

РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.6:622.27

<https://doi.org/10.31713/vt320197>

Калініченко О. В., к.е.н., доцент (Криворізький національний університет)

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДПОВЕРХОВОГО ОБВАЛЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ НА ШАХТІ «РОДІНА» З ПОХИЛОЮ ФОРМОЮ СТЕЛИНИ ПІДСІЧНОЇ КАМЕРИ НА ГЛИБИНАХ ПОНАД 1300 М

Метою даної роботи є аналіз, дослідження та удосконалення системи підповерхового обвалення руди та вміщуючих порід в умовах шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком», що відпрацьовує багаті залізні руди на глибинах понад 1300 м. Зниження глибини розробки рудних родовищ призводить до значного підвищення гірського тиску. Все це призводить до підвищення вимог, які пред'являються до стійкості оголень очисних і компенсаційних камер. Тому в роботі при проектуванні очисної виїмки на великих глибинах надзвичайну увагу приділено стійкості стелин компенсаційних камер. Крім того, недостатня стійкість стелин компенсаційних камер призводить до порушення цілісності глибоких свердловин, які розбурюються поверх компенсаційної камери для відбійки основного запасу блока. Це, зі свого боку, призводить до збільшення виходу негабаритних кусків руди при відбійці. Підвищення виходу негабариту погіршує показники випуску і вилучення багатих руд, що в свою чергу призводить до підвищення собівартості видобутку руди по блоку і в цілому по шахті. Підвищення стійкості похилих стелин компенсаційних камер призводить до зменшення виходу негабариту при відбійці на 0,15-0,3%, поліпшує показники випуску і вилучення багатих руд на 0,2-0,4%, що призводить до зниження собівартості видобутку руди по блоку в середньому на 0,65 грн/т. Запропонована авторами похила форма стелини компенсаційної камери має підвищену стійкість в порівнянні з горизонтальними оголеннями і знижує можливість позапланового обвалення. Для умов шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком», що відпрацьовує багаті залізні руди на глибинах понад 1300 м, застосування похилих стелин компенсаційних камер є найбільш оптимальним.

Ключові слова: залізна руда, система підповерхового обвалення, компенсаційна камера, похила стелина.



Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На сьогоднішній день відпрацювання покладів багатих залізних руд в Кривбасі здійснюється підземним способом. Глибини відпрацювання покладів досягли 1300-1400 м, а глибина окремих головних стволів шахт перевищує 1500 м. На цих глибинах прояви гірського тиску значно збільшуються, що призводить до необхідності зміни технологій та технологічних параметрів. Насамперед це стосується розмірів і форм оголення очисних та компенсаційних камер.

На шахті «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком», що відпрацьовує багаті залізні руди на глибинах понад 1300 м, застосовують системи підповерхового обвалення руди і вміщуючих порід, що не передбачає формування очисних камер. Водночас на шахті застосовують компенсаційні камери незначних розмірів для розташування розпушеної руди після відбійки. Удосконаленню форми стелини компенсаційної камери для формування стійкого оголення і присвячені виконані дослідження.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження та удосконалення систем розробки багатих залізних руд на шахтах Кривбасу з метою підвищення стійкості оголень очисних та підсічних камер виконувались багатьма дослідниками [1-7]. Однак практично всі роботи були виконані для глибин до 1000-1200 м.

Зростання напружено-деформованого стану масиву при відпрацюванні покладів багатих залізних руд, визначення стійкості оголень підземних гірничих виробок досліджувались деякими науковцями та автором для глибин понад 1200-1300 м [8-17]. На основі отриманих результатів досліджень були удосконалені системи розробки для шахт Криворізького залізорудного басейну.

Постановка завдання. Зниження глибини розробки рудних родовищ призводить до значного підвищення гірського тиску та розвитку напружено-деформованого стану масиву. Це призводить до підвищення вимог, які пред'являються до стійкості оголень очисних і компенсаційних камер, тому метою представленої роботи є аналіз, дослідження та удосконалення системи підповерхового обвалення залізної руди на шахті «Родіна» з похилою формою стелини підсічної камери на глибинах понад 1300 м.

