

УДК 504.3.054:622.012.3

© О.М. Савотченко, М.М. Біляєв, О.В. Зберовський

## ЩОДО ВЗАЄМОДІЇ ПИЛОГАЗОВИХ ВИКИДІВ ТА ПАРО-ВОДО-ГАЗО-ПОВІТРЯНИХ РЕАКТИВНИХ СТРУМЕНІВ ПРИ ВИБУХОВИХ РОБОТАХ У КАР'ЄРАХ

© O. Savotchenko, M. Biliaev, O. Zberovskyi

### INTERACTION OF DUST-EMISSION AND STEAM-WATER-GAS-AIR REACTIVE JETIN BLASTING OPERATIONS IN QUARRIES

В роботі представлена математична модель процесу взаємодії пилогазової хмари, що утворюється при вибухових робіт на кар'єрах, з паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем. Представлена численна модель дозволяє досліджувати ефективність використання паро-водо-газо-повітряних реактивних струменів для підвищення екологічної безпеки при вибухових роботах на кар'єрах.

В работе представлена математическая модель процесса взаимодействия пилегазового облака, образованного при взрывных работах в карьере, с паро-водо-газо-воздушной реактивной струей. Представленная численная модель позволяет исследовать эффективность использования паро-водо-газо-воздушных реактивных струй для повышения экологической безопасности при взрывных работах в карьерах.

**Вступ.** У гірничопромислових регіонах, де ведеться розробка корисних копалин відкритим способом, в повітряний басейн потрапляють пил, сірчаний ангідрид, окис вуглецю, оксиди азоту та інші сполуки, котрі негативно впливають на навколишнє природне середовище та людей.

У переважній більшості кар'єрів підготовка гірничих порід для виїмки відбувається вибуховим способом. Вибухові роботи на кар'єрах є періодичними джерелами надходження в атмосферу великої кількості пилу та вибухових газів, які утворюють пилогазову хмару (ПГХ) (рис. 1), котра, в залежності від маси заряду та метеоумов, підіймається на висоту до 1000 м, розповсюджується та осідає на земну поверхню, у тому числі в житлових районах і на сільськогосподарських угіддях, що створює відчутні негативні ефекти в радіусі до 20 км від кар'єру. Концентрація пилу в повітрі при масових вибухах 600-800 т вибухової речовини досягає 1200-2800 ГДК на відстані 1 км від кар'єру і до 90 ГДК на видаленні 10 км [1].

Вищевикладене вказує на високу екологічну небезпеку вибухових робіт на кар'єрах і необхідність досліджень способів і засобів захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу ПГХ. Таким чином дослідження взаємодії пилогазових викидів та паро-водо-газо-повітряних реактивних струменів, які запропоновано нами використовувати для подавлення ПГХ при вибухових роботах у кар'єрах, є актуальною науково-практичною задачею, яка відноситься до переліку пріоритетних напрямків розвитку науки та техніки до 2020 року (п.

4 «Рациональне природокористування», Закон України від 12.10.2010 р. № 2519-VI).

**Формулювання мети дослідження.** Дослідити ефективність використання паро-водо-газо-повітряних реактивних струменів для підвищення екологічної безпеки при вибухових роботах на кар'єрах.



Рис.1. Приклад утворення ПГХ при вибуху в кар'єрі

**Викладення основного матеріалу дослідження.** До найбільш перспективних заходів підвищення екологічної безпеки при вибухових роботах в кар'єрах відноситься гідрознепилення. В роботі [2] розроблено технічне рішення підвищення екологічної безпеки при вибухових роботах у кар'єрах з використанням реактивних паро-водо-газо-повітряних струменів, що створюються турбореактивними авіаційними двигунами. Нижче запропонована математична модель, яка дозволяє оцінювати якісні і кількісні показники процесу взаємодії струменів і ефекту подавлення ПГХ.

*Математична модель.*

Математична модель взаємодії ПГХ з паро-водо-газоповітряним реактивним струменем є дуже складною задачею для теоретичного розрахунку. Тому для моделювання даного процесу проводиться схематизація, що показана на рис. 2.

