

В.П. Щокін, д-р. техн. наук, проф., ORCID 0000-0001-9709-1831

О.В. Щокіна, ст. наук. співр., ORCID 0000-0002-0275-8646

Науково-дослідний гірничорудний інститут
Криворізького національного університету

ЗАСТОСУВАННЯ ГУМАТОВОГО РЕАГЕНТУ ДЛЯ ПИЛОПРИГНІЧЕННЯ І ДЕГАЗАЦІЇ ПРИ МАСОВИХ ВИБУХАХ

В роботі наведені результати дослідно-промислових випробувань ефективності застосування гуматового реагенту у внутрішніх та зовнішніх гідрозабійках для зниження пиловиділення та дегазації при проведенні масових вибухів у порівнянні зі зволоженням блоку перед вибухом ПАР «Лексол-5». В ході досліджень у 2020 році в умовах ПрАТ «Північний гірничозбагачувальний комбінат» було підтверджено процес зв'язування дрібнодисперсних частинок пилу, які активно беруть участь в загальному процесі формування пилогазової хмари та ефект нейтралізації газів після вибуху. При концентрації водного розчину гуматового реагенту 3% екологічна ефективність у порівнянні з водою складала: пилоподавлення збільшилось на 20,0%; нейтралізація оксиду вуглецю – 59,4%; нейтралізація оксидів азоту – 55,1%. Ефективність зв'язування ПАР «Лексол-5» дрібнодисперсних частинок пилу який утворився в результаті масового вибуху розрахована за результатами експериментів при проведенні масового вибуху у кар'єрі ПрАТ «Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат». Так, при застосуванні ПАР "Лексол-5" при попередньому зволоженні блоку 5% водним розчином, середня ефективність пилопригнічення складала 21%, ефект дегазації відсутній.

Ключові слова: кар'єр, масовий вибух, гуматовий реагент, гідрозабійка, пилоподавлення, дегазація.

Вступ. При проведенні масових вибухів у кар'єрах в атмосферу викидається значна кількість пилу і газів, більша, ніж при інших технологічних процесах гірничого виробництва. Пилогазова хмара, що утворюється під час вибуху, забруднює атмосферу не тільки кар'єрів та їх промислових майданчиків, а й територію прилеглих до них районів. За даними Науково-дослідного інституту безпеки праці та екології в гірничорудній і металургійній промисловості (НДІБПГ КНУ) при масових вибухах у кар'єрах утворюється від 0,027 до 0,170 кг пилу на 1 м³ гірничої маси [1].

Відомі методи та заходи по скороченню пилогазових викидів в атмосферу при проведенні масових вибухів до теперішнього часу не вирішили вищезазначену екологічну проблему, що підтверджується визначенням проблеми дегазації та пилопригнічення при масових вибухах у кар'єрах однією з пріоритетних для промислових підприємств м. Кривий Ріг відповідно до рішень Науково-технічної екологічної ради при Департаменті екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної державної адміністрації (п.1, Протокол №2 від 09.06.2020р.) та рішень Ради екологічного планування при управлінні екологією виконкому Криворізької міської ради (п.4.1 Протокол від 27.10.2017р, ч.ІІ Протокол від 30.06.2018р.) щодо реалізації заходів Міської програми вирішення екологічних проблем Кривбасу та поліпшення стану навколишнього природного середовища на 2016-2025 рр.

1. Мета та завдання

Основні способи боротьби з пилом при масових вибухах в даний час базуються на використанні методу попереднього зволоження кар'єрних блоків та застосуванні водних гідрозабійок різних видів. Типи гідрозабійок розроблені НДІБПГ КНУ і включають зовнішні, внутрішні та комбіновані. У «Керівному документі по використанню зволоженою набійки зарядів при вибухових роботах на кар'єрах, по дегазації підірваної гірничої маси і очищення атмосфери від шкідливих продуктів вибуху» вказані технологічні рекомендації щодо застосування забійок, організації їх використання, а в [2] наведені значення ефективності застосовуваних заходів по пилогазоподавленню при масових вибухах [1].

