

В. Д. Воробйов, д-р техн. наук, О. Я. Тверда, канд. техн. наук, Я. С. Коляда
(НТУУ «КПІ»)

ОЦІНКА ВПЛИВУ ОТРУЙНИХ ГАЗІВ НА СТАН ПОВІТРЯ В ЗОНІ ПРОМИСЛОВОГО ВИБУХУ ГРАНЕМІТУ

Визначено концентрацію оксиду вуглецю після підривання Гранеміту на гранітному кар'єрі в межах населеного пункту, що прилягає до нього. Проведено оцінку рівня впливу оксиду вуглецю на атмосферне повітря при проведенні вибухових робіт на кар'єрах. Визначено індекс забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння Гранеміту та на їх основі встановлено рівень екологічного ризику. Доведено, що використання Гранеміту є допустимим з екологічної точки зору, тому що концентрація газів у перерахунку на СО не перевищує гранично допустиму концентрацію в межах населеного пункту, який прилягає до кар'єру.

Ключові слова: кар'єр; концентрація; оксид вуглецю; ризик; індекс забруднення; вибухова речовина, гранеміт.

Определены концентрации оксида углерода после подрыва Гранемита на гранитном карьере в пределах населенного пункта, прилегающего к нему. Проведена оценка уровня воздействия оксида углерода на атмосферный воздух при проведении взрывных работ на карьерах. Определен индекс загрязнения окружающей среды продуктами сгорания Гранемита и на их основе установлен уровень экологического риска. Доказано, что использование Гранемита является допустимым с экологической точки зрения, так как концентрация газов в пересчете на СО не превышает предельно допустимую концентрацию в пределах населенного пункта, прилегающего к карьере.

Ключевые слова: карьер; концентрация; оксид углерода; риск; индекс загрязнения; взрывчатое вещество, гранемит.

Carbon monoxide concentrations are determined after Granemit explosion on the granite quarry within the locality that adjacent to it. An assessment of the influence of carbon monoxide in the air during blasting in quarries is carried out. The environmental pollution index of Granemit's combustion products is defined and, on the basis of this, the level of environmental risk is established. It is proved that the using of Granemit is acceptable from an environmental point of view, because the concentration of gases in terms of CO does not exceed the maximum permissible concentration within the locality, which is adjacent to the quarry.

Keywords: quarry; concentration; carbon monoxide; risk; pollution index; explosive; granemit.

Актуальність теми. Одним із основних суб'єктів забруднення атмосферного повітря є гірничодобувна промисловість. При виконанні гірничих робіт в атмосферне повітря надходить значна кількість пилу та отруйних газів. Основними джерелами виділення отруйних газів при відкритій розробці є підривання вибухової речовини (далі – ВР). У більшості випадків при проведенні вибухових робіт на кар'єрах фіксується перевищення нормативів гранично допустимих концентрацій отруйних газів, в основному оксиду вуглецю. Тому вирішення цього питання з урахуванням гірничо-технологічних умов конкретного підприємства є актуальним науково-практичним завданням.

Мета роботи – розрахувати концентрації оксиду вуглецю на різній відстані від джерела викиду та визначити ризик впливу на атмосферу населених пунктів вибуху Гранеміту.

Викладення матеріалу досліджень. Існують кар'єри, на яких підривні роботи проводяться за допомогою небезпечних вибухових речовин, таких як Грамоніт 79/21, Амоніт № 6ЖВ, Грамоніт 50/50, Гранулотол, Анемікс 70 та ін. Однак шкідливі гази в більшій чи меншій кількості утворюються під час підривання усіх промислових ВР, у тому числі емульсійних, проте їх кількість залежить від хімічного складу ВР, їх детонаційної спроможності та інших факторів, які визначають повноту хімічних реакцій.

Вищенаведені речовини є застарілими і їх використання не є доцільним з екологічної точки зору через те, що більшість з них містить у своєму складі тротил. Сучасною та екологічно безпечною вибуховою речовиною, яка набула широкого розповсюдження в Україні, є Гранеміт [1]. Компонентний склад Гранеміту наведено в табл. 1.