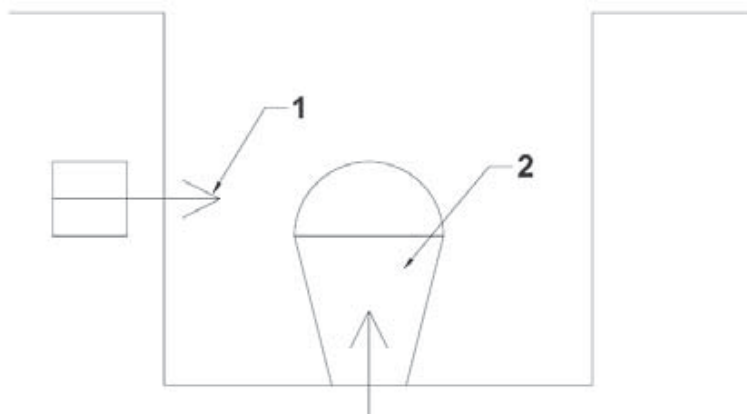


Рис. 2. Схема області, що моделюється: 1 – паро-водо-газо-повітряний реактивний струмінь; 2 – ПГХ

Для моделювання взаємодії ПГХ з паро-водо-газоповітряним реактивним струменем використовується фундаментальні рівняння аеродинаміки:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0, \quad (1)$$

де  $\varphi$  – потенціал швидкості, вісь  $Y$  направлена вертикально вгору.

Компоненти вектору швидкості повітряного потоку розраховуються з використанням залежностей:

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y}.$$

Розглянемо постановку граничних умов для рівняння аеродинаміки (1). Це наступні умови [3]:

- на твердих границях (стінки кар'єру) ставиться умова не протікання:

$$\frac{\partial P}{\partial n} = 0,$$

де  $n$  – одиничний вектор зовнішньої нормалі до границі;

- на границі «виходу» потоку з розрахункової області ставиться гранична умова Діріхле, виду  $P = \text{const}$ ;

- на тих ділянках, де утворюється «втікання» повітряного потоку ставиться гранична умова Неймана:  $\frac{\partial P}{\partial n} = V$ , де  $V$  – відома швидкість повітряного потоку.

Для вирішення прогнозу задачі по забрудненню повітря використовується двовимірне рівняння (2) [3]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial (v-w)C}{\partial y} + \sigma C = \text{div}(\mu \text{grad} C) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x - x(t)_i) \delta(y - y(t)_i), \quad (2)$$

де:  $C$  – осереднене значення концентрації пилу;

$u, v$  – осереднене значення компонент вектора швидкості вітру;

$\mu = (\mu_x, \mu_y)$  – коефіцієнти атмосферної турбулентної дифузії;

$\sigma$  - коефіцієнт, що враховує зміну концентрації за рахунок, вимивання опадами [3];

$Q_i$  – осереднене значення потужності емісії пилу;

$\delta(x - x_i), \delta(y - y_i)$  – дельта-функції Дірака;

$x_i, y_i$  – координати розташування точкового джерела емісії;

$t$  – час;

$w$  – швидкість гравітаційного осідання пилу.

Для отримання однозначного розв'язання крайової задачі (2) необхідно задати граничні та початкові умови. Це наступні умови [3]:

- там, де вітровий потік входить у розрахункову область реалізується гранична умова виду:

$$C|_{inlet} = C_{entrance},$$

де  $Centrance$  – задане значення концентрації пилу (будемо вважати, що  $Centrance = 0$ );

- на межі виходу повітряного потоку з області ставиться гранична умова виду:

$$\frac{\partial C}{\partial n} = 0,$$

де  $n$  – одиничний вектор зовнішньої нормалі до межі виходу потоку;

- на верхній та нижній площинах розрахункової області гранична умова записується так:

$$\frac{\partial C}{\partial n} = 0,$$

де  $n$  – одиничний вектор зовнішньої нормалі до поверхні.

Початкова умова для досліджуваного процесу забруднення записується так:

$C = 0$  в розрахунковій області, при  $t=0$ .

Розв'язок даних рівнянь може бути виконаний лише чисельним рішенням.