При виборі пилов'язуючого реагенту для ефективного пилопригнічення при проведенні масових вибухів необхідно також враховувати його конкурентну вартість і умови виробництва обраного реагенту в Україні. Задачею даного дослідження є визначення ефективності використання гуматового реагенту для зниження пиловиділення та дегазації при проведенні масових вибухів. Поставлена задача вирішується шляхом проведення комплексних промислових досліджень з визначення ефективності зниження пилоутворення та дегазації при заміні води у забійках на гуматовий реагент, через порівняння з екологічними показниками при штатній гідрозабійці та при попередньому зволоженні блоків ПАР «Лексол-5».

2. Робоча гіпотеза

З метою теоретичного обґрунтування ефективності застосування гуматового реагенту для пилогазопригнічення при масових вибухах, проведено дослідження промислових адсорбентів, основними з яких є досить дороге активоване вугілля та його модифікації.

Використання вуглелужного реагента (ВЛР) та реагенту торфгідрооксидного (РТГ) в складі робочої гуматової суміші при масових вибухах у кар'єрах показало його здатність сорбувати гази і пил. ВЛР є продуктом переробки бурого вугілля, основними активними складовими ВЛР є натрієві та калієві солі гумінових кислот та желатинові речовини, які є тонкодисперсними вуглегуміновими комплексами. Загальним для гумінових кислот різного походження є наявність ароматичного ядра і периферійні відкриті ланцюги, які складаються з карбоксильних, карбонільних груп, гідроксилів спиртового і фенольного характеру, залишок азотовмісних амінокислот. Така будова гумінових кислот пояснює їх адсорбційні властивості. Вставлено, що процес адсорбції оксиду карбону (II) ВЛР – це процес екзотермічний і має значну величину ΔH . Вона дорівнює - 179 кДж/моль, що дозволяє зробити висновок про наявність хемосорбції (не тільки фізичної, але і хімічної сорбції). Здатність сорбуватись можна пояснити будовою молекули CO, яка є вкрай стійкою, але яка має атом елементу, що може приймати участь в утворенні ковалентного зв'язку за донорно-акцепторним механізмом. Донором електронів виступає атом оксигену. За схожим механізмом можлива сорбція оксидів нітрогену і аміаку. У випадку аміаку донором є нітроген [3]

3. Результати досліджень

Промислові випробування під час ведення масових вибухів у кар'єрах ПРАТ «ПВНГЗК» проведені НДГРІ та НДІБПГ КНУ у вересні 2020 р. з метою визначення ефективності способу пилогазоподавлення методом зовнішньої та внутрішньої гідрозабійки, зволоженні забійки з використанням гуматового реагенту.

Гуматовим реагентом, безпосередньо на блоці кар'єра, наповнювались поліетиленові рукави, які призначені для зовнішньої та внутрішньої гідрозабійки. Розміщення пилогазовідбірників на блоці, що підривається здійснювалось після заряджання вибухових свердловин та після підготовки зовнішньої гідрозабійки. На кожному з ділянок блоку встановлюються пилогазовідбірники, які розташовуються на відстані 30-50 м від останнього ряду свердловин в напрямку переважаючого руху атмосферного повітря за 1,5-2 години перед проведенням масового вибуху. Для забезпечення селективного відбору проб від кожної ділянки блоку (забезпечення відбору проб до початку інтенсивного перемішування пилогазових хмар від зазначених ділянок блоку) пилогазовідбірники розміщувались на кожній ділянці блоку на максимально можливій відстані. Розміщення пилогазовідбірників наведено на рис. 1.

