

ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ШЛЯХОМ ЗНЕПИЛЕННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНИХ ГАЗІВ

Юлія Войтенко

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0819-3794>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Вступ

У даний час інтенсивними джерелами забруднення атмосферного повітря є підприємства чорної металургії. Найбільшим джерелом забруднення серед технологічних процесів чорної металургії є виробництво агломерату. В процесі одержання агломерату відбувається величезний винос пилу з шару аглошихти. Це пояснюється значною кількістю дрібних фракцій, що не приймає участь у грудкуванні і виноситься в атмосферу з шару аглошихти в процесі спікання. У гірничо-металургійних регіонах України встановлений прямий зв'язок між техногенним забрудненням атмосферного повітря пилом та небезпекою для здоров'я населення і персоналу підприємств, збільшенням рівня пилових захворювань органів дихання.

МЕТА І ЗАВДАННЯ

Метою роботи є аналіз основних джерел пилогазових викидів в умовах агломераційного виробництва, аналіз існуючих методик визначення ризику захворюваності, пов'язаної із шкідливою дією факторів навколишнього природного середовища, ідентифікація небезпеки та відбір пріоритетних факторів при визначенні ризику, дослідження залежності зниження захворюваності населення внаслідок зменшення винос пилу в процесах агломерації залізної руди.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для оцінки ризику захворюваності був проведений розрахунок ймовірності захворювання на основі значення інтегрального показника. Також визначався коефіцієнт небезпеки шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу.

РЕЗУЛЬТАТИ

Одним з найпотужніших металургійних комбінатів в Україні є ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Взагалі м. Кривий Ріг – велике техногенне місто зі значною кількістю підприємств різних галузей промисловості.

В даній роботі проаналізована селітебна територія поблизу ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Раніше був виконаний комплекс науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт по впровадженню методів і заходів зниження викидів забруднюючих речовин при роботі аглофабрики на ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» за рахунок застосування поверхнево-активних речовин (ПАР), а також була розроблена і впроваджена технологія обробки аглошихти перед спіканням розчинами ПАР з метою поліпшення грудкування і зниження викидів пилу з шару аглоштити, що спікається. Введення в водні розчини ПАР зменшує поверхневий натяг цих розчинів та крайовий кут змочування. Тим самим забезпечується краще змочування гідрофобних часток дисперсних матеріалів. Покращення процесів змочування усіх компонентів аглошихти забезпечить підвищення ступеню її грудкування [1].

Враховуючи складну екологічну ситуацію в промислових регіонах, в тому числі в м. Кривий Ріг, необхідно більш детально дослідити зв'язок підвищених концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі та захворюваності населення, що проживає у екологічно забруднених промислових регіонах.

На здоров'я людини впливає сукупність цілого ряду факторів: спадкові захворювання, соціально-економічне становище, медичне обслуговування, спосіб життя і шкідливі звички, якість життєдіяльності та забруднення навколишнього природного середовища. Визначити у розвитку захворювання органів дихання частки саме забруднення атмосферного повітря є досить важкою задачею.

Нині одним із найбільш розповсюджених сучасних підходів до визначення зв'язку між забрудненням атмосферного повітря та здоров'ям населення є методологія оцінки ризику. Існує декілька методик, за допомогою яких можна визначити ризик захворюваності, пов'язаної зі шкідливою дією факторів навколишнього природного середовища [2-7].

Щоб оцінити ризик необхідно, по-перше, визначити небезпеки, тобто відібрати визначальні фактори та хімічні речовини. В даній роботі проведено дослідження залежності зниження захворюваності населення внаслідок зменшення виносу пилу в процесах агломерації залізної руди.

