

*О.Ф. Бабаджанова, к.т.н., доц., Ю.Г. Сукач, Р.Ю. Сукач
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ЧИННИКИ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ВУГЛЕДОБУВАННЯ

Розглянуто умови нагромадження відвалів породи — шахтних териконів. Основним видом відходів у териконах є порожня порода, яка супроводжує процес видобування вугілля або вилучається під час його збагачення.

Проаналізовано чинники пожежної небезпеки шахтних териконів, розташованих на території Донецького та Львівсько-Волинського вугільних басейнів, особливості процесів техногенного пірометаморфізму в териконах та причини їх самозагоряння. Розглянуто потенційні небезпеки для населення та довкілля від горіння териконів. Приведено результати спостережень за териконами шахт Львівсько-Волинського басейну.

Ключові слова: терикони, відвальні породи, самозагоряння

Постановка проблеми. Вугільна промисловість України – одна з провідних галузей економіки держави. Вона представлена головним чином підприємствами Донецького, Львівсько-Волинського кам'яновугільних та Дніпровського буровугільного басейнів. Всього експлуатується 165 шахт. Річний видобуток вугілля в Україні 2011 року становив біля 80 млн тонн.

При підземній розробці родовищ вугілля окрім корисних копалин видобувають і порожні породи, які складаються у відвал, штучний насип – терикон. Тривалий масштабний видобуток вугілля призвів до утворення сотень таких породних відвалів навколо шахт. Відходи вугільної промисловості становлять 55 % серед всіх промислових відходів (рис.1) [1].

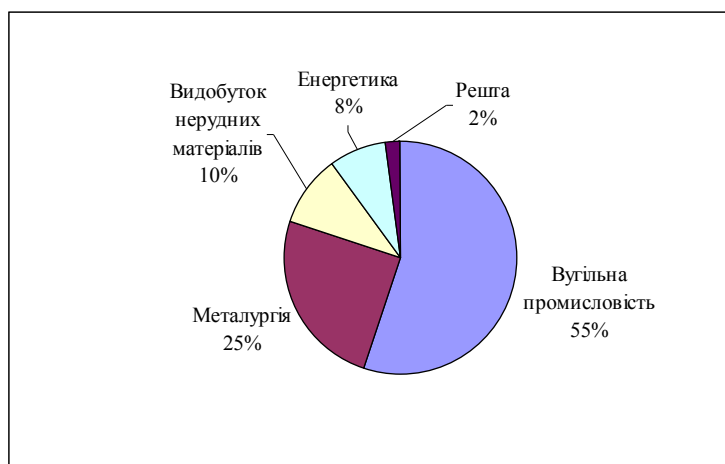


Рис. 1. Галузева структура утворення промислових відходів

Терикони представляють серйозну пожежну та екологічну небезпеку для регіонів вугледобування.

Вибухом терикону на шахті імені Дімітрова, виробничого об'єднання «Красноармейськуголь», який стався в травні 1966 року, було знищено селище Нахаловка, загинули більше 60 чоловік. У той рік, в перші дні травня в регіоні пройшли сильні зливові дощі, які спровокували обвал на одному з териконів. Його почали відсипати в 1916 році. Через п'ятдесят років, в 1966-му, він сягав висоти 100 метрів, був гострим, конічним, і на його вершині утворився “козирок” з породи. Через дощі відбулося сповзання “козирка” породного відвалу. Коли ця маса в сотні тонн сповзала з терикона – відкрилося “жерло вулкана”. Через різку зміну температур та потрапляння води всередину відбувся вибух [2].

Про техногенну аварію 1966-го року пам'ятають одиниці – довгі роки всі матеріали, що стосуються події, акти розслідування були засекречені.

На Донеччині трапилися дві подібні аварії. Перша сталася декількома роками раніше на шахті №7 «Трудовская» в Петровському районі Донецька. Тоді, на щастя, обійшлося без жертв, житлових будинків поряд не було і тому великого значення їй не надали.

