

УДК 622.272.016.6.023: 681.62.068.8

Т.А. КОМІСАРЕНКО, канд. техн. наук, доц., К.С. ЄЛЕЗОВ, аспірант
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ ПРИ РОЗРОБЦІ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ

У роботі проводиться аналіз способів визначення виробленого простору при розробці залізорудних родовищ Кривбасу. У результаті проведеного аналізу запропоновано використання безпілотних літальних апаратів, які завдяки своїм розмірам та високій маневреності пристрій здатний проникати у гірничі виробки та камери, зависати в необхідній точці, вільно переміщуватись у камерах, у т.ч. у «мертвих зонах», що в свою чергу дозволяє отримати більш точні результати в порівнянні зі стаціонарними вимірювальними приладами, а також отримувати зображення необхідних частин виробки, доступ у які фізично неможливий з використанням традиційних засобів.

Ключові слова: вироблений простір, методи та способи визначення підземних пустот, засоби вимірювання, безпілотні літальні апарати

Вступ. Згідно до наказу МНС № 1268 від 18.10.2012 «Про затвердження Методичних рекомендацій з охорони надр при розробці родовищ корисних копалин» [1] в проектах розробки родовищ корисних копалин передбачається заходи, що гарантують безпеку людей, майна і навколишнього природного середовища.

Для цього необхідно забезпечити проведення моніторингу геологічного середовища, визначення межі забруднених територій, зон розвитку екологічно небезпечних геологічних процесів та застосування раціональних екологічно безпечних технологій видобування корисних копалин і вилучення наявних в них цінних компонентів, проведення заходів щодо захисту родовищ від пожеж, підтоплення, обвалів та інших екологічно небезпечних процесів і явищ.

З цією метою потрібно провести аналіз методів визначення виробленого простору при розробці залізорудних родовищ.

Питанням розробки методик визначення параметрів виробленого простору займалося багато науково-дослідних інститутів та установ, таких як КНУ, ІГД ім. О.О. Скочинського, ДонУгі, ІГТМ ім. Н.С. Полякова, Кривбаспроект, НДГРІ, НГУ.

Це роботи В.Я. Анцибора, А.А. Азаряна, В.Ф. Бизова, В.А. Голованова, А.В. Горбатікова, Н.П. Грузинського, В.М. Зубова, І.В. Зуйкова, Д.М. Казікаєва, Д.А. Козаковського, В.О. Колосова, Н.О. Ларіна, В.О. Назаренка, Ю.М. Ніколашина, В.В. Цариковського, Є.П. Чистякова, Г.А. Шеховцева, та інш.

Викладення основного матеріалу. Проаналізувавши характеристики підземних відпрацьованих пустот можна пошукові і знімальні методи визначити їх три основні групи:

Механічні, визначені шляхом механічної дії на гірські породи, що вміщують пустоту (екскавація, буріння, проходка спеціальних виробок та ін.).

Геофізичні (метод електрометрії, гравірозвідки, мікросейсмічний моніторинг, акустична профілізація, магніторозвідка, геотомографії).

Маркшейдерсько-геодезичні, які у свою чергу діляться на три групи: тахеометричний (із застосуванням оптичних приладів), коротко-базисна стерео фотозйомка (із застосуванням спарених фотокамер) і автоматичний (із застосуванням оптичних, фотограмметричних і звуколокаційних приладів). Класифікацію методів визначення вироблених просторів наведено на рис. 1.

За класифікацію підземних пустот [2] для гірничовидобувних підприємств виділяють вироблений простір (пустоти), в яких неможливе знаходження спостерігача із інструментом (рис. 2а), простір, до якого можливий доступ інструмента зверху по вертикальному каналу (рис. 2б), простір, у яких можливе знаходження спостерігача з інструментом (рис. 2в).