Розглянемо основні риси різницевого методів, що використовуються для рішення рівнянь (1) та (2). Для численного інтегрування рівняння (1) буде використовуватися метод Лібмана [4]. Згідно цьому методу вихідне рівняння (1) представляється у наступному різницевому вигляді:

$$\frac{P_{i+1,j} - 2P_{i,j} + P_{i-1,j}}{\Delta x^2} + \frac{P_{i,j+1} - 2P_{i,j} + P_{i,j-1}}{\Delta y^2} = 0$$

З цього різницевого рівняння знаходимо значення потенціалу швидкості в центрі кожної різницевої комірки:

$$P_{i,j} = \left[ \frac{P_{i+1,j} + P_{i-1,j}}{\Delta x^2} + \frac{P_{i,j+1} + P_{i,j-1}}{\Delta y^2} \right] / Z,$$

$$\text{де } Z = \left( \frac{2}{\Delta x^2} + \frac{2}{\Delta y^2} \right)$$

Розглянемо побудову неявної різницевої схеми для чисельного інтегрування 2-D рівняння масопереносу [3]. Похідну за часом представимо так:

$$\frac{\partial C}{\partial t} \approx \frac{C_{ij}^{n+1} - C_{ij}^n}{\Delta t}.$$

Для апроксимації конвективних похідних будемо використовувати попереднє розщеплення цих похідних:

$$\frac{\partial u C}{\partial x} = \frac{\partial u^+ C}{\partial x} + \frac{\partial u^- C}{\partial x},$$

$$\frac{\partial v C}{\partial y} = \frac{\partial v^+ C}{\partial y} + \frac{\partial v^- C}{\partial y},$$

$$\text{де } u^+ = \frac{u + |u|}{2}; \quad u^- = \frac{u - |u|}{2}; \quad v^+ = \frac{v + |v|}{2}; \quad v^- = \frac{v - |v|}{2}.$$

На наступному етапі дані залежності апроксимуються за допомогою наступних формул:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u^+ C}{\partial x} &\approx \frac{u_{i+1,j}^+ C_{ij}^{n+1} - u_{ij}^+ C_{i-1,j}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial u^- C}{\partial x} &\approx \frac{u_{i+1,j}^- C_{i+1,j}^{n+1} - u_{ij}^- C_{ij}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^- C^{n+1}, \\ \frac{\partial v^+ C}{\partial y} &\approx \frac{v_{i,j+1}^+ C_{ij}^{n+1} - v_{ij}^+ C_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta y} = L_y^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial v^- C}{\partial y} &\approx \frac{v_{i,j+1}^- C_{i,j+1}^{n+1} - v_{ij}^- C_{ij}^{n+1}}{\Delta y} = L_y^- C^{n+1}.\end{aligned}$$

Для апроксимації похідних, котрі відповідають за дифузійний перенос пилю використовуємо наступні залежності:

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) &\approx \mu_x \frac{C_{i+1,j}^{n+1} - C_{ij}^{n+1}}{\Delta x^2} - \mu_x \frac{C_{ij}^{n+1} - C_{i-1,j}^{n+1}}{\Delta x^2} = M_{xx}^- C^{n+1} + M_{xx}^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) &\approx \mu_y \frac{C_{i,j+1}^{n+1} - C_{ij}^{n+1}}{\Delta x^2} - \mu_y \frac{C_{ij}^{n+1} - C_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta x^2} = M_{yy}^- C^{n+1} + M_{yy}^+ C^{n+1}.\end{aligned}$$

В даних залежностях  $L_x^+, L_x^-, L_y^+, L_y^-, M_{xx}^+, M_{xx}^-, M_{yy}^+, M_{yy}^-$  – умовні позначення різницевих операторів, згідно роботі [3].

Загальний вигляд вихідного рівняння масопереносу, з врахуванням апроксимації похідних, записується у такому вигляді:

$$\begin{aligned}\frac{C_{ij}^{n+1} - C_{ij}^n}{\Delta t} + L_x^+ C^{n+1} + L_x^- C^{n+1} + L_y^+ C^{n+1} + L_y^- C^{n+1} + \sigma C_{ij}^{n+1} = \\ = (M_{xx}^+ C^{n+1} + M_{xx}^- C^{n+1} + M_{yy}^+ C^{n+1} + M_{yy}^- C^{n+1}) + q_{ij} \delta_{ij}.\end{aligned}$$

В такому виразі використовуємо наступні позначення:  $\delta_{i,j}$  – це число 1 чи 0, в залежності від того, розташоване чи ні в різницевій комірці "i,j" джерело забруднення.

