

Данильченко М.В., студент гр. ГИт-15-2м

Научный руководитель: Кононенко М.Н., к.т.н., доцент кафедры ПРМ

(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина)

ПОДГОТОВКА ЗАПАСОВ РУД ПРИ КАМЕРНЫХ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ

Добыча железных руд подземным способом в подавляющем большинстве осуществляется при помощи камерных систем разработки. Частное акционерное общество «Запорожский железорудный комбинат» (ЧАО «ЗЖРК») работает на базе Южно-Белозерского месторождения и разрабатывает богатые железные руды с помощью камерной системы разработки с заполнением выработанного пространства твердеющей закладкой [1]. Сущность данного варианта системы разработки заключается в том, что отработка запасов руды в этаже производится вкrest простирания залежи очистными камерами первой и второй очереди отработки [2-4]. Для выполнения подготовительно-нарезных работ в породах лежащего и висячего боков залежи проводят 8 полевых этажных и подэтажных штреков, общая протяженность которых достигает 240 м. Расстояние от полевых штреков до залежи составляет 30 – 35 м и определяется исходя из производственного опыта с целью достижения технологических удобств [5-11]. Ведение очистных работ в камерах оказывает влияние на устойчивость полевых штреков и способствует проявлению горного давления в виде разрушения крепи, вывалов, отслоения и обрушения пород в штреках. Таким образом, обоснование рациональных параметров крепления и трасс заложения подготовительных полевых выработок вблизи очистных камер имеет актуальное значение [12-25].

Анализ современных методов исследования физических процессов, которые протекают в недрах Земли, позволило установить, что совершенствование подготовительных работ для камерных систем разработки целесообразно производить с применением методов исследования, ориентированных на применение синергетического подхода [26]. Таким подходом обладает термодинамический метод (Лавриненко В.Ф.), разработанный в Государственном высшем учебном заведении «Криворожский национальный университет», который по уровню научной проработки, является наиболее эффективным [27-32]. Одним из основных достоинств термодинамического метода является то, что он позволяет точно определить состояние горных пород в зонах разгрузки, сформированных вокруг подготовительных выработок и очистных камер.

В результате аналитического моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород вокруг очистных камер первой и второй очереди отработки в этажах 740 – 840, 840 – 940 и 940 – 1040 м, для которых были установлены экспоненциальные зависимости изменения величины деформации массива в кровле полевых штреков висячего и лежащего боков при увеличении расстояния от рудной залежи (рис. 1, 2). Получены эмпирические зависимости, определяющие величину области разрушающих деформаций, сформированной в подготовительных полевых выработках висячего и лежащего бока с учетом расстояния от рудной залежи и глубины заложения, имеют вид:

– для штреков висячего бока

$$U = 0,0025 \cdot H \cdot e^{\frac{-110L}{H}}, \text{ м}; \quad (1)$$

где L – расстояние от рудной залежи до полевого штрека, м; H – глубина заложения выработки, м.

– для штреков лежащего бока

$$U = 0,002 \cdot H \cdot e^{\frac{-65L}{H}}, \text{ м}. \quad (2)$$

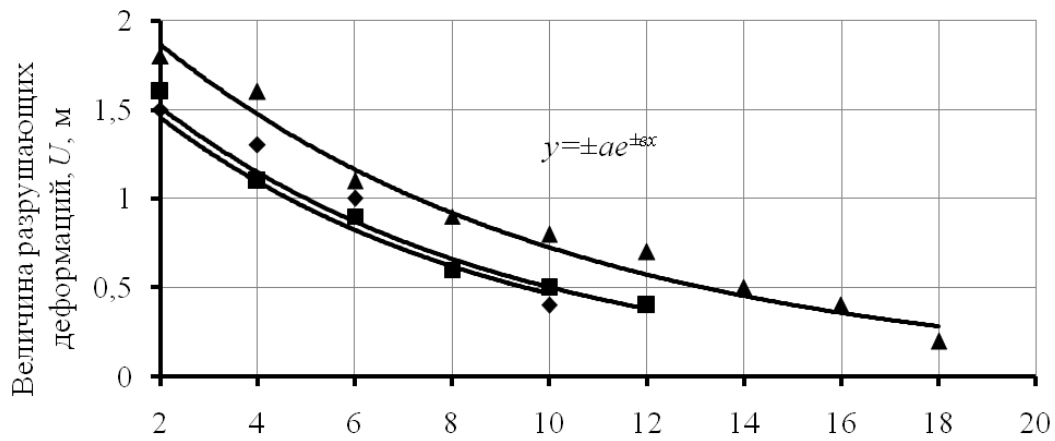


Рисунок 1 – Величина разрушающих деформаций в кровле полевых штреков висячего бока от расстояния до рудной залежи