Але і зараз є небезпечні терикони і подібна аварія може повторитися. Адже наші терикони - це нашарування вугілля, породи, яка містить багато хімічних елементів, у тому числі й рідкоземельні метали. Температура в центрі такого відвалу породи, особливо конусоподібного, перевищує тисячу градусів, майже як у вулкані. Вночі можна побачити заграву над териконами. Блакитна заграва з'являється від високої температури усередині терикону, а також від випромінювання рідкоземельних металів. І будь-яка дія злизових потоків на терикон може призвести до катастрофічних наслідків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За даними Мінекоресурсів в Донецькому регіоні знаходиться більше 600 породних відвалів (териконів) вугільних шахт і збагачувальних фабрик, з них 114 горять. У Луганській області горять 67 териконів. Терикон вище 50 метрів вже представляє загрозу, особливо якщо він конусоподібний. В даний час місто Донецьк та інші українські шахтарські міста оточені саме такими поволі прогресуючими «вулканами». Тільки у Донецьку 68 териконів, 30 з них горять. На території Львівсько-Волинського вугільного басейну нараховується 55 териконів шахт і збагачувальних фабрик, з них 26 відносять до горючих. Якщо говорити про їх гасіння, то способу остаточно згасити терикон поки що немає.

Багато аварій і вибухів метану в шахтах провокуються всього лише однією іскрою, що викликана, наприклад ударом металевого різця комбайна об сірчаний колчедан, елемент, здатний давати іскру високої температури. Іноді породні відвали спалахують раптово, навіть

після багаторічного спокою. Запах же сірчаного колчедану, що у великих кількостях міститься в териконах, можна відчутти в багатьох шахтарських містах.

У виробленій породі, яка, власне, і складає терикон, міститься практично вся таблиця Менделєєва, включаючи і радіоактивні елементи. Багато років медики запевняли громадськість, що радіаційно терикони безпечні, тим часом радіаційний фон в Донецьку становить 20 мікрорентген за годину - це як на межі Чорнобильської зони відчуження [3].

Усередині териконів шахт і гірничозбагачувальних фабрик нерідко протікають різні процеси техногенного пірометаморфізму [4]:

- згорання вугілля (зони з окиснювальним режимом випалення);
- піроліз вугілля (зони відновного випалення) (800 -1000⁰С);
- реакції дегідратації шаруватих силікатів, внаслідок чого протікає масове випаровування води та видалення F, Cl на початкових етапах горіння відвалу (600 – 700⁰С);
- розкладання карбонатів з видаленням CO і CO₂ та утворенням периклазу, вапна та феритів (600 - 800⁰С);
- локальне плавлення з утворенням осклованих клінкерів і базитових паралав (1000 - 1250⁰С).

Ці процеси призводять до радикальної зміни фазового складу відвальної маси.

Окиснення і горіння порід супроводжується викидами широкого спектра летких компонентів, які виділяються з порідної маси, збагаченої вуглистою речовиною. Основним компонентом викидів є водяна пара, яка утворюється при випаровуванні і сублімації горіння атмосферних опадів, що потрапляють в зону, а також при вивільненні порової та зв'язаної води мінералів і порід.

Терикони, що горять, виділяють пару, в якій, крім води, міститься: сульфатна кислота, карбонатна кислота, двоокис азоту. При нестачі кисню в осередках горіння в парогазових викидах міститься сірководень, вуглеводні, амоніак, монооксид вуглецю. У верхніх частинах териконів, куди проникають збагачені киснем інфільтрогенні води, горіння протікає в умовах надлишку кисню. У глибших зонах горіння менше кисню, окиснювальні процеси протікають в анаеробних умовах. Сам процес горіння і породжені ним хімічно агресивні флюїди повністю перетворюють мінеральний і хімічний склад первинної породної маси.

Розігрівання органічної частини вугілля в осередках окиснення супроводжується її термічним розкладанням, аналогічним процесу піролізу. При цьому утворюються шкідливі леткі органічні компоненти. У підвищених концентраціях в породах териконів встановлені: феноли (в концентраціях до 0,22 г/т), формальдегід (до 0, 22 г/т), моноетаноламін (3,65 - 6,25 г/т), дифенілопропан (2,36 г/т). Також в пробах виявлені толуол, метапаракилол, бутил

ацетат, хлорбензен, ацетон, бензен, етилацетат переважно в концентраціях нижчих за ГДК [5].

Викиди з териконів можуть розповсюджуватися на сотні метрів, захоплюючи великі площі, включаючи сельбищні території. Компоненти викидів, осідаючи на земну поверхню, забруднюють ґрунт. При цьому формуються ореоли розсіювання. Найбільш забрудненими є заболочені ділянки долин річок. Навколо кожного терикона ґрунт отруєний на відстані 1,5-2 кілометри. Значною проблемою для навколишнього природного середовища є забруднення поверхневих та підземних вод токсичними елементами із поверхні шахтних териконів.