Для побудови позмінно-трикутної різницевої схеми виконуємо розщеплення даного рівняння на послідовність розв'язку рівнянь більш простого виду. Розщеплення виконується наступним чином [3]:

- на першому часовому кроці розщеплення  $k = \frac{1}{4}$ :

$$\begin{aligned}\frac{C_{ij}^{n+k} - C_{ij}^n}{\Delta t} + \frac{1}{2} (L_x^+ C^k + L_y^+ C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k = \\ = \frac{1}{4} (M_{xx}^+ C^k + M_{xx}^- C^n + M_{yy}^+ C^k + M_{yy}^- C^n) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l ;\end{aligned}$$

- на другому часовому кроці розщеплення  $k = n + \frac{1}{2}$ ,  $c = n + \frac{1}{4}$ :

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^- C^k + L_y^- C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k =$$

$$= \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^k + M_{yy}^+ C^c) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l;$$

- на третьому часовому кроці розщеплення  $k = n + \frac{3}{4}$ ,  $c = n + \frac{1}{2}$ :

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^+ C^k + L_y^- C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k =$$

$$= \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^c + M_{xx}^+ C^k + M_{yy}^- C^k + M_{yy}^+ C^c) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l;$$

- на четвертому часовому кроці розщеплення  $k = n + 1$ ,  $c = n + \frac{3}{4}$ :

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^- C^k + L_y^+ C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k =$$

$$= \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^c + M_{yy}^+ C^k) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l.$$

Невідоме значення концентрації пилу визначається за формулою бігучого розрахунку на кожному шагу розщеплення.

*Практична реалізація моделі.*

Розглянуті різниці рівняння запрограмовані на алгоритмічній мові FORTRAN. Розроблена модель процесу взаємодії ПГХ з паро-водо-газоповітряним реактивним струменем реалізована у вигляді пакету прикладних програм (кодів) «CLOUD-2» для виконання обчислювального експерименту на персональному комп'ютері. Пакет прикладних програм «CLOUD-2» складається з набору підпрограм. Нижче приведений опис функціональних можливостей кожної підпрограми (модулі):

1. С1 – підпрограма, що виконує розрахунок потенціалу швидкості в області моделювання.

2. С2 – підпрограма, що виконує розрахунок компонентів векторів швидкості при взаємодії ПГХ з паро-водо-газоповітряним реактивним струменем (дані компоненти швидкості використовуються при чисельному рішенні рівняння 2).

3. С3 – підпрограма, що виконує розрахунок концентрації пилу при взаємодії ПГХ з паро-водо-газоповітряним реактивним струменем (підпрограма дозволяє розраховувати динаміку формування забруднення для різних моментів часу).

4. С4 – підпрограма, що виконує друк результатів моделювання (дає можливість візуально проаналізувати ефективність процесу подавлення ПГХ з використанням паро-водо-газо-повітряного струменя).

5. Файл вихідних даних «INP.dat» - в даному файлі користувач формує базу вихідних даних для проведення розрахункового експерименту (виконується введення розмірів ПГХ, концентрація пилю в ПГХ, швидкості паро-водо-газо-повітряного реактивного струменю та ін.).

Координацію роботи всіх підпрограм виконує основна програма.

*Результати моделювання.*

Розроблений пакет прикладних програм (кодів) «CLOUD-2» був використаний для рішення задачі взаємодії ПГХ з паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем.

Вихідні дані задачі:

- висота ПГХ – 300 м;
- ширина ПГХ – 100 м;
- початкова концентрація пилю в ПГХ – 100 %.
- швидкість паро-водо-газо-повітряного реактивного струменю – 170 м/с.

На рисунку 3 показана розрахункова область для прогнозування динаміки формування ПГХ тільки під дією вітрового потоку без впливу реактивного паро-водо-газо-повітряного струменю. Маркером «0» позначені верхня та нижня межі кар'єру, маркером «1» - атмосферне середовище кар'єру, маркером «2» - область формування ПГХ після вибуху в кар'єрі, де хмара має складну геометричну форму, лінією позначено верхню межу кар'єру.