Викладення матеріалу та результати. Шахта «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком» розташована в Саксаганському районі м. Кривого Рогу, в центральній частині залізорудного басейну, рис. 1. Поверхня гірничого відводу має рівнинний характер з ухилом на схід в напрямку р. Саксагань. Гірничий відвід рудника з півдня прилягає

до гірничого відводу шахти ім. Артема-1 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», а з півночі – шахти «Октябрська» ПАТ «Кривбасзалізрудком». Загальна довжина гірничого відводу – 3,2 км, ширина – 3,8 км, площа – 12 км².

Сировинну базу шахти «Родіна» складають поклади «Основна 95», «Паралельна кар'єру № 2» і «Основна кар'єру № 5», які представляють собою витягнуті за простяганням рудні тіла стовпоподібної, штокоподібної та гніздо-подібної форми, які розташовуються в дже-спілітах і роговиках переважно П'ятого і в меншій мірі Шостого залі-зистого горизонтів. Головними рудними мінералами в них є мартит (70-90%) та гематит (5-10%). Найбільше значення мають метаморфі-чні породи Криворізької серії. Стратеграфічно вони підрозділяються на 4 світи: нульову K_0 , нижню K_1 , середню K_2 та верхню K_3 .

Нульова світа K_0 складена амфіболітами й розвинена в східній частині гірничого відводу. Потужність Північно-східної світи досягає 400-500м. Нижня світа K_1 представлена конгломератами, кварцита-ми, роговиками та хлорит-карбонат-тальковими сланцями. Потуж-ність нижньої світи K_1 складає 100-200м.

Середня або залізорудна світа K_2 складається з семи залізистих і сланцевих горизонтів, які чергуються поміж собою. Потужність світи становить в середньому 1700-1800 м. Залізисті горизонти представ-лені мартитовими, мартит-гематитовими, мартит-магнетитовими, кар-бонат-силікато-магнетитовими рудами, а також шаруватими рого-виками і дже-спілітами. Міцність їх коливається від $f = 4-6$ до $f = 10-14$ балів. Вміст заліза в них становить 28,0-40,4%. Сланцеві горизон-ти складені кварцево-серіцитовими, хлоритовими, кварц-серіцито-біотитовими, та іншими сланцями. Верхня світа K_3 являє собою слан-ці різного складу і кварцево-карбонатні породи. Потужність світи становить 2-3 км.

Міцність руд змінюється від 2-3 до 7-9 балів за шкалою проф. М.М. Протодьяконова. Об'ємна вага руд в покладах змінюється від 3,47 до 3,6 т/м³ і в середньому складає 3,58 т/м³. Вміщуючі породи представлені дже-спілітами, залізистими роговиками, міцність їх поб-лизу контакту з рудами змінюється від 4-6 до 7-9 балів, а далі від кон-такту – до 10-14 балів.

В геологічній будові району беруть участь магматичні і мета-морфічні породи, покриті до поверхні пухкими осадовими відкладен-нями. Горизонтальна потужність покладів коливається від 3 до 64 м. Довжина за простяганням – до 1450 м. Простягання і падіння відпо-відно вміщуючим породам під кутом падіння 30-37°. Схилення пок-



ладів північне і південне з кутами 32-80°.

Запаси багаті руди у поперсі 1240-1315 м складають 14,1 млн т, а до глибини 1465 м – 59,5 млн т. Горизонтальна потужність покладів коливається від 8-10 до 26 м, довжина за простяганням – від 180 до 880 м. Кут падіння покладу коливається в межах 38-65°. Середній вміст заліза руди в масиві складає 60-61%.

Підвищення глибини розробки родовища призводить до значного підвищення гірського тиску. У зв'язку з цим особливі вимоги пред'являються до стійкості оголень очисних і компенсаційних камер. Надзвичайну увагу при проектуванні очисної виїмки на великих глибинах необхідно приділяти стійкості стелін.

На наш погляд, застосування горизонтальних стелін при формуванні підсічних камер в умовах шахти «Родіна» пов'язане з проблемами підтримки стійких горизонтальних оголень.

