

© Ю.В. Войтенко<sup>1</sup>, О.Г. Левицька<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Дніпро, Україна

## ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СЕЛІТЕБНИХ ТЕРИТОРІЙ В ЗОНАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

© Y. Voytenko<sup>1</sup>, O. Levytska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

### RESIDENTIAL AREAS ENVIRONMENTAL SAFETY IMPROVEMENT IN THE ATMOSPHERIC AIR INTENSIVE POLLUTION ZONES

**Мета роботи.** 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 виносу пилу в процесах агломерації залізної руди.

**Методика дослідження.** 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 досліджень.** Аналіз основних джерел пилоутворення на аглофабриках показує, що основним джерелом надходження пилу в атмосферу є процеси спікання агломераційної шихти на агломашинах. Ступінь несприятливої дії пилу на організм людини визначається в основному концентрацією пилу в повітрі та його дисперсністю. Дрібніший пил глибше проникає в дихальну систему людини. Аналіз структури загальної захворюваності показав, що перше місце займають хвороби органів дихання. Встановлений зв'язок між техногенним забрудненням атмосферного повітря та збільшенням рівня захворювань легень. Була розроблена і впроваджена технологія обробки аглошихти перед спіканням розчинами поверхнево-активних речовин з метою поліпшення грудкування і зниження викидів пилу з шару аглошпиту, що спікається. В процесі експериментальних досліджень були визначені оптимальні параметри і режими обробки аглошихти розчинами поверхнево-активних речовин. Встановлено, що впровадження розробленої технології дозволяє зменшити концентрацію пилу у викидах агломераційних газів в декілька разів, у тому числі знизити концентрацію дрібнодисперсного пилу (до 20 мкм) в аглогазах після мультициклону. Зменшення викиду пилу з агломераційними газами внаслідок обробки агломераційної шихти перед спіканням розчинами поверхнево-активних речовин призведе до зниження захворюваності населення в селітебній зоні поблизу агломераційної фабрики.

**Наукова новизна.** Методологічно поєднані результати лабораторних, експериментальних та теоретичних досліджень зменшення ризику захворюваності населення в зонах несприятливих екологічних умов, викликаних інтенсивною промисловою діяльністю.

**Практична значимість.** Обґрунтовані напрямки зменшення ризику негативного впливу запилення повітря шляхом застосування сучасних методів знепилення при основних технологічних процесах металургійного виробництва.

**Ключові слов:** пилоутворення, агломераційне виробництво, знепилення, поверхнево-активні речовини, ризик захворювання.

**Вступ.** В теперішній час викиди пилу промислових підприємств гірничодобувної, металургійної, будівельної та інших галузей промисловості досягли таких масштабів, що в деяких великих промислових центрах запыленість повітря в межах селітебних територій часто значно перевищує гранично-допустимі концентрації, внаслідок чого заводські райони цих міст стають непридатними для проживання.

Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря в містах України є підприємства чорної металургії. Частка викидів цих підприємств в загальній кількості викидів промисловості та транспорту, наприклад, по пилу становить більше 20%. В районах розташування потужних металургійних підприємств забруднення атмосфери на 50-60% і більше обумовлено викидами саме цих підприємств. Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря є агломераційне виробництво, де надходження пилу з аглогазами складає 17-31,1%. [1].

Джерелом пилогазових викидів на аглофабриках є технологічне обладнання: агломераційні машини, охолоджувачі агломерату і дріб'язку агломерату, печі спікання. Крім того, пилогазовикиди надходять у навколишнє середовище з зовнішніх джерел, до яких відносяться дробарки подрібнення, грохоти, транспортери, бункери і т. п.

Аналіз основних джерел пилоутворення на аглофабриках показує, що основним джерелом надходження пилу в атмосферу є процеси спікання агломераційної шихти на агломашинах.

**Метою роботи** є аналіз існуючих методик визначення ризику захворюваності, пов'язаної із шкідливою дією факторів навколишнього природного середовища, та дослідження залежності зниження захворюваності населення внаслідок зменшення виносу пилу в процесах агломерації залізної руди.

