

УДК 622.271

© О.В. Черняєв, Л.М. Посунько, В.О. Расцветаєв, О.В. Черняєва, Д.С. Волченко

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИРОДНОГО ПРОВІТРЮВАННЯ
РОБОЧИХ МІСЦЬ В КАР'ЄРІ ПОЛТАВСЬКОГО ГЗК
ПРИ ЗАСТОСУВАННІ СУЧАСНОГО УСТАТКУВАННЯ**

© O. Cherniaiev, L. Posunko, V. Rastsvietaiev, O. Cherniaieva, D. Volchenko

**EFFICIENCY OF NATURAL VENTILATION OF WORKPLACES IN THE
OPEN PIT OF POLTAVA MINING-AND-PROCESSING INTEGRATED
WORKS WITH THE APPLICATION OF MODERN EQUIPMENT**

Мета дослідження – визначення ефективності природного провітрювання робочих місць в кар'єрі Полтавського гірничо-збагачувального комбінату для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях, встановлення концентрації виділення шкідливих речовин від виймально-навантажувального і транспортного обладнання, що застосовується, а також визначення мінімальної швидкості руху повітря необхідної для їх виносу.

Методика. Для отримання результатів використовувалися методи: аналітичний – для дослідження ефективності природного провітрювання робочих місць в кар'єрі і визначення мінімальної швидкості руху повітря, необхідної для винесення шкідливих речовин; графоаналітичний – для побудови усередненого поперечного перерізу кар'єра для визначення поточних зон рециркуляційної схеми провітрювання.

Результати. Проведено дослідження ефективності природного провітрювання робочих місць в кар'єрі Полтавського гірничо-збагачувального комбінату в умовах застосування сучасного виймально-навантажувального і транспортного устаткування. Встановлено інтенсивність виділення шкідливих речовин (пилу і газу), а також мінімальна швидкість руху повітря, яка необхідна для винесення шкідливих речовин і забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях.

Наукова новизна. Отримані результати ефективності природного провітрювання робочих місць в кар'єрі Полтавського гірничо-збагачувального комбінату в умовах застосування сучасного виймально-навантажувального і транспортного комплексів.

Практичне значення. Дослідження виконані в рамках виконання науково-дослідних робіт з держбюджетної тематики «Розробка технологічних основ екологічнобезпечного видобутку корисних копалин в техногенно-навантажених гірничопромислових регіонах України».

Ключові слова: ефективність природного провітрювання, концентрація виділення шкідливих речовин, швидкість руху повітря

Вступ. Для створення умов безпечних для атмосфери при проектуванні нових або реконструкції діючих кар'єрів в робочому (технічному) проекті розробляється спеціальний розділ, в якому дається оцінка повітряного середовища при нормативній роботі підприємства і обґрунтовуються необхідні заходи щодо зниження запиленості, загазованості повітря і забезпечення комфортних умов праці в період нормативної розробки родовища. При встановленні ефективності природного провітрювання робочих місць на кар'єрі враховується безліч факто-

рів, що впливають на запиленість і загазованість повітря. Визначальними факторами є: географічне положення в якому знаходиться підприємство, гірничо-геологічна характеристика родовища, фізико-механічні властивості корисної копалини і вміщуючих порід, а також технологія розробки та комплекс виймально-навантажувального і транспортного устаткування, просторове положення та геометричні параметри майбутнього кар'єра.

Провітрювання кар'єрів набуло важливого значення, головним чином у зв'язку зі збільшенням їх глибини до декількох сотень метрів і великими масштабами ведення гірських робіт, що викликають значну запиленість і загазованість атмосфери. При проектуванні будівництва кар'єру необхідно передбачити: правильну орієнтацію контурів кар'єра щодо панівних вітрів, вибір оптимальної технології ведення гірничих робіт, які мінімально забруднюють атмосферу, оцінку ефективності природного провітрювання за періодами відпрацювання родовища з пониженням гірничих робіт на 300 метрів або більше.

Видобуток мінеральної сировини в складних умовах на великій глибині повинен проводитися з урахуванням технологій, які відповідають наступним вимогам: застосування спеціальних способів і методів виконання вибухових робіт, які забезпечать мінімізацію сейсмічного впливу на найближчі об'єкти, в тому числі гірничі виробки [1-4]; застосування раціональних схем транспортування, які мінімізують не тільки питому енергоємність процесів транспортування гірської маси, а й мінімізують концентрацію інтенсивності виділення шкідливих речовин [3-7]. Також слід наголосити на необхідності дотримання екологічних аспектів ведення гірських робіт з урахуванням розвитку чистих технологій (Clean High Technologies) при відпрацюванні родовищ різного типу походження і технології їх відпрацювання [8-10].

