

ІННОВАЦІЇ СУЧАСНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Закінчення, початок див. у № 1, 2011 р.

1.2. Не вирішені раніше проблеми. В Україні часткове підвищення ефективності вибухових технологій, як правило, здійснюється за рахунок попереднього (до заряджання) осушення масиву порід, який підлягає руйнуванню, проводиться відкачування води з водознижувальних свердловин, що споруджуються по контуру кар'єру. Суть способу полягає в бурінні необхідної кількості свердловин, монтажі електричної мережі та придбанні глибинних насосів, відкачуванні води до досягнення рівня запланованого водозниження. Розрахунки свідчать, що такий шлях є багатовитратним, оскільки при контурному відкачуванні води необхідно мати додаткове бурове устаткування, насоси та висококваліфікований персонал для їх обслуговування та ремонту. Схеми контурного осушення доцільно застосовувати на великих кар'єрах для запобігання їх затоплення, проте більша частина підземних вод (70-80 %) просочується в кар'єр через блоки порід до зумпфу, звідки відкачують воду на поверхню до 1200 м³/год.

Найпоширенішими й ефективними є механічні та вибухові способи осушення свердловин перед їх заряджанням. До механічних способів належать: відкачування води зі свердловин насосними установками типу МО-1, АОС-ПР-10, УОС-1,2 та інші.

Але механічні способи зневоднення свердловин вітчизняними насосами та спеціальними установками не знайшли широкого застосування через високу їх вартість втрат їх через заклинювання у свердловині та низьку продуктивність (25-30 свердловин за зміну), а головне - вони можуть призводити до підвищення водопритоку через розмив і збільшення параметрів дренажних щілин.

Проте, як свідчить передовий досвід США та Казахстану, підвищення ефективності вибухових робіт в обводнених умовах більш ніж у 2 рази досягли саме за рахунок зневоднення обводнених свердловин спеціальними відкачувальними установками із продуктивністю до 60 свердловин за зміну. Та, як наслідок, заміни асортименту ВР дорогих емульсійних ВР на

простіші суміші типу АН-FO з емульсійними домішками до 20 % знижує собівартість ВР майже у 3 рази. В Україні така високопродуктивна техніка відсутня, її придбання з-за кордону для кожного гірничо-збагачувального комбінату у кількості близько п'яти одиниць потребує, зрозуміло, суттєвих інвестицій, а в умовах екологічної кризи це ще й проблематично.

Більш високої ефективності можна досягти, як показали експерименти, із запровадженням інноваційної технології - відбійки обводнених порід, що передбачає попереднє зневоднення сведловин - вибухом донних мікрозарядів.

Метою дослідження є аналіз теоретичних основ визначення безпечних параметрів донних зарядів під час вибухового очищення свердловин від води та бурового дріб'язку. Визначення ділатантного розміщення гірських порід в зоні вибуху мікрозарядів та його вплив на суттєве скорочення сейсмонезбездок від великомасштабних вибухів у м. Кривий Ріг, де почастишали провалля ґрунту на території до 16 га.

Основні результати дослідження показали, що малим донним зарядам (до 2 кг) та, як наслідок, малому тиску $DP = (1/4)$ тис. кг/см³ характерне ділатантне розміщення привибійної зони свердловини, тобто поява нових щілин глибиною до 1 м, що призводить до зсуву порід та закриття мікро-, а іноді і макрощілин чи дренажних щілин. Разом з тим вмивання часток бурового дріб'язку в щілини під високим тиском продуктів детонації може створювати достатній тампонаж стінок свердловин. Ділатансія порід відбувається в межах 1/3-2/3 від розміру напруги руйнування, причому помітніші виявляються в породах, що містять дефекти більших значних розмірів (породи щілинні).

У цілому межу поширення щілин розриву R, визначаючи межу розміщення масиву, визначали за формулою:

$$R = r_c \sqrt{\frac{2P_n - P + \delta p}{(P + \delta p)}}, \text{ м} \quad (1)$$

де r_c - радіус свердловини, м; P_n - внутрішній тиск, Па; δp - межа міцності порід до розриву, Па; P - зовнішній тиск, Па.