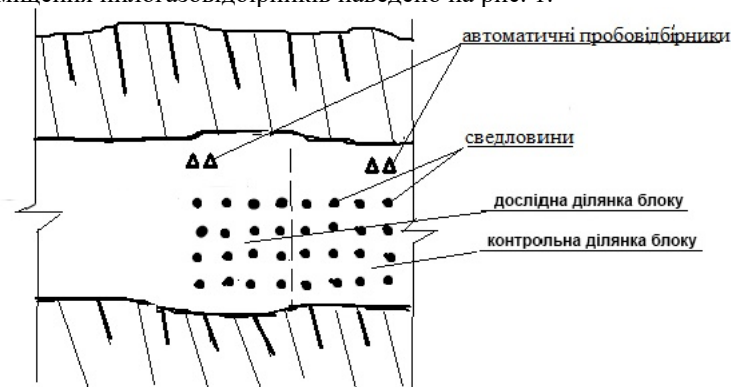


Рисунок 1. Схема розміщення пробовідбірників на блоці, що підривається

Аналіз пилогазових проб здійснювався експрес- та лабораторним методом в аналітично-випробувальній лабораторії НДІБПГ КНУ, яка відповідає вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» (свідоцтво №08-0017/2018 від 17.05.2018 р.).

Ефективність застосування гуматового реагенту при використанні зовнішньої гідрозабійки визначається за формулою:

$$E_{РТГ} = \frac{C_0 - C_{\phi}}{C_0} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де $E_{РТГ}$ - ефективність пилогазоподавлення при застосуванні гуматового реагенту, %; C_0 - середня концентрація шкідливої речовини в атмосферному повітрі без застосування гуматового реагенту, мг/м³; C_{ϕ} - середня концентрація шкідливої речовини в атмосферному повітрі при застосування гуматового реагенту, мг/м³.

Досліджуваний блок №52 (рис.2) знаходиться на горизонті -20/-30 м, який представлений кварцитами магнетит-силікатними з коефіцієнтом міцності по шкалі М.М. Протод'яконова – 12. Даний блок був розділений на дві частини. На першій ділянці, що становить 54 свердловини, була виконана зовнішня гідрозабійка з гуматовим реагентом (суміш з 3% розчину реагенту торфогідроксидного та ВЛР 3%) в об'ємі 24 м³. На другій частині блоку, яка склала 42 свердловин, заходи з пилогазопригнічення не виконувались. Пилогазовідбірні прилади розміщувались на відстані 30-50 м від підриваємого блоку.

Застосування зовнішньої гідрозабійки з використанням гуматового реагенту знизило пиловиділення на 50,5%, концентрацію шкідливих газів на 66,0%, а саме оксид вуглецю на 64,0%, оксиди азоту на 68,0%.

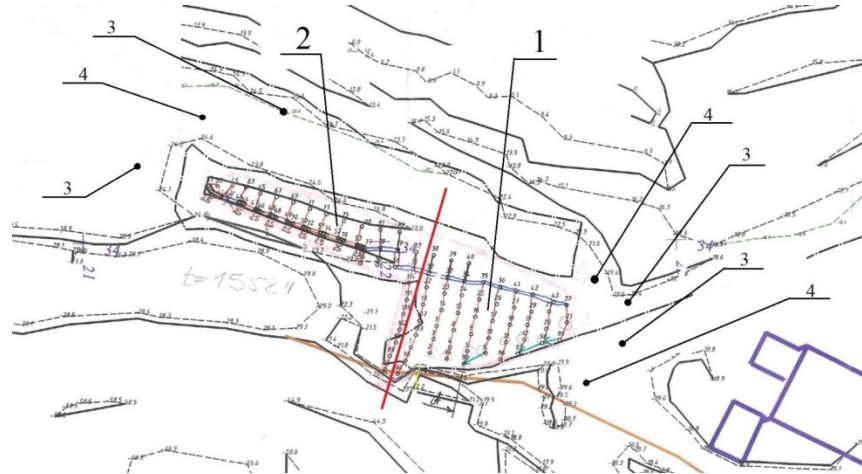


Рисунок 2. Схема експерименту на блоці №52

У кар'єрі ПрАТ «ІнГЗК» у вересні 2017 р. НДІБПГ КНУ були проведені експериментальні вибухи із застосуванням антипилового реагенту ПАР "Лексол-5". Вибухи проводились на горизонті -360м. Характерна схема одного з досліджуваних кар'єрних блоків, зволожених ділянок на блоках і місця установки вимірювальної апаратури, наведені на рисунку 3.