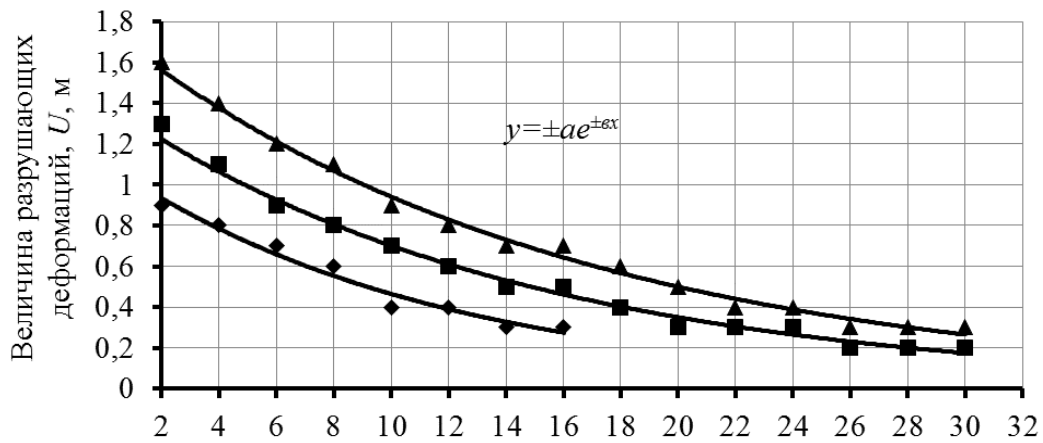


Рисунок 2 – Величина разрушающих деформаций в кровле полевых штреков лежащего бока от расстояния до рудной залежи

Дальнейшие исследования позволили установить эмпирические зависимости, с помощью которых можно определить размеры области разрушающих деформаций в кровле полевых подготовительных выработок висячего и лежащего бока с учетом прочности пород на сжатие, глубины их заложения и расстояния до залежи, которые имеют вид:

– для штреков висячего бока

$$U = 129 \cdot \sigma_{сж}^{-2,3} \cdot H \cdot e^{\frac{-L(0,6 \cdot \sigma_{сж} + 41)}{H}}, \text{ м}, \quad (3)$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности пород на одноосное сжатие, МПа.

– для штреков лежащего бока

$$U = 525 \cdot \sigma_{сж}^{-2,7} \cdot H \cdot e^{\frac{-L(0,7 \cdot \sigma_{сж} + 1,7)}{H}}, \text{ м}. \quad (4)$$

Полученные эмпирические зависимости, определяющие величину деформации массива в кровле полевых подготовительных выработок с учетом влияния очистных камер, позволят проектировать паспорта крепления и определять рациональные трассы заложения штреков для камерных систем разработки.

Перечень ссылок

1. Хоменко, О., Кононенко, М., Владыко, А., & Мальцев, Д. (2011). *Горнорудное дело Украины в сети Интернет*. Д.: НГУ.
2. Kononenko, M., & Petlyovanyi, M. (2014). Stress-strain state of rock massif and backfill around chambers of second stage mining. *Mining Of Mineral Deposits*, 8(2), 221-227. <http://doi.org/10.15407/mining08.02.221>
3. Khomenko, O., Kononenko, M., & Petlyovanyy, M. (2014). Investigation of stress-strain state of rock massif around the secondary chambers. *Progressive Technologies Of Coal, Coalbed Methane, And Ores Mining*, 241-245. <http://doi.org/10.1201/b17547-43>
4. Khomenko, O., Kononenko, M., & Petlovanyi, M. (2015). Analytical modeling of the backfill massif deformations around the chamber with mining depth increase. *New Developments In Mining Engineering 2015*, 265-269. <http://doi.org/10.1201/b19901-47>
5. Хоменко, О., Кононенко, М., & Мальцев, Д. (2010). Гірниче обладнання для підземної розробки рудних родовищ. Д.: НГУ.
6. Хоменко, О.Е., & Кононенко, М.Н. (2010). Технология крепления выработок для камерных систем разработки с закладкой. Д.: НГУ.
7. Хоменко, О., Кононенко, М., & Мальцев, Д. (2011). Горное оборудование для подземной разработки рудных месторождений. Д.: НГУ.
8. Кононенко, М., Хоменко, О., & Усатий, В. (2013). Вибір і розрахунок систем підземної розробки рудних родовищ. Д.: НГУ.
9. Хоменко, О., Кононенко, М., & Зубко, С. (2015). Процессы при подземной разработке рудных месторождений. Д.: НГУ.
10. Хоменко, О., & Кононенко, М. (2016). Вскрытие и подготовка рудных месторождений при подземной разработке. Д.: НГУ.
11. Хоменко, О.С. (2016). Геоэнергетика подземной разработки рудных месторождений. Д.: НГУ.
12. Хоменко, О.С., & Кононенко, М.М. (2003). До обґрунтування технології кріплення нарізних виробок в умовах ЗАТ «Запорізький ЗРК». *Науковий вісник НГУ*, (7), 15-17.
13. Хоменко, О.Е., Яворский, В.Н., Кононенко, М.Н., & Сердюк, В.П. (2004). Прогнозирование удароопасности массива на глубоких горизонтах железорудных шахт. *Науковий вісник НГУ*, (11), 9-10.
14. Хоменко, О.Е., Кононенко, М.Н., & Мальцев, Д.В. (2005). Крепление подготовительных выработок вблизи выработанного пространства железорудной шахты. *Науковий вісник НГУ*, (3), 5-7.
15. Бондаренко, В.И., Хоменко, О.Е., Кононенко, М.Н. (2005). Технология крепление подготовительных выработок в условиях Южно-Белозерского железорудного месторождения. *Науковий вісник НГУ*, (8), 3-6.
16. Хоменко, О.Е., Кононенко, М.Н., & Мальцев, Д.В. (2006). Эффективность учета разгруженности массива в креплении нарезных выработок на шахтах ЗАО «Запорожский железорудный комбинат». *Розробка рудних родовищ*, (90), 58-61.
17. Кононенко, М.Н. (2007). Моделирование влияния очистных камер на устойчивость нарезных выработок с понижением глубины горных работ. *Науковий вісник НГУ*, (9), 17-19.
18. Кононенко, М.М. (2010). Дослідження напружено-деформованого стану масиву навколо очисних камер. *Науковий вісник НГУ*, (4), 51-53.