Шахта «Родіна»

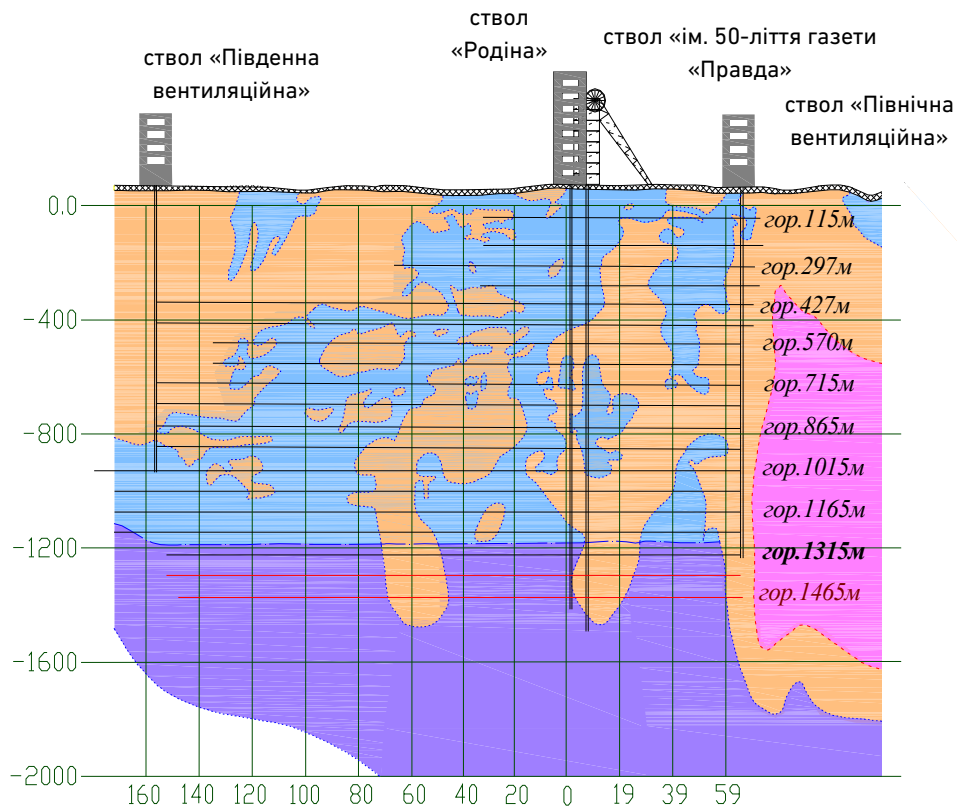


Рис. 1. Вертикальна проекція родовища шахти «Родіна»

Зі зниженням глибини відпрацювання збільшується гірничий тиск, що негативно позначається на стійкості горизонтальних компенсаційних камер. Можливі обвалення горизонтальних стелин призводять до порушення цілісності глибоких свердловин, що в свою чергу призводить до збільшення виходу негабаритних кусків руди при відбійці.

Підвищення виходу негабариту погіршує показники випуску і вилучення багатих руд, що в свою чергу призводить до підвищення собівартості видобутку руди по блоку і по шахті в цілому.

Застосування вертикальних компенсаційних просторів в умовах шахти «Родіна» досить проблематично в зв'язку з малими кутами падіння родовища і неможливістю їх формування на всю висоту відпрацьованої панелі, особливо при малих потужностях рудних тіл.

З огляду на зазначені недоліки, а також існуючу на шахті технологію відпрацювання блоків, рекомендується застосовувати похилу підсічку.

Для підтвердження рекомендованої технології були виконані аналітичні дослідження стійкості похилих стелин методом кінцевих елементів.

На рис. 2 представлені результати розрахунку і ізоляції головних напружень σ_1 гірського масиву при формуванні похилої стелини.

В даному випадку величина максимальних напружень в досліджуваних стелинах варіюється в залежності від величини гірського тиску і кута нахилу стелини.