Із виразу виходить, що розміри зони руйнування прямо пропорційні до радіуса свердловин і нелінійно змінюються в залежності від внутрішньосвердловинного та гірничого тиску, а також опору порід розриву. Збільшення гірського тиску веде до зменшення R . Разом з тим збільшення міцності гірських порід призводить також до зменшення глибини щілин.

Вплив вибухового зневоднення свердловин на ділатантне розміщення масиву в прибіній зоні свердловин зі зміною висоти стовпа води (H_b) наведений на рис. 1.

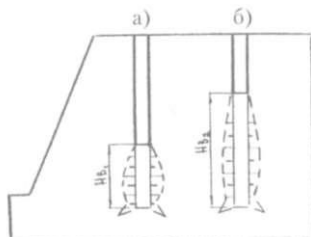
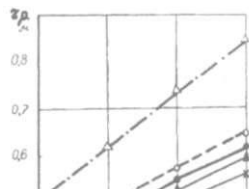


Рис. 1. Характер розподілу зон ділатантного розміщення твердих середовищ після вибухового зневоднення свердловин при висоті стовпа води (H_b) у свердловині:

а) $H_{b1} = 5,0$ м; б) $H_{b2} = 10,0$ м

Підставляючи конкретні значення у вище наведений вираз під час вибуху донних зарядів для кар'єру Інгuleцького гірничозбагачувального комбінату (м. Кривий Ріг) чи Кальчицького гранкар'єру, або Докуєвського флюсо-доломітового комбінату (Донецької обл.) отримуємо межі зони послаблення в прибіній зоні свердловин у залежності від міцності порід. Вплив маси донних зарядів (m) та межі міцності порід до розриву (δp) на розміри радіальних щілин наведені на рис. 2 та 3.



під час зневоднення свердловин $d_{св} = 0,25$ м масою (м) в залежності від міцності порід:

- Δ – сланці $f = 6-9$, вапняки $f = 10-12$;
- \bullet – сієніти $f = 14-16$;
- \circ – граніти $f = 12-14$, доломіти $f = 10-14$;
- \blacktriangle – джеспіліти $f = 16-18$;
- \times – роговики перехідної пачки $f = 18-20$

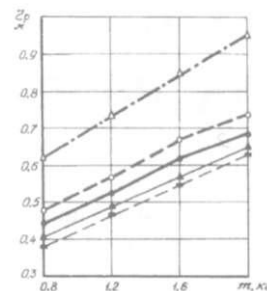


Рис. 3. Зміна радіуса радіальних щілин під час зневоднення свердловин ($d_{св} = 0,2$ м) залежно від міцності порід:

- Δ – сланці $f = 6-9$, вапняки $f = 10-12$;
- \bullet – сієніти $f = 14-16$;
- \circ – граніти $f = 12-14$, доломіти $f = 10-14$;
- \blacktriangle – джеспіліти $f = 16-18$;
- \times – роговики перехідної пачки $f = 18-20$

Дослідження в цілому засвідчили, що дія продуктів донних зарядів на середовище «вода - гірські породи» неоднозначна і залежить як від властивостей гірських порід, діаметра свердловини, так і маси донних зарядів.

Тому визначення оптимальної маси донних зарядів під час вибухового зневоднення свердловин та вплив їх на гідронімічний режим і зменшення сейсмонезбезпеки вибуху в цілому обумовлює підвищений інтерес до вивчення виявлених явищ.

Таким чином, проектування безпечних параметрів донних мікрозарядів при вибуховому очищенні свердловин від води та бурового дріб'язку має як наукове, так і практичне значення.

До вибухового очищення технологічних свердловин у кар'єрах ставляться такі вимоги: виключення значних порушень усть і стінок свердловин; висока ефективність і безпечність виконання робіт.

Відомі різні класифікації свердловин за ступенем обводненості [2, 3], що базуються на двох основних показниках: висоті стовпа вод та ступені їх проточності. Дослідження гідродинамічного режиму в кар'єрах підтверджують, що свердловини зі значною висотою стовпа води характеризуються найчастіше і більш високою проточністю. Тому зневоднення свердловин сприяє зниженню проточності.

