

MODERN PROBLEMS OF INFLUENCE ASSESSMENT ROCK DUMPS FOR THE ENVIRONMENT

I. Chobotko^{1}, S. Tynyna²*

¹ *Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine*

² *Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov NAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine*

**Corresponding author: efilonov79@gmail.com*

Abstract. The article considers the issue of assessing the problem of the impact of burning waste heaps on the environment as one of the polluting factors. The main problem of waste heaps is their tendency to spontaneous combustion because they are man-made, it is necessary to control the thermal state of waste heaps.

Currently, temperature control, in accordance with the current "Instructions for the prevention of spontaneous combustion, extinguishing and disassembly of waste heaps", is carried out using contact thermometers at depths of 1.5 to 3.5 m. , it is impossible to reliably determine the number, shape and area of spontaneous combustion cells. In addition, due to the inaccessibility of combustion centers, it is not possible to measure their temperature by contact.

In order to select the optimal set of measures to prevent and eliminate fires, reduce emissions of harmful substances into the atmosphere, it is necessary to timely monitor the stages of development of the process of burning waste rock with the help of thermal imaging. Because the main task is to identify and predict the development of spontaneous combustion centers at the stage of their initial formation by measuring the zones of temperature concentrators.

Therefore, it is important to identify, locate and eliminate the fire in a timely manner.

The lack of scientifically sound and legally approved modern methods that allow you to quickly, accurately and safely determine the thermal state of waste heaps and ensure timely compliance with environmental safety requirements determines the relevance of research to improve environmental safety monitoring systems using remote methods.

Keywords: centers of spontaneous combustion, combustion of rocks, thermal state, spontaneous combustion, dump rocks, fire

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

І. Чоботко^{1}, С. Тинина²,*

¹ *Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна*

² *Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна*

**Відповідальний автор: efilonov79@gmail.com*

Анотація. У статті розглядається питання оцінки проблеми впливу горіння породних відвалів на навколишнє середовище, як одного з забруднюючих факторів. Основною проблемою породних відвалів є їх схильність до самозаймання оскільки вони носять техногенний характер формування необхідно проводити контроль теплового стану породних відвалів.

В даний час температурний контроль, відповідно до діючої «Інструкції щодо попередження самозаймання, гасіння та розбирання породних відвалів», проводиться за допомогою контактних термометрів на глибинах від 1,5 до 3,5 м. При використанні контактної методики, через рідкісну мережі точок вимірювання температури, неможливо достовірно визначити кількість, форму і площа осередків самозаймання. Крім цього, через недоступність до вогнищ горіння відсутня можливість вимірювання їх температури контактним способом.

Для вибору оптимального комплексу заходів щодо попередження та ліквідації пожеж,

зниження викидів в атмосферу шкідливих речовин необхідний своєчасний моніторинг стадій розвитку процесу горіння відвальних порід за допомогою тепловізornoї зйомки. Оскільки основним завданням є виявлення та прогнозування розвитку осередків самозаймання на етапі їх початкового формування методом виміру зон температурних концентраторів.

Тому важливим є своєчасно виявити, локалізувати та ліквідувати осередок пожежі.

Відсутність науково обґрунтованих і законодавчо затверджених сучасних методів, що дозволяють оперативнo, точно і безпечно визначити тепловий стан породних відвалів та забезпечити своєчасне виконання вимог екологічної безпеки обумовлює актуальність проведення досліджень щодо вдосконалення систем моніторингу екологічної безпеки з використанням дистанційних методів.

Ключові слова: осередків самозаймання, горіння порід, теплового стану, самозаймання, відвальних порід, осередок пожежі

Вступ

В даний час в Україні видобувається понад 6 млн. тон вугілля на рік, при цьому на гора видається величезна кількість розкритих і змістовних порід, серед яких також зустрічаються уламки вугілля. Розкриті і змістовні породи складаються на поверхні у вигляді породних відвалів. Також в відвалах складається шлам і мул від очищення виробок і водозбірників, відходи збагачення, порода від відновлювальних робіт в аварійних виробках[1, 2, 3].

