

$$\bar{C}_{ДПР} = \sum_i^n C_{ДПР} / n \quad (6)$$

$$\bar{C}_{ДПТ} = \sum_i^n C_{ДПТ} / n, \quad (7)$$

$$\bar{C}_U = \sum_i^n C_U / n, \quad (8)$$

$$C_{Th} = \sum_i^n C_{Th} / n. \quad (9)$$

Вимірювання радіаційно небезпечних факторів проводяться відповідною службою шахти (рудника, тресту, комбінату, об'єднання) по плану-графіку, складеного відповідальною особою, призначеною наказом (розпорядженням). План-графік затверджується технічним керівником шахти (руднику, тресту, комбінату, об'єднання). Після проведення вимірювань відповідальна особа заповнює протокол, який у нього і зберігається. Відповідальна особа на шахті (руднику, тресті, комбінаті, об'єднанні) призначається тільки при наявності радіаційнонебезпечних факторів та введенні періодичного чи постійного контролю.

Слід зауважити, що всі виробничі об'єднання з видобування залізної руди не є приборчниками введенням якого б то не було радіаційного контролю, так як це пов'язано з певними матеріальними витратами на проведення радіаційних вимірювань, придбання вимірювальних приладів та організацією відповідних служб. Тому не зважаючи на наказ Міністра Мінпромполітики України (№90 від 22.03.2005) щодо введення в чинність настанови СОУ - Н МПП 17.240 - 046:2005 «Контроль радіаційної обстановки на залізрудних шахтах України» [4] і необхідність створення нормальних санітарно – гігієнічних умов праці гірників, зрушень у цьому питанні не має.

Висновки. Для зменшення рівня онкозахворювань гірників та створення системи менеджменту радіаційного контролю на залізрудних шахтах України необхідно:

провести попередній радіаційний контроль;

визначити радононебезпечні прохідницькі, очисні вибої та технологічні експлуатаційні камери;

визначити річну ефективну дозу опромінення підземних працівників;

визначити ступінь радонової безпеки і встановити категорію шахти щодо радонобезпечності;

визначити доцільність проведення радіаційного контролю, а у випадку його необхідності

визначити вид та періодичність.

Список літератури

1. Отчет о НИР «Определение реального загрязнения радоном и продуктами его распада производственной среды, изучение взаимосвязи заболеваемости горнорабочих с условиями труда и разработка профилактических мероприятий по их улучшению и снижению уровня заболеваемости» Рук. Гагауз Ф.Г.; № гос регистрации 0195U020365. Кривой Рог, 1997,162с.

2. Звіт про НДР «Розроблення ефективних засобів зниження припливу повітря через зони обвалення з метою усунення родону і догірних продуктів розпаду в очисні вибоїни». № держ.реєстрації 0103U000595.Кривий Ріг 2005.

3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), Київ, 1997, - с

4. СОУ-Н. МПП 17.240 – 046:2005 «Контроль радіаційної обстановки на залізрудних шахтах України». Мінпромполітики України, 2005, 14 с.

Рукопись поступила в редакцию 03.04.12

УДК 622. 646

Н.И. СТУПНИК, канд. техн. наук, проф., М.И. КУДРЯВЦЕВ, канд. техн. наук, доц.,

Т.С. ГРИЩЕНКО, ст. преподаватель, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ РУДЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЫПУСКА

Исследовано в лабораторных условиях влияние влажности руды на объемы выпуска гетит-гематитовой чистой и разубоженной руды.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время шахты Кривбасса разрабатывают железные гетит-гематит-мартитовые и гетит-гематитовые руды весьма низкой устойчивости, залегающие в южной части месторождения, которые разрабатываются шахтами №1 им. Артема, «Родина» и частично шахтой «Октябрьская». Северная часть

месторождения представлена неустойчивыми и средней устойчивости рудами, которые разрабатывают шахты «Октябрьская», им. Фрунзе, «Юбилейная», «Гвардейская» и им. Ленина.

Подземные воды Криворожского бассейна приурочены к толще кристаллических пород всячего бока в южной его части прослеживаются сильно обводненные карбонатные породы вплоть до шахты им. Фрунзе [1].