Свердловини, в яких стовп води складає 0,25-0,5 розрахункової довжини заряду ($l_{зар}$), вважають обводненими, менше 0,25 $l_{зар}$ - частково обводненими, більше 0,5 $l_{зар}$ — сильно обвод-

неними. За ступенем проточності води у свердловинах розрізняють: непроточні, слабкопроточні (коефіцієнт фільтрації $K_f = 0,004-0,2$ м/доб.), проточні ($K_f = 0,2-6,0$ м/доб.) та інтенсивно проточні ($K_f > 6$ м/доб.).

Обводненість свердловин залежить від положення дна кар'єру відносно горизонту, кількості рядів, розташування рік і водоймищ відносно кар'єру та інших умов. Із загальної кількості обводнених свердловин у кар'єрах приблизно 30 % є непроточними, оскільки вода надходить тільки за рахунок атмосферних опадів. Після відкачки води вони залишаються сухими. Близько 40 % свердловин мають малі водопритоки ($K_f = 0,2-6,0$ м/доб.) і після відкачки заповнюються водою протягом 1-4 годин, а при вибуховому зневодненні в них зберігається рівень води до 1 м і через 6-8 годин. А 30 % свердловин мають проточну воду, значний приплив якої не дозволяє зневоднювати свердловини насосами чи спеціальними установками. Виходячи з цього приблизно 70 % обводнених свердловин перед заряджанням можуть бути зневоднені й заряджені грамонітами, амонітами, гранулітами та іншими ВР середньої водостійкості.

При зневодненні обводнених свердловин донними зарядами вода частково випаровується, а решта під високим тиском газоподібних продуктів викидається вертикально вгору. Видалення води зі свердловин супроводжується і очищенням від бурового дріб'язку на об'єм $0,034-0,064$ м³, тобто на глибину 0,7-1,3 м. Як показали випробування на кар'єрі Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату (ІнгЗК), де масив щільний найбільше, має місце й зниження глибини першого ряду свердловин на 0,05-0,7 м. Загалом гідропідривне ослаблення масиву в призабійній зоні свердловин сприяє підвищенню якості дроблення і зниженню виходу негабаритних фракцій при відбійці важких за умовами підривання обводнених порід у кар'єрах.

Проведений аналіз показує, що дослідження залежності параметрів викиду води, бурового дріб'язку і можливих осколків з устьової частини свердловини від маси донного мікрочаряду при вибуховому очищенні свердловин мають практичну цінність, беручи до уваги безпечність виконання цих робіт.

Розліт осколків при вибухах для розпушення порід визначається головним чином величиною воронки викиду, якщо довжина забійки не перевищує 35 діаметрів свердловини (d). При більшій довжині забійки воронки неутворюються, а в разі зневоднення свердловин зонними мікрочарядами параметри розльоту осколків і висота викинутого водяного стовпа з буровим дріб'язком залежать переважно від глибини закладеного донного мікрочаряду та висоти стовпа води у свердловині.

Розглянемо випадок, коли здійснювалася прострілка і зневоднення свердловин глибиною $l = 17-18$ м і висотою забійки стовпа води $H^e = 2-18$ м. Отже, глибина закладення донного мікрочаряду і довжина водяної забійки, як правило, перевищують 35 d^{ce} , тобто 8,75 м (при $d^{ce} = 0,25$ м). Для першого ряду свердловин, устя яких значно порушені, а H^e менше 35 d^{ce} , найбільш ефективними шляхами боротьби з розльотом кусків породи є зменшення маси донного мікрочаряду у 2 рази чи виключення прострілки окремих свердловин 3 діаметром воронки понад 1 м.

Основну частину обводнених свердловин (до 70 %) у кар'єрах Придніпровсько-Донецького регіону, як показали промислові випробування, доцільно зневоднювати донними мікрочарядами. Тому постає запитання: чи можна для визначення безпечної для людей відстані за вражаючою дією осколків, що не виключаються при висадженні донних мікрочарядів, використовувати методику розрахунку небезпечних за розльотом окремих шматків висадженої породи зон? Щоб відповісти на нього потрібно розрахувати максимальну висоту підйому і дальність розльоту осколків, що залежать від їх початкової швидкості й кута вильоту. При ньому найбільшої висоти досягає осколок, що вилетів під кутом $\phi = 90^\circ$ до горизонту, а це характерно саме для технології зневоднення свердловин донними мікрочарядами.