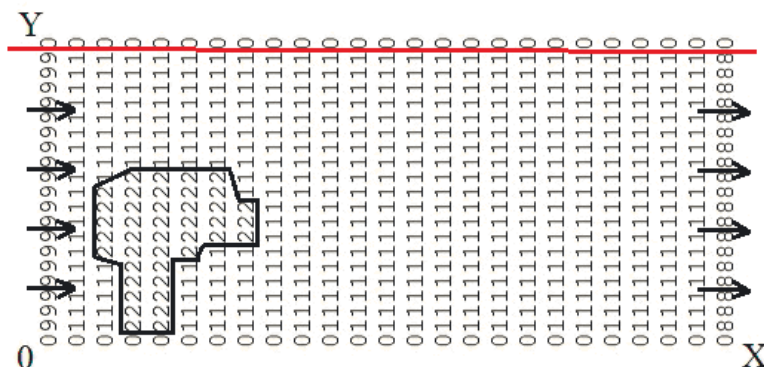


Рис. 3. Розрахункова область для прогнозування динаміки формування ПГХ під дією вітрового потоку

На рис. 4 показана зона пилового забруднення в період  $T = 7$  с (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі під дією вітрового потоку, а лінією позначена верхня межа кар'єру. З рисунку видно, що ПГХ розповсюдилась, а верхня межа хмари сягає висоти кар'єру.

На рис. 5 показана зона пилового забруднення в період  $T = 30$  с (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі під дією вітрового потоку, а лінією позначена верхня межа кар'єру. З рисунку видно, що концентрація пилю у верхній частині кар'єру складає порядку 36-56 % від початкової концентрації пилю в ПГХ, тобто відбувається вихід сильно забрудненого повітряного потоку за межі кар'єру, котрий спричиняє забруднення навколишнього середовища.

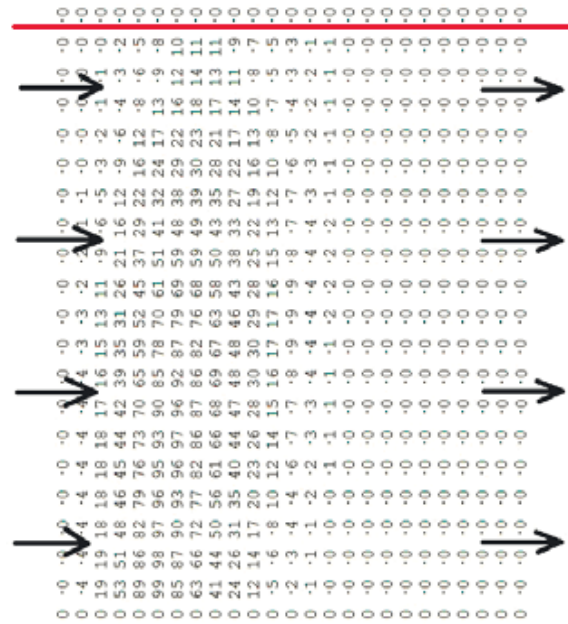


Рис. 4. Зона пилового забруднення в період  $T = 7\text{с}$  (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі під дією вітрового потоку

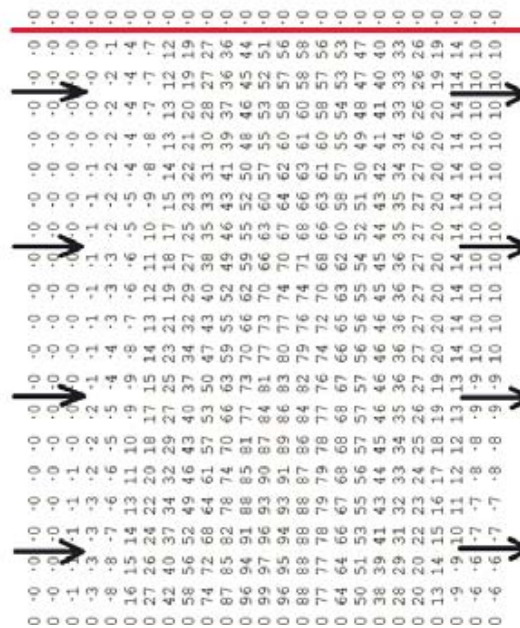


Рис. 5. Зона пилового забруднення в період  $T=30\text{с}$  (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі під дією вітрового потоку

На рис. 6. показана зона пилового забруднення в  $T=6\text{с}$  (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі при подавленні ПГХ паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем (швидкість струменю 170 м/с), а лінією позначена верхня межа кар'єру. З рисунку видно, що ПГХ розширилася, але на верхній межі кар'єру концентрація пилу низька.