Постановка проблеми. Сучасна гірничорудна промисловість характеризується широким розвитком великомасштабних відкритих гірничих робіт, під час яких кар'єри поступово переходять від категорії «середньої глибини» в категорію «глибокі». В умовах сьогодення проектна глибина залізрудних кар'єрів України досягає 700 метрів або більше, а поточна глибина кар'єрів досягла: кар'єр ПГЗК – 390 м, ПГЗК – 430 м, ІнГЗК – 426 м, Північного ГЗК – більше 440 м.

При утворенні ізольованого від навколишнього середовища виробленого простору створюються несприятливі умови для природного провітрювання внутрішньої атмосфери кар'єру. Наявність великих обсягів концентрації шкідливих речовин пилових і газових виділень від працюючого в кар'єрі обладнання призводить до місцевого забруднення внутрішньої атмосфери кар'єру, що перевищує допустимі норми, внаслідок чого порушується забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях. Найбільш гостро проблема наднормативного забруднення атмосфери проявляється в глибоких кар'єрах, глибина яких перевищує 450 м, а також в кар'єрах розташованих в районах з невеликою середньодобовою швидкістю вітру.

Дослідженнями встановлено, що при високій інтенсифікації та концентрації виробництва зі збільшенням глибини відбувається забруднення атмосфери, що перевищує гранично допустиму концентрацію: по запиленості повітря на робочих місцях в 3-5 разів [11-13]. Це свідчить про низьку ефективність заходів щодо зменшення шкідливих домішок у джерел їх утворення, що в свою чергу призводить до появи професійних захворювань гірників.

Основними факторами і причинами забруднення атмосферного простору кар'єрів є: недосконалість технологічних процесів і обладнання, погіршення умов природного обміну повітря зі збільшенням глибини кар'єру. При цьому основними джерелами інтенсивності виділення шкідливих речовин, викидів пилу і газу є буропідривні роботи, транспорт, перевантажувальні комплекси, екскавація, внутрішньокар'єрне утворення відвалів, допоміжні технологічні операції і устаткування. Також вплив на забруднення атмосферного простору глибоких кар'єрів надає клімат районів їх розташування, зокрема, це тривалість штильових періодів.

Слід зазначити, що при «нормальному» (природному) обміну повітря регулювання і управління пилогазовим і кліматичних режимами в атмосфері кар'єрів здійснюється за рахунок природних аерогазодинамічних і тепломасообмінних процесів. Організаційно-технічні та технологічні заходи, що застосовуються, забезпечують лише часткове скорочення викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище. Однак при відсутності опадів під час роботи технологічного комплексу виділяються шкідливі домішки і виносяться вітровими потоками, забруднюючи прилеглі до кар'єрів території. Під час мряки і туману в атмосфері кар'єра, внаслідок адсорбції частинками перезволоженого повітря токсичних речовин, може виникнути «смог». Крім того навіть за сприятливих умов відбувається забруднення ґрунту і поверхневих вод при винесенні шкідливих речовин з адсорбованими опадами, а також підземних вод через поверхні виробленого простору кар'єру. Отже на всіх технологічних процесах необхідно застосовувати адсорбенти, в якості яких можна використовувати силікагель (розчин «рідкого скла») або природні цеоліти (фожазит, натроліт, шабазит та ін.). Процес адсорбції у цих екологічно нешкідливих адсорбентів незворотний і відбувається на молекулярному рівні.

Враховуючи вищевикладене можна зробити висновок про актуальність дослідження ефективності природного провітрювання робочих місць на кар'єрі в умовах застосування сучасних виймально-навантажувальних і транспортних комплексів.

Мета роботи. Дослідження ефективності природного провітрювання робочих місць в кар'єрі Полтавського ГЗК для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях, встановлення концентрації виділення шкідливих речовин, а також мінімальної швидкості руху повітря, необхідного для винесення шкідливих речовин.

Основна частина. Ефективність природного провітрювання робочих місць розглянемо на прикладі одного з провідних гірничодобувних кар'єрів України, а саме кар'єр Полтавського ГЗК. В теперішній час це підприємство найбільш укомплектовано сучасними виймально-навантажувальними і транспортними комплексами [5, 8, 12].

