

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПИЛОГАЗОВИХ ВИКИДІВ ВІД МАСОВИХ ВИБУХІВ НА КАР'ЄРАХ

М. В. Кривцов, докт. техн. наук, І. В. Карпенко, інж. (ННДІОП)

Обоснована необходимость и возможность контроля параметров, динамики развития и распространения пылегазовых выбросов, образующихся при проведении массовых взрывов на карьерах. Рассмотрены возможные направления усовершенствования существующего дистанционного метода контроля пылегазовых выбросов. Сформулированы задачи дальнейших исследований.

Атмосфера кар'єрів забруднюється пилом та шкідливими газами, які утворюються в процесі виробничої діяльності. Найбільш потужними, хоча відносно короткочасними, джерелами утворення шкідливих викидів у атмосферу є масові вибухи. Приблизно дві третини газів і пилу викидається в атмосферу з утворенням пилогазової хмари (ПГХ), а одна третина залишається в зруйнованій гірничій масі [1]. У зв'язку з цим роботи на кар'єрах після проведення масових вибухів поновлюються лише через деякий регламентований проміжок часу [2].

Як відомо, в залежності від рецептури вибухової речовини (ВР) до складу пилогазової хмари, яка утворюється при проведенні вибухових робіт на кар'єрах, входять такі гази як CO_2 , CO , H_2 , O_2 , CH_4 , NH_3 , NO , NO_2 . З усіх перерахованих газів колір має лише діоксид азоту (NO_2), який, до речі, є найбільш отруйним газом, оскільки він у 6,5 разів більш токсичний, ніж CO [3]. Слід зауважити, що склад і концентрація газів у пилогазовій хмарі не є постійними величинами і залежать від багатьох факторів (типу і маси ВР, складу порід тощо). Тому дослідження складу і концентрації газів у пилогазовій хмарі, що утворюється при проведенні вибухових робіт, є актуальним науковим завданням.

Проведені нами дослідження з використанням дистанційного відеометричного методу [4] показали, що об'єм ПГХ залежить від кількості блоків, на яких проводяться вибухи, та від маси вибухової речовини (ВР) в них, і при потужних вибухах (200–300 т ВР у блоці) досягає 15–19,5 млн м³. Від кількості ВР, що вибухає, залежить і час формування ПГХ. Установлено, що при масі ВР 70 т час формування ПГХ триває 65 с, а при масі 20 т – 30 с. При проведенні досліджень зафіксовано, що висота підйому ПГХ становить 150–300 м, дальність поширення досягає значень 10–14 км.

Спостереження показали, що після масового вибуху утворена пилогазова хмара поширюється по всьому об'єму кар'єра і за допомогою повітряних атмосферних потоків розсіюється за його межами [5]. Крім того, при

проведенні детального аналізу відеозображень ПГХ було встановлено, що частина хмари осідає в самому кар'єрі і становить небезпеку для людей, що там працюють. Тому контроль складу та динаміки поширення пилогазової хмари при проведенні вибухових робіт на кар'єрах є важливим завданням охорони праці та промислової безпеки.

Метою даної статті є встановлення та обґрунтування напрямків удосконалення дистанційного відеометричного методу контролю параметрів ПГХ від масових вибухів на кар'єрах.

Розроблений нами відеометричний метод контролю пилогазових викидів дозволяє проводити реєстрацію ПГХ з моменту її виникнення і до повного розсіювання [6]. Суть цього методу полягає у фіксації відеокамерою процесу утворення та розвитку ПГХ, аналізі отриманих кадрів за допомогою комп'ютерної техніки з відповідним програмним забезпеченням, визначенні параметрів хмари (геометричних розмірів, швидкості і напрямку руху, швидкості розсіювання тощо) і концентрації в ній діоксиду азоту за інтенсивністю кольору газових викидів [7].

Основною перевагою даного методу над іншими є можливість простеження динаміки розвитку та поширення ПГХ і створення бази даних відеограм вибухів. Однак цей метод має і ряд недоліків: недостатня точність визначення об'єму ПГХ, можливість визначення концентрації лише видимого газу (діоксиду азоту).