На степень обводненности железных руд не малую роль играют также поверхностные воды карьеров ЦГОКа, которые проникают на рабочие горизонты ш. «Октябрьская» по трещинам пород всячего бока. Объемы вод поступающих в шахту зависят от времен года и метеорологических условий. В связи с этим существует вероятность их проникновения в блоки отбитой руды после дренажа шахтных вод. Это обстоятельство может отрицательно повлиять на сыпучесть руды и, как следствие, показатели ее извлечения.

Анализ исследований и публикаций. Физические свойства сыпучих материалов изучались многими учеными. Академик Г.М. Малахов изучал влияние влажности на сыпучесть обрушенной руды в натуральных условиях в 19 панелях шахт южного крыла Криворожского месторождения на глубине от 180 м (шахта «Гигант») до 378 м (шахта «Новая», ныне шахта «Родина»). Результаты экспериментов показали, «что обрушенная руда выпускается сравнительно легко при содержании в ней влаги, не превышающей 7 % и при наличии пылеватых и глинистых частиц до 6 %». При увеличении пылеватых и глинистых частиц до 14 % отбитая руда слеживается, вследствие чего, образуются пустоты в виде сводов. При их ликвидации процесс выпуска продолжается с периодическими заторами или вытянутыми пустотами [2]. Как показывает практика выпуска обрушенной руды на глубоких горизонтах процессы сводо- и трубообразования учащаются. Повидимому, это связано с увеличением ее влажности и горного давления.

Исследования, проведенные в лабораторных условиях, показали, что при выпуске гетит-гематитовой руды фракции 1-5 мм в зависимости от ее влажности от 0,18 до 6,1 % уменьшается количество, как чистой, так и разубоженной руды [3].

Постановка задачи. С увеличением глубины разработки рудных залежей Криворожского месторождения притоки шахтных вод на рабочие горизонты растут, в связи с чем на практике не редко обрушают руду, не дожидаясь полного завершения ее дренажа, чтобы приступить к выпуску руды до развития интенсивного горного давления на выемочные единицы. При этом, необходимо учитывать и вероятность проникновения поверхностных вод из карьеров ЦГОКа.

Поэтому с целью оценки влияния степени влажности обрушенной руды на показатели ее извлечения авторами статьи была поставлена задача - провести экспериментальные лабораторные исследования по изучению влияния влажности руды на показатели ее выпуска из модели.

Изложение направлений и результатов исследований. Известно, что с увеличением влажности процесс ее выпуска ухудшается. Однако до настоящего времени не изучены закономерности влияния влажности на объемы выпуска чистой и разубоженной руды в зависимости от толщины ее слоев. С целью изучения этой проблемы нами в лабораторных условиях были проведены специальные экспериментальные исследования. Опыты проводились на объемной деревянной модели высотой 1,0 м с плоским днищем площадью 900 см², выполненной в масштабе 1:100 по отношению к шахтным условиям. Руду выпускали из отверстия диаметром 2 см в центре днища. В начале выпускали чистую руду фракции 1-5 мм из слоя высотой 15 см, над которым находился слой песка толщиной 85 см такой же фракции и влажности.

Было проведено три опыта по выпуску чистой и разубоженной руды влажностью 0,2, 3,0 и 6,0 %. В начале выпускали чистую руду до начала ее разубоживания, а затем приступали к выпуску разубоженной руды.

При достижении ее весового разубоживания 20 % эксперимент по ее извлечению прекращали. Объемы выпущенной чистой и разубоженной руды измерялись в мерных сосудах и взвешивались. Аналогичным образом проводился эксперимент по выпуску чистой и разубоженной руды такой же влажности из слоя высотой 30 см.

По объемам выпущенной чистой руды определяли средние углы β^0 движения ее частиц к выпускному отверстию в зависимости от степени влажности. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что при выпуске руды до начала разубоживания из слоя 15 см при влажности 0,2, 3,0, 6,0 % объемы ее уменьшались соответственно от 390 до 314 и 220 см³. При выпуске чистой такой же влажности руды из слоя толщиной 30 см объемы ее соответственно составили: 300, 1700 и 1130 см³.