Згідно з А. А. Чернігівським, при вибуху скельних порід швидкість вильоту осколків 3 епіцентру визначається за виразом:

$$V_0 = 40 \left(\frac{m^{1/3}}{w} \right)^{3,2}, \quad (2)$$

де m - маса донного мікрочаряду, кг; w - глибина закладення-донного мікрочаряду, м.



Однак формула (1) для цього випадку може мати вигляд:

$$V_0 = B \left(\frac{m^{1/3}}{w} \right)^{3/2}, \quad (3)$$

де B - емпіричний коефіцієнт, що залежить від якості забійки та прийнятий у межах $0,6 \cdot 10^3 < B < 1,0 \cdot 10^3$. Причому більшому його значенню відповідає водяна забійка, а меншому - комбінована, що передбачає наявність над зарядами інертного проміжку, який дорівнює трьом висотам донного мікрозаряду.

Більш простим і економічним є спосіб вибухового зневоднення свердловин з допомогою водяної забійки. При горизонтальній вільній поверхні швидкість вильоту осколків під кутом φ до горизонту розраховується за формулою $V\varphi = V_0 \sin \varphi$.

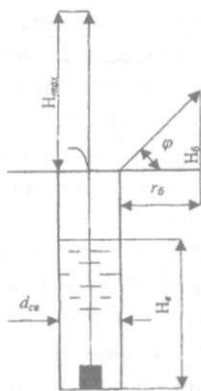


Рис. 4. Схема до визначення параметрів викиду води, бурового дріб'язку при зневодненні зарядом наведено на рис. 4. Дальність (радіус) польоту осколків, що вилетів з устя свердловини під кутом φ , за умови безповітряного простору дорівнює:

$$r_\delta = \frac{2V_0^2 \sin^2 \varphi \cos \varphi}{g}, \quad (4)$$

де g - прискорення сили тяжіння, $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$

У роботі А. А. Чернігівського оптимальну величину кута вильоту осколків в порожнині, яка становить 70° .

Тоді радіус польоту:

$$r_0 = \frac{0,44V_0^2}{g}, \quad (5)$$

а висота підйому:

$$H_\delta = \frac{0,5V_0^2}{g}. \quad (6)$$

Відношення H_δ/r_0 1,14 показує, що при вибуху на викид (у безповітряному просторі) висота підйому води, бурового дріб'язку й осколків перевищує дальність їх розльоту на 14 %.

За даними [4] максимальна величина V^0 складає 110 м/с. Сила опору повітря при великих швидкостях $F_{op.} = \sigma V_0^2$, де σ - емпіричний коефіцієнт, що залежить від розміру осколків. Він визначається за виразом $\sigma = 1,3(X_0 p^n)$, де X_0 - середній розмір осколків, м; p^n - щільність породи (для доломітизованих вапняків $p^n = 2600 \text{ кг/м}^3$).

Числовий аналіз показав, що траєкторія викиду води та осколків у повітрі залежить не тільки від їх швидкості, тобто маси донного мікрозаряду, але й від кута вильоту та розмірів осколків. При зневодненні свердловин вибухом донних мікрозарядів установлено, що довжина осколків, котрі падали в межах радіуса польоту, не перевищувала 10 см. В осколках довжиною 4 і 10 см коефіцієнт σ дорівнював відповідно 40,4 і 351. Максимальна висота підйому осколків і води з урахуванням $F_{op.}$ визначалася за формулою:

$$H_{max} = \ln \left(1 + \sigma \frac{V_0^2}{g} \right). \quad (7)$$

Скориставшись виразами (5) - (7) визначаємо висоту підйому і радіус польоту осколків залежно від маси донного мікрозаряду (таблиця 3).