При відпрацюванні запасів залізорудного кар'єру Полтавського ГЗК гірничі роботи виконуються в межах робочої зони, висота якої дорівнює сумарній висоті уступів, які знаходяться в одночасній розробці. Зменшення розміру кар'єру в плані, при збільшенні його глибини, призводять до скорочення фронту гірничих робіт і обмежують можливість використання залізничного транспорту. Для забезпечення заданої продуктивності кар'єру в цих умовах потрібно застосування автотранспорту там, де площа на горизонті, що розкривається, може бути скорочена до 40 м по ширині та довжині розрізного котловану. Однак значні витрати на автомобільні перевезення зумовлюють скорочення їх плеча відкатки в середньому до 1,5 – 2 км. Вивезення гірської маси на поверхню більш економічно залізничним або конвеєрним транспортом.

Практика застосування комбінованих видів транспорту на сучасних залізорудних кар'єрах показує, що в період нарощування їх виробничої потужності підготовка нових горизонтів здійснюється виключно із застосуванням автосамоскидів. Розвиток розкривних горизонтів в плані проводиться із застосуванням залізничного транспорту. На поверхню руда вивозиться автотранспортом або перевантажується в залізничний транспорт на верхніх горизонтах. При нормальній експлуатації кар'єру на верхніх розкривних горизонтах до глибини 150 – 250 м застосовують залізничний транспорт, а в глибинній зоні – комбінований автомобільно-залізничний. Розкриття крутопохилих родовищ найбільш часто проводиться по лежачому борту і прилеглому до нього торця кар'єру. Зазвичай із застосуванням зовнішніх траншей при залізничному транспорті поклад руди розкривається на глибину 60 – 70 м від поверхні з виходом на покрівлю скельних порід. Подальший розвиток залізничних комунікацій здійснюється по внутрішнім траншеям з тупиковими заїздами, що розміщуються на неробочому або тимчасово неробочому борту [14].

З досвіду роботи залізорудних кар'єрів України випливає, що при збільшенні глибини розробки більше ніж 130 – 150 м відбувається перехід на експлуатацію комбінованих видів транспорту: автомобільно-залізничного – переважно для вивезення порід розкриву і автомобільно-конвеєрного – для переміщення залізної руди. Автомобільний транспорт рекомендується експлуатувати в глибинній зоні кар'єру з вертикальною висотою підйому гірничої маси до 60 – 90 м. Керівний підйом автодоріг приймається 80 % (рис. 1). Їх ширина і конструкція зумовлюються розмірами автосамоскидів і кількістю смуг руху [14].

