

Воробйов Є.О., к.т.н., Ніколенко М.О., к.т.н., Сокирка С.О., Сухар К.О.

АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ, ЩО ГОРЯТЬ

Виконано аналіз впливу породних відвалів, що горять, на навколишнє середовище і на людей. Розглянуто методи виконання замірів температури всередині відвалів і виділення газових викидів. Розроблено методику визначення пожежонебезпечних параметрів конкретно для кожного породного відвалу при його проектуванні. Застосування прогресивних методів гасіння відвалів значно зменшить забруднення навколишнього середовища пилом і газом.

Введення

Однією із важливих проблем охорони навколишнього середовища на вугільних підприємствах є захист його від пилу і газу, що виділяються породними відвалами. Виконано аналізи запиленості повітря по 95 повітроподавальним стволам, розташованим біля породних відвалів. Аналізи показали, що чисте повітря надходить до шахти тільки по 31 стволу, по 28 — із запиленістю до 10 мг/м^3 . Крізь інші 36 стволів (38 % з досліджених) повітря надходить із запиленістю вище санітарної норми. По деяким стволам повітря надходить із запиленістю до 90 мг/м^3 .

Постановка проблеми

На забруднення навколишнього середовища породними відвалами, що горять, впливає не тільки виділення великої кількості пилу, а ще й викиди отруйних газів. Аналіз даних показує, що атмосфера на відстані до 800 м від відвалів, що горять, інтенсивно забруднюється сірчастим газом та оксидом вуглецю. Тому актуальною є розробка технологій гасіння породних відвалів. При цьому необхідне комплексне вирішення наступних проблем: 1) охорона навколишнього середовища від забруднення пилом і газом; 2) своєчасне вимірювання температури та кількості виділених газів з породних відвалів сучасними приладами.

Мета статті

Метою статті є розгляд впливу породних відвалів, що горять, на навколишнє середовище та його аналіз. Розробка рекомендацій по вимірюванню температури та кількості виділення газу для застосування при впровадженні нових технологій гасіння породних відвалів.

Основний матеріал

Велику роль в забрудненні повітря, що подається в шахти (табл. 1), відіграють породні комплекси, основна частина технологічної ланки яких знаходиться на шляху руху свіжого повітря, а також породні відвали, які розташовані біля повітроподавальних стволів. Концентрація забруднень в повітрі на промисловому майданчику шахти суттєво збільшується під час горіння відвалів.

Вплив на поверхню породних відвалів змінної температури навколишньої атмосфери, опадів, вітру, тепла, що утворюються в результаті окиснення вугілля та вуглистих порід, призводить до подрібнення частини крупних шматків породи до пилу. В суху погоду цей пил вітром видувається з відвалів та виноситься на значні відстані, забруднюючи атмосферу. По результатам аналізів встановлено, що на відстані 150 м від породних відвалів з підвітряного

боку шахти «Неждана» концентрація пилу за швидкості повітря 3...3,5 м/с і вологості повітря 90 % складає 10...15 мг/м³.

Таблиця 1

Запиленість повітря, що надається до шахти

Запиленість повітря, мг/м ³	Число стволів з даною запиленістю		Запиленість повітря, мг/м ³	Число стволів з даною запиленістю	
	шт.	%		шт.	%
–	31	32,62	40...50	2	2,10
0...2	12	12,63	50...60	6	6,32
2...10	16	16,85	60...70	1	1,05
10...20	12	12,63	70...80	1	1,05
20...30	8	8,43	80...90	1	1,05
30...40	5	5,27	90...100	–	–

Конічні породні відвали, що горять, становлять значну небезпеку для робітників, що їх обслуговують. На таких відвалах можуть траплятися випадки загибелі людей внаслідок отруєння та потрапляння їх до осередків горіння, температура яких сягає 800...900 °С.

Під час проведення температурних та газових замірів на породних відвалах, що горять, повинен бути передбачений комплекс заходів щодо безпечного пересування людей. Особливу небезпеку для людей на відвалах становлять приховані воронки, в яких горить газ і температура сягає 1000...1100 °С. Діаметр цих воронок складає 0,5...1 м, а глибина — 1,5...3 м та більше.

