. %					Показники		
	зола	цемент	скоп	негашене вапно	гіпс	міцність під час стискання, кгс/см ²	пористість, %	коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К
1	45	5	40	5	5	26	48	0,11
2	40	5	40	10	5	42	37	0,12
3	35	5	40	15	5	54	31	0,13
4	40	15	35	5	10	68	28	0,15
5	40	15	35	5	10	56	25	0,17
6	35	15	35	5	10	52	21	0,18
7	35	25	25	5	15	43	20	0,20
8	35	25	25	10	15	47	19	0,22
9	30	15	25	15	15	52	16	0,25

Запропонований метод застосовують таким чином.

Результати експериментів свідчать, що вироби, які містять 35 % скопу, характеризуються міцністю 26-54 МПа, пористістю 31-48-та коефіцієнтом теплопровідності 0,11-0,13 Вт/м·К, що дає змогу рекомендувати їх, після додаткових апробаційних досліджень, в різних технологіях утилізації шкідливих компонентів, що забруднюють довкілля, одержуючи будівельні вироби. Зменшення вмісту скопу забезпечує зростання міцності до 5,2...6,8 МПа, зменшення пористості до 20-28 % і збільшення коефіцієнту теплопровідності до 0,15-0,2 Вт/м·К, що дає змогу віднести їх до конструкційно-теплоізоляційних матеріалів.

Таким чином, впровадження запропонованої енергоощадної екологічно безпечної технології утилізації золи та шламових відходів (скопу) забезпечить зменшення кількості відходів, які не потраплять у відвали, що приведе до зменшення техногенного навантаження на атмосферу і гідросферу та дає змогу підвищити рівень екологічної безпеки, зменшивши вплив екологічного і енергетичного факторів на національну безпеку нашої держави.

Для розрахунку загальної кількісної оцінки факторів впливу об'єкта інтегрального показника екологічної безпеки об'єкта (ІПЕБО) запропоновано використати показники статистичної звітності про підприємство (ТП повітря, ТП водгосп, форма №1-екологічні витрати, площу та випуск товарної продукції) і розраховувати за нижче наведеним алгоритмом.

1. Встановлюємо кількісні величини зі звітів: а) реальні і лімітні викиди (т) кожного з факторів (в гідро-, техно-, атмосферу); б) екологічні витрати для зменшення викидів в гідро-, техно-, атмосферу; в) загальні екологічні витрати, площу об'єкта і випуск продукції.
2. Розраховуємо коефіцієнти забрудненості і затратності для кожного з факторів методом відношення реальних викидів до лімітних, окремих затрат до загальних.
3. Сумація вище вказаних коефіцієнтів з врахуванням K_p (ризиків), якщо його можливо реально визначити, та множення на 100.

Така методологія дає змогу розрахувати ІПЕБО в балах на певний момент часу для об'єкта, і після впровадження природоохоронних заходів (но-

вих технологій утилізації, водогазоочищення, вдосконаленого обладнання та інше). Оскільки кількість забруднювальних компонентів, що потраплять в довкілля, зменшиться, то ПЕБО підвищиться. Унаслідок розрахунків на основі даних звітів за 2008 р., а також даних про зменшення викидів за рахунок утилізації золошлаку, шламів водогазоочищення та очищення стоків, відхідних газів, що можливі внаслідок впровадження запропонованих нами методів (патент №№ 13742, 16950, 5247, 5581А) та з встановленням розроблених вище блоків нейтралізаторів очищування відхідних газів автотранспорту і впровадження вдосконалених технологій водоочищення і обладнання (№№5740, 28030,) та використанні формули з [18] для оцінювання екологічної безпеки, встановлено, що ПЕБО на вказаних об'єктах (підприємствах) підвищиться на 1,2-2,5 бала.

Отже, впровадження запропонованих енергоощадних екологічно безпечних технологій утилізації золошлаків ТЕС та шламових відходів водоочищення забезпечить зменшення кількості відходів, які не потраплять у відвали, що приведе до зменшення техногенного навантаження на атмосферу і гідросферу та дасть змогу підвищити рівень екологічної безпеки, зменшивши вплив екологічного і енергетичного факторів на національну безпеку нашої держави.