Отримані розрахункові значення величини максимальних напружень в похилих стелинах очисних камер σ_1 в залежності від глибини розробки H_p і сумірної величини гірського тиску для диференційованої міцності залізних руд f добре описуються логарифмічними рівняннями.

Залежно від міцності руди встановлені залежності описуються рівняннями:

– для міцності руди $f=4-6$

$$\sigma_1 = 12,144 \ln(H_p) - 73,945,$$

де σ_1 – величини максимальних напружень в похилих стелинах, МПа;

H_p – глибина розробки, м;

– для міцності руди $f=5-7$

$$\sigma_1 = 12,634 \ln(H_p) - 77,974;$$

– для міцності руди $f=6-8$

$$\sigma_1 = 11,538 \ln(H_p) - 70,707.$$

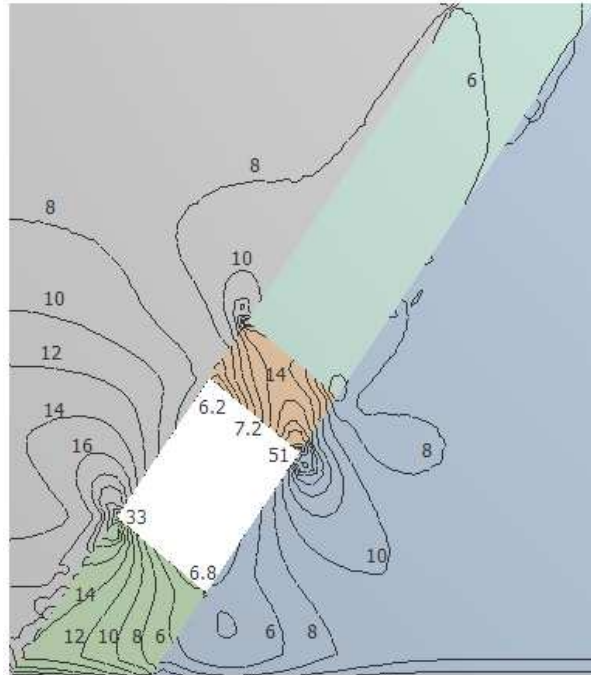


Рис. 2. Результати розрахунку і ізолінії головних напружень σ_1 гірського масиву при формуванні похилої стелини очисної камери: руда – 3Р, порода в/б – 2П, порода л/б – 3П, тиск – P_1

Аналізуючи результати досліджень встановлено закономірність зміни величини максимальних напружень від кута нахилу стелини очисних камер.

Залежність величини максимальних напружень в похилих стелинах від кута нахилу λ_n похилої стелини очисних камер добре описується поліноміальною залежністю виду:

$$\sigma_{1n} = -0,0031\lambda_n^2 + 0,5517\lambda_n - 9,1692,$$

де λ_n – кут нахилу похилої стелини, град.

З урахуванням встановлених закономірностей, величина максимальних напружень в похилих стелинах очисних камер в залежності від глибини розробки і кута нахилу стелин очисних камер для різної міцності залізних руд матиме вигляд:

– для міцності руди $f=4-6$

$$\sigma_1 = (1,0469\ln(H_p) - 6,3746) \cdot (-0,0031\lambda_n^2 + 0,5517\lambda_n - 9,1692);$$

– для міцності руди $f=5-7$

$$\sigma_1 = (1,0891\ln(H_p) - 6,7219) \cdot (-0,0031\lambda_n^2 + 0,5517\lambda_n - 9,1692);$$

– для міцності руди $f=6-8$

$$\sigma_1 = (0,9947 \ln(H_p) - 6,0954) \cdot (-0,0031 \lambda_n^2 + 0,5517 \lambda_n - 9,1692).$$

Враховуючи отримані результати багатофакторних експериментів визначаємо універсальний інтегральний показник величини максимальних напружень в похилих стелинах очисних камер в залежності від глибини розробки, кута нахилу стелини і відповідної міцності залізних руд можна визначити:

$$\sigma_1 = (1,0469 \ln(H_p) - 6,3746) \cdot (-0,0031 \lambda_n^2 + 0,5517 \lambda_n - 9,1692) \times \\ \times (0,2566 \ln(f) + 0,5836)$$

де σ_1 – універсальний інтегральний показник величини максимальних напружень в похилих стелинах, МПа;

H_p – глибина розробки, м;

λ_n – кут нахилу похилої стелини, град.;

f – міцність багатих залізних руд.