На поверхні відвалу воронка не завжди має відкритий вихід, бо може перекриватися тонким шаром спечених порід, які легко обрешуються під час пересування по ним людини. Особливо часто такі воронки зустрічаються в місцях контакту з крихкими частинами відвалу, що віднесені до вигорілих, але не ущільнених ділянок; біля тріщин розлому та осідання, де є вільний доступ атмосферного повітря до осередків горіння газів, що виходять із глибини відвалу в місцях виходу продуктів згорання.

Було проведено значну кількість замірів температури на породних відвалах різноманітної форми (конічних, хребтових та плоских). Температура вимірювалась на глибині 0,5...2 м і до 10 м від поверхні відвалу. Для вимірювання температури використовувались ртутні термометри та термопари спеціальної конструкції, що допускають їх забивання у відвали (рис. 1).

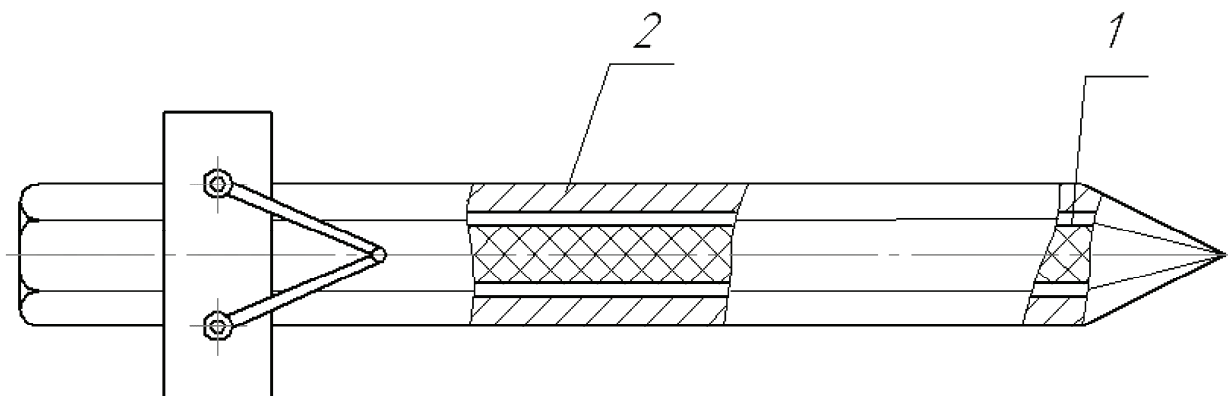


Рис. 1. Термопара для замірів температури в поверхневому шарі відвалів

У термопарі для замірів у поверхневому шарі (до 2 м) термоелектроди 1 розміщені в оболонці 2 з бурової сталі. Нижній кінець оболонки загострений. При замірі температури на великій глибині у відвал забивається оболонка термопари, що складається із відрізків сталеної суцільнотягнутої труби. Відрізки ці з'єднуються за допомогою зовнішніх муфт. У трубу вставляється декілька термопар різноманітної довжини, що дає можливість контролювати температуру одночасно на різній глибині. Для усунення впливу циркуляції повітря на показання термопар внутрішня поверхня оболонки заповнюється сухим піском.

Результати замірів показують, що найвища температура на відвалі спостерігалась у зоні, безпосередньо прилягаючої до межі поширення пожежі, тобто в зоні горіння «свіжої» породи. Температура в поверхневому шарі тут сягала 900 °С. На глибині 5 м зафіксовано температуру 820...830 °С. Така інтенсивність горіння в цій зоні підтверджується наявністю осередків на самій поверхні, де порода була розпечена до червоногарячого свічення та інтенсивно виділялись газів і дим. Оболонки термопар перегорали. На них з'являлись нарости кристалічної речовини темно-синього кольору з металевим блиском.

