

*М.В. Петльованій, К.С. Сай,
НТУ “Дніпровська політехніка”,
petlyovanyi1986@gmail.com*

ВПЛИВ ВИДОБУТКУ ЗАЛІЗНИХ РУД НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДЕННОЇ ПОВЕРХНІ В УМОВАХ КРИВБАСУ: ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

Криворізький залізорудний басейн є потужним промисловим регіоном, де підземним і відкритим способом видобувається 75 % всіх залізних руд України [1; 2]. Внаслідок технологічного процесу підземного видобутку родовищ залізних руд навколишнє природне середовище Криворізького регіону зазнає екологічних збитків: відбувається накопичення відходів видобутку та переробки підприємствами гірничо-металургійного комплексу (ГМК) на денній поверхні, просідання денної поверхні у формі обвалень та воронкоутворення, що призводить до підтоплення й заболочування територій [3; 4].

Просідання та обвалення денної поверхні. Шахтами і кар'єрами у Криворізькому залізорудному басейні щорічно видобувається 150–160 млн. т залізної руди. Підземний видобуток залізних руд здійснюється 6-ма шахтами із застосуванням поверхово-камерної системи розробки (55 %) та з підповерховим обваленням (45 %) [5; 6]. Вилучення рудних запасів за існуючою технологією видобутку не передбачає заповнення утворених пустот закладним матеріалом. Єдиним залізорудним підприємством, що здійснює екологічнобезпечний видобуток залізних руд із застосуванням твердіючого закладання, є ПрАТ “Запорізький залізорудний комбінат” (с. Мала Білозірка, Запорізька область) [7; 8].

Внаслідок відсутності закладення підземних пустот на шахтах Кривбасу зрушується масив гірських порід, а на поверхні формуються воронки просідання, що охоплюють значні площі. Так, яскравим прикладом негативних явищ впливу підземного видобутку є значне руйнування земної поверхні у формі воронок та обвалень на площі 16 га внаслідок її підробки шахтою “Орджонікідзе”. Наслідками є високі збитки, людські жертви, зупинки шахти на 3 місяці та перегляду технології ведення гірничих робіт. Окремі руйнування цивільних об'єктів селища внаслідок просідання земної поверхні відмічались і раніше навколо всіх 6-ти підземних рудників. На сьогодні площа підроблених гірничими роботами територій з оцінки державного проектного інституту “Кривбаспроект” становить 3600 га, а площа воронок обвалення в межах мульди зрушення гірських порід у полях діючих та ліквідованих шахт становить близько 1000 га. Глибина провалів і просідань сягає 100 м. Сьогодні утворені воронки поблизу

промислових майданчиків шахт наблизились до районів міста Кривий Ріг. У прилеглих селах спостерігаються руйнування цивільних та інфраструктурних об'єктів, наслідком якого є переселення людей. Відомі негативні явища утворення зон масштабних обвалень поверхні відбувались у 2010 та 2013 роках і є небезпека їх повторення.

Утворені поверхневі порожнини частково заповнюються шахтними породами, але відсутнє наукове обґрунтування та підходи щодо формування стійкого сипкого масиву, який з часом, вірогідно, дасть просідання денної поверхні. Якщо кар'єрні пустоти після завершення етапів гірничих робіт підлягають обов'язковій рекультиваци, то питання відновлення територій з несподівано утвореними поверхневими обваленнями залишається недостатньо розкритим та науково обґрунтованим.

Накопичення відходів діяльності підприємств гірничо-металургійного комплексу. Стан навколишнього природного середовища Криворізького регіону суттєво ускладнюється щорічним утворенням багатотонажних промислових відходів у вигляді розкритих кар'єрних і пустих порід, шахтних пустих порід, хвостів збагачення, металургійних шлаків. Основними діючими гірничорудними підприємствами міста, що утворюють масштабні відходи, є ПАТ “Суша Балка”, ПАТ “Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат”, ПрАТ “Центральний ГЗК”, ПАТ “Південний ГЗК”, ПАТ “Північний ГЗК” та ПАТ “Криворізький залізорудний комбінат”.

В регіоні налічується не менше 13 відвалів порід, 8 крупних хвостосховищ, 4 відвали металургійних шлаків, а площа порушених земель складає понад 10 тис. га. За попередньою оцінкою авторів, накопичено понад 10 млрд.т розкритих і пустих порід та більше 4,5 млрд. т хвостів збагачення і металургійних шлаків. За складування вказаних відходів у межах населеного пункту підприємства сплачують мільйони гривень екологічного податку. Інфільтрація речовин з накопичень техногенних відходів суттєво забруднює ґрунти та підземні води. Під складування техногенних відходів відводяться чисельні площі, які є цінними для сільськогосподарського користування. Доведено, що техногенна сировина крім того, що є відходами, містить цінні компоненти, у вилученні яких є економічний сенс [9, 10]. На теперішній час гострою проблемою є завершення проектних розмірів хвостосховищ продуктів збагачення, які заповненні на 95 %, а вільних перспективних земельних площ в районі м. Кривий Ріг під нові хвостосховища не передбачається.

