

WayScience



3rd International Scientific
and Practical Internet Conference

«Ways of Science Development
in Modern Crisis Conditions»

ISBN 978-617-95218-7-4

Editorial board of International Electronic Scientific and Practical Journal «WayScience»
(ISSN 2664-4819 (Online))

The editorial board of the Journal is not responsible for the content of the papers and may not share the author's opinion.

Ways of Science Development in Modern Crisis Conditions: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Internet Conference, June 2-3, 2022. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, 228 p.

ISBN 978-617-95218-7-4

3rd International Scientific and Practical Internet Conference "Ways of Science Development in Modern Crisis Conditions" is devoted to theoretical and practical research, creation of offers for the development of science in the environment of threats and new challenges.

Topics cover all sections of the International Electronic Scientific and Practical Journal "WayScience", namely:

- public administration sciences;
- philosophical sciences;
- economic sciences;
- historical sciences;
- legal sciences;
- agricultural sciences;
- geographic sciences;
- pedagogical sciences;
- psychological sciences;
- sociological sciences;
- political sciences;
- philological sciences;
- technical sciences;
- medical sciences;
- chemical sciences;
- biological sciences;
- physical and mathematical sciences;
- other professional sciences.

Dnipro, Ukraine – 2022

ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ ПОРІД ВИСЯЧОГО БОКУ ПРИ ПІДЗЕМНІЙ РОЗРОБЦІ ЗАЛІЗНИХ РУД

Масленнікова А.С.

студентка кафедри гірничої інженерії та освіти
НТУ «Дніпровська політехніка»

Петльований М.В.

к.т.н., доц., доцент кафедри гірничої інженерії та освіти
НТУ «Дніпровська політехніка», <https://orcid.org/0000-0002-8911-4973>

При видобутку сирих залізних руд питання їх якості є надзвичайно важливим і має суттєве комерційне значення [1, с. 1362; 2, с. 3493]. Коливання якості руди створюють проблеми при її переробці, погіршуючи технологічні показники збагачення. Це, у свою чергу, призводить до неефективного використання мінеральної сировини, збільшення витрат на металургійний переділ і, як наслідок, зниження економічної ефективності всього гірничо-металургійного комплексу [3, с. 146; 4, с. 6]. Тенденція зниження якості видобутих залізних руд більш характерна для підземного способу видобутку, що пояснюється більшою глибиною розробки та зростанням інтенсивності проявів гірського тиску зі збільшенням глибини. Внаслідок впливу технологічних та гірничо-геологічних факторів при підземній розробці відзначаються випадки суттєвого засмічення видобутої руди з очисних камер.

В умовах Криворізького залізорудного басейну залізні руди видобуваються підповерхово-камерною системою розробки та підповерховим обваленням при середній міцності порід висячого та лежачого боків на однісне стиснення 120-140 МПа. У цьому випадку основною причиною засмічення руди є відхилення напрямку вибухових свердловин і вихід їх у законтурний простір, що призводить до руйнування порожніх порід за виїмковим контуром рудного тіла, з наступним засміченням ними рудної маси та зниження вмісту Fe до 12% [5, с. 3].

В умовах Південно-Білозерського родовища багаті руди видобувають високоефективною підповерхово-камерною системою розробки із твердіючим закладанням в умовах мінливих за міцністю порід висячого боку 60-150 МПа [6, с. 2; 7, с. 1]. Основною причиною збільшення показників засмічення руди, що відбивається, по ряду очисних камер першої черги з 5 до 10-12% є обвалення порід висячого боку, викликаного геомеханічними процесами [8, с. 35; 9, с. 187]. При відпрацюванні камер другої черги засмічення відбувається переважно від обвалу закладного масиву [10, с. 38; 11, с. 385]. В умовах розглянутого родовища при неухильному зниженні якості видобутих гематито-мартитових руд виникне необхідність запровадження витратного циклу дозбагачення руд.