Нарешті, на останній стадії горіння поверхневі осередки зникають повністю. Припиняється й утворення горючих газів, хоча температура в глибині може залишатися великою за рахунок раніш накопиченого тепла.

У міру віддалення фронту пожежі поверхневі осередки на схилах відвалу поступово зникають, температура поверхневого шару знижується. Пожежа на цій стадії відходить вглиб відвалу. Одночасно по його гребеню починається горіння газів, що виходять із глибини відвалу.

Такий розвиток пожежі пояснюється неоднаковими умовами доступу повітря до осередків, розташованих на різній глибині від поверхні відвалу. Тому у разі поширення на нові зони пожежа перед усім охоплює поверхневий шар породи, який горить найбільш інтенсивно та швидко перегоряє. В більш глибоких шарах горіння протікає повільніше й довше.

Пожежі на плоских відвалах, що відсипаються під укіс, проходять так, як описано вище. На конічних та плоских відвалах, що відсипаються пошарово, осередки горіння знаходяться в глибині відвалу та на поверхні. Поверхневі осередки горіння постійно отримують горючий матеріал за рахунок надходження на відвал свіжої породи. Після припинення експлуатації відвалів осередки горіння породи на їх поверхні швидко зникають, а глибинні пожежі тривають до 10 років і більше. На поверхні зупинених відвалів горять лише газів, що виходять із глибинних пожежних ділянок, кількість яких у відвалах дуже велика.

Описаний засіб заміру температури, а також засоби, що рекомендовано Правилами Безпеки (ПБ) в вугільних і сланцевих шахтах, із використанням ртутних термометрів та термометрів опору досить трудомісткі, вимагають великих витрат часу й не дозволяють отримувати повну картину теплового поля через те, що точки замірів розташовуються на значних відстанях одна від одної. Особливо складно встановлювати цими засобами осередки самозапалення на породних відвалах, що не горять, на яких ПБ рекомендовано проводити температурні виміри два рази на рік (навесні та восени). З практики зберігання самозапального вугілля на складах відомо, що навіть встановлення по сітці 3×3 м стаціонарних термометрів із автоматичними сигналізаторами підвищення температури до небезпечних меж не завжди дозволяє своєчасно встановити осередки самозапалення. Для замірів температури на відвалах повинні знайти застосування прилади безконтактного виявлення джерел нагріву по їх раціональному випромінюванню.

Породні відвали, що горять, виділяють велику кількість диму та отруйних газів. Санітарними службами міст Центрального району Донбасу було відібрано 224 проби повітря біля породних відвалів шахт ім. Леніна та ім. Артема (табл. 2), 123 з яких аналізувалися на оксид карбону, а інші — на сірчастий газ.

Таблиця 2

Зміст шкідливих газів у атмосфері

Відстань від відвалу, м	Концентрація газу, мг/м ³			
	СО		SO ₂	
	максимальна	середня	максимальна	середня
Шахта ім. Леніна				
0	62,5	12,02	1,67	0,63
100	125	22,03	1,05	0,75
300	125	76,66	1,65	0,83
800	62,5	21,60	—	—
Шахта ім. Артема				
0	125	31,4	—	—
100	125	43,82	—	—
300	62,5	46,25	—	—
800	60,5	30,66	—	—

Для відбору проб газу з відвалу використовується пристрій (рис. 2), що складається з забивного щупа 1, виготовленого з бурової сталі, з отворами в нижній частині; з'єднувальних шлангів 2; скляної піпетки 3 ємністю 200...250 см³, в яку набирається газ; аспіратора 4, що призначається для просмоктування газів крізь піпетку. Відібрані проби газу аналізуються в газоаналітичних лабораторіях. В сучасних умовах існують переносні газоаналізатори виробництва закордонних фірм, а також прилади, розроблені українськими компаніями. Наприклад, фірмою «Оріон» (м. Харків).