Кількість породи, яка видається з шахт залежить від умов залягання вугільного пласта (потужності, кута падіння, наявності геологічних порушень), способу розробки (вибуховим способом, відбійними молотками або комбайнами) і системи розробки. Кількість породи, що видається з вугільних шахт України, становить понад 55% до видобуваного вугілля. Навантаження по відходах досягає 118 тис. т / км² [4, 5].

Відвальна маса є механічною сумішшю гірських порід, що вміщують вугільний пласт, зростків вугілля з породою. Основними хімічно-активними елементами, що провокують горіння відвалів є

За мінералогічному складом порода що, видається з шахти на поверхню складається з глинистих, піщано-глинистих, піщанистих і вуглистих сланців, пісковиків, вапняків з включенням вугілля, сірчистого колчедану і зростків породи з вугіллям. Співвідношення різних мінералів визначається переважно складом порід, за якими здійснюються підготовчі виробки, а також покрівлею і ґрунтом розроблюваних пластів. Породи різні за дисперсності, мають розмір від глинистих частинок до брил. Порода, що видається з шахт, надходить головним чином від проведення гірничих виробок, від їх ремонту, відновлення та з очисних вибоїв. Матеріали, що піддаються горінню, представлені в відвальній масі у вигляді чистого вугілля, вуглистих сланців, аргілітів, зростків вугілля з породою, лісоматеріалів і піриту. Вугілля надходить у відвали разом з порожньою породою від проведення виробок, пройдених по вугіллю і по породі. Зміст вугілля у породних відвалів збільшується від дрібних класів до великих. Відвали шахт України містять близько 67% вугілля крупністю до 2 мм[8, 9].

Методика

При проведенні дослідження був використаний: аналіз і узагальнення інформаційних джерел; теоретичні дослідження процесу дистанційного контролю температури; моделювання зміни основних теплофізичних характеристик при дистанційному контролі температури; експериментальні дослідження впливу відстані, ракурсу тепловізornoї зйомки форми осередку самозаймання на фіксуючу, за допомогою дистанційних методів температуру; натурні дослідження емісії токсичних газів з поверхні відвалу; використання методів математичної статистики для перевірки достовірності отриманих результатів. Використовувані в лабораторних і натурних дослідженнях теплові зори метрологічно забезпечені. Відносна похибка вимірювання температури тепловізором становить – 1,5-2%.

Результати та обговорення

В Україні нараховується 1500 породних відвалів з яких 653 негорючих та 847 горючих породних відвалів. Дослідження відвальної маси показало, що в відвальній масі 25,8% відвалів міститься більше 8% горючих сполук сірки (пірит); 26,6% відвалів - 2-4% піриту; 19,3% відвалів - 6% піриту і в інших - менше 1,2% піриту. Саранчуком В.І. було встановлено, що вміст вологи в шахтній породі становить в середньому 1,5%, для відвальної маси збагачувальних фабрик - 2,8% [10].

Підвищення вологості відвальної породи призводить до збільшення її теплопровідності. Зольність відвальної маси шахт становить в середньому 68%, збагачувальних фабрик - 75%. На відвалах шахт спостерігається збільшення пористості при зміні ступеня метаморфізму вугілля, що добувається, потім вона знижується до антрацитів.

В даний час більше 78% відвалів України представлені конусними породними відвалами висотою до 100 метрів, кожен з них займає до 10-15 га цінних земель гірничопромислових регіонів.

В Україні 90% всіх породних відвалів знаходиться в межах санітарно-захисної зони поруч з житловими будинками населення. Заходи по переселенню населення, житло яких, знаходиться в санітарно-захисній зоні породних відвалів, не проводяться. Рух гірських порід вище зони тріщин проявляється на поверхні мульдою просідання, яка іноді супроводжується утворенням провальних воронок. Величина просідання поверхні в середньому коливається в межах 0,4 -1,5 м [11].