**Викладення основного матеріалу.** Ступінь несприятливої дії пилу на організм людини визначається в основному концентрацією пилу в повітрі та його дисперсністю. Певну роль відіграють фізико-хімічні властивості пилу, тому їх також слід враховувати при гігієнічній оцінці запыленості. Чим дрібніше пил, тим глибше він проникає в дихальну систему людини. У роботі [2] приведений відсотковий вміст пилу (по фракціях), здатного проникати в легені. Близько 25 - 40% аерозолів, що містять частки пилу 3 – 5 мкм затримується в носоглотці, в легені проникає 20 - 25% пилових часток розміром 1 - 2 мкм. Таким чином, якщо відносно великі частки пилу при вдиханні в більшій мірі затримуються у верхніх дихальних шляхах і поступово видаляються звідти зі слизом, то дрібний пил, як правило, проникає в легені і осідає на тривалий термін, викликаючи ураження легеневої тканини, адже самоочищення органів дихання може тривати від декількох тижнів до декількох років. Крім того, дрібний пил має більшу поверхню зіткнення з легеневою тканиною, тому він активніший [3]. Для оцінки негативного впливу пилу необхідно враховувати мінералогічний його склад. Пил агломераційного виробництва складається, в основному, із з'єднань заліза, кальцію і незначної кількості з'єднань марганцю.

Для більш повної оцінки впливу шкідливих речовин на організм людини необхідно проаналізувати захворюваність населення, пов'язану із забрудненням атмосферного повітря і інших компонентів довкілля. Ці захворювання набувають все більшу вагу в загальній структурі захворюваності населення. Викиди промислових підприємств можуть викликати як гострі, так і хронічні захворювання різної природи. В умовах сучасного технологічного процесу спостерігається значне зростання захворювань органів дихання, системи кровообігу і ін. В структурі загальної захворюваності перше місце як у дорослих, так і у дітей займають хвороби органів дихання. У районах з гірничо-металургійними комбінатами загальна їх частка складає 56 - 74% [4]. Це, ймовірно, пов'язано з тим, що більшість хімічних шкідливих речовин поступають саме через органи дихання. Встановлений прямий зв'язок між техногенним забрудненням атмосферного повітря та збільшенням рівня захворювань легень [4].

Одним з найпотужніших металургійних комбінатів в Україні є ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Взагалі Кривий ріг є містом з надзвичайно складною техногенною ситуацією. В даній роботі об'єктом дослідження є селітебна зона поблизу ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Особливу небезпеку для здоров'я населення і персоналу підприємства становлять викиди пилу.

Наприклад, згідно із статистичними даними Профпатологічної служби регіону Кривбасу на «АрселорМіттал Кривий Ріг» за останні роки серед знову виявлених професійних захворювань на долю пневмоконіозів доводиться від 55 до 73% [5].

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.

Звичайно, здоров'я людини визначається складною взаємодією цілого ряду факторів: спадковість, соціально-економічне та психологічне благополуччя, якість медичного обслуговування, спосіб життя і наявність шкідливих звичок, умови життєдіяльності та якість навколишнього природного середовища. Визначення точного внеску, наприклад забруднення атмосферного повітря у розвиток захворювання органів дихання, є досить важким завданням.

Сьогодні одним із найбільш ефективних сучасних підходів до встановлення зв'язку між станом навколишнього природного середовища та здоров'ям населення є методологія оцінки ризику. Існує декілька методик, за допомогою яких можна визначити ризик захворюваності, пов'язаної із шкідливою дією факторів навколишнього природного середовища [6-12].

Для оцінки ризику необхідна, по-перше, ідентифікація небезпеки, тобто відбір пріоритетних факторів та хімічних речовин. В даній роботі буде проведено дослідження залежності зниження захворюваності населення внаслідок зменшення виносу пилу в процесах агломерації залізної руди.

Як вже вказувалось, в даній роботі проаналізована селітебна територія поблизу ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Раніше авторами 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 [13,14].