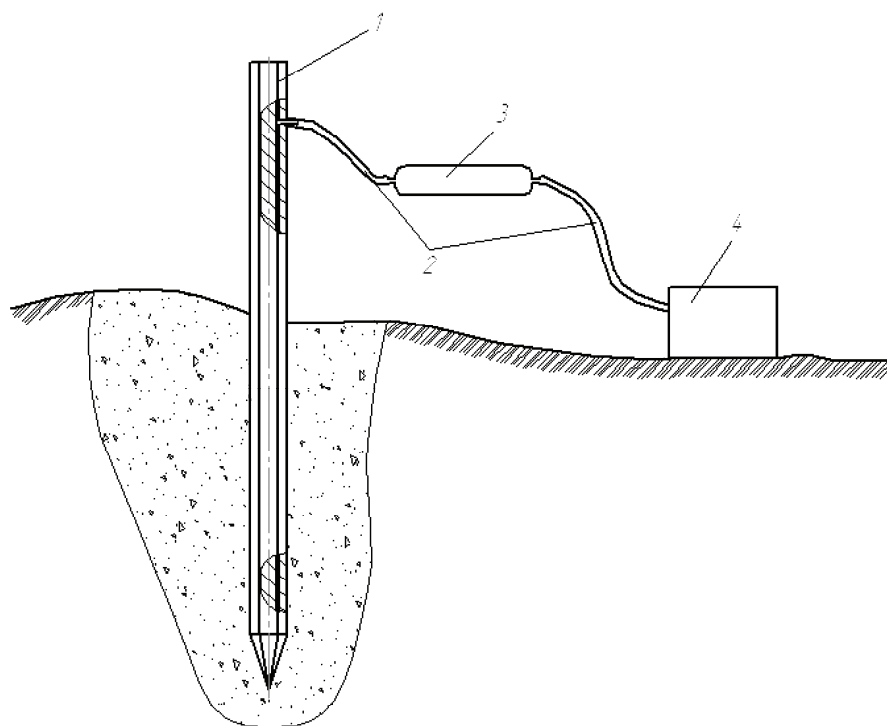


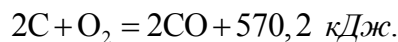
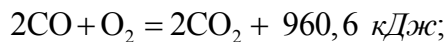
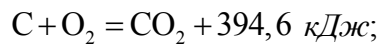
Рис. 2. Пристрій для відбору проб газу

Результати аналізу газів, відібраних на відвалах шахт ім. Леніна, «Неждана» та ім. Артема з одночасними замірами температури, показують, що на значній глибині у відвалі не вистачає притоку кисню для повного згоряння вугілля, вуглистих порід та інших горючих матеріалів. Тут відбувається утворення продуктів неповного згоряння, які потім виходять по тріщинах на поверхню, де і згоряють. На глибинне походження цих газів вказує відносно незначна температура в місцях їх виходу, що складає, як правило, 100...200 °С. Порода нагрівається тут за рахунок тепла газів, що виходять. Аналізами цих газів встановлено, що в них міститься 10...20 % оксиду вуглецю та 9...11 % водню при дуже низькому вмісті кисню (0,15...5,5 %).

Значний вміст водню та оксиду вуглецю виявлено також у газах, відібраних із осередків горіння на схилах та верхівках відвалів. Але особливо великий вміст водню в пробах, відібраних при поливанні осередків горіння водою або глинистим розчином слабкої консистенції.

У відвалі, що горить, відбувається газоутворення, що відповідає наступним основним процесам: окисленню та газифікації палих матеріалів, реагуванню окремих компонентів продуктів горіння поміж собою та з розпеченим вугіллям.

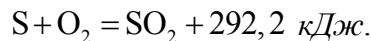
Основними продуктами процесів окислення та газифікації є гази: CO₂, CO, H₂, H₂S, SO₂. Окислення вугілля та вуглистих порід проходить по реакціям:



Нагрітий колчедан (FeS₂) взаємодіє з парами води:



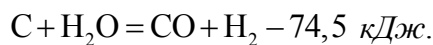
Сірка, що знаходиться у відвальній масі, згоряє, утворюючи сірчастий газ:



Вуглекислий газ, що утворюється в процесі окислення відвальної маси, взаємодіє з вугіллям:



Основним процесом, що призводить до утворення палих газів у відвалі, найімовірніше, є взаємодія водяної пари з розжареним вугіллям:



В осередках горіння ця реакція може протікати постійно, бо волога міститься як в повітрі, так і в породі відвалу.