Гірські породи, з яких складаються терикони, потрапляючи на поверхні в іншу, ніж в надрах, термодинамічну обстановку, стають у водно-повітряних умовах нерівноважними і зазнають фізико-хімічних перетворень. Пухкий вуглевмісний матеріал териконів під впливом атмосферної вологи і кисню повітря інтенсивно окислюється аж до самозагорання. Загальною причиною самозагорання вугілля, горючих порід ґрунту, кривлі і міжвугільних прошарків є здатність адсорбувати кисень, який вступає в хімічну взаємодію з вугільною речовиною. Такий процес супроводжується виділенням тепла і підвищенням температури, що ще більш підсилює процеси окиснення. Схильність до самонагрівання і самозагорання у водно-повітряному середовищі мають гірські породи вуглисто-глинистого складу, які вирізняються підвищеною пористістю і вмістом сірки та заліза (у вигляді піриту і марказиту) [6, 7].

Біохімічні процеси в породах териконів призводять до повного розкладання піриту з утворенням $\text{Fe}(\text{OH})_3$ і елементної сірки. Виділення тепла внаслідок цих реакцій призводить до розігрівання порід [7]. Сукупність процесів від початку відсипання відвалу до утворення та розчинення різних техногенних мінералів включає декілька стадій, які і складають основу техногенного мінералоутворення.

На шахтах з відвалами, що не горять, вугілля містить значну кількість галогенів (до 0,25% в перерахунку на горючу масу), а ті, що горять – не більше 0,06%; Зі всіх порід, що поступають на терикони, до самозагорання схильні вугілля і вуглисто-глинисті породи, що містять до 2-5% піриту в тонкодисперсному стані, який знаходиться в глинистих осадах, збагачених органічною речовиною.

Розмір і форма відвалів впливають на інтенсивність теплообміну в глибинних зонах, визначають фільтрувальні властивості відвалів та сприяють або перешкоджають генерації і акумуляції тепла. Найбільш інтенсивні процеси протікають на гребенях плоских і на вершинах конічних відвалів, які інтенсивно обдуваються потоками атмосферного повітря. Разом з тим, відбувається осередкове горіння породи на поверхні відвалів різної конфігурації. Відвали Донецько-Макіївського району з висотою менше 30 м практично не

горять, з висотою до 50 м горять 60% відвалів, до 90 м – 87%, понад 90 м – горять практично всі відвали [8].

Постановка завдання. Проблемі дослідження пожежної безпеки шахтних териконів має приділятися значна увага, особливо якщо врахувати, що сотні таких породних відвалів розміщені на території Донецького та Львівсько-Волинського басейнів. Важливо встановити потенційні небезпеки для населення та довкілля, до яких призводить горіння териконів.

Шахтні терикони представляють серйозну небезпеку для навколишнього середовища і здоров'я населення. Гази, що виділяються з глибини відвалів, містять в своєму складі небезпечні для здоров'я елементи і сполуки, забруднюють атмосферне повітря. Породи териконів містять велику кількість різних елементів, у тому числі і токсичних, які в процесі горіння або накопичуються в породах, або вивільняються і потрапляють в ґрунти і води. У радіусі до 3 км від териконів встановлено ореоли забруднення ґрунтів ртуттю, миш'яком, нітратами та іншими токсичними елементами та сполуками [3].

Терикони є екологічно небезпечними об'єктами. Їх можна порівнювати з невеликими «сплячими» вулканами, що викидають в атмосферу приблизно той же спектр речовин – сульфатну кислоту, сірководень, амоніак, метан, двоокис азоту, карбонатну кислоту і чадний газ. Основним компонентом викидів є водяна пара. Разом з парогазовими викидами в атмосферу з боку териконів можуть потрапляти леткі сполуки токсичних елементів – ртуті, миш'яку, кадмію тощо.

Самі терикони і ореоли розсіювання забруднюючих речовин в ґрунтах слугують джерелами забруднення водного середовища сульфатами і токсичними компонентами. При цьому забруднюється поверхневий стік, що вилуговує розчинні сульфати з поверхні териконів та ґрунтів, і підземні води в процесі інфільтрації забруднених атмосферних опадів [9].

Особливість Львівсько-Волинського вугільного басейну – необхідність видобутку великої кількості порожніх порід і складування їх у відвали та терикони.