Показатели извлечения руды в зависимости от влажности и толщины ее слоя

| Показатели выпуска чистой руды | Параметры слоев и влажности, извлекаемой руды до начала разубоживания | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,2 | | 3,0 | | 6,0 | |
| Влажность руды, % | 15 | 30 | 15 | 30 | 15 | 30 |
| Толщина слоя, см | 15 | 30 | 15 | 30 | 15 | 30 |
| Объемы извлеченной чистой руды, см ³ | 390 | 2300 | 314 | 1760 | 220 | 1130 |
| Тангенс угла β , (tg β) | 2,974 | 2,974 | 3,497 | 3,497 | 4,638 | 4,638 |
| Средний угол движения частиц руды к выпускному отверстию, град. | 71°24' | 71°24' | 74°00' | 74°00' | 77°50' | 77°50' |
| Соотношение объемов выпущенной руды в зависимости от ее влажности | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,77 | 0,56 | 0,49 |
| Соотношение объемов выпущенной руды в зависимости от толщины слоя | 1,0 | 5,9 | 1,0 | 5,6 | 1,0 | 5,14 |

Из приведенных результатов исследований видно, что с увеличением влажности от 0,2 до 6 %, извлечение чистой руды уменьшилось примерно в 2 раза. При этом с увеличением толщины слоя руды в два раза, с 15 до 30 см, объемы извлеченной чистой руды возросли более чем в 5 раз.

Как показали экспериментальные исследования в работе [4], частицы сыпучего материала в объеме фигуры выпуска перемещаются к выпускному отверстию по траекториям под углами от 90° до минимального угла внутреннего трения φ . Частицы руды, находящиеся на расстоянии, равном величине полуоси эллипсоида, перемещаются к выпускному отверстию под средним углом β° , который определяется из выражения, град.

$$\beta = (90 + \varphi)/2. \quad (1)$$

Величина угла φ характеризует сыпучесть среды, а угол β величину малой полуоси эллипсоида выпуска. При известной толщине выпускаемого слоя $H_{\text{сл}}$ можно определить объем фигуры выпуска Q из выражения

$$Q = 0,52 H_{\text{сл}} ((H_{\text{сл}}/\text{tg}\beta) + d)^2, \quad (2)$$

где β - средний угол движения частиц руды к выпускному отверстию, град; φ - минимальный угол внутреннего трения, град; $H_{\text{сл}}$ - толщина слоя обрушенной руды, м; $\text{tg}\beta$ - величина тангенса угла β ; d - диаметр выпускного отверстия, м.

Зная объем выпущенной чистой руды Q из выпускаемого слоя известной толщины $H_{\text{сл}}$ и диаметр выпускного отверстия d нетрудно определить величину $\text{tg}\beta$ из выражения

$$\text{tg}\beta = \frac{H_{\text{сл}}}{1,38\sqrt{Q/H_{\text{сл}} + d}}. \quad (3)$$

По известной величине объемов чистой руды, выпущенной до начала разубоживания Q , толщине ее слоя $H_{\text{сл}}$ и диаметра выпускного отверстия из формулы (3) были определены средние углы движения частиц выпущенной руды к выпускному отверстию.

Из таблицы видно, что средние углы движения частиц руды при ее влажности 0,2; 3,0 и 6,0 % соответственно равны 71° 24', 74° 00' и 77° 50'. Это свидетельствует о том, что при росте влажности руды, средние углы движения увеличиваются, а объем фигуры выпуска уменьшается, поскольку ее частицы с ростом влажности ухудшают свою сыпучесть. При толщине слоя руды 15 см и влажности 6 % объем ее сокращается в два раза по отношению к объему выпущенной чистой руды влажностью 0,2 %. Объемы выпущенной руды из слоя 30 см более, чем в 5 раз превышают извлеченные объемы чистой руды из слоя 15 см.

В натуральных условиях невозможно определить точные результаты выпуска руды из каждого выпускного отверстия и в целом по блоку без определения сыпучих свойств руды, особенно без определения степени влажности. Не зная ожидаемых параметров объема эллипсоида выпуска обрушенной руды в конкретных условиях, невозможно спроектировать удачный проект на отработку выемочной единицы, который бы обеспечил минимальные потери и разубоживание полезного ископаемого.

Для определения угла внутреннего трения φ и среднего угла движения кусков руды β необходимо знать степень ее влажности. Для этого периодически необходимо брать пробы на влажность руды из первой экспериментальной нечетной дучки. Объемы выпущенной чистой и разубоженной руды необходимо фиксировать посменно количество отгруженных вагонеток.