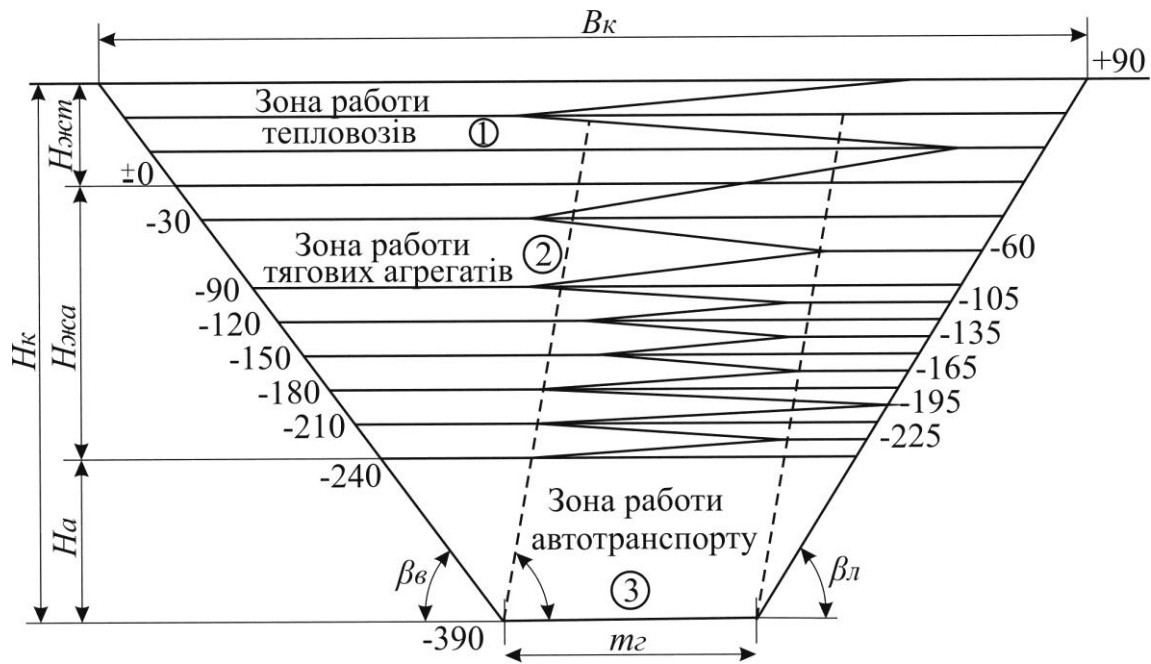


Рис. 1. Виділення зони роботи автомобільного транспорту в кар'єрі

В умовах сьогодення видобуток залізної руди на підприємствах України переважно здійснюється відкритим способом. Найбільш дорогою, як по трудомісткості так і за енерговитратами, є процес транспортування гірської маси, питомі витрати на які складають до 55 – 60 % від загальних витрат на видобуток корисних копалин [12]. У зв'язку з цим підвищення ефективності відкритої розробки кар'єру Полтавського ГЗК в значній мірі пов'язано з підвищенням ефективності транспортних робіт, що було вирішено за рахунок застосування автосамоскидів марки Caterpillar 789 C та Caterpillar 793 D з вантажопідйомністю 180 та 220 т відповідно (рис. 2).



Рис. 2. Автосамоскиди Caterpillar 789 C та Caterpillar 793 D

У свою чергу застосування автосамоскидів більшої вантажопідйомності позначається на їх кількісному парку, що має відобразитися на сумарних викидах шкідливих речовин в атмосферу кар'єру і вплинути на ефективність природного провітрювання робочих місць в ньому. Розглянемо наступне виймально-навантажувальне і транспортне обладнання при його застосуванні в умовах відпрацювання кар'єру Полтавського ГЗК і їх вплив на ефективність природного провітрювання робочих місць в кар'єрі та концентрацію інтенсивності виділення шкідливих речовин (пилу і газу) при виконанні річного плану по сирій руді в 25 млн.т: екскаватор ЭКГ-8 И у зв'язці з автосамоскидами БелАЗ-75145 і екскаватор Hitachi EX 3600-6 у зв'язці з автосамоскидами Caterpillar 789 C.

Нижче наводяться вихідні дані для визначення інтенсивності виділення шкідливих речовин для розглянутих варіантів застосування комплексів обладнання. Кількість обладнання визначається за умови виконання річного плану по сирій руді в 25 млн.т. [12].

Норма вироблення екскаватора на проведення виймально-навантажувальних робіт становить [15, 16]:

$$H_v = \frac{T_{зм} - T_{нз} - T_n}{T_з + T_{уст}} \times Q_k \times n_k, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (1)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв.; $T_{нз}$ – час на виконання підготовчо-завершальних операцій, хв.; T_n – час на власні потреби, хв.; $T_з$ – час завантаження одного автосамоскиду, хв.; $T_{уст}$ – час встановлення автосамоскиду під завантаження, хв. Q_k – фактичний об'єм ковша екскаватора, м³; n_k – кількість ковшів екскаватора а одному автосамоскиді.

Норма вироблення автосамоскиду визначається за виразом [15, 16]:

$$H_v = \frac{T_{зм} - T_{нз} - T_n}{T_{об}} \times Q_{a.ф}, \text{ м}^3/\text{зм} \quad (2)$$

де $T_{об}$ – час одного обороту (рейсу), хв.; $Q_{a.ф}$ – фактична вантажопідйомність автосамоскиду, т.

Таблиця 1

Кількість виймально-навантажувальної і транспортної техніки для виконання планового видобутку по сирій руді

Варіант	1-й		2-й	
Устаткування	ЭКГ-8 И	БелАЗ-75145	EX 3600-6	Cat-789C
Кількість, од	5	15	2	10

Кількість екскаваторів і автосамоскидів для виконання річного плану по сирій руді [15, 16]:

$$n = \frac{Q_k}{Q_{э/a}} \times K_{рез}, \text{ од}, \quad (3)$$

де Q_k – продуктивність кар’єру, т; Q_{ela} – продуктивність техніки (екскаватора / автосамоскиду), т; $K_{рез}$ – коефіцієнт резерву парку техніки.