На рис. 3 приведена вертикальна проекція системи підповерхового обвалення, яка застосовується на шахті «Родіна» з рекомендованою формою похилої підсічки, розрахованою за нашою методикою.

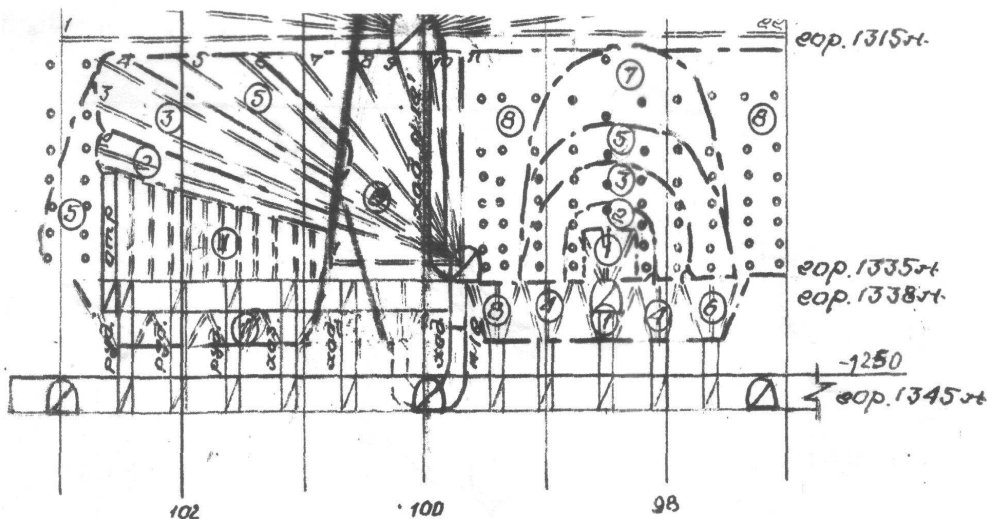


Рис. 3. Вертикальна проекція системи підповерхового обвалення панелі 97-103 осі гор. 1345-1315 м, що застосовується на шахті «Родіна» з рекомендованою формою похилої підсічки: 1 – формування похилої підсічки, 2-8 – стадії відбійки основного запасу панелі

Рекомендована форма похилої стелини компенсаційної камери має підвищену стійкість в порівнянні з горизонтальними оголеннями і знижує можливість позапланового обвалення.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Підвищення стійкості похилих стелин компенсаційних камер призводить до зме-



нення виходу негабариту при відбійці на 0,15-0,3%, поліпшує показники випуску і вилучення багатих руд на 0,2-0,4%, що, в свою чергу, призводить до зниження собівартості видобутку руди по блоку в середньому на 0,65 грн/т.

Таким чином, для умов шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком», що відпрацьовує багаті залізні руди на глибинах понад 1300 м застосування похилих стелин компенсаційних камер є найбільш оптимальним.

Застосування рекомендованої технології формування похилих стелин компенсаційних камер на шахті «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком» при річному видобутку $A_p=1,5$ млн т дозволить отримати річний економічний ефект у розмірі 975 тис. грн.