Відвали висотою понад 80 м схильні до великих деформацій. Деформації породних відвалів пов'язані з перевищенням несучої здатності природньої підстави, яка в 88% випадків представлена ґрунтами (пісок, глини, суглинки, суспензії, мул). Ця підстава має велику пористість, просідання і змінює у великих межах несучу здатність залежно від вологості. Піщаний ґрунт при збільшенні на нього навантаження стискається в основному за рахунок руйнування гострих ребер і кутів в зернах і їх переміщень в пори. Через велику водопроникність піску процес віджиму з нього води не обмежений швидкістю фільтрації, тому в шарі піщаного ґрунту основна частина усадки відбувається практично миттєво після збільшення навантаження на нього. Найчастіше, інженерні заходи щодо збільшення несучої здатності підстав не проводяться, тому навантаження можуть призводити до втрати стійкості і деформації відвалів.

Дезінтеграція породних відвалів робить негативний вплив на навколишнє середовище. Встановлено, що вплив вітру на породні відвали призводить до потенційного виносу до 165 т / рік породи з гектара поверхні відвалу.

Найбільше забруднення характерно для періоду відсипання відвала: від підніжжя відвала до межі санітарно захисної зони, щільність забруднення знижується від 437 до 1 т / га, а на відстані 1000 м вона дорівнює 78 кг / га, що в 35 разів більше ніж при дефляційному забрудненні. Породні відвали також впливають на зміну клімату. Відомо, що в урбанізованому регіоні рух горизонтальних повітряних мас зменшується на 20% в порівнянні з прилеглою територією. Викиди токсичних газів і пилу при горінні породних відвалів певний час знаходяться в атмосфері, сприяючи конденсації водяної пари з утворенням хмар і туманів. Встановлено, що викиди забруднюючих речовин призводять до збільшення кількості опадів на 4 - 12% і кількості туманів в 4 рази .. Найбільшу небезпеку для жителів гірничопромислових регіонів представляють палаючі породні відвали. Саранчуком В.І. встановлено, що в вугледобувних районах палаючі породні відвали викидають на добу в середньому 8,425 т - CO; 123,114 т - CO₂; 1,345 т - SO₂; 0,278 т - H₂S і 0,065 т - NO + NO₂[12, 13].

Дослідженнями встановлено, що відвали після закінчення експлуатації горять не менше 6 років в залежності від складу відвальної маси. Такий тривалий термін горіння відвалів обумовлений тим, що в них накопичено велику кількість горючих матеріалів. Дослідженням складу відвальної маси по шахтам України встановлено, що вміст у них вугілля становить до 38%. Гарячі діючі породні відвали становлять велику небезпеку для обслуговуючого персоналу. На таких відвалах можуть відбуватися випадки загибелі людей в результаті

отруєння газами і попадання в осередки горіння з температурою близько 600-1000⁰С.

По мірі віддалення фронту пожежі поверхневі осередки на схилах відвалу поступово зникають і температура поверхневого шару знижується.

Пожежа на цій стадії йде всередину відвалу.

Одночасно на поверхні відвалу починається горіння газів, що виходять з глибин відвалу.

На наступних стадіях відзначається відсутність поверхневих вогнищ. Припиняється утворення шкідливих газів, хоча температура в глибині може залишатися великою за рахунок раніше накопиченого тепла. Після припинення експлуатації відвалів осередки горіння на поверхні швидко зникають. На поверхні недіючих відвалів горять тільки гази, які виходять з глибинних осередків горіння.