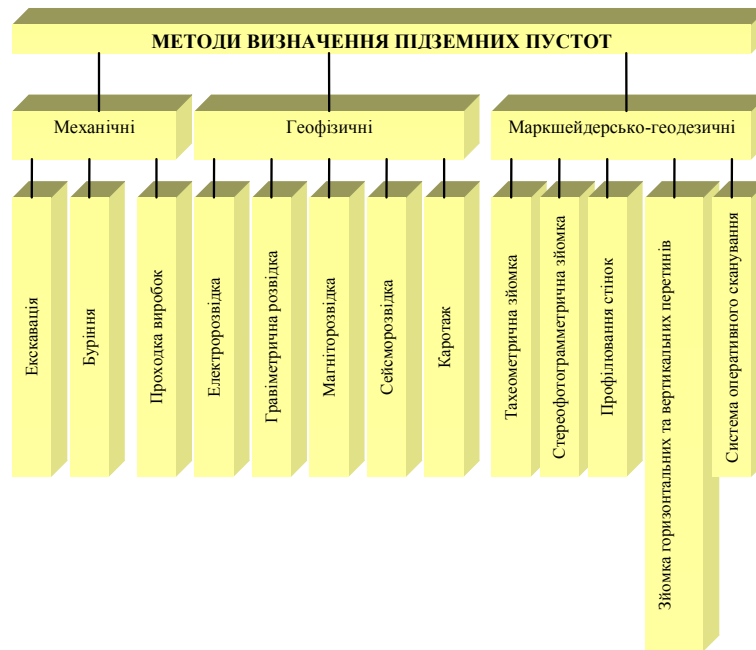
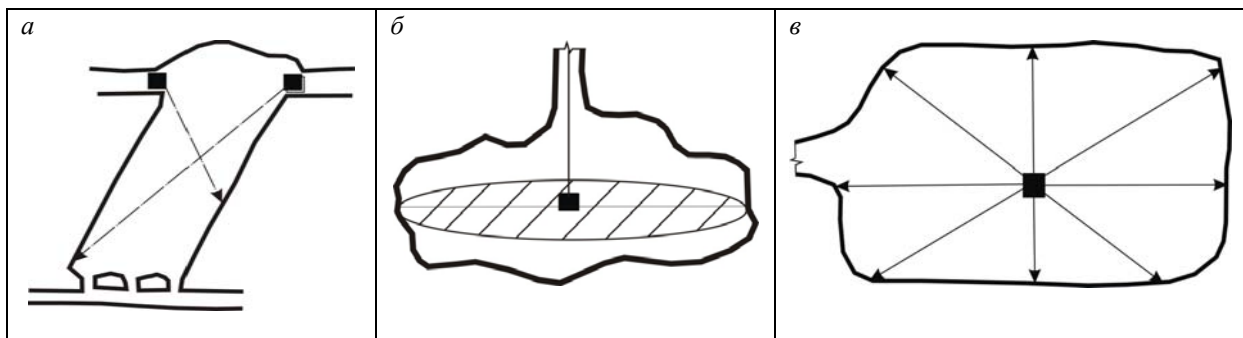


Рис. 1. Класифікація методів визначення вироблених просторів

Рис. 2. Класифікація підземних пустот за видами доступу в них спостерігача
Позначка – ■- точка стояння інструменту

Аналіз представлених рисунків показує, що для обстеження простору (пустот) необхідно передбачити спеціальні засоби та заходи для простору, в якому неможливе чи небезпечне перебування спостерігача.

Один з перших методів зйомки підземних пустот був розроблений в 1950р. проф. Н. А. Гусевим. Він запропонував метод короткобазисної стереофотозйомки, яка була доповнена розглядом можливості оптичної обробки стереопар і поперемінного проектування з метою отримання об'ємного зображення об'єкту зйомки. Цей метод фігурує в науковій літературі під назвою «метод світлових перетинів».

Широко відомий метод електрометрії, який включає групу методів, заснованих на залежності питомого електричного опору гірських порід від їх порушення. Ці методи дозволяють вести пошук як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках.

У 80-х роках учений Н.П. Грушинський [3] запропонував гравітаційну розвідку, яка заснована на вивченні надзвичайно малих аномалій поля сили тяжіння на поверхні Землі, обумовлених особливостями розподілу усередині Землі мас з різною щільністю. Гравіметрична аномалія виникає внаслідок неоднорідності розподілу щільності мас в земній корі, пов'язаних з наявністю різних геологічних і інших неоднорідностей в масиві. Це дозволяє використовувати аномалії сили тяжіння для гравіметричної розвідки тіл з надмірною позитивною або негативною щільністю.