Обробка сипучих матеріалів розчинами ПАР може здійснюватись як за допомогою зрошування, так і піною. Застосування піни для обробки сипучих матеріалів має цілий ряд переваг перед обробкою розчинами ПАР за допомогою зрошування. По-перше, подача шару піни на поверхню сипучих матеріалів дозволяє зменшити неорганізовані викиди пилу за рахунок безпосередньої ізоляції джерела пилоутворення. По-друге, за рахунок більш тривалого часу (в декілька раз) взаємодії шару піни з пилом сипучих матеріалів змочуючі властивості розчинів ПАР, з яких одержується піна, використовуються в більш повній мірі в порівнянні із зрошенням диспергованими розчинами ПАР, так як на формування адсорбційного шару молекул ПАР на поверхні розділу фаз необхідно не менш 0,5 с, а крапельки розчину ПАР із форсунок зрошення до зони взаємодії з пилом долітають за час від 0,1 до 0,2 с. По-третє, сили адгезії частинок пилу із пухирьками піни завжди більші, чим з поверхнею відповідного розчину ПАР. Тому частки пилу інтенсивно переходять в рідку фазу піни, легко злипаються в агрегати. Слід відмітити, що в зоні контакту пилу з піною протікає інтенсивне руйнування пухирьків піни, в результаті чого вивільняється розчин ПАР із плівок піни, який вступає у взаємодію із поверхнею сипучого матеріалу. Тим самим процеси зв'язування часток пилу, утворення агрегатів пилових часток та злипання сипучого матеріалу протікає як під час взаємодії його з піною, так і при взаємодії з вивільненою із піни рідиною [13].

В процесі експериментальних досліджень були визначені оптимальні параметри і режими обробки аглошихти розчинами ПАР. Встановлено, що впровадження розробленої технології дозволяє зменшити концентрацію пилу у викидах агломераційних газів з 750-850 до 120-200 мг/м<sup>3</sup>. У тому числі було проведено дослідження дисперсного складу пилу в газоходах агломашин, в результаті чого встановлено зниження концентрації дрібнодисперсного пилу (до 20 мкм) в аглогазах після мультициклону з 45 до 10 мг/м<sup>3</sup> [15]. Тим самим була підвищена загальна ефективність газоочистки і знижено токсичний вплив пилу, так як дрібнодисперсний пил практично не вловлюється в циклонних апаратах, які, як правило, служать основними апаратами газоочистки на аглофабриках. Як зазначалося вище, саме дрібнодисперсний пил найбільш негативно впливає на організм людини.

У даній роботі нами були виконані розрахунки приземних концентрацій при викиді аглогазів від аглофабрики «АрселорМіттал Кривий Ріг» з використанням Методики розрахунку ОНД-86.

Було проведено порівняння отриманого в результаті досліджень розподілу концентрацій пилу в приземному шарі атмосфери [16]. Результати даних досліджень наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Розподіл пилу в приземному шарі атмосфери

Підготовка аглошихти	Концентрації (мг/м <sup>3</sup> ) на різних відстанях (м) від джерела				
	500	1000	2000	3000	5000
Без ПАР	1,366	1,621	1,346	1,115	0,861
З ПАР	0,708	0,744	0,704	0,672	0,636

Одним з методів оцінки ризику захворюваності є розрахунок ймовірності захворювання на основі значення інтегрального показника, запропонований В.В. Ткачовим [7,17]. 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 працюючого, роки;  $x_2$  – загальний стаж роботи, роки;  $x_3$  – стаж роботи при контакті з пилом, роки;  $x_4$  – вміст пилу в повітрі, мг/м<sup>3</sup>;  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує вміст SiO<sub>2</sub> (знаходиться в діапазоні 0,6-1,2);  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує мінеральний склад і концентрацію пилу в повітрі (для породного пилу з вмістом в ньому вільного кремнезему 10 – 70% цей коефіцієнт дорівнює 2,3);  $k_3$  – коефіцієнт, що враховує важкість праці (знаходиться в діапазоні 1,1-1,8).