Кар’єр Полтавського ГЗК розташований в зоні помірного клімату. Через три кілометра на південь від кар’єру протікає річка Дніпро. Місцевість рівнинна. Переважний напрямок вітрів – південно-західний, середньорічна температура + 14 °С. Кількість днів, що супроводжуються опадами, близько 90 на рік. Середня вологість 75 %. Кут укосу підвітряного борту кар’єру більш 15 градусів, швидкість вітру на поверхні 4 м/с, переважно в західному напрямку, в наслідок чого в кар’єрі виникає рециркуляційна схема провітрювання (рис. 3).

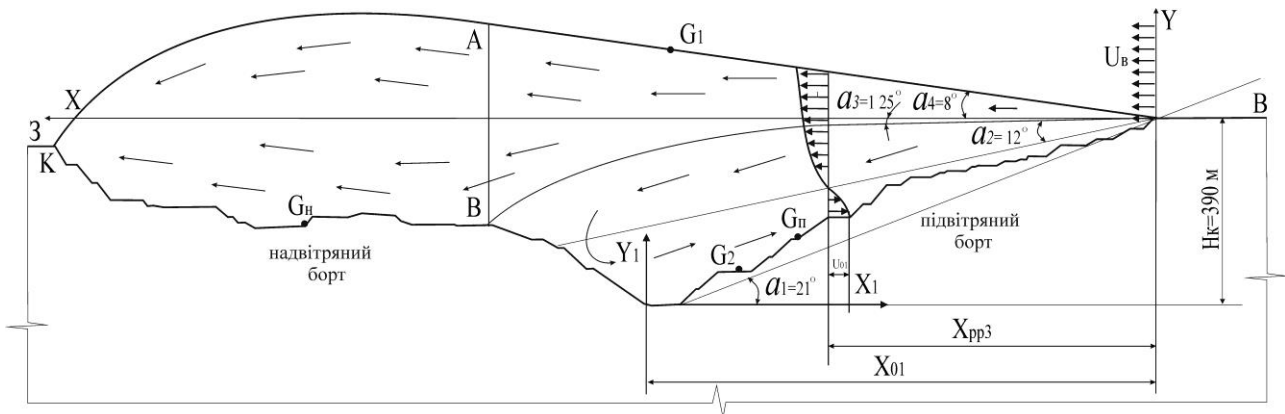


Рис. 3. Рециркуляційна схема провітрювання кар’єру Полтавського ГЗК

Концентрація шкідливих речовин для схеми провітрювання в зоні рециркуляції в кар’єрі при тривалому збереженні постійного режиму визначається за формулою [17]:

$$C_p = \frac{1}{K_\partial \times Q_\partial} \times [I + c_0 \times (Q_c + (1 - K_\partial) \times Q_\partial)], \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4)$$

де Q_∂ – витрата повітря в ядрі постійної маси вільного потоку, $\text{м}^3/\text{с}$; I – сумарна інтенсивність надходження шкідливих речовин в зону рециркуляції від внутрішніх і зовнішніх джерел, які розміщуються поблизу, $\text{мг}/\text{с}$; c_0 – концентрація шкідливих речовин в повітрі, що надходить в зону рециркуляції при загальному забрудненні атмосфери, $\text{мг}/\text{м}^3$; Q_c – витрата повітря у вільному потоці, $\text{м}^3/\text{с}$; K_∂ – коефіцієнт турбулентної дифузії вільного боку:

$$K_\partial = \frac{c_n}{c_{кр}}, \quad (5)$$

де $c_n = 7$ – концентрація домішок в ядрі постійної маси, $\text{мг}/\text{м}^3$; $c_{кр} = 15$ – концентрація домішок на кордоні вільного потоку, $\text{мг}/\text{м}^3$ [17, 18].

Сумарна інтенсивність виділення пилу в кар’єрі [17]:

$$G_n = \sum_{i=1}^n G_i \times n_i = G_a \times n_a + G_\partial \times n_\partial, \text{ мг}/\text{с}. \quad (6)$$

Сумарна інтенсивність виділення чадного газу (CO) в кар'єрі [17]:

$$G_2 = \sum_{i=1}^n G_i' \times n_i', \text{ мг/с.} \quad (7)$$

Таблиця 2
Інтенсивність пилоутворення і виділення чадного газу (CO) [12]

Варіант	1-й		2-й	
Устаткування	ЭКГ-8 И	БелАЗ-75145	ЕХ 3600-6	Cat-789С
Пилоутворення, G_n мг/с	200	350	320	420
Виділення чадного газу (CO), G_2 мг/с	-	1500	-	1800
$\sum G_n$, мг/с	6250		4840	
$\sum G_2$, мг/с	22500		18000	

Для рециркуляційної схеми провітрювання витрата повітря, що надходить в ядро постійної маси, визначається за формулою [17]:

$$Q_y = 0,077 \times x_{cp} \times U_v \times L, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (8)$$

де x_{cp} – середня відстань від верхньої бровки підвітряного борту до вибою, які збігаються з напрямком вітру, м; U_v – середнє значення швидкості вітру на поверхні, м/с; L – довжина верхньої бровки підвітряного борту, м.