Таблиця 3

Показник	Маса донного мікрозаряду m , кг			
	0,8	1,2	1,6	2,0
Швидкість вильоту осколків V^0 , м/с ²	12,2	14,95	17,28	19,3
Висота підйому осколків в безповітряному просторі H_δ , М	7,59	11,39	15,22	18,98
Радіус польоту осколків в безповітряному просторі R_δ , М	6,68	10,02	13,39	16,70
Висота підйому осколків $H_{max}(m)$ з урахуванням сили опору повітря при їх довжині:				
4 см	7,66	8,07	8,36	8,58
10 см	8,58	8,99	9,27	9,44

При зневодненні свердловин вибухом донних мікрозарядів під час промислових випробувань установлено, що ймовірність вильоту осколків склала одиницю на 76 зневоднених свердловин, тобто 0,013 %. Причому осколки утворювалися переважно в зоні порушень приустьової частини обводненої свердловини. Ця зона входить у зону значних перебурих від попередніх вибухів. Упровадження нової технології вибухової відбійки обводнених доломітів і вапняків з випереджувальним зневодненням свердловин донними мікрозарядами дозволяє зменшити величину перебурих в 2 рази, а отже, знизити порушення усть та ймовірність утворення осколків не менше, ніж у 5 разів.

Крім того, для підвищення безпеки персоналу, пов'язаного з проведенням вибухового зневоднення свердловин, доцільно прийняти небезпечну зону розміром 3г, що складає близько 50 м. Безпечність і ефективність виконання вибухового зневоднення свердловин донними мікрозарядами з 50-метровою небезпечною зоною підтверджена численними експериментальними вибухами в кар'єрах з видобутку будівельних матеріалів Донецьк-вибухиром і найбільш обводненому залізрудному кар'єрі Кривбасу - ІнГЗК.

При проведенні аналогічних вибухів у Доломітному і Центральному кар'єрах Докучаєвського флюсодоломітового комбінату було прийнято зону небезпеки, що складала для людей та устаткування відповідно 50 і 100 м.

Наведені в роботі дослідження залежності параметрів викиду води, бурового дріб'язку й осколків від маси донного мікрозаряду, незважаючи на істотні спрощення, показують задовільну збіжність теоретичних результатів з експериментальними. Це свідчить про те, що запропонована методика оцінки зневоднення свердловин донними мікрозарядами, в яких ураховано вплив параметрів свердловини (d_{ce} , l , H^e) на оптимальну масу донних мікрозарядів при відомій теплоті вибуху застосовуваних промислових ВР, може використовуватися для прогнозування параметрів вибуху на викид.

Вихідними при проектуванні підричних робіт зі зневоднення свердловин є дані про їх

параметри, тип ВР, властивості та обводненість порід. Оптимізація параметрів донного мікрозаряду, зокрема його маси (рис. 5), при видаленні води зі свердловин і районуванні кар'єрних полів за ступенем обводненості являє собою головне завдання при проведенні цих робіт.

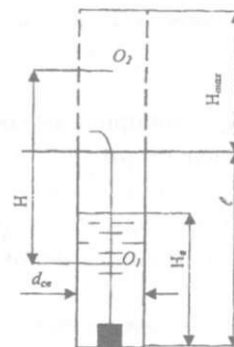


Рис. 5. Схема до визначення маси донного мікрозаряду при вибуху на викид: O_1 , O_2 - центри ваги води відповідно до і після вибуху

Насамперед, визначимо масу води у свердловині:

$$M = \frac{\rho \pi d_{ce}^2 H H_a}{4}, \quad (8)$$

де ρ - щільність води ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$); d_{ce} - діаметр свердловини, м; H^e - висота стовпа води у свердловині, м.

Тоді шукана енергія вибуху:

$$E = M \cdot g \cdot H = \frac{\rho \pi d_{ce}^2 g H H_a}{4}, \quad (9)$$

де H - висота підйому центру ваги стовпа води, м.

$$m = \frac{E}{Q}$$

де Q - теплота вибуху, віднесена до одиниці маси ВР, ккал/кг.

Для обчислення H можна скористатися формулою:

$$H = \frac{l - H_a}{2} + \frac{H_{max}}{2}, \quad (11)$$

де l - глибина свердловини, м.

Дослідним шляхом визначено для кар'єрів Криворізько-Донецького регіону з висотою уступу $h_{уст} = 15 \text{ м}$, що $H_{max} = 17 \dots 18 \text{ м}$. Приймаємо в розрахунках 17 м . За формулою (11) при $l = 17 \text{ м}$ та екстремальній умові, що свердловина цілком обводнена, тобто $H^e = 17 \text{ м}$, знаходимо величину H , яка також становить 17 м .