Одним з методів оцінки ризику захворюваності є розрахунок ймовірності захворювання на основі значення інтегрального показника, запропонований В.В. Ткачовим [3, 8]. Чисельно ризик можна оцінити за формулою:

$$R = 8,6x_1 + 6,0x_2 + 19,4x_3k_1 + 6,4x_4k_2k_3, \quad (1)$$

де R – інтегральний показник ризику захворювання; x_1 – вік працівника, роки; x_2 – стаж роботи, роки; x_3 – стаж роботи, враховуючи контакт з пилом, роки; x_4 – концентрація пилу в повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$; k_1 – коефіцієнт, що враховує вміст SiO_2 (табл. 1); k_2 – коефіцієнт, що враховує мінеральний склад і концентрацію пилу в повітрі (для порідного пилу з вмістом в ньому вільного кремнезему 10 – 70 % цей коефіцієнт дорівнює 2,3); k_3 – коефіцієнт, що враховує важкість праці (табл. 2).

Таблиця 1 – Значення коефіцієнту k_1 в залежності від вмісту вільного діоксиду кремнію (ВДК)

Вміст ВДК	Менше 2,0	2,1 – 10,0	10,1 – 70,0	70,1 і більше
Коефіцієнт k_1	0,6	0,8	1,0	1,2

Коефіцієнт, що враховує вміст діоксиду кремнію для нашого випадку приймаємо 0,8. Коефіцієнт, що враховує мінеральний склад, для породного пилу дорівнює 2,3.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнту k_3 в залежності від категорії умов праці за показниками тяжкості робочого процесу

Показник	Категорія тяжкості праці				
	Iа – легка робота	Iб – легка робота	IIа – робота середньої важкості	IIб – робота середньої важкості	III – важка робота
k_3	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8

Формула (1) використовувалась для розрахунку інтегрального показника та оцінки ризику захворювання населення, що мешкає в зоні безпосереднього впливу аглофабрики ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Оцінка проводилась на прикладі населення віком 40 років, категорія важкості роботи прийнята I (коефіцієнт k_3 дорівнює 1,1). Таким чином $x_1 = x_2 = x_3 = 40$ [8].

Враховуючи, що в даній роботі оцінювався ризик захворюваності населення, а не працівників, враховувалось перевищення ГДК пилу в повітрі робочої зони над ГДК в атмосферному повітрі. Ризик захворювання людини визначають згідно методики виходячи з величини інтегрального показника.

Результати визначення ризику захворюваності для вибраної

категорії населення на різних відстанях від джерела викиду (аглофабрика ВАТ «АрселорМіттал Кривий ріг») наведено в таблиці 3 [8, 9].

Таблиця 3 – Ризик захворюваності населення (%) залежно від відстані до джерела викиду пилу (м).

Підготовка аглошихти	Інтегральний показник ризику, R					Ризик захворювання, %				
	Відстань до джерела викиду, м									
	500	1000	2000	3000	5000	500	1000	2000	3000	5000
без ПАР	1382	1415	1379	1349	1316	40	50	40	30	30
з ПАР	1297	1301	1296	1292	1287	20	20	20	20	20

Отримані результати свідчать про те, що істотне зменшення винесення пилу з агломераційними газами, внаслідок обробки агломераційної шихти перед спіканням розчинами ПАР, призводить до зниження захворюваності населення в селітебній зоні поблизу агломераційної фабрики, наприклад, на відстані 2000 м в два рази.

Також ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря можна оцінити, визначивши коефіцієнт небезпеки, порівнюючи фактичні отримані дози з безпечними рівнями впливу:

$$HQ = \frac{AD}{RfD} \quad (2)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки; AD – середня отримана доза, [мг/кг]; RfD – референтна, тобто безпечна доза, [мг/кг].

Формула розрахунку середньої добової дози (AD) при інгаляційному впливі речовини має вигляд:

$$AD = \left[(Ca \cdot Tout \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin) \right] \cdot \frac{EF \cdot ED}{(BW \cdot AT \cdot 365)}, \quad (3)$$

де AD – середня добова доза речовини, [мг/кг]; Ca – концентрація речовини в атмосферному повітрі, [мг/м³]; Ch – концентрація речовини в повітрі приміщення, [мг/м³]; Tout – час, що людина проводить поза приміщенням, [год/добу]; Tin – час, що людина проводить в приміщенні, [год/добу]; Vout – швидкість дихання людиною при знаходженні поза приміщенням, [м³/год]; Vin – швидкість дихання людини в приміщенні, [м³/год]; EF – кількість днів на рік впливу, [днів/рік]; ED – тривалість впливу, [років]; BW – маса тіла людини, [кг]; AT – період осереднення експозиції, [років]; 365 – кількість днів в році.