Важливим елементом управління геомеханічним станом надр є контроль відповідності фактичних розмірів очисного простору їх проектним значенням. Складність такого контролю

полягає в тому, що всі елементи очисного простору є недоступними для проведення вимірвальних робіт. Тому дуже цікавим є метод зйомки очисних камер, розроблений професорами ДВНУ «Криворізького національного університету» А.А. Азаряном і С.О. Поповим [4], які пропонують систему дистанційного сканування і визначення їх дійсних розмірів «Геоскан-1». Дана система включає лазерний далекомір, систему позиціонування далекоміра; систему управління позиціонуванням далекоміра; кишеньковий персональний комп'ютер (ПК) дозволяє формувати тривимірні комп'ютерні графічні моделі пустот на підставі вимірювання відстаней від точки установки далекоміра в камері (без виходу в камеру людини) до стінки пустоти при заданих кутах позиціонування далекоміра. При цьому можна з високою точністю встановити конфігурацію стінок камер і відхилення розмірів камер від проектних, крім того, за наслідками сканування автоматично розраховується об'єм камери.

Останніми роками новим напрямом в комплексі досліджень, що сприяють підвищенню безпеки і економічній ефективності гірських робіт, стає запропонований російськими вченими А.В. Горбатіковим, випробуваний в таких країнах як Австралії, Намібії і ПАРа мікросейсмічний моніторинг [5]. Даний різновид моніторингу заснований на представницькій реєстрації сейсмічних коливань від невеликих актів крихкого руйнування в прибортовому порідному масиві. Одна з головних переваг мікросейсмічного методу перед іншими полягає в тому, що спостереженнями охоплюється трьохмірний об'єм порід. Іншою є безперервність проведення спостережень і можливість оперативного отримання результатів.

Детальна зйомка виявлених доступних або недоступних підземних пустот здійснюється маркшейдерсько-геодезичними методами. Номенклатура маркшейдерсько-геодезичних методів вивчення пустот досить різноманітна і включає різні види зйомок. Найбільш універсальний маркшейдерсько-геодезичний метод – це тахеометричний, який заснований на сферичній системі координат. Визначення положення точок об'єкту, що знімається, щодо точки стояння інструменту проводиться вимірюванням двох кутів і одного лінійного параметра (відстань від станції до пікету). У основі цього методу визначення координат точок недоступних пустот лежить спосіб кутів засічок: вимірюються кутові параметри напряму на точку, що знімається, а лінійний параметр береться побічно. Для спрощення, і швидшої роботи [6] вперше запропоноване застосування лазерного випромінювання в приладах для зйомки, які знайшли своє продовження в сучасних лазерних тахеометрах. Одним з таких сучасних приладів є тахеометр «Торсон-7001» японського виробника, з монтованим «ТФТ 3,5» кольоровим ЖК-дисплеєм та лазерним далекоміром, який дозволяє визначати координати знімальних точок стінки камери із заданою точністю. Неодмінною умовою є необхідність присутності спостерігача під час виробництва робіт безпосередньо біля приладу. Тому забезпечення безпеки (особливо при зйомці з підхідних виробок) негативно позначається на можливості повного огляду об'єкту, що знімається, і, як наслідок цього, на отримуваний про нього інформації.

Фотограмметричний метод зйомки в підземних умовах [7] заснований на визначенні координат точок очисної камери за допомогою перетворення фотографічних координат в істинні, що здійснюється обробкою фотографічних знімків на спеціальних приладах. Для зйомки підземних камер і пустот при розробці рудних родовищ застосовуються наступні фотограмметричні методи: зйомка підготовчих і очисних виробок великої площі перетину за допомогою світлопрофіля, дистанційна фотостереззйомка горизонтальних перетинів недоступних гірських пустот.

Зйомка пустот методом горизонтальних перетинів [8] полягає у вимірюванні відстаней від приладу до стінок пустоти в горизонтальних площинах, розташованих через заданий інтервал по висоті. Ці вимірювання можуть бути дискретними (через певний кутовий інтервал) або безперервними. Метод передбачає дистанційне керування зйомкою протяжних по вертикалі частково - об'ємних пустот, а умови його застосування аналогічні профілізації стінок.

Зйомка пустот методом вертикальних перетинів [8] виконується шляхом дискретного або безперервного вимірювання відстаней від приладу до стінок, стелі і днища у вертикальних площинах. Метод застосовний для зйомки протяжних по горизонталі і об'ємних пустот. У першому випадку послідовно фіксують вертикальні перетини через певний інтервал по довжині пустоти. У другому випадку - через певний кутовий інтервал, забезпечуючи повну зйомку пустоти з однієї точки (з однієї станції).

