

## МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ І ГАЗІВ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ, ЩО ГОРЯТЬ

Є.О. Воробйов, М.О. Ніколенко, С.О. Сокирка, К.О. Сухар  
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний  
технічний університет»

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

Велику роль в забрудненні повітря, що подається в шахти, відіграють породні комплекси, основна частина технологічної ланки яких знаходиться на шляху руху свіжого повітря, а також породні відвали, які розташовані біля повітроподавальних стовбурів. Концентрація забруднень в повітрі на промисловому майданчику шахти суттєво збільшується при горінні відвалів.

Вплив на поверхню породних відвалів змінної температури навколишньої атмосфери, опадів, вітру, тепла, що отримується 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. На відстані 150 м від породних відвалів з підвітряного боку шахти «Неждана» по результатам аналізів встановлено, що концентрація пилу при швидкості повітря 3...3,5 м/с і вологості повітря 90% складає 10...15 мг/м<sup>3</sup>.

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

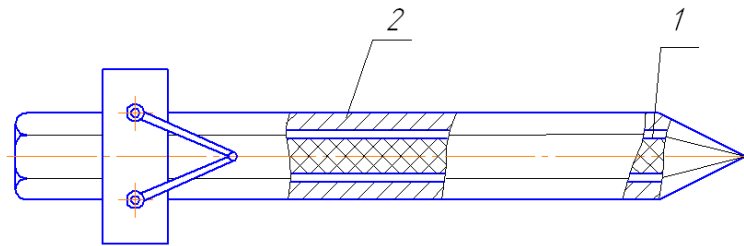
Була проведена значна кількість замірів температури на породних відвалах різноманітної форми (конічних, хребтових та плоских). Температура вимірювалась на глибині 0,5...2 м і до 10 м від поверхні відвалу. Для вимірювання температури використовувались ртутні

термометри та термопари спеціальної конструкції, що допускають їх забивання у відвали (рис. 1).

**Таблиця 1**

Запиленість повітря, що надається до шахти

Запиленість повітря, мг/м <sup>3</sup>	Число стовбурів з даною запиленістю		Запиленість повітря, мг/м <sup>3</sup>	Число стовбурів 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	-	-



**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 сталеві 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 досягала 900 °С. На глибині 5 м зафіксована температура 820...830 °С.

По мірі 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, розташованим на різній глибині від поверхні відвалу. Тому при поширенні 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 більш. На поверхні зупинених відвалів горять лише гази, що виходять із глибинних пожежних ділянок, кількість яких у відвалах дуже велика.

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 були відібрані 224 проби повітря біля породних відвалів шахт ім. Леніна та ім. Артема (табл. 2), 123 з яких аналізувалися на оксид вуглецю, а інші на сірчистий газ.

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 см<sup>3</sup>, 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).

Таблиця 2

## Зміст шкідливих газів у атмосфері

Відстань від відвалу, м	Концентрація газу, мг/м <sup>3</sup>			
	СО		SO <sub>2</sub>	
	максимальна	середня	максимальна	середня
<b>Шахта ім. Леніна</b>				
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	-	-
<b>Шахта ім. Артема</b>				
0	125	31,4	-	-
100	125	43,82	-	-
300	62,5	46,25	-	-
800	60,5	30,66	-	-

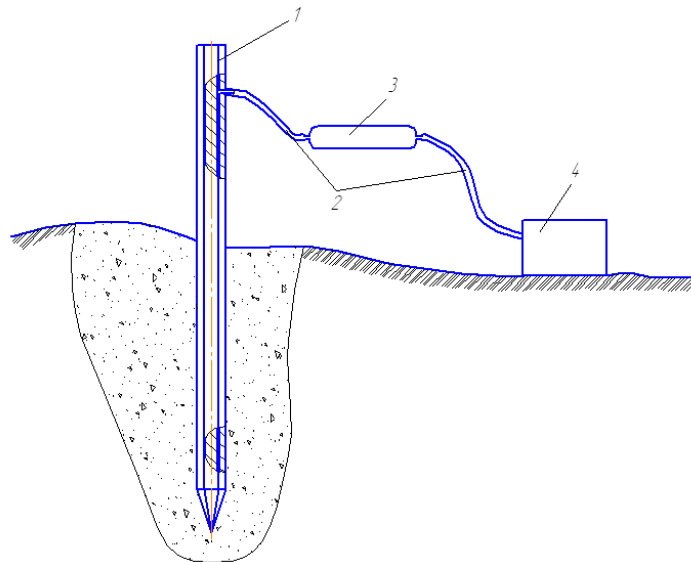


Рис. 2. Пристрій для відбору проб газу

Результати аналізу газів, відібраних на відвалах шахт ім. Леніна, «Неждана» та ім. Артема з одночасними замірами температури, показують, що на значній глибині в відвалі притоку кисню не вистачає для повного згоряння вугілля, вуглистих порід та інших горючих матеріалів. Тут відбувається утворення продуктів неповного згоряння, які потім виходять по тріщинам 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.

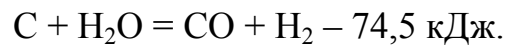
Аналізами цих газів встановлено, що в них міститься 10...20 % оксиду вуглецю та 9...11 % водню при дуже низькому вмісті кисню (0,15...5,5 %).

Значний вміст водню та оксиду вуглецю виявлено також у газах, відібраних із осередків горіння на схилах та верхівках відвалів. Але особливо великий зміст 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 паливних матеріалів, реагуванню окремих компонентів продуктів горіння поміж собою та розпеченим вугіллям.

Основними продуктами процесів окислення та газифікації є гази:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ .

Основним процесом, що приводить до утворення паливних 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 при поливанні водою осередків горіння, нарівні з воднем та оксидом вуглецю містять значний надлишок водяної пари. В присутності каталізаторів в утворюючих відвал породах відбувається конверсія оксиду вуглецю парами води:



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

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

Всі ці дані вказують на те, що для всіх існуючих відвалів, що горять, та для тих, що споруджуються, необхідно передбачати спеціальні заходи по розробленим технічним рішенням. При формуванні плоских відвалів пожежонебезпечними ущільненими шарами, контури відвалів покриваються інертним матеріалом.

Найбільше розповсюдження в сьогоденні 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.

### **Висновки**

1. Виконаний аналіз впливу породних відвалів, що горять, на навколишнє середовище.

2. Зроблені дослідження температури породних відвалів, що горять, на різних глибинах із застосуванням спеціальних термопар. Запропоновано використовувати безконтактні прилади для виміру температури відвалів.

3. Надані результати аналізу виділення з породних відвалів газів і їх розповсюдження на різній відстані від відвалу.

4. Обґрунтовані рекомендації щодо гасіння породних відвалів, що горять, з розмивкою їх гідромоніторами і методи зниження температури порід, з яких складений відвал.

### **Бібліографічний список**

1. Технологические схемы тушения и формирования породных отвалов. Укрниипроект, - Киев, 1993. – с. 160

2. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах. – М. – Недра, 1981. – с. 181

3. Воробьёв Е.А., Гребёнкин С.С., Костенко В.К. и др. Сохранение окружающей природной среды на горнодобывающих предприятиях, - Донецк, ВИК, 2009. – с. 504