Процес самоокислення породного відвалу залежить від ряду зовнішніх і внутрішніх факторів (табл. 1), серед яких найбільше значення, крім метаморфізму вугілля і петрологічного складу, мають такі фактори, як сірчистість і вологість вихідного матеріалу, умови їх утворення, спосіб видобутку, температура навколишнього середовища, структура розроблюваних пластів, розмір і форма відвалів, газове середовище

Таблиця 1

Основні фактори, які вилають на самозаймання породних відвалів

Внутрішні фактори	Зовнішні фактори
наявність хімічно активних елементів схильних до займання	температура
окислювальні реакції	вологість
гранулометричний склад порід та її кількість на одиницю площі	атмосферний тиск навколишнього середовища
петрографічний склад	концентрація кисню
нагрівання породи при участі тіонових бактерій	
мінералогічний склад вмістовних порід	швидкість течії вітру
	технологічна схема формування породного відвалу

Одним з основних факторів самозаймання є вільний доступ кисню всередину тіла відвалу, що спричиняє реакції окислення хімічних компонентів.

Самозаймання та низькотемпературне окиснення породних відвалів потенційно являє собою великий джерело парникових газів. Дослідження, проведене на прикладі відвалів Бразилії, показало збільшення викидів CO₂ і CH₄ при збільшенні температури поверхні відвалів [14].

Для прийняття оптимального комплексу заходів щодо попередження та ліквідації пожеж необхідний своєчасний моніторинг стадій розвитку процесу окислення відвальних порід. Важливим є своєчасне виявлення та ліквідація осередків самозаймання на породних відвалах. Контроль теплового стану і газового режиму породних відвалів дає великі можливості по виявленню пожеж на ранніх стадіях самозаймання.

Висновки

Аналіз оцінки впливу шкідливих викидів речовин з породних відвалів на навколишнє середовище потребує впровадження наступних критеріїв контролю стану породних відвалів:

1. зниження технологічної небезпеки породних відвалів шляхом підвищення їх екологічної безпеки може бути досягнуто попередженням щодо виникнення та гасіння осередків займання породних відвалів;

2. необхідна розробка узагальнених методик моніторингу теплового стану породних відвалів на основі новітніх цифрових технологій таких як технологічні тепловізійні зйомки тривимірних термічних карт породних відвалів;

3. розробка та складання єдиної загальнонаціональної бази породних відвалів, як окремого виду технологічної небезпеки.

Вдячність

Робота виконана на основі власних досліджень без зовнішньої фінансової допомоги.

Список використаних джерел

1. Чоботько І.І., Тынына С.В. (2020). Рентгенфлуорисцентное исследование химического состава образцов породного отвала. *Журн. «Технічна інженерія». ЖДТУ*, 1(85), 249-253.

2. Чоботько І.І., Тинина С.В. (2019). Моніторинг теплового стану породних відвалів. *Журн. «Гірничий вісник». КНУ*, 106, 9-13.

3. Чоботько І.І., Тинина С.В., Франчук В.П. (2019). Технологічна схема пристрою зрошування вапнякової суспензії консольного відвалоутворювача ВКР 8000/100. *Журн. «Вісті Донецького гірничого інституту». ДонНТУ*, 1 (44), 138-144.

4. Чоботько І.І., Тинина С.В. (2018). Методи та засоби локалізації осередків самозаймання породних відвалів. *Міжвідомчий збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». ІГТМ НАНУ*, 142, 134-139.

5. Чоботько І.І., Тинина С.В. (2017). Проблеми експлуатації та методи запобігання загоранню породних відвалів. *Журн. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. НТУ «ХПІ»*, Т. 44, 146-151.

6. Зубов А.Р., Зубов А.А. (2016). Экспертная система оценки породных отвалов угольных шахт как структурных элементов экологических сетей. *Журн. Уголь Украины*, 2, 31-37.

7. Зубова Л.Г. Зубов А.Р. (2016). Оценка радиоактивности породных отвалов угольных шахт ПАО «Лисичанскуголь». *Журн. Уголь Украины*, 4-5, 59-65.

8. Верех-Білоусова К.Й. (2016). Оцінка впливу породного відвалу вугільної шахти на ґрунти прилеглих територій. *Журн. Уголь Украины*, 4-5, 66-67.

9. Зубова Л.Г. (2016). Породы отвалов угледобычи как сырье для металлургии. *Журн. Уголь Украины*, 11-12, 45-53.