Для визначення параметрів виробленого простору (пустот) запропоновано вимірвальний

пристрій, що проводять заміри геометричних параметрів пустот (камер) різного походження в товщі земної поверхні і виконують місію потенційно небезпечну для людини (ризик обвалення гірської породи чи загазованість) за рахунок використання безпілотних літальних апаратів (БЛА). Апарат оснащено комплексом датчиків, здатних проводити сканування гірничих виробок. БЛА дозволяє здійснювати контроль гірничих виробок і споруд, в які доступ людині є небезпечним, заборонений правилами техніки безпеки і охорони праці та фізично неможливим.

Пристрій рис. 3. представляє собою безпілотний літальний апарат (БЛА), що складається з: карбонової корпусу 1 у вигляді квадрокоптеру з 4 електричними двигунами (Brushless) 2, що приводять у дію лопаті 3; 2-х відеокамер 4; гіростабілізатору 5 та бортового комп'ютеру 6, встановлених всередині карбонового корпусу; комплексу датчиків (ультразвуковий, інфрачервоний, лазерний вимірювач відстані) та Wi-Fi передатчику для обміну отриманими даними та командами. Джерелом живлення пристрою є літій-іонна батарея.



Рис. 3. Безпілотний літальний апарат (БЛА)

Завдяки розмірам та високій маневреності пристрій здатний проникати у гірничі виробки та камери, зависати в необхідній точці, вільно переміщуватись у камерах, у т.ч. у «мертвих зонах», що в свою чергу дозволяє отримати більш точні результати в порівнянні зі стаціонарними

вимірювальними приладами, а також отримувати зображення необхідних частин виробки, доступ у які фізично неможливий з використанням традиційних засобів.

Пристрій працює таким чином (рис.4): після входження приладу у камеру, він вимірює за допомогою ультразвукових датчиків відстань до підшви камери h , та відстань до стінок камери l за допомогою лазера.

Таким чином, отримують точні геометричні параметри камер.

Прилад може бути оснащений відеокамерою та освітлювальною технікою, за допомогою якої можна здійснювати візуальний контроль камер, стволів, гірничих виробок та інших гірничих споруд.

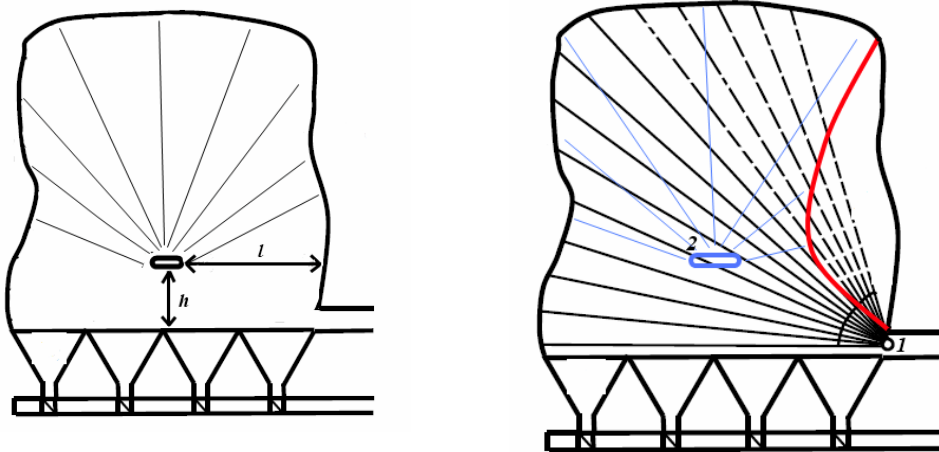


Рис.4а. Схема вимірювання розмірів камери

Рис.4б. Схема проведення вимірів розмірів камери 1 – за допомогою приладу, який можливо встановити у простір в місті безпечному для доступу спостерігача (червоною лінією позначена «мертва зона», яку пристрій не охоплює); 2- за допомогою безпілотного літального апарата.

Висновки Вимірювання параметрів пустот, які залишилися внаслідок видобутку корисних копалин завжди має певний ризик для життя працівника, що проводить заміри, особливо ризик виростає при проведенні вимірів пустот, які утворилися в результаті старих виробок.