Безпечну дозу визначаємо аналогічним чином за формулою (2), використовуючи замість фактичної концентрації пилу її гранично допустиму концентрацію. RfD = 0,146 мг/кг. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки, як характеристик ризику розвитку захворювання, на різних відстанях від аглофабрики ВАТ „АрселорМіттал

Кривий Ріг” наведені в таблиці 4 [8, 10].

Таблиця 4 – Добові дози і коефіцієнти небезпеки залежно від відстані до джерела викиду пилу (м)

Підгото- вка агло- шихти	AD					HQ				
	500	1000	2000	3000	5000	500	1000	2000	3000	5000
Без ПАР	0,398	0,47	0,39	0,325	0,25	2,73	3,219	2,67	2,23	1,712
З ПАР	0,206	0,22	0,205	0,196	0,18	1,41	1,507	1,404	1,342	1,233

Показано, що зниження розрахункового коефіцієнта небезпеки, наприклад, на відстані 2000 м складає 47 % при використанні запропонованої технології та схеми обробки аглошихти розчинами ПАР перед її спіканням.

ВИСНОВКИ

Таким чином, проведені дослідження по визначенню інтегрального показника ризику захворювання та коефіцієнту небезпеки, вказують на значний вплив агломераційного виробництва на довкілля, а також підтверджують ефективність запропонованих способів пилоподавлення з використанням ПАР, що дозволяє знизити вдвічі значення ризику захворювання.

ПОСИЛАННЯ

1. Агапова, В., Пицьк, Ю., & Шишацкий, А. (2010). Снижение запыленности аглогазов методом улучшения окомкования аглошихты. *Науковий вісник Національного гірничого університету*, (7-8), 90–92.
2. Канцельсон, Б., & Привалова, Л. (1996). «Оценка риска» и гигиеническая регламентация – альтернативы или взаимодополняющие подходы. *Токсикологический вестник*, (4), 5–10.
3. Мантина, А. (2016). Комплексная оценка профессионального риска с учетом индивидуально накопленного воздействия производственных факторов. *Незрушающий контроль: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции «Незрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность»*, 205–209.
4. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. (2003). *Офіційний вісник України*, 52, 233.

5. Нагорна, А., Вітте, П., Соколова, М., Кононова, І., Орехова, О., & Мазур, В. (2012). Оцінка ризику розвитку професійних захворювань у працівників металургійної, вугільної промисловості та машинобудування України. *Український журнал з проблем медицини праці*, 3(31), 3–13.

6. Орехова, О., & Павленко, О. (2019). Сучасна модель інтегральної оцінки ризику захворюваності з тимчасовою втратою працездатності у працівників сучасної гірничометалургійної галузі України. *Довкілля та здоров'я*, 3(92), 47–52.

7. Севальнев, А., & Шаравара, Л. (2016). Система оцінки та керування професійними ризиками захворюваності у працівників металургійного підприємства повного циклу. *Вісник проблем біології та медицини*, 1(2), 57–60.

8. Войтенко, Ю., & Левицька, О. (2020). Підвищення екологічної безпеки селітебних територій в зонах інтенсивного забруднення атмосферного повітря. *Збірник наукових праць НГУ*, 61, 94–102.

9. Пицък, Ю., & Шишацкий, А. (2014). Снижение риска заболевания населения путем повышения экологической безопасности технологических процессов в металлургии. *Сборник материалов IX Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Наука и образование – 2014»*, 3858–3861.

10. Mondrusova, M., Voytenko, Yu., Plyasovskaya, K., & Kaliberda, N. (2021). Triethanolamine salts absorption on the surface of the sinter during sintering production. *Сучасні науково-технічні дослідження у контексті мовного простору. Матеріали X Регіональної науково-практичної конференції молодих науковців та студентів*, 40–42.