Гази, що виділяються у разі поливання водою осередків горіння, нарівні з воднем та оксидом вуглецю містять значний надлишок водяної пари. В присутності каталізаторів, утворюючих відвал в породах, відбувається конверсія оксиду вуглецю парами води:



Ця реакція протікає інтенсивно при температурі більш 450 °С, причому у разі підвищення температури рівновага зміщується ліворуч, тобто в сторону вихідних продуктів. Однак при надлишку водяної пари рівновага залишається сильно зсунутою праворуч і при високих температурах. Тому у разі потрапляння води до осередків горіння утворюється велика кількість водню та вуглекислого газу за незначної кількості карбону вуглецю.

Встановлено, що у вугледобувних районах України породні відвали шахт і збагачувальних фабрик виділяють за тиждень, в середньому, $(\text{NO} + \text{NO}_2) — 70 \text{ кг}$, $\text{CO}_2 — 0,15-0,17 \text{ т}$ або $76,3-86,5 \text{ м}^3$, $\text{CO} — 9,7 \text{ т}$ або 7760 м^3 , $\text{SO}_2 — 1,5 \text{ т}$ або 525 м^3 , $\text{H}_2\text{S} — 0,4 \text{ т}$ або $263,5 \text{ м}^3$.

Всі ці дані вказують на те, що для всіх існуючих відвалів, що горять, та для тих, що споруджуються, необхідно передбачати спеціальні заходи за розробленими технічними рішеннями. Під час формування плоских відвалів пожежонебезпечними ущільненими шарами контури відвалів покриваються інертним матеріалом.

Найбільшого розповсюдження в сьогодні отримав засіб гасіння конічних і хребтових відвалів переформуванням їх у відвали пласкої форми. Технологія гасіння відвалів цим засобом включає в себе змив порід з їх вершини гідромоніторами, зниження висоти відвалів переміщенням задалегідь охолоджених порід до схилу бульдозерами, охолодження решти порід водою через розкритий горизонтальний майданчик. Якщо вершина відвалу складена гарячими і розжареними породами, то перед змивом їх попередньо охолоджують зрошуванням водою до температури $150 \text{ }^\circ\text{C}$ на глибину $2,5-3 \text{ м}$; витрати води при цьому приймаються не менш 300 л/м^2 поверхні відвалу. Змив порід виконується гідромоніторами з дистанційним керуванням, при витратах води не менш 100 л/год на кожний гідромонітор та при тиску не менш $1,47 \text{ МПа}$. Закінчення зниження висоти відвалу виконується бульдозерами. Породи, перед переміщенням їх бульдозерами, охолоджуються до $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Висновки

1. Виконано аналіз впливу породних відвалів, що горять, на навколишнє середовище.
2. Зроблено дослідження температури породних відвалів, що горять, на різних глибинах із застосуванням спеціальних термопар. Запропоновано використовувати безконтактні прилади для виміру температури відвалів.
3. Надано результати аналізу виділених з породних відвалів газів і їх розповсюдження на різній відстані від відвалу.
4. Обґрунтовано рекомендації щодо гасіння породних відвалів, що горять, з розмивкою їх гідромоніторами і методи зниження температури порід, з яких складений відвал.

Список літератури

1. Технологические схемы тушения и формирования породных отвалов / Укрниипроект. — К., 1993. — 160 с.
2. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах / В.А. Меркулов. — М. — Недра, 1981. — 181 с.
3. Сохранение окружающей природной среды на горнодобывающих предприятиях / Е.А. Воробьев, С.С. Гребенкин, В.К. Костенко и др. — Донецк: ВИК, 2009. — 504 с.

Стаття надійшла до редакції 26.04.10

© Воробйов Є.О., Ніколенко М.О., Сокирка С.О., Сухар К.О., 2010