За методикою розрахунку шкідливих викидів (скидів) для комплексу обладнання відкритих гірничих робіт (на основі питомих показників) розраховано масу викиду оксиду вуглецю при вибуху Гранеміту масою 5 т [2].

Маса оксиду вуглецю, що викидається з пилогазовою хмарою (ПГХ):

$$m_{(CO)} = \sum q_{y\delta i} \cdot K \cdot A \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

де K – перевідний коефіцієнт, що залежить від виду газу, який визначається (для CO $K = 1,25$ г/л);

$q_{y\delta i}$ – питомий вміст шкідливих газів у ПГХ при вибуху 1 кг ВР, л/кг;

A – кількість ВР, яку підриватимуть, кг.

$$m_{(CO)} = \sum q_{y\delta i} \cdot K \cdot A \cdot 10^{-6} = 40 \cdot 1,25 \cdot 5000 \cdot 10^{-6} = 0,25 \text{ т}$$

При проведенні масових вибухів один раз на тиждень маса СО за рік становитиме 6,75 т.

Таблиця 1

Компонентний склад та характеристики Гранеміту

Найменування характеристики	Значення
Зовнішній вигляд	Пластична речовина від світло-жовтого до темно-коричневого кольору з включенням гранул білого або світло-жовтого кольору
Масова доля компонентів, %	
селітра аміачна	25–35
паливо дизельне	0–1,65
емульсія пореміту марки АН-У	70±5
ГГД (поверх 100 %)	0,5–2,0
<i>Розрахункові</i>	
Теплота вибуху, МДж/кг (ккал/кг)	3,35 (800)
Питомий об'єм газоподібних продуктів вибуху, л/кг	930
Кисневий баланс, %	- 0,6
Тротиловий еквівалент по теплоті вибуху	0,8
Концентрація енергії при щільності 1,3 г/см ³ , МДж/дм (ккал/дм ³)	4,36 (1040)
Об'єм отруйних газів, які виділяються при вибуху (в перерахунку на умовний окис вуглецю), л/кг	35–40
<i>Експериментальні</i>	
Водостійкість: маса аміачної і натрієвої селітр, які перейшли у розчин з площі поверхні контакту вибухової речовини з водою, кг/м ² , не більше ніж за 24 год.	0,01
Щільність заряджання Гранеміту, г/см ³	1,15–1,35
Швидкість детонації в сталевій трубі 57×3 ГОСТ 8732 при щільності 1,15–1,25 г/см ³ та ініціюванні заряду від проміжного детонатора масою не менше ніж 100 г, м/с	4400–4600
Критичний діаметр детонації в поліетиленові оболонці, мм	60
Чутливість до удару за ГОСТ 4545: нижня межа, мм	більше 500
частота вибухів, %	4
Чутливість до тертя на приладі К-44-3: нижня межа, МПа (кгс/см ²)	900 (9000)

Маса річного викиду (валове виділення) шкідливих речовин в атмосферу становить:

$$M_A = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \text{ т/рік}, \quad (2)$$

де n – загальне число домішок, що викидаються джерелом в атмосферу;
 A_i – показник відносної агресивності домішки i -го виду, ум. т/т ($A_{i(CO)} = 1$);
 m_i – маса річного викиду домішки n -го виду в атмосферу, т/рік [2].

$$M_A = 1 \cdot 6,75 = 6,75 \text{ т/рік або } 0,214 \text{ г/с.}$$

Найпростішою моделлю, що дозволяє визначити значення концентрації забруднюючих речовин в залежності від місця діючого джерела є модель розсіювання Гауса [3].

Модель розсіювання забруднюючої речовини описується рівнянням:

$$C(x, y, z) = \frac{Q \cdot K \cdot V}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left(-0,5 \cdot \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right), \quad (3)$$

де $C(x, y, z)$ – концентрація забруднюючої речовини в точці (x, y, z) , мкг/м³;

U – швидкість вітру на ефективній висоті джерела викидів, м/с;

Q – постійна потужність викиду, г/с;

$\sigma_y \sigma_z$ – розсіювання струменю в горизонтальній і вертикальній площинах відповідно;

K – коефіцієнт перерахунку = $1 \cdot 10^6$;

V – вертикальна умова розсіювання.