1. Лавриненко В. Ф., Лысак В. И. Расчет параметров систем подэтажного обрушения в условиях проявления горного давления. *Разработка рудных месторождений*. К. : Техника, 1989. Вып. 48. С. 37–44.
2. Совершенствование элементов систем разработки с обрушением / Е. Г. Фурсов, В. М. Кириченко, Ю. К. Дюдин, М. Э. Денисов. *Горный журнал*. 2005. № 2. С. 34–38.
3. Капленко Ю. П., Цариковский В. В. Пути повышения эффективности камерных систем разработки на шахтах Кривбасса. *Разработка рудных месторождений*. Кривой Рог : Изд-во КТУ. Вып. 85. 2004. С. 30–33.
4. Цариковский В. В., Григорьев А. П., Цариковский Вал. В. Перспективы применения различных систем разработки при подземной добыче руд в Кривбассе. *Разработка рудных месторождений*. Кривой Рог : Изд-во КТУ, 2004. Вып. 85. С. 164–167.
5. Кудрявцев М. И., Баштаненко С. С., Зайцев И. Н. К вопросу повышения эффективности системы подэтажного обрушения руды. *Разработка рудных месторождений*. Кривой Рог : Изд-во КТУ, 2005. Вып. 88. С. 41–45.
6. Чернокур В. Р., Шкробко Г. С., Шелегда В. И. Добыча руд с подэтажным обрушением. М. : Недра, 1992. 271 с.
7. Колосов В. А. Повышение качества железорудной продукции и показателей работы шахт на основе совершенствования технологии добычи и переработки : дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.02. Кривой Рог, 2002. 446 с.
8. Калініченко О. В. Удосконалення концепції управління напружено-деформованим станом гірського масиву при підземних гірничих роботах. *Сборник научных трудов ГП «Научно-исследовательский горнорудный институт»*. Кривой Рог. 2015. С. 104–111.
9. Калініченко О. В. Удосконалення концепції системного управління процесами підземних гірничих робіт з урахуванням впливу на них напружено-деформованого стану гірського масиву. *Гірничий вісник* : наук.-техн. збірник. Кривий Ріг. 2016. Вип. 100. С. 27–31.
10. Калініченко О. В. Фізичне моделювання стійкості масиву при формуванні та підтримці підземних гірських виробок. *Вісник Криворізького національного університету* : зб. наук. праць. Кривий Ріг. 2018. Вип. 47. С. 97–102.
11. Калиниченко Е. В., Калиниченко В. А. Повышение эффективности извлечения руды при системах с

обрушенням. *Разработка рудных месторождений* : науч.-техн. сборник. Кривой Рог. 2001. Вып. 74. С. 65–68. **12.** Kalinichenko E. V., Stupnik M. I., Kalinichenko V. O. Substantiation of stable crown shapes in iron ore mining. *Topical issues of resource-saving technologies in material mining and processing* : multiauthored monograph. Petrosani, Romania, UNIVERSITAS Publishing, 2018. P. 27–38. (270 p.). **13.** Калініченко О. В. Управління процесами підземних гірничих робіт з урахуванням впливу на них напружено-деформованого стану гірського масиву. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Сер. Технічні науки*. 2018. Том 29 (68). № 2. С. 232–236. **14.** Калініченко О. В., Ступнік М. І. Дослідження та моделювання напружено-деформованого стану стелин шатрової та склепистої форми. *Геотехнічна механіка* : міжвідомчий збірник наукових праць. Дніпро. 2017. Вип. 138. С. 135–144. **15.** Калініченко О. В. Дослідження напружено-деформованого стану масиву математичними методами. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Сер. Технічні науки*. 2018. Том 29 (68). № 5. С. 132–136. **16.** Моделювання стійкості штучних споруд при розробці залізних руд / В. О. Калініченко, С. В. Письменний, Д. В. Бровко, О. В. Калініченко. *Гірничий вісник* : науково-технічний збірник. Кривий Ріг. 2018. Вип. 103. С. 39–44. **17.** Калініченко О. В., Калініченко В. О., Письменний С. В. Розкриття запасів залізних руд криворізького басейну підземним способом нижче глибини 1500...1700 м. *Вісник НУВГП. Технічні науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2018. Вип. 1(81). С. 236–247.