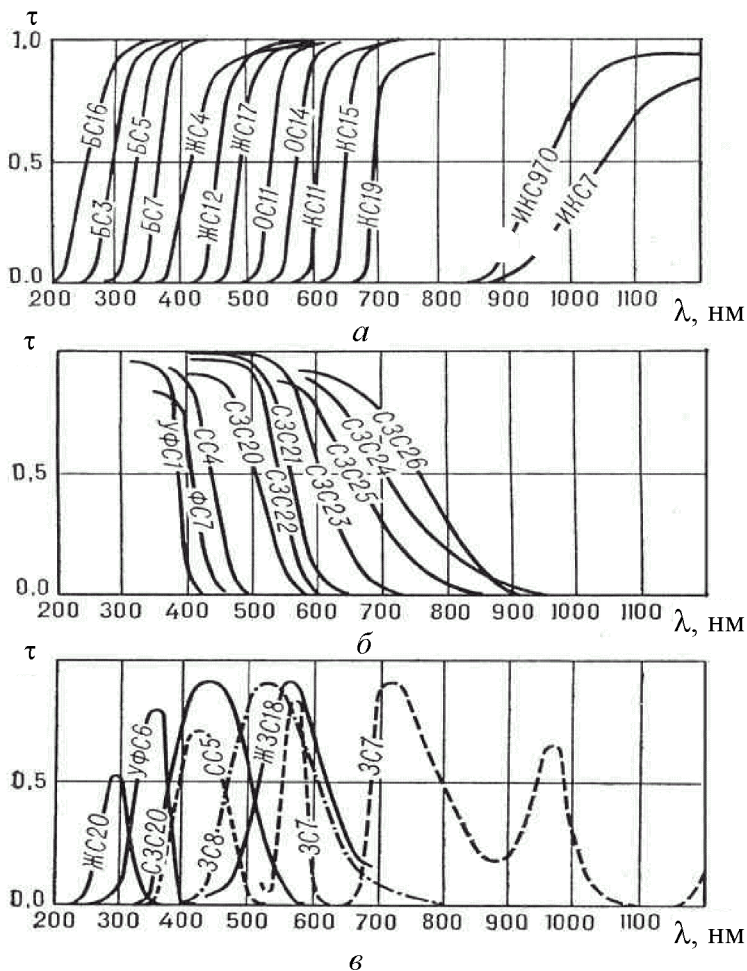
Для розширення діапазону застосування відеометричного методу необхідно забезпечити можливість визначення концентрації в ПГХ безбарвних газів. Дослідження ведуться у двох основних напрямках. Перший напрямок полягає у розробленні способів введення в ПГХ речовин, при реакції з якими газу, що входять до її складу, наберуть певного кольору, за інтенсивністю якого можна визначати їх концентрацію у ПГХ. Другий напрямок досліджень є більш перспективним у порівнянні з першим. Він передбачає використання відеокамери у поєднанні з певними групами світлофільтрів.

Як відомо, на поверхні Сонця існують плями і виникають спалахи. Ці спалахи схожі на вибухи і тривають лише кілька хвилин. Для проведення досліджень Сонця вчені застосовують спеціальну апаратуру, до складу якої входять і світлофільтри. Саме використання світлофільтрів дало можливість вивчати сонячну поверхню і навіть робити кольорові знімки Сонця [8]. Розглянемо світлофільтри більш детально з позиції можливості їх використання для дослідження газів ПГХ.

Світлофільтр – пристрій, що змінює спектральний склад та енергію падаючого на нього оптичного випромінювання (світла). Основною характеристикою світлофільтра є спектральна залежність його коефіцієнта пропускання τ (або оптичної густини $D = -\lg\tau$) від частоти (довжини λ) хвилі випромінювання [9]. Атоми кожного елемента дають цілком визначений, притаманний лише цьому елементу спектр [10]. Дія світлофільтрів базується на оптичних явищах, що мають спектральну вибірковість: на поглинанні (абсорбційні світлофільтри),

відбитті (відбиваючі світлофільтри), інтерференції (інтерференційні світлофільтри) або дисперсії світла (дисперсійні світлофільтри).

Абсорбційні світлофільтри. Найбільш широко застосовувані світлофільтри, які характеризуються постійністю спектральних характеристик, стійкістю до впливу світла і температури, високою оптичною однорідністю. На рисунку наведено спектральні криві пропускання деяких марок абсорбційних світлофільтрів [11]. З аналізу цих кривих випливає, що кожен світлофільтр має цілком визначені характеристики пропускання. Знаючи, хвилі якої довжини необхідно виділити з загального світлового потоку, можна, користуючись наведеними кривими пропускання, вибрати необхідний світлофільтр.