Видобуток вугілля західноукраїнським гірничо-видобувним виробничим комплексом триває впродовж 60 років. Тривалий видобуток вугілля призводить до утворення значних підземних порожнин, нагромадження відвалів гірської породи — териконів, різних хвостосховищ тощо [10]. Все це зумовило негативні техногенні зміни в навколишньому середовищі, серед яких загрозливими є нагромадження у териконах пухких і нестійких техногенних відкладів гірської породи, що містить агресивні хімічні субстанції (рис. 2).

На території Червоноградського вугільного району накопичено близько 85 млн м³ породних відвалів вугільних шахт. Основним видом відходів є порожня порода, яка

супроводжує процес видобування вугілля або вилучається під час його збагачення. Ця порода часто вміщає підвищену кількість вугілля, яке самозаймається і випалює її.

Під час складування породи в терикони відбувається її розділення за розмірами. Дрібні фракції залишаються у верхній частині терикона, починаючи від розвантажувальної рампи і закінчуючи нижнім положенням рештаків, якими порода пропускається по схилу. Великі уламки, рухаючись по укосі конуса, нагромаджуються у нижній частині терикона. У зв'язку з цим нижній шар (15...20 % від усієї висоти) терикона складається з великих уламків породи, поровий простір якого сприяє притоку повітря для горіння вугілля. Процес самовипалювання перебігає за обмеженого доступу повітря, він тривалий, некерований і закінчується спонтанно під час вигорання вугільних домішок. Термін вигорання становить приблизно 35 років і зумовлений властивостями вугілля, вмістом сульфідів, вугленасиченням і способом складування порожніх порід [11].

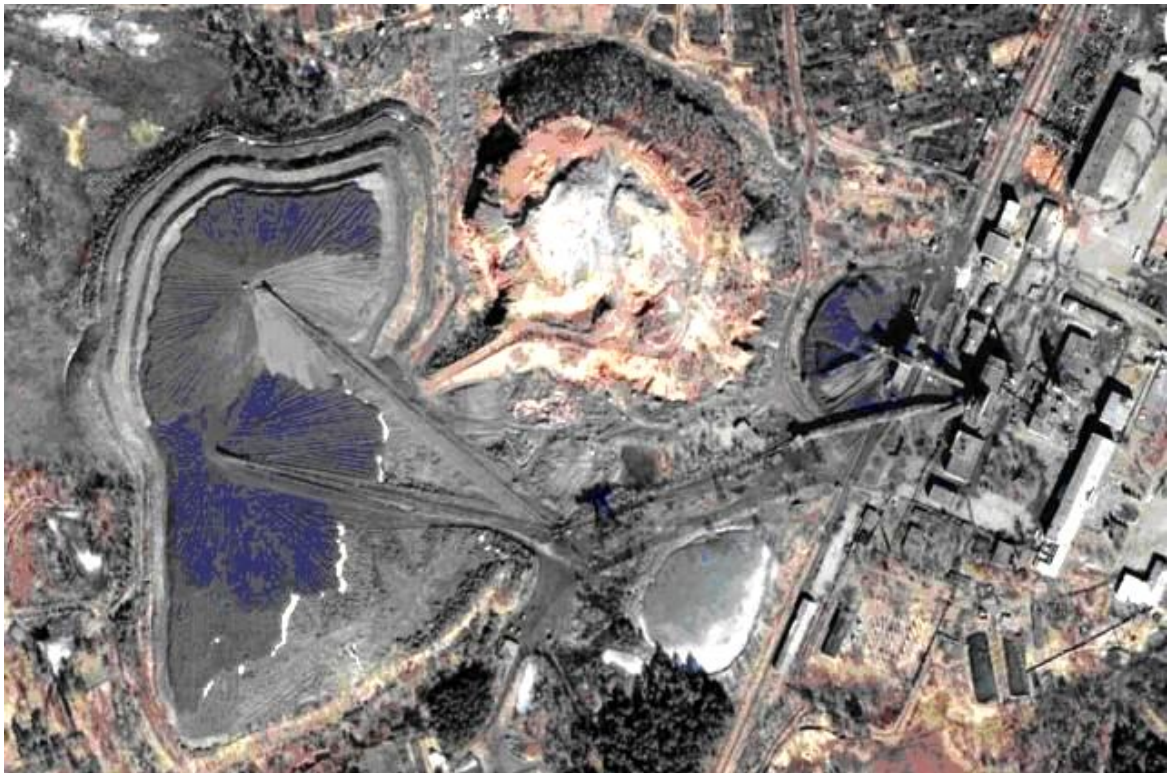


Рис. 2. Великомасштабне космічне зображення гірничо-видобувного та збагачувального виробничого комплексу в смт Соснівці (Львівська обл.)