На поверхню експериментальної ділянки блоку наносився водний розчин ПАР «Лексол-5» з витратою 2,0 – 2,5 літри на 1м² досліджуваної поверхні шляхом його розпилення за допомогою поливальної машини з гідромонітором. На другій ділянці засоби пилоподавлення не використовувались.

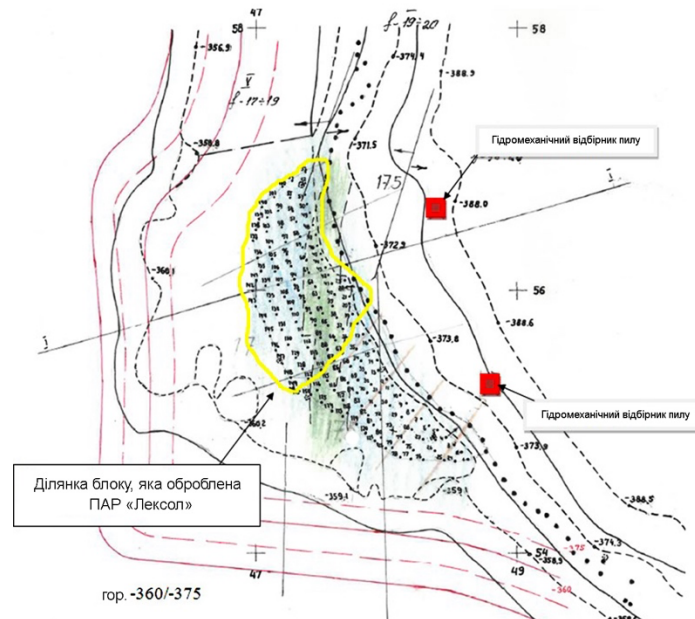


Рисунок 3. Схема досліджуваного блоку з його зволоженою ділянкою поверхнево-активною речовиною «Лексол» і місця установки вимірювальної апаратури

В ході досліджень було підтверджено процес зв'язування поверхнево-активною речовиною «Лексол» дрібнодисперсних частинок пилу, що залишилися на поверхні підривної блоку після бурових робіт на його поверхні, і які активно беруть участь в загальному процесі формування пилогазової хмари. При концентрації водного розчину антипилового реагенту "Лексол-5" 5% середня ефективність пилоподавлення склала 21%.

Промислові дослідження також показали можливість попереднього зволоження карерного блоку до двох днів до моменту вибуху. Випаровування застосовуваного реагенту на зволоженому блоці в теплий період року не відбувається внаслідок утворення захисної плівки реагентом "Лексол-5".

Висновки.

1. Застосування зовнішньої гідрозабійки з використанням гуматового реагенту (суміш водного 3% розчину реагенту торфогідроксидного та водного 3% розчину вуглелужного реагенту) забезпечило зниження пиловиділення на 50,5%, концентрацію шкідливих газів на 66,0%, а саме оксид вуглецю на 64,0%, оксиди азоту на 68,0%.

2. При застосуванні ПАР "Лексол-5" при попередньому зволоженні блоку 5% водним розчином, середня ефективність пилопригнічення склала 21%, ефект дегазації відсутній.

3. Ефективність використання гуматового реагенту у зовнішній гідрозабійці в порівнянні з використанням технічної води склала: пилоподавлення – 20,0%; нейтралізація оксиду вуглецю – 59,4%; нейтралізація оксидів азоту – 55,1%.

4. Для забезпечення максимального екологічного ефекту при проведенні масових вибухів необхідно при формуванні зовнішньої гідрозабійки свердловинних зарядів вибухової речовини (ВР) використовувати поліетиленові ємності діаметром близько 0,3-1 м і більше з наповненням гуматовим реагентом. Зовнішня забійка в поліетиленових рукавах розташовується по рядах свердловин. Довжина рукавів визначається геометричними параметрами поверхні зарядженого блоку і контуром свердловин. Технологічний процес виконання зовнішньої гідрозабійки з використанням гуматового реагенту не відрізняється від штатного виконання гідрозабійки із застосуванням води.