У табл. 2 наведено розрахункову концентрацію на різній відстані від місця вибуху Гранеміту, а графік розсіювання пилу представлено на рис. 1.

Таблиця 2

Значення концентрації CO після вибуху Гранеміту на різних відстанях

Відстань, м	Концентрація CO	
	мкг/м ³	мг/м ³
100	735,748	0,736
200	184,38	0,184
300	80,409	0,0804
400	44,267	0,0443
500	27,759	0,0278
600	18,876	0,0189
***	***	***
1200	18,876	0,0189

З табл. 2 видно, що значення концентрації CO на відстані 600–1200 м не змінюється, тому що значення коефіцієнтів відносно класу стабільності A* на відстані 510–3110 м є константами (табл. 3) [4].

Таблиця 3

Значення коефіцієнтів a і b залежно від місця джерела вибуху

<i>x, км</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
< 0,10	112,800	0,94470
0,10 – 0,15	158,080	1,05420
0,16 – 0,20	170,220	1,09320
0,21 – 0,25	179,520	1,12620
0,26 – 0,30	217,410	1,26440
0,31 – 0,40	258,890	1,40940
0,41 – 0,50	346,750	1,72830
0,51 – 3,11	453,850	2,11660
> 3,11	**	**

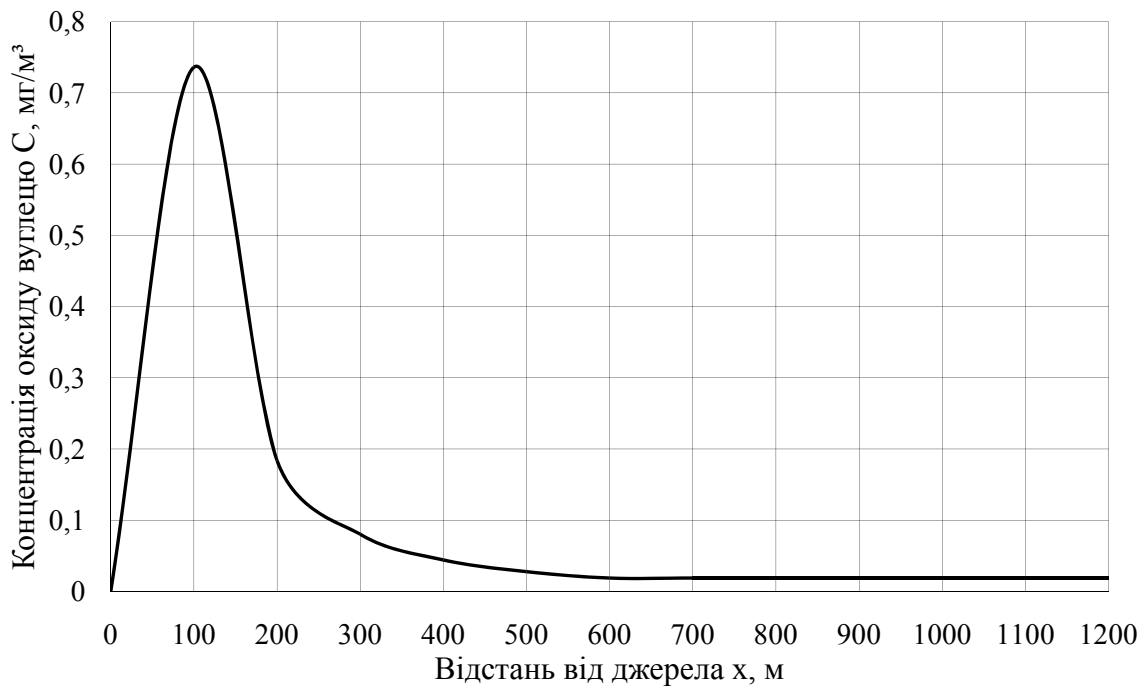


Рис. 1. Залежність концентрації пилу від відстані до джерела викиду

Згідно з санітарними нормами середньодобова концентрація оксиду вуглецю в атмосферному повітрі населених пунктів – 3 мг/м³ [5].