Таких відвалів гірських порід, що виникли внаслідок видобутку вугілля, у Львівській області, понад 100 млн м³. Вони займають площу понад 270 га. Відсоток перегорілої частини в загальній кількості видобутої за всі роки експлуатації гірничих підприємств породи становить лише 25—30 %. Ці процеси призводять до радикальної зміни фазового складу маси гірських порід відвалів. Перегораючи, гірські породи териконів стають крихкими,

виникає реальна небезпека обвалів. Тому терикони здебільшого перебувають у небезпечному, нестабільному стані [10,12].

Проте після 1991 року проблемою териконів ніхто не займається на державному рівні, віддавши її на відкуп приватному бізнесу. В Україні сьогодні фактично знищена система контролю за териконами.

Упродовж 2009 р. профілактика плоских породних відвалів була відсутня на шахтах «Степова», «Візейська», «Зарічна», впродовж 2010 р. - на шахтах «Відродження», «Червоноградська». Разом з тим на шахтах «Зарічна», «Візейська», «Степова», «Великомостівська», «Межирічанська» аналізи підтериконної води свідчать про самонагрівання породи. Вміст шкідливих компонентів у воді визначався стандартними методами: вміст сульфатів – методом інверсійної вольтамперометрії, вміст мангану – турбідиметричним методом.

Згідно з результатами аналізів підтериконної води, виконаних відомчою лабораторією ДП «Львіввугілля», для шахти «Візейська» рН становить до 4,1, вміст сульфатів - до 1018 мг/л, Mn - 5,24 мг/л; для шахти «Межирічанська» рН становить до 3,8, вміст сульфатів - до 2100 мг/л, Mn - 9,2 мг/л; для шахти «Великомостівська» вміст сульфатів - до 1461 мг/л, Mn - 4,19 мг/л; для шахти «Відродження» рН становить - 3,4, вміст сульфатів - до 1900 мг/л, Mn - 9 мг/л, алюміній - 1,21 мг/л; для шахти «Лісова» рН становить 3,2, вміст сульфатів - 3300 мг/л, Mn - 9,05 мг/л. Вищенаведене свідчить про термохімічне вилуговування і самонагрів териконів.

Разом з тим практично по всіх шахтах фіксується перевищення допустимого рівня середнього значення потужності еквівалентної дози зовнішнього γ -випромінювання.

Згідно з матеріалами температурних зйомок, встановлено факти самозаймання та самонагріву шахтної породи. Наприклад, для терикону шахти 2-Червоноградська у лютому 2010 р. зафіксована на поверхні температура становила 80⁰С. На неробочому териконі шахти «Візейська» є точка на поверхні з температурою 128⁰С, на неробочому териконі шахти «Відродження» над забоєм незаконного кар'єру – 146⁰С на поверхні. Проте у звітності терикони не показані як такі, що горять. Жодні заходи з гасіння на цих териконах не проектувались і не проводились.

Крім того, негативний вплив для населення і довкілля має і процес закриття шахт. На території Львівської області закрито 3 шахти: шахта №1 «Червоноградська», шахта №5 «Великомостівська», шахта «Бендюзька». Також готується до ліквідації ВП «Шахта «Візейська» ДП «Львіввугілля», яка в 2009 р. припинила видобуток вугілля.

В процесі закриття шахт ускладнилась техногенна ситуація в межах гірничого відводу шахт: просідання земної поверхні зумовило відносне зміщення ґрунтових вод до поверхні

землі; зміна нахилу рельєфу погіршила умови поверхневого стоку. Порушення інфільтраційного режиму викликало швидке заболочування території і посилення корозійної активності на трасах водо- і газогонів, численних на цій території.

У проектах формування териконів шахт вказано, що всі терикони забруднюють навколишнє середовище такими елементами як миш'як, цинк, кадмій, ртуть, свинець, сурма, проте жодна шахта не здійснює моніторинг щодо цих елементів.

Висновки. Виходячи з вищенаведеного, для подальшої безпечної експлуатації місць видалення своїх відходів власники шахт та органи місцевого самоврядування повинні забезпечити виконання вимог проектно-кошторисної документації формування териконів у частині наявності антипірогенів, моніторингу, відведення підтериконних вод; вирішити питання щодо централізованого кар'єру піску або глини для проведення профілактичних робіт; налагодити температурний контроль і адекватні заходи на горючих териконах; проводити систематичну нейтралізацію підтериконних вод.