REFERENCES:

1. Lavrinenko V. F., Lysak V. I. Raschet parametrov sistem podetazhnoho obrusheniia v usloviakh proiavlenniia hornoho davleniia. *Razrabotka rudnykh mestorozhdenii*. K. : Tekhnika, 1989. Vyp. 48. S. 37–44. **2.** Sovershenstvovanie elementov sistem razrabotki s obrusheniem / E. H. Fursov, V. M. Kirichenko, Yu. K. Diudin, M. E. Denisov. *Hornyi zhurnal*. 2005. № 2. S. 34–38. **3.** Kaplenko Yu. P., Tsarikovskii V. V. Puti povysheniia effektivnosti kamernykh sistem razrabotki na shakhtakh Krivbassa. *Razrabotka rudnykh mestorozhdenii*. Krivoi Roh : Izd-vo KTU. Vyp. 85. 2004. S. 30–33. **4.** Tsarikovskii V. V., Hrihorev A. P., Tsarikovskii Val. V. Perspektivy primeneniia razlichnykh sistem razrabotki pri podzemnoi dobyche rud v Krivbasse. *Razrabotka rudnykh mestorozhdenii*. Krivoi Roh : Izd-vo KTU, 2004. Vyp. 85. S. 164–167. **5.** Kudriavtsev M. I., Bashtanenko S. S., Zaitsev I. N. K voprosu povysheniia effektivnosti sistemy podetazhnoho obrusheniia rudy. *Razrabotka rudnykh mestorozhdenii*. Krivoi Roh : Izd-vo KTU, 2005. Vyp. 88. S. 41–45. **6.** Chernokur V. R., Shkrebko H. S., Shelehda V. I. Dobycha rud s podetazhnym obrusheniem. M. : Nedra, 1992. 271 s. **7.** Kolosov V. A. Povyshenie kachestva zhelezorudnoi produktsii i pokazatelei raboty shakht na osnove sovershenstvovaniia tekhnologii dobychi i pererabotki : dis. ... d-ra tekhn. nauk :



05.15.02. Krivoi Roh, 2002. 446 s. **8.** Kalinichenko O. V. Udoskonalennia kontseptsii upravlinnia napruzhenodeformovanyim stanom hirskoho masyvu pry pidzemnykh hirnychykh robotakh. *Sbornik nauchnykh trudov HP «Nauchno-issledovatel'skii hornorudnyi institut»*. Kryvoi Roh. 2015. S. 104–111. **9.** Kalinichenko O. V. Udoskonalennia kontseptsii systemnoho upravlinnia protsesamy pidzemnykh hirnychykh robot z urakhuvanniam vplyvu na nykh napruzhenodeformovanoho stanu hirskoho masyvu. *Hirnychi visnyk : nauk.-tekhn. zbirnyk*. Kryvyi Rih. 2016. Vyp. 100. S. 27–31. **10.** Kalinichenko O. V. Fizychno modeliuвання stiikosti masyvu pry formuvanni ta pidtrymsti pidzemnykh hirskykh vyrobok. *Visnyk Kryvorizkoho natsionalnoho universytetu : zb. nauk. prats*. Kryvyi Rih. 2018. Vyp. 47. S. 97–102. **11.** Kalinichenko E. V., Kalinichenko V. A. Povyszenie effektivnosti izvlecheniia rudy pri sistemakh s obrusheniem. *Razrobotka rudnykh mestorozhdenii : nauch.-tekhn. sbornik*. Krivoi Roh. 2001. Vyp. 74. S. 65–68. **12.** Kalinichenko E. V., Stupnik M. I., Kalinichenko V. O. Substantiation of stable crown shapes in iron ore mining. *Topical issues of resource-saving technologies in material mining and processing : multiauthored monograph*. Petrosani, Romania, UNIVERSITAS Publishing, 2018. R. 27–38. (270 p.). **13.** Kalinichenko O. V. Upravlinnia protsesamy pidzemnykh hirnychykh robot z urakhuvanniam vplyvu na nykh napruzhenodeformovanoho stanu hirskoho masyvu. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu im. V.I. Vernadskoho. Ser. Tekhnichni nauky*. 2018. Tom 29(68). № 2. S. 232–236. **14.** Kalinichenko O. V., Stupnik M. I. Doslidzhennia ta modeliuвання napruzhenodeformovanoho stanu stelyn shatrovoi ta sklepystoi formy. *Heotekhnichna mekhanika : mizhvidomchyi zbirnyk naukovykh prats*. Dnipro. 2017. Vyp. 138. S. 135–144. **15.** Kalinichenko O. V. Doslidzhennia napruzhenodeformovanoho stanu masyvu matematychnymy metodamy. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu im. V.I. Vernadskoho. Ser. Tekhnichni nauky*. 2018. Tom 29 (68). № 5. S. 132–136. **16.** Modeliuвання stiikosti shtuchnykh sporud pry rozrobtsi zaliznykh rud / V. O. Kalinichenko, S. V. Pysmennyi, D. V. Brovko, O. V. Kalinichenko. *Hirnychi visnyk : naukovo-tekhnicnyi zbirnyk*. Kryvyi Rih. 2018. Vyp. 103. S. 39–44. **17.** Kalinichenko O. V., Kalinichenko V. O., Pysmennyi S. V. Rozkryttia zapasiv zaliznykh rud kryvorizkoho baseinu pidzemnym sposobom nyzhche hlybyny 1500...1700 m. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky : zb. nauk. prats*. Rivne : NUVHP, 2018. Vyp. 1(81). S. 236–247.