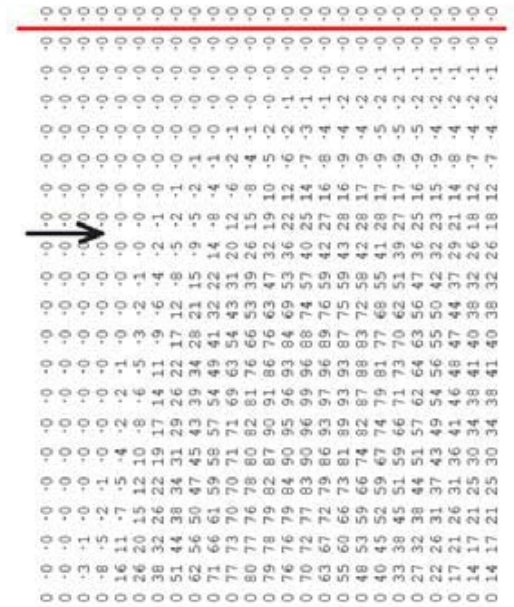


Рис. 6. Зона пилового забруднення в період  $T = 6$  с (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі при подавленні ПГХ паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем

На рис. 7 показана зона пилового забруднення в період  $T = 9$  с (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі при подавленні ПГХ паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем (швидкість струменю 170 м/с), а лінією позначена верхня межа кар'єру.

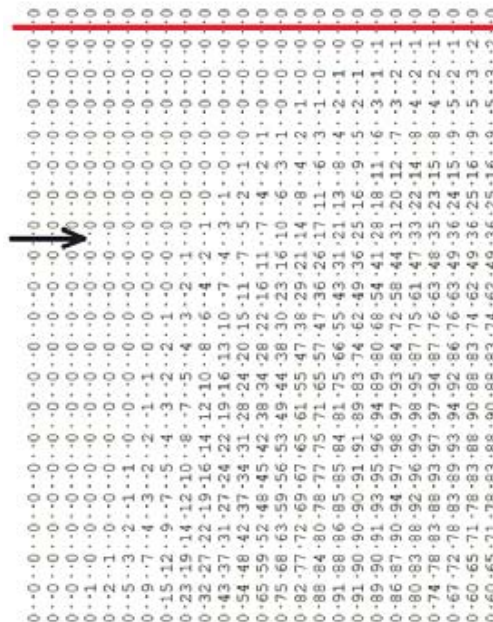


Рис. 7. Зона пилового забруднення в  $T=9$  с (умовні одиниці) після вибуху в кар'єрі при подавленні ПГХ паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем

З рисунку видно, що концентрація пилу у верхній частині кар'єру дуже низька та складає порядку 1-2 % від початкової концентрації пилу в ПГХ, тобто при подавленні ПГХ паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем відбу-

вається вихід відносно незабрудненого повітряного потоку за межі кар'єру, а коефіцієнт ефективності подавлення ПГХ становить 96...97 %.

Як видно з представлених результатів виникає зміщення ПГХ у напрямку дії паро-водо-газо-повітряного реактивного струменю, в результаті чого ПГХ не виходить за межі кар'єру, що вказує на ефективність використання паро-водо-газо-повітряних реактивних струменів для підвищення екологічної безпеки при вибухових роботах на кар'єрах.

#### **Висновки.**

- В роботі розглянута чисельна модель процесу взаємодії ПГХ з паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем, що реалізована у вигляді пакету прикладних програм (кодів) «CLOUD-2». Запропонована математична модель була використана для дослідження шляхом чисельного моделювання ефективності використання паро-водо-газо-повітряних реактивних струменів для підвищення екологічної безпеки при вибухових роботах на кар'єрах.