Витрата повітря у вільному потоці для рециркуляційної схеми визначається за формулою:

$$Q_c = 0,179 \times x_{cp} \times U_v \times L, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (9)$$

Виходячи з вищенаведеного концентрація шкідливих речовин для схеми провітрювання в зоні рециркуляції кар'єру при тривалому збереженні постійного режиму складе $0,414 \text{ м}^3/\text{с}$ для 1-го і $0,332 \text{ м}^3/\text{с}$ для 2-го варіантів комплексу обладнання. Також слід зазначити, що інтенсивність виділення шкідливих речовин (пилу і газу) при використанні сучасних комплексів виймально-навантажувальної і транспортної техніки дозволяє знизити викиди шкідливих речовин на 20 %.

Отримані показники набагато нижче граничнодопустимих концентрацій (ГДК) [17], що забезпечує нормальні санітарно-гігієнічні умови праці на робочих місцях при наявності мінімальної швидкості руху повітря U_{min} , яка необхідна для винесення шкідливих речовин. Мінімальна швидкість руху повітря повинна складати $0,15 - 0,25 \text{ м/с}$ для виносу газоподібних шкідливих речовин і $0,6 \text{ м/с}$ для виносу пилу.

Швидкість руху повітря в нижній частині кар'єру для рециркуляційної схеми провітрювання не перевищує $0,3 U_v$, а при збільшенні глибини кар'єру

може зменшитися до $0,15U_g$. Для кар'єрів України можна прийняти $U_{0l} = 0,3U_g$ [17], тоді:

$$F(\varphi_1) = \frac{U}{0,3U_g} \text{ м/с}, \quad (10)$$

а критична швидкість руху:

$$U_{кр} = \frac{U_{\min}}{0,3F(\varphi_1)}, \text{ м/с}. \quad (11)$$

Тоді швидкість повітря в точці G_2 з координатами (x_1, y_1) буде дорівнювати: для газоподібних речовин 0,75 м/с; для пилу 1,87 м/с (рис. 3).

На ділянці BK надвітряного борту кар'єру (рис. 3) швидкість руху повітря визначається за формулою:

$$U_{BK} = U_g \times (1 + 1,14 \times \varphi + 0,35 \times \varphi^2), \text{ м/с}. \quad (12)$$

Тоді для точки G_n (рис. 3) з координатами (1825, 175) швидкість вітру буде дорівнювати 8,04 м/с. Така швидкість вітру в точці G_n для заданих координат достатня для виносу шкідливих речовин ($8,04 > 0,25$) і для пилу ($8,04 > 0,6$).

На поверхні підвітряного борту в точці G_n (рис. 3) з координатами (770, 150) швидкість руху повітря визначається за формулою:

$$U_{Gn} = 0,38 \times \frac{U_g}{h_\varphi} \times (H - 0,27 \times x_1), \text{ м/с}, \quad (13)$$

де h_φ – висота поперечного перерізу потоку другого роду, який проходить через точку G_n , м; H – відстань по вертикалі від земної поверхні до вісі O_1X_1 потоку другого роду, м; x_1 – абсциса цієї точки в системі координат (x_1, y_1) , м.

Швидкість повітря складе 2,76 м/с. Така швидкість повітря достатня для виносу газоподібних речовин з точки G_n ($2,76 > 0,25$) і для пилу ($2,76 > 0,6$).

Висновки. Аналізуючи отримані результати дослідження ефективності природного провітрювання робочих місць в кар'єрі Полтавського ГЗК в умовах застосування сучасного виймально-навантажувального і транспортного устаткування та визначення інтенсивності виділення шкідливих речовин встановлено, що їх концентрація в зоні рециркуляції при тривалому збереженні постійного режиму складає $0,414 \text{ м}^3/\text{с}$ і $0,332 \text{ м}^3/\text{с}$ для першого і другого варіантів комплексу обладнання відповідно.