10. Зборщик М.П., Осокин В.В. (2015). Природа самовозгорания и тушения отвальных пород угольных месторождения. *Журн. Уголь Украины*, 3-4, 76-78.

11. Греков С.П., Зинченко И.Н., Головченко Е.А. (2010). Расчет выделения вредных веществ из породных отвалов. *Жур. Уголь Украины*, 2, 20-21.

12. Мнухин А.Г. (2009). Породные отвалы – сырье будущего. *Журн. Уголь Украины*, 5, 28-32.

13. Пашковский П.С., Попов Э.А., Яремчук М.А. (2000). Контроль теплового состояния породных отвалов. *Жур. Уголь Украины*, 7, 27-29.

14. Зборщик М.П., Осокин В.В. (1996). Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений. *ДГТУ*, 178.

References

1. Chobotko I.I., Tyynyina S.V. (2020). Rentgenfluoristsentnoe issledovanie himicheskogo sostava obraztsov porodnogo otvala. *Zhurn. «Tekhnichna inzheneriia», ZhDTU*, 1(85). 249-253.

2. Chobotko I.I., Tynyna S.V. (2019). Monitorynh teplovoho stanu porodnykh vidvaliv. *Zhurn. «Hirnychyi visnyk» KNU*, 106, 9-13.

3. Chobotko I.I., Tynyna S.V., Franchuk V.P. (2019). Tekhnolohichna skhema prystroiu zroshuvannia vapniakovoї suspensii konsolnoho vidvaloutvoriuvacha VKR 8000/100. *Zhurn. «Visti Donetskoho hirnychoho instytutu». DonNTU*, 1 (44), 138-144.

4. Chobotko I.I., Tynyna S.V. (2018). Metody ta zasoby lokalizatsii osередkiv samozaimannia porodnykh vidvaliv. *Mizhvidomchyi zbirnyk naukovykh prats «Heotekhnichna mekhanika». IHTM NANU*, 142. Dnipro. 134-139.
5. Chobotko I.I., Tynyna S.V. (2017). Problemy ekspluatatsii ta metody zapobihannia zahoranniu porodnykh vidvaliv. *Zhurn. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seriya: Mekhaniko-tekhnologichni systemy ta komplekсы. NTU «KhPI»*, T. 44, 146-151.
6. Zubov A.R., Zubov A.A. (2016). Ekspetnaya sistema otsenki porodnykh otvalov ugolnykh shaht kak strukturnykh elementov ekologicheskikh setey. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 2, 31-37.
7. Zubova L.G. Zubov A.R. (2016). Otsenka radioaktivnosti porodnykh otvalov ugolnykh shaht PAO «Lisichanskugol» / L.G. Zubova, A.R. Zubov. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 4-5, 9-65.
8. Verekh-Bilousova K.I. (2016). Otsinka vplyvu porodnoho vidvalu vuhilnoi shakhty na hruntuy prylehlykh terytorii. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 4-5, 66-67.
9. Zubova L.G. (2016). Porodyi otvalov ugledobyichi kak syire dlya metallurgii. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 11-12, 45-53.
10. Zborschik M.P., Osokin V.V. (2015). Priroda samovozgoraniya i tusheniya otvalnykh porod ugolnykh mestorozhdeniya. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 3-4, 76-78.
11. Grekov S.P., Zinchenko I.N., Golovchenko E.A. (2010). Raschet vyideleniya vrednykh veschestv iz porodnykh otvalov. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 2, 20-21.
12. Mnuhin A.G. (2009). Porodnyie otvalyi – syire buduschego. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 5, 28-32.
13. Pashkovskiy P.S., Popov E.A., Yaremchuk M.A. (2000). Kontrol teplovogo sostoyaniya porodnykh otvalov. *Zhurn. Ugol Ukrainyi*, 7, 27-29
14. Zborschik M.P., Osokin V.V. (1996). Predotvraschenie ekologicheskikh vrednykh proyavleniy v porodakh ugolnykh mestorozhdeniy. *DHTU*, 178.