В нашому випадку ця формула була використана для оцінки ризику захворювання населення, що проживає в зоні впливу аглофабрики ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Оцінка проводилась на прикладі населення вікової категорії 40 років, що виконує легку роботу (коефіцієнт  $k_3$  дорівнює 1,1). Таким чином  $x_1 = x_2 = x_3 = 40$ . Коефіцієнт, що враховує вміст діоксиду кремнію приймаємо 0,8. Коефіцієнт, враховуючий мінеральний склад, для породного пилу дорівнює 2,3.

Враховуючи те, що в даній роботі необхідно оцінити ризик захворюваності населення, а не працюючих, необхідно врахувати перевищення ГДК пилу в повітрі робочої зони над ГДК в атмосферному повітрі. Ризик захворювання людини визначають виходячи з величини інтегрального показника (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність ризику захворювання (%) від інтегрального показника захворюваності

Інтегральний показник	1000-1150	1151-1200	1201-1250	1251-1300	1301-1350	1351-1400	1401-1450	1451-1500	1501-1550	1551-1600	>1600
Ризик захворювання,%	до 2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Результати визначення ризику захворюваності для вибраної категорії населення на різних відстанях від джерела викиду (аглофабрика ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг») приведені в табл. 3.

Таблиця 3

Ризик захворюваності населення (%) залежно від відстані до джерела викиду пилу (м)

Підготовка аглошихти	Інтегральний показник					Ризик захворювання, %				
	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

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що істотне зменшення винесення пилу з агломераційними газами внаслідок обробки агломераційної шихти перед спіканням розчинами ПАР приведе до зниження захворюваності населення в селітебній зоні поблизу агломераційної фабрики, наприклад на відстані 2 км., в два рази.

Також ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря можна оцінити, визначивши коефіцієнт небезпеки згідно методичних рекомендацій [6]. Коефіцієнт небезпеки визначають шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу:

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

де:  $HQ$  – коефіцієнт небезпеки;  $AD$  – середня доза, мг/кг;  $RfD$  – референтна (безпечна) доза, мг/кг.

Для оцінки ризику, згідно даної методики, необхідно визначити середню добову дозу ( $AD$ ), формула розрахунку якої при інгаляційному впливі речовини має вигляд:

$$AD = [(Ca \cdot Tout \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin)] \cdot EF \cdot ED / (BW \cdot AT \cdot 365) \quad (3)$$

де:  $AD$  – середня добова доза речовини, мг/кг;  $Ca$  – концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м<sup>3</sup>;  $Ch$  – концентрація речовини в повітрі приміщення, мг/м<sup>3</sup>;  $Tout$  – час, який проводиться поза приміщенням, год/добу;  $Tin$  – час, який проводиться в приміщенні, год/добу;  $Vout$  – швидкість дихання поза приміщенням, м<sup>3</sup>/год;  $Vin$  – швидкість дихання в приміщенні, м<sup>3</sup>/год;  $EF$  – частота впливу, днів/рік;  $ED$  – тривалість впливу, років;  $BW$  – маса тіла, кг;  $AT$  – період осереднення експозиції, років;  $365$  – кількість днів в році.

Референтну (безпечну) дозу визначаємо аналогічним чином за формулою (3), 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 табл. 4.

Таблиця 4

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

Підготовка аглошихти	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

Перевищення коефіцієнта небезпеки *HQ* більше 1 свідчить про вірогідність розвитку шкідливих ефектів, причому ця вірогідність зростає пропорційно збільшенню *HQ*. Розрахунковий коефіцієнт небезпеки знижується приблизно в 2 рази при використанні запропонованої схеми обробки аглошихти розчинами ПАР перед спіканням.

**Висновки.** Таким чином обробка аглошихти розчинами поверхнево-активних речовин дозволяє зменшити викид пилу з агломераційними газами в 2 рази, що забезпечується за рахунок покращення грудкування і ефективності спікання аглошихти. В результаті суттєвого зниження викиду пилу в зоні максимального впливу агломераційного виробництва досягнуто поліпшення якості атмосферного повітря, а також зниження рівня забруднення атмосферного повітря. У даній роботі також була показана можливість зниження ризику захворюваності населення, яке проживає в зоні негативного екологічного впливу металургійного підприємства, шляхом зменшення запиленості аглогазових викидів в атмосферне повітря за рахунок застосування ПАР в процесах агломераційного виробництва.