Інтенсивність виділення шкідливих речовин (пилу і газу) при застосуванні сучасних комплексів виймально-навантажувальної і транспортної техніки дозволяє знизити викиди шкідливих речовин на 20 %.

За результатами вищенаведених розрахунків можна констатувати, що при глибині кар'єру 390 м для винесення газоподібних речовин і пилу та забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях достатньо природного провітрювання.

Перелік посилань

1. Strilets, O., Pcholkin, G., & Oliferuk, V., (2015). Monitoring of mass blasting seismic impact on residential buildings and constructions. *New developments in mining engineering. Belkema*, 533-535.
2. Симоненко, В.І. (2011). Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон. *Звіт НДР. Державний ВНЗ «НГУ»*. Керівник В.І. Симоненко. №ДР 011U000532. Дніпропетровськ, 315 с.
3. Симоненко, В.І. (2013). Розробка технологічних, управлінських рішень, нормативної документації, системи екологічного моніторингу щодо природоохоронної діяльності гірничих підприємств. *Звіт НДР. Державний ВНЗ «НГУ»*. Керівник В.І. Симоненко. №ДР 0112U000875. Дніпропетровськ, 368 с.
4. Симоненко, В.І. (2016). Розробка екологобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств. *Звіт НДР. Державний ВНЗ «НГУ»*. Керівник В.І. Симоненко. № держреєстрації 0115U002301. Дніпро. 301 с.
5. Ширин, Л.Н., Денищенко, А.В., Юрченко, О.О., Д.В. (2012). Методика определения энергетических затрат канатных транспортных средств. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. (4). pp. 464-469. <http://nvngu.in.ua/index.php/uk/component/jdownloads/finish/34-04/542-2012-4-shirin/0>
6. Symonenko, V., Cherniaiev, O., & Hrytsenko, L., (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10 (4), 68-73. http://mining.in.ua/2016vol10_4_10.html
7. Анисимов, О.А., (2015). *Технология строительства и разработки глубоких карьеров*. Монография. Д.: Национальный горный университет. 272 с. ISBN 178-966-2267-91-4
8. Симоненко, В.І., Черняев, А.В. (2017). Оптимизация применения технологических схем транспортирования горной массы при разработке гранитных месторождений. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: ДВНЗ «НГУ». (52), 109-114. <http://znp.nmu.org.ua/pdf/2017/52/15.pdf>
9. Saik, P.B., Dychkovskiy, R.O., Lozynskiy, V.G., Malanchuk, Z.R., & Malanchuk, Ye.Z. (2016). Revisiting the Underground Gasification of Coal Reserves from Contiguous Seams. *Scientific Bulletin of National Mining University*, (6), pp. 60-66.
10. Symonenko, V., Pavlychenko, A., Cherniaiev, O., & Hrytsenko, L., (2015). Ecology saving technology of mineral deposit mining in the conditions of the sanitary protection zone. *Mining of Mineral Deposits*, 469-476. <http://dspace.nbuu.gov.ua/handle/123456789/104671>
11. Нестеренко, Г.Ф. (2008). Управление аэрогазодинамическими и тепломассообменными процессами при нормализации атмосферы карьеров. *Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.20. Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика*. Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, Пермь. Научный консультант д.т.н., проф. Конорев М.М. <http://www.geokniga.org/books/19120>
12. Стрілець, О.П., Пчолкін, Г.Д., Чорний, М.Ю. (2017). Дослідження впливу довжини тимчасової частини автодороги на продуктивність великовантажних автосамоскидів. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: ДВНЗ «НГУ». (50), 132-136. <http://znp.nmu.org.ua/pdf/2017/50.pdf>
13. Симоненко, В.І., Анісімов, О.О., Гриценко, Л.С. (2017). Дослідження впливу гірничодобувних підприємств на навколишнє середовище при розробці нерудних родовищ. *Збір-*