У вираз (10) підставляємо (9) і отримуємо:

$$m = \frac{K_n \cdot d_{ca}^2 \cdot H_g}{Q}, \quad (12)$$

де K_n - емпіричний коефіцієнт, що враховує витрати енергії на випаровування води, послаблення масиву в призабійній зоні свердловини та подолання сили тертя води об поверхню стінок свердловини тощо.

Як показує порівняння розрахункових даних, отриманих за формулою (11), з даними промислових експериментів, коефіцієнт K_n для сучасних водостійких ВР становить $13,9 \cdot 10^6 \text{ мс}^2$. Для умов конкретних кар'єрів залежно від діаметра обводненої свердловини, висоти стовпа і типу ВР формула (11) може бути спрощена і приведена до 1 м стовпа води у свердловині. Наприклад, для свердловини діаметром 0,25 м при застосуванні донних мікрозарядів із тротильових шашок Т-400Г і патронуваного амоніту № 6 ЖВ маса заряду буде становити відповідно 0,2 H° та 0,25 H° .

Таким чином проведені дослідження запропонованої інноваційної технології свідчать про безпечність й ефективність вибухового зневоднення обводнених свердловин за допомогою донних мікрозарядів. Ця інноваційна технологія захищена патентом і пройшла широкі випробування в різних гідрогеологічних умовах на кар'єрах України, а саме: на залізничному ІнГЗК (Дніпропетровської), па будівельних кар'єрах Кальчинському і Ждановському та флюсових кар'єрах Докучаєвського ФДК (Донецької обл.). Всього зневоднено 1787 свердловин, здійснено заміну 329 627 кг водостійких ВР на екологічно більш чисті і більш дешеві частково водостійкі грамоніт 79/21 та ігданіт, економічний ефект від відбійки 1396 млн м^3 порід, що складає 0,8 млн грн. Перевагами такої інноваційної технології можна вважати:

- а) високу результативність зневоднення - 100 свердловин за годину двома підривниками (машин з такою працездатністю в світі не існує);
- б) вибухове зневоднення забезпечує надійний тампонаж свердловин буровим дріб'язком, а поява нових щілин глибиною до 1 м одночасно призводить до зміщення порід та закриття мікро-, а іноді і макрощілин чи дренажних щілин;

в) високу ефективність вибухового зневоднення свердловин, що досягається і одночасним очищенням свердловин від бурового дріб'язку, як це вимагають «ЕПБ при вибухових роботах» § 136 та надає можливість скоротити довжину перебуру майже в 2 рази;

г) створення нових мікрощілин на висоту стовпа води у свердловині під час вибухового зневоднення призводить до розміщення масиву в найскладніше підривної підшви і, як наслідок, перерозподілу частки негативних сейсмічних хвиль на дроблення масиву, що є дуже важливим фактором при проведенні великомасштабних вибухів у Кривбасі, який стоїть над провалами;

г) скорочення терміну підготовки масових вибухів і одночасного розчинення вибухових речовин від 72-120 годин до 8-36 годин.

Доказом цьому є досвід попереднього вибухового зневоднення свердловин донними зарядами (у вигляді донного амоніту Т-19 масою 3 кг). Кінгісепського мідно-молібденового комбінату в Росії, де свердловини і блоки В кар'єрі 100 % обводнені, а із окремих свердловин вода навіть виливається з її русла.

Отже, на сьогодні в Україні в умовах економічної кризи і утворення величезних порожнин під містом Кривий Ріг та появи колосальної кількості провалів запровадження інноваційної технології вибухової відбійки з попереднім зневодненням свердловин забезпечить не лигає конкурентоспроможність вітчизняної металургії і залізничної продукції, а й попередить сейсмонезбезпеку великомасштабних масових вибухів.