Аналіз причин засмічення руди на різних родовищах дозволяє зробити висновок, що найскладнішим завданням є прогноз, управління та попередження випадків обвалення порід висячого боку внаслідок природно-техногенного впливу на відміну контролю напрямку вибухових свердловин за допомогою впровадження спеціальних автоматизованих систем.

Нестійкі породи висячого боку негативно впливають на ефективність та безпеку видобутку руди по шахті в цілому. В результаті обвалення порід висячого боку в камеру збільшується об'єм підземних порожнин, що підлягають заповненню закладною сумішшю і, як наслідок, залучення додаткових витрат. Розвиток великих обвалів порід висячого боку досить небезпечний з позиції безпеки, оскільки за 20-25 м від контуру рудного покладу проводяться підповерхові штреки, по яким переміщуються люди, устаткування й матеріали. Обвалення порід можуть призвести до серйозних руйнувань підповерхових штреків і становити небезпеку для працівників. Також обвалені породи із вмістом заліза 25-30% значно розбавляють відбиту руду, знижуючи загальний вміст заліза в руді у виїмковій

камері. Це призводить до необхідності перемішування видобутих руд із різних камер для забезпечення загальношахтного показника якості руди [12, с. 711; 13, с. 58].

Проблемним питанням стійкості порід висячого боку та засміченню руд внаслідок їх обвалу присвячено велику кількість наукових праць. Проведено дослідження стійкості порід висячого боку зі зміною кута падіння рудного покладу, висоти та ширини виїмкової камери та визначено за яких оптимальних параметрів спостерігалось менше засмічення руди породами висячого боку [14, с. 3809]. Досліджено стан порід висячого боку покладу незначної потужності, де автори дійшли висновку, що причиною їхнього нестійкого стану є тріщинуватість і міцність порід, пережим порід та збільшення зони релаксації. Автори рекомендують залишати шар руди підтримання порід висячого боку [15, с. 490]. Увага приділялася геомеханічному та економічному обґрунтуванню товщини рудного шару для запобігання обвалення порід висячого боку [16, с. 78]. Для прогнозування глибини руйнування порід висячого боку автори застосували метод Evolutionary Random Forest (ERF), де алгоритм показав високу збіжність із фактичними даними шахти [17, с. 72810]. Було розроблено новий критерій оцінки стійкості порід висячого боку, який встановлює значний вплив та взаємозв'язок між якістю породи та принципом формування навантаження на перекриття порід висячого боку [18, с. 4573]. Також відомо ряд інших досліджень, що стосуються стійкості порід висячого та лежачого боків, що контактують з виїмковою камерою у процесі видобутку руди [19, с. 1462; 20, с. 356].

Таким чином проблема стійкості порід висячого боку є вельми важливою для підземних рудників, що розробляють похилі та крутопадаючі рудні поклади, яка істотно впливає на якість руд, що видобуваються, і, відповідно, на їх собівартість. Для її вирішення необхідним є детальний науково-технічний аналіз відомих способів та методів підвищення стійкості порід висячого боку та вибір найбільш оптимальних рішень.

Список літератури:

1. Forster, K., Milne, D., & Pop, A. (2007). Mining and rock mass factors influencing hangingwall dilution. *Rock Mechanics: Meeting Society's Challenges and Demands*, 1361-1366. <https://doi.org/10.1201/noe0415444019-c169>
2. Petlovanyi, M., & Mamaikin, O. (2019). Assessment of an expediency of binder material mechanical activation in cemented rockfill. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(20), 3492-3503.
3. Petlovanyi, M.V., Zubko, S.A., Popovych V.V., & Sai, K.S. (2020). Physicochemical mechanism of structure formation and strengthening in the backfill massif when filling underground cavities. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, (6), 142-150. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2020-133-6-142-150>
4. Azarian, V., Lutsenko, S., Zhukov, S., Skachkov, A., Zaiarskyi, R., & Titov, D. (2020). Applied scientific and systemic problems of the related ore-dressing plants interaction in the event of decommissioning the massif that separates their quarries. *Mining of Mineral Deposits*, 14(1), 1-10. <https://doi.org/10.33271/mining14.01.001>
5. Pysmennyi, S., Shvager, N., Shepel, O., Kovbyk, K., & Dolgikh, O. (2020). Development of resource-saving technology when mining ore bodies by blocks under rock pressure. *E3S Web of Conferences*, (166), 02006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016602006>
6. Bazaluk, O., Petlovanyi, M., Lozynskyi, V., Zubko, S., Sai, K., & Saik, P. (2021). Sustainable underground iron ore mining in Ukraine with backfilling worked-out area. *Sustainability*, 13(2), 834. <https://doi.org/10.3390/su13020834>
7. Petlovanyi, M., Ruskykh, V., Zubko, S., & Medianykh, V. (2020). Dependence of the mined ores quality on the geological structure and properties of the hanging wall rocks. *E3S Web of Conferences*, (201), 01027. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020101027>
8. Stupnik, N., Kalinichenko, V., Kolosov, V., Pismennyi, S., & Shepel, A. (2014). Modeling of stopes in soft ores during ore mining. *Metallurgical and Mining Industry*, 6(3), 32-37.

9. Кузьменко, А.М., & Петлёванный, М.В. (2015). Обоснование целесообразности тонкого измельчения вяжущего материала при закладочных работах. *Розробка Родовищ*, (9), 183-190.

10. Кузьменко, А.М., & Петлёванный, М.В. (2015). Влияние структуры горного массива и порядка отработки камерных запасов на разубоживание руды. *Геотехническая Механика*, (118), 37-45.

11. Кузьменко, А.М., Петлёванный, М.В., & Усатый, В.Ю. (2010). Влияние тонкоизмельченных фракций шлака на прочностные свойства твердеющей закладки. *Розробка Родовищ*, 383-386.

12. Petlovanyi, M.V., Ruskykh, V.V., & Zubko S.A. (2019). Peculiarities of the underground mining of high-grade iron ores in anomalous geological conditions. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 28(4), 706-716. <https://doi.org/10.15421/111966>

13. Кузьменко, А.М., & Петлёванный, М.В. (2017). Взаимосвязь структурных изменений окружающего массива с устойчивостью контура очистных камер при разработке крутых залежей железной руды. *Вісті Донецького Гірничого Інституту*, (2), 56-61.

14. Hefni, M.A., Abdellah, W.R.E., & Ahmed, H.M. (2020). Factors influencing stope hanging wall stability and ore dilution in narrow-vein deposits: Part II. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(4), 3795-3813. <https://doi.org/10.1007/s10706-020-01259-9>

15. Kasanda, T.B., & Bowa, V.M. (2019). Causes and impact of hangingwall instability in open stopes: A case of Chifupu Project in Zambia. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(1), 475-495. <https://doi.org/10.1007/s10706-019-01038-1>

16. Urli, V., & Esmaili, K. (2016). A stability-economic model for an open stope to prevent dilution using the ore-skin design. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, (82), 71-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmmms.2015.12.001>

17. Qi, C., & Chen, Q. (2018). Evolutionary Random Forest Algorithms for predicting the maximum failure depth of open stope hangingwalls. *IEEE Access*, (6), 72808-72813. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2880009>

18. Vallejos, J.A., & Díaz, L. (2020). A new criterion for numerical modelling of hangingwall overbreak in open stopes. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 53(10), 4559-4581. <https://doi.org/10.1007/s00603-020-02179-z>

19. Abdellah, W.R.E., Hefni, M.A., & Ahmed, H.M. (2019). Factors influencing stope hanging wall stability and ore dilution in narrow-vein deposits: Part 1. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(2), 1451-1470. <https://doi.org/10.1007/s10706-019-01102-w>

20. Umar, S.B. (2017). Modelling of caving and deformation mechanisms of the hangingwall of the Printzsköld orebody at MalMBERGET mine. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 117(4), 351-360. <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2017/v117n4a6>