- ник наукових праць НГУ. Дніпро: ДВНЗ «НГУ». (52), 114-124. <http://znp.nmu.org.ua/pdf/2017/52/16.pdf>
14. Дриженко, А.Ю., Косенко, Г.В., Рыкус, А.А. (2009). *Открытая разработка железных руд Украины: состояние и пути совершенствования*. Полтава: Полтавський літератор, 452 с.
 15. *Строительные нормы и правила*. Промышленный транспорт. СНиП 2.05.07-91. М.: Госстрой СРСР, 1991, 82 С. <http://www.vashdom.ru/snip/20507-91/>
 16. *Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин*. СОУН МПП 73.020-078-1:2007. Настанова міністерства промислової політики України. К.: Міністерство промислової політики України, 2007. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=66948
 17. Ушаков, К.З., Михайлов, В.А. (1985). *Аэрология карьеров*. М.: Недра, 272 с.
 18. Симоненко, В.І., Анісімов, О.О., Руденко, Б.В., & Стріха, В.А. (2014). Щодо оцінки пилоутворення при переробці сировини і відвантаженню продукції нерудних кар'єрів / *Вісник національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць*. Рівне, (65), 458-466. <http://ep3.nuwm.edu.ua/1422/>

АННОТАЦІЯ

Цель исследования – определение эффективности природного проветривания рабочих мест в карьере Полтавского горно-обогатительного комбината для обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий на рабочих местах, установление концентрации выделения вредных веществ от применяемого выемочно-погрузочного и транспортного оборудования, а также определение минимальной скорости движения воздуха необходимой для их выноса.

Методика. Для получения результатов использовались методы: аналитический – для исследования эффективности природного проветривания рабочих мест в карьере и определения минимальная скорость движения воздуха, необходимой для выноса вредных веществ; графо-аналитический – для построения усредненного поперечного разреза карьера для определению потоковых зон рециркуляционной схемы проветривания.

Результаты. Проведено исследование эффективности природного проветривания рабочих мест на карьере Полтавского горно-обогатительного комбината в условиях применения современного выемочно-погрузочного и транспортного оборудования. Установлена интенсивность выделения вредных веществ (пыли и газа), а также минимальная скорость движения воздуха, которая необходима для выноса вредных веществ и обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий на рабочих местах.

Научная новизна. Получены результаты эффективности природного проветривания рабочих мест на карьере Полтавского горно-обогатительного комбината в условиях применения современного выемочно-погрузочного и транспортного комплексов.

Практическое значение. Исследования выполнены в рамках выполнения научно-исследовательских работ по госбюджетной тематике «Разработка технологических основ экологобезопасного добычи полезных ископаемых в техногенно-нагруженных горнопромышленных регионах Украины».

Ключевые слова: эффективность природного проветривания, концентрация выделения вредных веществ, скорость движения воздуха

ABSTRACT

The study purpose. The purpose is to study the efficiency of natural ventilation of workplaces in the open pit of Poltava Mining-and-Processing Integrated Works to ensure standard sanitary and hygienic conditions at the workplaces; to determine the concentration of harmful substances release from mining and loading as well as transporting facilities; and to identify minimum air velocity required for their removal.

Methodology. To obtain the results, following methods were used: analytical - to study the efficiency of natural ventilation of workplaces in the open pit and to determine the minimum air velocity required for harmful substances removal; graphic-analytical - to develop an average cross-section of the open pit to determine the flow zones of the recirculating ventilation scheme.

Results. Concentration of harmful substances intensity release within the open pit of Poltava Mining-and-Processing Integrated Works as well as minimum air velocity required for their removal has been determined. Intensity of harmful substances (i.e. dust and gas) release, minimum air velocity required to remove them and provision of standard sanitary and hygienic conditions in the context of the workplaces have been identified.

Scientific novelty. The results concerning the efficiency of natural airing of workplaces within the open pit of Poltava Mining-and-Processing Integrated Works in the context of modern mining and hoisting as well as transportation systems use have been obtained.

Practical significance. The studies were carried out within the framework of the state-financed research titled "The development of technological foundations for environmentally friendly mining in the context of technogenically loaded mining regions of Ukraine".

Keywords: *efficiency of natural ventilation, concentration of harmful substances release, air velocity.*

УДК 622.278

© П.Б. Саїк, В.Г. Лозинський, М.В. Петльований, К.С. Сай, Є.М. Стрижаков

СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ОСВОЄННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЗАЛИШЕНИХ ТА НЕКОНДИЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ

© P. Saik, V. Lozynskyi, M. Petlovanyi, K.Sai, Ye. Stryzhakov

MODERN APPROACH TO THE DEVELOPMENT ENERGY RESOURCES OF RESIDUAL AND NON-COMMERCIAL COAL RESERVES

Мета. Формування нового сучасного підходу до раціонального освоєння енергетичних ресурсів залишених та некондиційних запасів вугілля термохімічним перетворенням на місці їх залягання з отриманням комплексу цінних промислових продуктів.