Список використаної літератури

1. Перегудов В. В., Грицина А. Е., Драгун Б. Т. Современное состояние и перспективы развития железнодорожной промышленности Украины // Металлургическая и горнорудная промышленность. - Днепропетровск. - 2010. - № 2. - С. 148-153.
2. Кривой Рог стоит над бездной, а они все взрывают / А. Ткач, О. Сиротенко // Газета по-киевски. - 2010. - № 109 (1757). - С. 3.
3. Інформаційно-аналітична система для аналізу комплексних ризиків природно-техногенних та соціально-економічних загроз у галузі

житлово-комунального господарства України / В. А. Пепеляєв, П. С. Кнопов, К. Л. Атоєв та ін. // Наука і інновації. - К.: ВД «Академ-періодика». - 2010. - № 3. - С. 39-45.

4. Овчиннікова Н. Б. Вилив підприємств гірничо-металургійного комплексу на стан забруднення атмосферного повітря // Вплив на довкілля підприємств гірничо-металургійного комплексу // Серія «Стан навколишнього середовища» - К.: Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. - 2008. - № 10. - С. 2-5.

5. Мінпромполітики збирає кошти на ремонт провалу // Технічна українська газета. - 2010. - № 37 (141). - Луганськ: «Прес-Експрес». - С. 2.

6. Дядечкин Н. Н., Шиловский Е. В. Взрывное разрушение сильнообводненных породных массивов на Ингулецком ГОКе // Горный журнал. - 2009. - № 2. - С. 37-39.

7. Взрывное соперничество / А. Шведова // Металл бюлетень. - 2007. - № 8 (122). - С. 22-26.

8. Римарчук Б. И., Шбарцер В. Я., Быков Е. К. Сравнительная оценка дробящего действия некоторых промышленных ВВ // Вісник КТУ. - 2005. - № 9. - С. 10-14.

9. Ісаєв С. Д., Пашков А. П. Засіб зниження ймовірності небезпечного навантаження на довкілля та людину від великомасштабних

масових вибухів на кар'єрах України // Наукові записки, НаУКМА. - 2009. - С. 85-88.

10. Великий тлумачний словник сучасної української мови / укладач і головний ред. В. Т. Брусел. - Ірпін: ВТФ «Перун». - 2007. - С. 1736.

11. Пашков А. П., Єсипенко А. С. Антикризисні заходи щодо конкурентної спроможності гірничо-металургійної галузі та шляхи покращення праці людини і довкілля // Вісник Національного НДІ промислової безпеки та охорони праці. - 2009. - № 25. - С. 19-24.

*Є. І. Захаренков,
начальник відділу державного нагляду
у гірничодобувній промисловості
та за вибуховими роботами*

*А. П. Пашков,
доцент кафедри екології Національного
університету «Києво-Могилянська Академія»,
кандидат технічних наук, академік МАКБЕЗ*

*О. М. Колосовський,
директор енергозберігаючої компанії «АВІСЕС»*

*Л. А. Нападівська
старший викладач кафедри економіки
менеджменту маркетингу Інститут вищої
кваліфікації Київського національного
торговельно-економічного університету*

ОСНОВНІ РАДІАЦІЙНІ ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ ЇХ ВИМІРЮВАННЯ

З метою прогнозування та оцінки радіаційної обстановки у разі аварії на радіаційно небезпечних об'єктах необхідно визначати ступінь небезпечності іонізуючого випромінювання на людину для організації захисту різних груп населення.

Наявність радіоактивних речовин у середовищі - ступінь забруднення - визначається активністю радіоізотопів.

Активність радіоактивних речовин - кількість атомних розпадів, що відбуваються за одну секунду.

За одиницю активності в системі міжнародної системи (СІ) прийнято беккерель (Бк, Вк) - це така кількість радіоактивної речовини, в якій проходить 1 розпад за 1 с, а в

практиці прийнята несистемна одиниця - Кюрі (Ки, Сі) - така кількість радіоактивної речовини, в якій проходить 37 млрд розпадів за 1 с.

За одиницю питомої активності речовини, продукту прийнята одиниця Бк/кг, Ки/кг.

За одиницю об'ємної активності прийнято Бк/л, Ки/л.

За одиницю щільності зараження площі території прийнято Ки/км², Бк/км².

Іонізуюча дія випромінювання па різноманітні об'єкти характеризується дозою випромінювання.

Доза випромінювання - це кількість енергії радіоактивних випромінювань, поглинутих одиницею об'єму середовища, яке опромінюється.