19. Хоменко, О.Є., & Кононенко, М.М. (2010). Моделювання на еквівалентних матеріалах деформації масиву навколо первинних очисних камер. *Науковий вісник НГУ*, (6), 18-21.
20. Кононенко, М.М. (2010). Розвиток руйнівних деформацій навколо очисних камер і їх вплив на нарізні виробки. *Науковий вісник НГУ*, (7-8), 34-37.
21. Хоменко, О.Є., & Кононенко, М.М. (2010). Натурні дослідження поведінки масиву гірських порід навколо первинних очисних камер. *Науковий вісник НГУ*, (9-10), 21-24.
22. Kononenko, M., & Khomenko, O. (2010). Technology of support of workings near to extraction chambers. *New Techniques And Technologies In Mining*, 193-197. <http://doi.org/10.1201/b11329-32>
23. Vladyko, O., Kononenko, M., & Khomenko, O. (2012). Imitating modeling stability of mine workings. *Geomechanical Processes During Underground Mining*, 147-150. <http://doi.org/10.1201/b13157-26>
24. Khomenko, O., Kononenko, M., & Netecha, M. (2016). Industrial research of massif zonal fragmentation around mine workings. *Mining Of Mineral Deposits*, 10(1), 50-56. <http://doi.org/10.15407/mining10.01.050>
25. Khomenko, O., Kononenko, M., & Danylchenko M. (2016). Modeling of bearing massif condition during chamber mining of ore deposits. *Mining Of Mineral Deposits*, 10(2), 40-47. <https://doi.org/10.15407/mining10.02.040>
26. Хоменко, О.Е., Русских, В.В., Нетеча, М.В., Кононенко, М.Н., & Долгий, А.А. (2004). Синергетический подход в исследовании производственных процессов при добыче руд подземным способом. *Науковий вісник НГУ*, (7), 3-5.
27. Лавриненко, В.Ф., & Лысак, В.И. (1980). Напряженное состояние и физические свойства пород в зонах разгрузки вокруг горных выработок. *Изв. ВУЗов. Горный журнал*, (10), 29-32.
28. Лавриненко, В.Ф., & Лысак, В.И. (1991). Уровень удароопасности пород на глубоких горизонтах шахт Кривбасса. *Разработка рудных месторождений*, (52), 30-36.
29. Лавриненко, В.Ф. (1982). Условия равновесия напряжений в нетронутом массиве. *Изв. ВУЗов. Горный журнал*, (6), 17-22.
30. Лавриненко, В.Ф., & Лысак, В.И. (1985). Формирование напряжений вокруг очистных и подготовительных выработок. *Разработка рудных месторождений*, (40), 13-17.
31. Лавриненко, В.Ф. (1986). Преобразование энергии и формирование полей напряжений в массиве вокруг выработок. *Изв. ВУЗов. Горный журнал*, (4), 5-11.
32. Лавриненко, В., & Лысак, В. (1993). Физические процессы в массиве пород при нарушении равновесия. *Изв. ВУЗов. Горный журнал*, (1), 1-6.