5. З метою зменшення пиловиділення при масових вибухах більше 50,5%, зниження дії ударних повітряних хвиль та підвищення якості дроблення гірських порід по всій висоті уступу, доцільним є формування ущільненої до 2450 кг/м³ забійки неактивної частини свердловинних зарядів ВР 30% гуматовим реагентом (гуматовим концентратом) та дробленою породою фракції 5-20мм.

Список використаної літератури

1. Shchokin V.P., Ezhov V.V., Nalyvaiko V.G. Application of Leksol (R) surfactant aqueous solution to bind the dust on quarries' roads and reduce the dust emission during large-scale blasts. Ukrainian journal of ecology. 2018. Vol: 8, №1. P. 755-761.

2. Типові заходи по зменшенню викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря при використанні масових вибухів на кар'єрі ПАТ «ІнГОК». – Кривий Ріг, -2015р. -3с.

3. Тишук В.Ю., Єрмак Л.Д., Часова Е.В. Кінетика процесу газопоглинаючої дії вуглелужного реагенту / Охорона праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу. Збірник наукових праць ,Кривий Ріг. 2000, вип. 2, с.99-112.

V. Shchokin, Dr. Eng. Sc., Prof., ORCID 0000-0001-9709-1831

O. Shchokina, SRF, ORCID 0000-0002-0275-8646

Ore Mining Scientific Research Institute of Kryvyi Rih National University

APPLICATION OF HUMATIC REAGENT FOR DUST DESTRUCTION AND DEGASATION IN MASS EXPLOSIONS

The work is devoted to the coverage of the results of research and industrial tests of environmental efficiency of water replacement in internal and external hydraulic wells in the quarries of mining enterprises for humic reagent [1]. Scientific and technical problem of determining environmental efficiency, solved by conducting in 2020 by the Research Mining Institute (NDGRI KNU) industrial research in the conditions of PJSC "Northern Mining and Processing Plant" (PJSC "PIVNGZK", Kryvyi Rih) kg / dust3 kg rocks) and gas formation (kg / kg BP) during mass explosions with the use of water in the holes in comparison with the use of humic reagent. Dust-binding and degassing properties of humate-based reagents are confirmed by the results of research and industrial tests conducted by the Research Institute of Occupational Safety and Ecology in the Mining and Metallurgical Industry (NDIBPG KNU) in 2019 by conducting experiments with pre-wetting blocks before

conditions of quarries of Inguletskyi, Central and Northern GZK [1]. According to the results of experimental and industrial tests, it is substantiated that the efficiency of the use of humic reagent in the external water hammer in comparison with the use of technical water was: dust suppression increases by 20.0%; neutralization of carbon monoxide - 59.4%; neutralization of nitrogen oxides - 55.1%.

Keywords: quarry, mass explosion, humic reagent, water hammer, dust suppression, degassing.

REFERENCES

1. Shchokin V.P., Ezhov V.V., Nalyvaiko V.G. Application of Leksol (R) surfactant aqueous solution to bind the dust on quarries' roads and reduce the dust emission during large-scale blasts. Ukrainian journal of ecology. 2018. Vol: 8, №1. P. 755-761.
2. Typical measures to reduce the emission of pollutants into the atmosphere when using massive explosions in the career of PJSC "INMPP". - Kryvyi Rih, -2015.-3 p.
3. Tyschuk V.Y., Yermak L.D, Chasova E.V Kinetics of the process of gas-absorbing action of carbon alkali reagent. / Labor and environmental protection at the enterprises of the mining and metallurgical complex. Collection of scientific works, Kryvyi Rih, 2000, vol. 2, pp.99-112.

Надійшла 17.05.2021

Received 17.05.2021