Kalinichenko O. V., Candidate of Economics (Ph.D.), Associate Professor (Kryvyi Rih National University)

ENHANCEMENT OF THE SYSTEM OF SUB-LEVEL IRON ORE CAVING WITH THE INCLINED CROWN OF THE UNDERCUTTING ROOM AT THE DEPTHS OF OVER 1300 M AT “RODINA” UNDERGROUND MINE

The aim of the article is to analyze, study and enhance the system of sub-level caving of ore and enclosing rocks at “Rodina” underground mine (PJSC “Kryvbaszalizrudkom”) that mines rich iron ores at over 1300 m depths. Deep mining of ore deposits results in increased rock pressure and, consequently, increased requirements to stability of exposures of stopes and compensation rooms. For this reason, when designing stoping at great depths, stability of compensation room crowns is paid considerable attention to. Also, insufficient stability of compensation room crowns results in damage to integrity of deep boreholes drilled over compensation rooms for breaking main reserves of the block and, consequently, in increased output of oversize pieces when breaking. This deteriorates drawing and extraction of rich ores and results in increased costs of ore mining in the block and the underground mine as a whole. The suggested inclined shape of the crown of the compensation room is of increased stability as compared with horizontal exposures and reduces risks of unscheduled caving.

Keywords: iron ore, sub-level caving system, compensation room, inclined crown.

Калиниченко Е. В., к.э.н., доцент (Криворожский национальный университет)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДЭТАЖНОГО ОБРУШЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ НА ШАХТЕ «РОДИНА» С НАКЛОННОЙ ФОРМОЙ ПОТОЛОЧИНЫ ПОДСЕЧНОЙ КАМЕРЫ НА ГЛУБИНАХ БОЛЕЕ 1300 М

Целью данной работы является анализ, исследование и совершенствование системы подэтажного обрушения руды и вмещающих пород в условиях шахты «Родина» ПАО «Кривбассжелезрудком», которая отработывает богатые железные руды на глубинах более 1300 м. Снижение глубины разработки рудных месторождений приводит к значительному повышению горного давления. Все это приводит к повышению требований, предъявляемых к устойчивости обнажений очистных и компенсационных камер. Поэтому в ра-



боте при проектуванні очистної виемки на великих глибинах незвичайне увагу приділено стійкості стельових компенсаційних камер. Крім цього, недостатня стійкість стельових компенсаційних камер призводить до порушення цілості глибоких скважин, які розбувають вище компенсаційної камери для відбою основного запасу блоку. Це в свою чергу призводить до збільшення виходу негабаритних кусків руди при відбої. Підвищення виходу негабарита погіршує показники випуску і вилучення багатих залізних руд, що в свою чергу призводить до підвищення собівартості добування руди по блоку і по шахті в цілому. Представлена авторами нахилна форма стельовини компенсаційної камери має підвищену стійкість порівняно з горизонтальними обнаженнями і зменшує можливість її непланового обвалення.

***Ключові слова:* залізна руда, система підетажного обвалення, компенсаційна камера, нахилна стельовина.**