После завершения эксперимента по извлечению руды из первой нечетной дучки нужно продолжить выпуск чистой руды из нечетных дучек. Затем приступит к выпуску чистой и разубоженной руды из четных дучек в любой последовательности. Такая последовательность выпуска руды из панели, как показывают эксперименты в лабораторных условиях, позволит обеспечить максимальное извлечение чистой и разубоженной руды из выемочных единиц (панели или подэтажа).

Список литературы

1. Чернокур В.Р., Шкробко Г.С., Шелегеда В.И. Добыча руд с подэтажным обрушением / В.Р. Чернокур, Г.С. шкробко, В.И.Шелегеда. // М.: Недра, 1992. – С. 4-11.
2. Малахов Г.М., Безух В.Р., Петренко П.Д. Теория и практика выпуска обрушенной руды / Г.М. Малахов, В.Р.Безух, П.Д. Петренко. // М.: Недра, 1968. – С. 40-46.
3. Кудрявцев М.С. Зависимость разубоживания руды от влажности. Разраб. рудн. месторожд. - К. - «Техника», 1979. - С. 70-72.
4. Кудрявцев М.С. Дисс. канд. техн. наук, Криворожский горнорудный институт, 1967. - С. 52-56.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.12

УДК 622.235

О.О. ФРОЛОВ, канд. техн. наук, доц., Ю.О. БРИТВИН, студ.
НТУУ "Київський політехнічний інститут"

ВСТАНОВЛЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ БАГАТОТОЧКОВОГО ІНІЦІАТОРА ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ СВЕРДЛОВИННОГО ЗАРЯДУ

Проведено аналіз способів реалізації багатоточкового ініціювання свердловинних зарядів. Визначено сумарний імпульс ударної хвилі, який діє від точкових детонаторів багатоточкового ініціатора, та здійснене його порівняння з імпульсом від лінійного ініціювання. Встановлені ефективні параметри багатоточкового ініціювання в порівнянні з лінійним.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами. Методи керування енергією вибуху на кар'єрах умовно поділяють на дві основні групи [1]. До першої групи належать методи, в яких передбачена взаємодія свердловинних зарядів вибухових речовин (ВР). Це короткосповільнене підривання, внутрішньосвердловинне сповільнення, а також система зустрічного ініціювання свердловинних зарядів. Друга група характеризується методами, орієнтованими на максимальне використання енергії вибуху окремого заряду. До них належать застосування повітряних та інертних проміжків у свердловинних зарядах, розміщення детонатора у нижній частині заряду, лінійне, багатоточкове та зустрічне ініціювання, формування заряду в оболонках, діаметр яких менший за діаметр свердловини.

Незважаючи на значну кількість запропонованих методів, які забезпечують підвищення ефективності руйнування масиву гірських порід, багато з них або не застосовуються на виробництві внаслідок їх нетехнологічності, або застосовуються неефективно. Це стосується, зокрема, деяких систем ініціювання за допомогою детонуючого шнура (ДШ). Детонаційна хвиля, яка проходить по ДШ, викликає низькошвидкісне (1,2...1,7 м/с) вибухове перетворення значної частини заряду до приходу детонаційної хвилі від вибуху проміжного детонатора. У випадку нижнього ініціювання втрачається від 15 до 30% енергії вибуху. Для запобігання втратам енергії вибуху рекомендується до застосування багатоточкове і лінійне ініціювання.

Аналіз досліджень і публікацій. Впродовж останніх років було розроблено декілька конструкцій лінійного ініціатора. Однак, незважаючи на високу ефективність лінійного ініціювання, ні одна з конструкцій не була впроваджена у виробництво. Це пояснюється або їх незручністю в застосуванні, або високою вартістю.

Чисельними дослідженнями встановлені ефективність і доцільність застосування багатоточкового ініціювання в порівнянні з традиційними методами ініціювання зарядів ВР [2-4]. Воно, при відповідних параметрах, має переваги лінійного ініціювання, однак значно дешевше і зручніше в застосуванні. Зокрема, автори роботи [2] розміщували проміжні детонатори по осі заряду. Відстань між точками ініціювання становила 1 м. Встановлено, що при підриванні свердловинних зарядів час дії продуктів детонації в зарядній камері збільшується в декілька разів в порівнянні зі звичайним способом підривання.