Список літератури

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження КМ від 15.03.2006, № 145.
2. **Мигуля П.С.** Забытая экологическая катастрофа / П.С.Мигуля // Газ. “Донецкий политехник”, 1998. – №4. – С. 5.
3. **Панов Б.С.** К геоэкологии Донбасса / Б.С.Панов, О.А.Шевченко, Ю.А.Проскурня и др.// Проблемы экологии. – Донецк: ДонГТУ, 1999. – №1– С. 17-26.
4. **Панов Б.С.** О техногенной минерализации породных отвалов угольных шахт Донбасса / Б.С.Панов, Ю.А.Проскурня // Межвуз. научн. тематич. сб. “Геология угольных месторождений”. – Екатеринбург, 1999. – С. 241-249.
5. **Голынская Ф.А.** Методика исследования самовозгорания углей в пластах / Ф.А.Голынская // Межвуз. научн. тематич. сб. “Геология угольных месторождений”. – Екатеринбург, 2001. – С. 268-270.
6. **Зборщик М.П.** Предотвращение самовозгорания горных пород / М.П.Зборщик, В.В.Осокин. – К.:Техника, 1990. – 176 с.
7. **Зборщик М.П.** Минералогические особенности осадочных горных пород, склонных к самовозгоранию / М.П.Зборщик, В.В.Осокин, Б.С.Панов и др. // Разработка месторождений полезных ископаемых. – К., 1989. – Вып. 83. – С. 92-98.
8. **Панов Б.С.** Модель самовозгорания породных отвалов угольных шахт Донбасса / Б.С.Панов, Ю.А.Проскурня // Межвуз. научн. тематич. сб. “Геология угольных месторождений”. – Екатеринбург, 2005. – С. 261-268.

9. **Силин А. А.** Экологические последствия структурно-вещественных преобразований отвальных пород терриконов / А.А.Силин, С.Г.Выборов, Ю.А.Проскурня // Сборник научных трудов НГУ.– Днепропетровск, 2010.– №35.– С. 41-47.
10. **Манько А.** Деякі проблеми функціонування депресивних гірничодобувних районів України (на прикладі Львівсько-Волинського вугільного басейну) / А.Манько // Вісн. Львів.ун-ту. Сер.: геогр.. – 2004. – Вип. 30. – С. 184-187.
11. **Мовчан М.І.** Використання шахтних відвальних порід Львівсько-Волинського вугільного басейну у дорожньому будівництві / М.І. Мовчан, Д.М. Акімов // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ «ЛП».– Львів, 2011.– №697.– С.75-78.
12. **Манько А.** Деякі економіко-географічні аспекти розвитку вуглепромислових районів України / А.Манько // Географія і сучасність: Зб. наук. пр. Нац. пед. ун-ту ім. М. Драгоманова . – К., 2005. – Вип.13. – С. 146-153.

О.Ф. Бабаджанова, к.т.н., доц., Ю.Г. Сукач, Р.Ю. Сукач

ФАКТОРЫ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГЛЕДОБЫЧИ

Рассмотрены условия нагромождения отвалов породы — шахтных терриконов. Основным видом отходов в терриконах является пустая порода, которая сопровождает процесс добычи угля или изымается во время его обогащения.

Проанализированы факторы пожарной опасности шахтных терриконов, расположенных на территории Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов, особенности процессов техногенного пирометаморфизма в терриконах и причины их самовозгорания. Рассмотрены потенциальные опасности для населения и окружающей среды от горения терриконов. Приведены результаты наблюдений за терриконами шахт Львовско-Волынского бассейна.

Ключевые слова: терриконы, отвальные породы, самовозгорание

O. Babadzhanova, Ph. D. (tech.sci.), associate professor, U. Sukach, R. Sukach

FACTORS OF THE FIRE DANGER OF REFUSE HEAP OF THE COAL MINING

The terms of piling up of dumps of rock — mine waste banks are considered. The main type of waste in waste banks is a rock, which accompanies the process of coal mining or withdrawn during his coal cleaning.

Factors of fire danger of mine waste banks, located on territory of Lviv-Volynsk Coal Field, features of processes of technogenic pyrometamorphism in waste banks and reason of their spontaneous combustion are analyzed. Potential hazards for a population and environment, that result from ignition waste pile are considered. The results of monitoring waste heaps of Lviv-Volynsk Field are given.

Keywords: waste banks, refuse heaps, spontaneous combustion