Література

- 1. Звягинцев Г.Л.** Промышленная экология и технология утилизации отходов / Г.Л. Звягинцев. – Харьков : Изд-во "Высш. шк.", Изд. ХГУ, 1986. – 144 с.
- 2. Статистичні дані** обласного управління. Івано-Франківськ. – 2009. – 56 с.
- 3. Статистичний збірник** "Довкілля України". – К., 2008. – С. 48-138.
- 4. Нейко Є.М.** Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / Є.М. Нейко, Г.І. Рудько, Н.І. Смоляр. – Івано-Франківськ : Вид-во "Екор", 2001. – 350 с.
- 5. Снітинський В.В.** Інженерна екологія. Аспекти енергозбереження / В.В. Снітинський М.А. Саницький, О.Т. Мазурак, А.В. Мазурак : навч. посібн. – Львів : Вид-во "Апріорі". – 2008. – 229 с.
- 6. Фізико-хімічні основи** технології очищення стічних вод / за заг. ред. д-ра А.К. Запольского. – К. : Вид-во "Лібра", 2000. – 550 с.
- 7. The International Handbook on Environmental Technology Management** // Edited by Dora Marinova, David Annandale and John Phillimore, Nov. – 2006. – 592 pp.
- 8. Trznadel B.J.** Koncepcja radiacyjnej technologii oczyszczania gazów odlotowych z SO₂ i NO_x / Trznadel B.J., Iller E., Milner E. // Ochrona powietrza, 1987. – Vol. 21, № 4. – S. 85.
- 9. Челядин Л.І.** Теоретичні і практичні аспекти фізико-хімічного очищення стічних вод фільтруванням через вуглецево-мінеральні матеріали та його математична модель / Л.І. Челядин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челядин, П.Д. Романко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.7. – С. 261-272.
- 10. Плахотник В.Н.** Техногено-экологическая безопасность наземного транспорта: современное состояние и перспективы / Плахотник В.Н., Веккер У., Павлюк А.Н., Ярышкина Л.А. // І-й Всеукраїнський з'їзд екологів : тези доп. ВНТУ, м. Вінниця, 4-7 жовтня 2006. – С. 42.
- 11. Яковишин В.А.** Снижение токсичности выхлопных газов процессов окисления углеводородного топлива / Яковишин В.А., Савенков А.С. Сотрудничество для решения проблемы отходов. – Харьков. – 2010. – С. 81-82.
- 12. Срібний В.М.** Нові технології одержання продукції зі скрапу дорогоцінних металів / Срібний В.М., Цюпко Ф.І. // Вісник ДУ " Львівська політехніка", 1997. – № 333. – С. 67-70.
- 13. Соловьев Г.И.** Каталитический нейтрализатор с металловолоконным катализатором для очистки выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания / Соловьев Г.И., Климаш А.А., Гончаров В.В. // Экотехнологии и ресурсосбережение, 2008. – № 5. – С. 44-49.

14. Денисов А.А. Блочные носители сотовой структуры для каталитической части нейтрализатора отработавших газов бензиновых двигателей // Экотехнологии и ресурсосбережение / А.А. Денисов, А.А. Шамрай. – 2007. – № 6. – С. 49-51.

15. Саутин В.В. Оптимизация результатов химической технологии / В.В. Саутин. – М. : Изд-во "Стройизд". – 1976. – 47 с.

16. Саутин С.Н. Теоретические основы планирования экспериментальных исследований в химии и химической технологии / С.Н. Саутин, А.Е. Пунин. – Л. : Изд-во МЛТИ, 1979. – 66 с.

17. Вознесенский В.А. Современные методы оптимизации композиционных материалов. – К. : Вид-во "Будівельник", 1983. – 114 с.

18. 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.

Челядин Л.И., Позняк О.Р., Новосад П.В., Романко П.Д., Челядин В.Л. Физико-химическая утилизация техногенных отходов и ее влияние на экологическую безопасность объектов региона

Приведено количество техногенных отходов и показатель их накопления на одного человека в Украине и в некоторых самых загрязненных областях. Показано, что методы утилизации техногенных отходов-золашлака ТЭС и шламов гальванических производств в гранулы блочного нейтрализатора для очистки отходных газов, золы ТЭС и шламов водоочистки стоков целлюлозно-бумажного производства в теплоизоляционный материал, дают возможность уменьшить количество отходов и загрязнений, которые поступают в окружающую среду и, соответственно, повысить уровень техногенной безопасности объектов.

Chelyadyn L.I., Poznyk O.R., Novosad P.V., Romanko P.D., Chelyadyn V.L. Physico-chemical utilization of technogenic offcuts and its influence on ecological safety of region objects

The amount of technogenic wastes and index of their piling up around to one person in Ukraine and in some most muddy areas are given. It is shown that utilization methods of technogenic wastes, for example, ash-and-slad of thermal power plant and sludges of galvanic productions into the granules of sectional neutralizer for cleaning of waste gases, ash-and-slad of thermal power plant and sludges of water purification of pulp-and-paper mill flows in heat-insulation material, enable to decrease not only the amount of wastes but also contamination of environment and, accordingly, promote technogenic strength of objects of region security.

УДК 504.064.4:658.567.1:662.6

Доц. О.Т. Мазурак, канд. техн. наук;
ст. викл. Т.М. Лозовицька, канд. с.-г. наук – Львівський НАУ;
аспір. С.Я. Хруник; доц. У.Д. Марущак, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКИДІВ ЦЕМЕНТНИХ ВИРОБНИЦТВ
У РАЗІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ І
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ**

Обґрунтовано потребу досліджень викидів техногенних забруднювачів у разі використання природних і альтернативних палив у цементній промисловості. Встановлено залежність між величиною викидів та природою палив, мінералогічним складом сировини, технологічним процесом випалювання клінкеру.

Ключові слова: викиди, цементна промисловість, природне та альтернативне паливо, важкі метали, органічні забруднювачі.