#### Перелік посилань

1. Теверовский, Б.З., Шелудько, И.Б., Демуш, С.Г., & Яценко, В.Е. (1995). Основные направления защиты воздушного бассейна от выбросов вредных веществ аглофабриками Украины. *Металлургия и горнорудная промышленность*, 1, 86-89.
2. Музичук, Н.Т. (2000). Вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення. *Довкілля та здоров'я*, 2, 38-41.
3. Додина, Л.Г. (1998). Некоторые аспекты влияния антропогенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения. *Гигиена и санитария*, 3, 48-52.
4. Неменко, Б.А., Илиясова, А.Д., & Арынова, Г.А. (2014). Оценка степени опасности мелкодисперсных пылевых частиц воздуха. *Вестник КазНМУ*, 3(1), 133-135.
5. Ковальчук, Т. А., Орехова, О. В., & Павленко, О. І. (2014). Оцінка професійних ризиків розвитку захворювань у металургів. *Вісник проблем біології і медицини*, 3(2), 84-92.
6. Рахманин, Ю.А., Новиков, С.М., & Шашина, Т.А. (2004). *Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду*. Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России.
7. *Расчет и регулирование персональных доз ведущих вредных факторов (пыль, шум, вибрация) как вынужденная мера профилактики заболевания (защита временем) Гигиенические требования к предприятиям угольной промышленности и организации работ. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.3.570-96.* (1998). Минздрав России, 52-57.
8. Нагорна, А. М., Вігте, П. М., Соколова, М. П., Кононова, І. Г., Орехова, О.З, & Мазур, В.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.
9. Канцельсон, Б. А., & Привалова, Л. И. (1996). «Оценка риска» и гигиеническая регламентация – альтернативы или взаимодополняющие подходы. *Токсикологический вестник*, 4, 5–10.

10. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. (2003). *Офіційний вісник України від 10.01.2003*, 52. Основа.
11. Орехова, О.В., & Павленко О.І. (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.  
<https://doi.org/10.32402/dovkil2019.03.047>
12. Севальнев, А.І., & Шаравара, Л. П. (2016) Система оцінки та керування професійними ризиками захворюваності у працівників металургійного підприємства повного циклу. *Вісник проблем біології та медицини*, 1(2), 57-60.
13. Шишацкий, А.Г. (1987). Пылеподавление пеной при работе очистных и проходческих комбайнов. *Безопасность труда в промышленности*, 1, 53-54.
14. Агапова, В.Т., Пицьк, Ю.В., & Шишацкий А.Г. (2010). Снижение запыленности аглогазов методом улучшения окомкования аглошихты. *Науковий вісник Національного гірничого університету*, 7-8, 90-92.
15. Фомин, С.П., Шишацкий, А.Г., & Пицьк, Ю.В. (2009). Исследование эффективности применения ПАВ для изменения фракционного состава пыли. *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. Збірник доповідей VIII Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів*, 33-34.
16. Пицьк, Ю.В., Шишацкий, А.Г., & Агапова, В.Т. (2012). Пути повышения экологической безопасности в зоне влияния агломерационного производства. *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 5, 97-99.
17. Мантина, А.Ю. (2016). Комплексная оценка профессионального риска с учетом индивидуально аккумулированного воздействия производственных факторов. *Неразрушающий контроль: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции "Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность"*, 3, 205-209.

## АННОТАЦИЯ

**Цель работы.** Анализ источников пылегазовых выбросов в условиях агломерационного производства. Анализ существующих методик определения риска заболеваемости, связанной с вредным воздействием факторов окружающей среды. Идентификация опасности и выбор приоритетных факторов при определении риска. Исследование зависимости снижения заболеваемости населения вследствие уменьшения выноса пыли в процессах агломерации железной руды.