- Виконані розрахунки показують, що концентрація пилу у верхній частині кар'єру дуже низька та складає порядку 1-2 % від початкової концентрації пилу в ПГХ, тобто при подавленні ПГХ паро-водо-газо-повітряним реактивним струменем відбувається вихід відносно незабрудненого повітряного потоку за межі кар'єру, а коефіцієнт ефективності подавлення ПГХ становить 90...97 %.

- Запропонована математична модель рекомендується для розрахунку параметрів реактивних водо-повітряних струменів при активному подавленні пилогазових викидів при масових вибухах у кар'єрах.

#### **Перелік посилань**

1. Зберовский А.В. Охрана атмосферы в экосистеме «карьер-окружающая среда-человек».- Дн-вск: РИО АП ДКТ, 1997. – 136 с.
2. Пат. № 112259, Україна, МПК (2006.01) E21V 5/02 "Установка для захисту довкілля при вибухових роботах у кар'єрах". О.В. Зберовський (UA), О.М. Савотченко (UA). – № u 201605804; Заявл. 30.05.2016; Опубл. 12.12.2016, Бюл. № 23. – 8 с.
3. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – Киев: Наук. думка, 1997. – 368 с.
4. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – М: Мир, 1980. – 616 с.

#### **ABSTRACT**

**Purpose.** Investigate the efficiency of using steam-water-gas-air jet jets to improve environmental safety in blasting operations in quarries.

**The methods.** Method of mathematical modeling. Numerical methods of solving on the basis of fundamental equations of aerodynamics

**Findings.** A numerical model of the interaction of a dust-gas cloud with a steam-water-gas-air jet is proposed. A package of application programs (codes) "CLOUD-2" was developed.

**The originality.** The method of numerical solution of the problem of suppression of a dust and gas cloud by a reactive steam-water-air jet

**Practical implications.** The method is recommended for calculating the parameters of reactive water-air jets with active suppression of dust and gas emissions during mass explosions in quarries.

**Keywords:** dust and gas cloud, explosion, quarry, environmental safety

УДК 666.76.001.2

© В.Ю. Тищук, І.Б. Ковальова

## СПОСОБИ ПИЛОПОДАВЛЕННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВУГІЛЛЯ ДО КОКСУВАННЯ

© V. Tyshchuk, I. Kovaleva

## DUST SUPPRESSION METHODS FOR COAL PREPARATION BEFORE COKING

Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень по пилоподавленню в цеху вуглепідготовки при підготовці вугільної шихти для коксування. Встановлено, що ефективним способом пилоподавлення є обробка вугілля водяним розчином вуглелужного реагенту, що забезпечує захист повітря робочих зон від пилу.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по пылеподавлению в цехе углеподготовки при подготовке угольной шихты для коксования. Установлено, что эффективным способом пылеподавления является обработка угля водным раствором углещелочного реагента, что обеспечивает защиту воздуха рабочих зон от пыли.

**Вступ.** Одними з основних джерел технологічних викидів в повітря робочих зон і атмосферне повітря при коксохімічному виробництві є система цеху вуглепідготовки. У цеху вуглепідготовки пил виділяється при прийманні на склад вугілля, його перевантаженнях, пересипаннях і транспортуванні, в процесі підготовки шихти для коксування, а також в дробильних і помольних установках. Питоме пиловиділення досягає 0,3-0,6 кг/т вугілля. Для пилоподавлення при технологічних операціях вуглепідготовки використовують сухі та мокрі засоби, які по техніко-економічним показникам не в повній мірі ефективні.

**Ціль статті.** Пошук і розробка нових пиловзв'язуючих засобів для захисту повітря робочих зон і атмосферного повітря від вугільного пилу при технологічних процесах вуглепідготовки.

Виходячи з цілі, в роботі поставлено наступні задачі.

1. Дослідити технологію вуглепідготовки на прикладі коксохімічного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і визначити основні джерела викидів пилу при підготовці вугільної шихти до коксування.

2. Аналітично і експериментально розробити засоби, які потенційно можуть бути використані для зв'язування вугільного пилу і науково обґрунтувати їх пиловзв'язуючі властивості.