На думку авторів, основними шляхами вирішення екологічних проблем на сьогодні є наступні заходи:

1. Для попередження проявів просідань та обвалень денної поверхні доцільним є застосування повного або часткового закладання пустими

породами, а також твердіючими сумішами і закладними матеріалами, для яких потенційно можуть бути використані техногенні відходи. Світова практика технологій закладних робіт показує успішний досвід застосування техногенних відходів як закладних компонентів, незважаючи на суттєві капітальні та експлуатаційні витрати.

2. Для ліквідації вже утворених просідань та обвалень денної поверхні пропонується в них формувати комбінований закладний масив з сипких техногенних відходів. Це сприятиме мінімізації деформацій денної поверхні. Зважаючи на те, що промислові відходи знаходяться у єдиних власників-підприємств, то доцільним є поєднання системи “порожнина-відходи” у формі закладного масиву.

3. Впровадження сучасних технологій переробки техногенних відходів та вилучення з них цінних компонентів. Особливо перспективним та першочерговим є вилучення залізного концентрату з породних відвалів шахт і кар’єрів, а також хвостосховищ збагачення залізних руд із використанням пустих на вміст фракцій в якості будівельних матеріалів.

Література

1. *Мінеральні ресурси України*. (2020). Київ, Україна: Державне науково-виробниче підприємство “Державний інформаційний геологічний фонд України”, 270 с.
2. 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. URL: <https://doi.org/10.3390/su13020834>
3. Четверик, М.С., & Бубнова, Е.А. (2010). Формирование техногенной геологической среды и ее взаимосвязь с природной. *Вісник Криворізького технічного університету*, (25), 83–87.
4. Лашкун, Г.А., & Пасічник, Н.В. (2018). Еколого-економічна оцінка та соціальні наслідки діяльності гірничих підприємств. *Економіка та суспільство*, (17), 454–460.
5. Колосов, В.О., Маланчук, З.Р., & Письменний, С.В. (2018). Відпрацювання складноструктурних крутоспадних покладів залізних руд з нестійкими породами висячого боку. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки*, (4), 73–86.
6. Письменний, С.В. (2018). Исследование формы очистного блока в неустойчивых рудах Криворожского железорудного бассейна. *Вісник Криворізького національного університету*, (47), 160–164.
7. Petlovanyi, M.V., Zubko, S.A., Popovych, V.V., & Sai, K.S. (2020). Physico-chemical mechanism of structure formation and strengthening in the backfill massif when filling underground cavities. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Technologii*, (6), 142–150. URL: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2020-133-6-142-150>
8. Кузьменко, А.М., Петлёваный, М.В., & Усатый, В.Ю. (2010). Влияние тонкоизмельченных фракций шлака на прочностные свойства твердеющей закладки. В *Матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції “Школа підземної розробки”* (с. 383–386). Дніпропетровськ : Національний гірничий університет.

9. Shreekant, R.L., Aruna, M., & Vardhan, H. (2016). Utilisation of mine waste in the construction industry – A critical review. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 09(01), 182–195. URL: <https://doi.org/10.15407/mining08.01.019>
10. Петлєваний, М.В., & Гайдай, А.А. (2017). Аналіз накопичення і систематизація породних відвалів вугільних шахт, перспективи їх розробки. *Геотехнічна механіка*, (136), 147–158.

*P.V. Pysarenko, M.S. Samoilyk, O.Yu. Dichenko, M.S. Sereda,
Poltava State Agrarian University,
maryna.samoilyk@pdaa.com.ua*

STRATEGIC DIRECTIONS OF THE REGIONAL WASTE MANAGEMENT

One of the conditions for sustainable territorial development is a socio-ecological-economic balance in the region, which presents such a state of regional systems that provides economic growth, social stability and ecological safety in the region. Violation of this balance leads to the emergence of losses having different characteristic features: ecological, economic and social. An essential element of socio-ecological-economic balance in the region is effective functioning of municipal solid waste (MSW) management sphere.

Today MSW management sphere in the region does not have systemic features, most likely it is a set of related but non-effective elements. Exactly under these conditions the task of transformation of “a set of elements” into a system becomes important through the development of MSW management system, covering all aspects of solid waste management: social, economic, technological, environmental and legal and their optimization. In this regard the region can and should become the backbone “vehicle” of the state policy in this area and provide a purposeful wide range decision of the problems related to waste handling.

In the Poltava region the growth trend of MSW formation since 2000 has been observed, its composition, physical and chemical characteristics being diversified. The annual MSW formation per capita has also increased (from 0.28 ton per a person a year in 2005 to 0.56 ton per a person a year in 2020). This is a common trend in Ukraine. Thus, the volume of the formed MSW in 2005 was 0.99 million m³, in 2015 it was 1.1 million m³, in 2020 it became 1.8 million m³ (1.6 times more than in 2005). A considerable part of MSW (34.11 %) is formed in Poltava and Kremenchug. Coverage of the Poltava region population by collecting and removing waste services is 60 % on the average, for urban population it being 90 % and for rural – 25 % [1–2].

Comparing with 2005 the content of polymer waste, glass, paper and cardboard waste in MSW has considerably increased. The reason for this is,