**Методика исследования.** Для оценки риска заболеваемости был проведен расчет вероятности заболевания на основе значения интегрального показателя. Также определялся коэффициент опасности путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными (референтными) уровнями воздействия.

**Результаты исследований.** Анализ источников пылеобразования на аглофабриках показал, что основным источником поступления пыли в атмосферу являются процессы спекания агломерационной шихты на агломашинах. Степень неблагоприятного воздействия пыли на организм человека определяется в основном концентрацией пыли в воздухе и его дисперсностью. Мелкая пыль глубже проникает в дыхательную систему человека. Анализ структуры общей заболеваемости показал, что первое место занимают болезни органов дыхания. Установлена связь между техногенным загрязнением атмосферного воздуха и увеличением уровня заболеваний легких. Была разработана и внедрена технология обработки аглошихты перед спеканием растворами поверхностно-активных веществ с целью улучшения окомкования и снижения выбросов пыли из слоя спекающейся аглошихты. В процессе экспериментальных исследований были определены оптимальные параметры и режимы обработки аглошихты растворами поверхностно-активных веществ. Установлено, что внедрение разработанной технологии позволяет уменьшить концентрацию пыли в выбросах агломерационных газов в несколько раз, в том числе снизить



концентрацию мелкодисперсной пыли (до 20 мкм) в аглогазах после мультициклона. Уменьшение выброса пыли с агломерационными газами в результате обработки агломерационной шихты перед спеканием растворами поверхностно-активных веществ приведет к снижению заболеваемости населения в селитебной зоне вблизи агломерационной фабрики.

**Научная новизна.** Методологически объединены результаты лабораторных, экспериментальных и теоретических исследований уменьшения риска заболеваемости населения в зонах неблагоприятных экологических условий, вызванных интенсивной промышленной деятельностью.

**Практическая значимость.** Обоснованы направления уменьшения риска негативного влияния запыленности воздуха путем применения современных методов обеспыливания при основных технологических процессах металлургического производства.

**Ключевые слова:** пылеобразование, агломерационное производство, обеспыливание, поверхностно-активные вещества, риск заболевания.

#### ABSTRACT

**Objective of the research.** Analysis of the main sources of sinter production dust emissions. Analysis of existing morbidity risk determination methods related to environmental factors harmful effects. Hazard identification and priority factors selection in risk determination. Study of the relationship between the morbidity rate decrease and dust pollution reduction in the iron ore sintering processes.

**Methods of the research.** For morbidity risk assessment we calculated the probability of disease based on the integral parameter value. The hazard ratio was also determined by comparing the actual levels of exposure to the safe (reference) levels of impact.

**Results of the research.** The analysis of the main sources of dust emission at sinter plants shows that the main source of such is the sintering processes in sinter machines. The degree of the damaging effect of dust on human health is mainly determined by the concentration of dust in the air and its dispersion. Finer dust penetrates deeper into human respiratory system. The structural analysis of total incidence shows that the first place is occupied by respiratory diseases. There is an established connection between anthropogenic air pollution and the increasing level of lung diseases. We have developed and implemented a technology for treatment the sintering mixture before sintering with surfactant solutions in order to improve pelletizing and reduce dust emission from the layer being sintered. Our experimental studies have resulted in the optimal parameters and modes for the treatment of sintering mixture with surfactant solutions. It is established that the introduction of the developed technology allows to reduce the dust concentration in the sinter gas emissions in several times, including the reduce of fine dust concentration (up to 20  $\mu\text{m}$ ) in the sinter gases after the multicyclone. The reduction of dust emission in the sinter gases as a result of the sintering mixture treatment with surfactant solutions before sintering will result in the morbidity rate decrease in the residential areas close to sinter plants.

**Scientific novelty.** Methodologically combined results of the laboratory, experimental, and theoretical research of reducing the morbidity risk in the areas of adverse environmental conditions caused by intense industrial activity.

**Practical significance.** The directions of reducing the hazard of airborne dust negative impact by the application of modern dedusting methods in the basic technological processes of metallurgical production are justified.

**Key words:** *Dust formation, sinter production, dedusting, surfactants, morbidity risk.*