Одним з напрямків забезпечення безпеки таких робіт є застосування апаратів, які дозволяють перенести засоби вимірювання у вимірюваний простір без присутності працівника.

Використання запропонованого засобу вимірювання виробленого простору (пустоти) дозволить проводити більш безпечно вимірювання всіх пустот, в тому числі таких, доступ до яких фізично неможливий з використанням традиційних засобів.

Список літератури

1. Наказ МНС № 1268 від 18.10.2012 «Про затвердження Методичних рекомендацій з охорони надр при розробці родовищ корисних копалин»
2. Шеховцов Г.А. Методы и технические средства изучения подземных пустот.–М.: 2010. – 140с.
3. Грушинский Н.П., Сажина Н.Б. Гравитационная разведка. – М.: Недра. – 1972. – 388с.
4. Азарян А.А., Попов С.О. Система сканирования очистных камер«Геоскан-1». – ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ГІРНИЧОРУДНИЙ ІНСТИТУТ». – 2010. – с.180.
5. Горбати́ков А.В. Способ сейсморазведки. Патент РФ № 2271554. – опубліковано 10.03.2006 Бюл. № 7.
6. Божко В.Г., Гринюк Б.О., Чирва О.І. Використання електронних приладів при спостереженні за деформаціями поверхні та стійкістю об'єктів технологічного комплексу гірничовидобувних підприємств Кривбасу//Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг, 2005, №7.
7. Федоренко П.И., Долгих А.В. Применение новых технологий при маркшейдерском обслуживании горных предприятий // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог: КТУ. - №82. - 2003. – С. 68-72.
8. Антипенко Г.О., Гаврюк Г.Ф., Котенко В.В., Назаренко В.О. Маркшейдерська справа. Підручник / Під редакцією кандидата технічних наук, доцента Антипенка Г.О. – РВК ДВНЗ "НГУ", 2009. - 154с.

Рукопис подано до редакції 18.03.14

УДК 331.464.36

Ю.А. ПРОКОПЕНКО, студент, Криворожский национальный университет

БЛОКИРОВКА И МАРКИРОВКА ИСТОЧНИКОВ ОПАСНЫХ ЭНЕРГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Как показывает статистика несчастных случаев по предприятиям горно-металлургического комплекса Украины, весомую долю занимают организационные причины. На многих предприятиях горно-металлургического комплекса Украины недостаточное внимания уделяется блокировке и маркировке источников опасных энергий, особенно важен данный момент для ремонтных бригад, которые выполняют ремонтные работы, где необходима остановка или отключение оборудования на период проведения ремонта, а также если ремонтные работы выполняет несколько разных бригад.

Ключевые слова: источники опасных энергий, блокировка, снижение травматизма, безопасное проведение ремонтных работ, остановка или отключение оборудования, промышленная безопасность.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Каждый год тысячи рабочих погибают или получают серьезные травмы во время выполнения ремонтных работ или технического обслуживания промышленного оборудования. Причиной большинства таких происшествий является неконтролируемый выброс энергии. В Европе, однако, существуют несколько нормативов, требующих отключения и блокировки всех источников энергии во время выполнения ремонта или обслуживания оборудования.

Согласно статистике ЕС, 10–15% всех несчастных случаев со смертельным исходом на производстве и 15–20% всех несчастных случаев происходят при техническом обслуживании. К распространенным травмам относятся переломы, рваные раны, ампутации, ожоги и удары электрическим током. Снижение травматизма позволяет снизить выплату страховых сумм и расходы на дополнительное лечение.

Современное оборудование может иметь много источников опасности для рабочих, включая такие вещи, как источники электроэнергии, пневматические и гидравлические устройства.

Для примера, типичное промышленное оборудование может содержать такие вещи, как горячие жидкости, движущиеся прессы, лезвия, вентиляторы, электрические нагреватели, конвейерные ленты с лотками, передаточные цепи, ультрафиолет и так далее.

Реализация программы LOCKOUT/TAGOUT предусмотрена законом некоторых стран ЕС и считается передовым методом обеспечения безопасности во всех европейских странах!

Lockout-tagout (LOTO) или «блокируй и маркируй» - это процедура безопасной работы, которая используется в промышленности и изучает настройки, гарантирующие правильное отключение опасного оборудования и предотвращающие их повторный запуск до того, как будет