Спектральні криві пропускання деяких марок скляних абсорбційних світлофільтрів товщиною 3 мм: *а* – характерні ділянки кривих пропускання деяких марок безбарвних (БС), жовтих (ЖС), оранжевих (ОС), нейтральних (НС) та інфрачервоних (ІЧС) світлофільтрів; *б* – те ж, ультрафіолетових (УФС), фіолетових (ФС), синіх (СС) та синьо-зелених (СЗС) світлофільтрів; *в* – криві пропускання світлофільтрів, які не мають чітко виражених характерних ділянок

Інтерференційні світлофільтри. На відміну від абсорбційних світлофільтрів спектральні характеристики інтерференційних світлофільтрів не є постійними [12]. Змінюючи їх, можна змінювати форму спектральної кривої пропускання та її положення в спектрі. Це дає змогу підбирати світлофільтр, необхідний для кожного конкретного випадку.

Основною перевагою інтерференційних світлофільтрів є те, що вони виділяють вузькі ділянки спектра (до 15–20 Å) з меншими втратами світла, ніж абсорбційні. Їх недоліком є наявність значного фону поза смугами пропускання і залежність розміщення цих смуг від кута падіння променів світла [13].

Інтерференційно-поляризаційні світлофільтри. Останній недолік відсутній в інтерференційно-поляризаційних світлофільтрах (ІПФ), які можуть виділяти надвузькі спектральні області (до часток ангстрема) при повній відсутності фону. Однак такі світлофільтри застосовують рідко, головним чином в астрофізичних дослідженнях, оскільки вони являють собою складні оптичні системи, дуже чутливі до температури та інших зовнішніх впливів [13].

Дисперсійні світлофільтри. Використання дисперсійних світлофільтрів обмежує висока температурна чутливість.

Проаналізувавши характеристики існуючих світлофільтрів, можна зробити висновок, що найкращими для проведення відеозйомки та реєстрації газів, що входять до складу ПГХ, є адсорбційні світлофільтри. Більш глибоке вивчення цього питання дасть змогу точно підібрати світлофільтри, необхідні для дослідження складу ПГХ.

Після удосконалення дистанційний відеометричний метод контролю параметрів ПГХ дозволить не лише більш точно і оперативно визначати параметри і динаміку розвитку та поширення ПГХ, але й оцінювати повноту та якість спрацювання зарядів ВР по блоку. Це, в свою чергу, дасть змогу порівнювати різні ВР, конструкції зарядів і способи підривання за їх ефективністю і безпекою, а також прогнозувати наявність відмов вибухів зарядів, що підвищить безпеку працюючих на кар'єрах.

1. *Охорона праці: Навч. посібн.* / К. Н. Ткачук, А. О. Гурін, П. В. Бересневич та ін. – К., 1998. – 320 с.

2. *Экология и охрана природы при открытых горных работах* / П. И. Томаков, В. С. Коваленко, А. М. Михайлов, А. Т. Калашников. – М.: Изд-во МГГУ, 1994. – 418 с.

3. *Масаев Ю. А.* Теория и практика взрывных работ. – Кемерово: Кузбасский гос. техн. ун-т. – 2001. – 127 с.

4. *Мирошниченко Н. С.* Розробка методу контролю параметрів газових викидів промислових вибухів у кар'єрі: Дис... канд. техн. наук: 05.26.01. – К., 2002. – 131 с.

5. *Ефремов Э. И., Бересневич П. В., Петренко В. Д.* Проблемы экологии массовых взрывов в карьерах. – Днепропетровськ: Січ, 1996. – 176 с.

6. *Кривцов Н. В., Мирошниченко Н. С.* Разработка метода контроля газового состава продуктов разложения взрывчатых веществ для оценки производственной и экологической безопасности взрывных работ // Проблемы создания новых машин и технологий. – Кременчуг: Кременчугский государственный политехнический институт, 1999. – Вып. 1. – С. 448–452.

7. *Кривцов Н. В., Мирошниченко Н. С.* Исследование пылегазовых выбросов в атмосфере карьеров при проведении промышленных взрывов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ. – Кременчук: КДПУ. – 2001. – Вип. 2 (11). – С. 348–350.

8. <http://www.college.ru/astronomy/course/content/chapter5/section3/paragraph1/theory.htm>

9. *Зайдель А. Н., Островская Г. В., Островский Ю. И.* Техника и практика спектроскопии. – М., 1972. – 125 с.
10. *Глинка Н. Л.* Общая химия: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд., исправленное / Под ред. В. А. Рабиновича. – Л.: Химия, 1986. – 704 с.
11. *ГОСТ 9411-91.* Стекло оптическое цветное. Технические условия.
12. *Ангерер Э.* Техника физического эксперимента: Пер. с нем. – М., 1962. – 98 с.
13. *Гвоздева Н. П., Кульянова В. И., Леушина Т. М.* Физическая оптика. – 2-е изд, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.