Провести оцінку впливу масового вибуху на навколишнє природне середовище можливо через визначення індексів забруднення компоненту навколишнього середовища та встановлення рівня екологічного ризику. Встановлення рівня екологічного ризику здійснювалось з використанням функції бажаності Харрінгтона [6]. Таким чином ризик впливу на

атмосферне повітря масового вибуху з використанням Гранеміту можна розрахувати за формулою:

$$R_j = a \cdot e^{[b \cdot (1 - I_j)]}, \quad (4)$$

де R_j – ризик за j -м видом забруднення оточуючого середовища (безрозмірний);

e – експоненціальна функція;

a і b – константи ($a = 4,99 \cdot 10^{-6}$; $b = -7,557$);

I_j – індекс забруднення j -м видом забруднення (безрозмірний), який визначається за (5):

$$I_j = 1 - e^{-[e \cdot (0,25 \cdot КП - 1)]}, \quad (5)$$

де $КП$ – кратність перевищення нормативів в атмосферному середовищі (безрозмірний).

При кратному перевищенні нормативів 0,0063 в межах населених пунктів на відстані 1200 м з концентрацією 0,0189 мг/м³ індекс забруднення становить:

$$I_j = 1 - e^{-[e \cdot (0,25 \cdot 0,0063 - 1)]} = 0,308.$$

Тоді ризик впливу на атмосферу повітря становитиме:

$$R_j = a \cdot e^{[b \cdot (1 - 0,308)]} = 2,6777 \cdot 10^{-8}.$$

За даними табл. 4 визначено рівень ризику планової діяльності на навколишнє середовище. Згідно з табл. 3 при значенні $R_j = 2,6777 \cdot 10^{-8}$ рівень ризику є прийнятним. Згідно з вищенаведеними розрахунками, значення концентрації СО після вибуху Гранеміту на територіях населених пунктів не перевищує ГДК.

Таблиця 4

Рівень ризику планової діяльності на навколишнє середовище

Рівень ризику	Значення ризику
Неприйнятний	$>10^{-6}$
Прийнятний	$10^{-6} - 10^{-8}$
Безумовно прийнятний	$<10^{-8}$

Тому актуальним завданням є заміна застарілих вибухових речовин на сучасні емульсійні типу Гранеміт, враховуючи його екологічність,

відносно невисоку вартість, досить високу якість подрібнення гірської маси та відносно низький відсоток утворення негабаритів.

Висновки

1. Проаналізовано ринок вибухових речовин України та визначено найбільш перспективні.

2. Проведено розрахунок маси викиду оксиду вуглецю при підриванні Гранеміту та величини його концентрації на різних відстанях від джерела викиду. Встановлено, що значення концентрації СО не перевищує значення ГДК в зоні промислового вибуху та межах прилеглих населених пунктів.

3. Проведено оцінку впливу на атмосферне повітря кар'єру масових вибухів на основі визначення екологічного ризику. Встановлено, що при застосуванні Гранеміту рівень ризику є прийнятним.

4. Обґрунтовано, що актуальним завданням є заміна застарілих вибухових речовин на сучасні емульсійні з мінімальним викидом отруйних газів при максимальній енергії вибуху.

Список літератури

1. UNIGRAN. Quality in a stone [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.unigran.ua/ua/?p=930>.

2. Методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/59/59758/.

3. Popović, D. Air Quality – Models and Applications [Text] / Popović D. – Rijeka : In Tech, 2011. – 364 p. – ISBN 978-953-307-307-1.

4. Модель рассеивания Гаусса [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ond86calc.narod.ru/GaussianDM.pdf>.

5. Екологічне законодавство України : зб. нормативних актів / відп. ред. І. О. Заєць. – К. : Юрінком Інтер, 2001. – 416 с.

6. Бойко Т. В. К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду / Т. В. Бойко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 4/6 (34). – С. 37–41.

7. Пат. 24944 Україна, С 06В 43 /00. Вибухова речовина / Севернюк Н. В. [та ін.]; заявник і власник Криворізький державний металургійний комбінат Криворіжсталь. – № 2 97062596; заяв. 03.06.97; опуб. 25.12.98, Бюл. № 25. – 10 с.

Дата подання статті до збірника – 22.03.2016 р.