

УДК 628.19:620.26

**АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕНOSTI КАР'ЄРНИХ ВОД ПІД ЧАС
ВИДОБУВАННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ**

І. Ю. Бучек, А. І. Святенко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, Україна. E-mail: ecol@kdu.edu.ua

В. В. Підліснюк

Університет Матея Бела, Словачія

Вивчено процеси формування забруднення кар'єрних вод розчинними формами заліза і деякими іншими компонентами на родовищі залізистих кварцитів відкритого видобування залізної руди. Встановлено, що вміст іонів заліза у водах є незначним і змінюється залежно від кількості атмосферних опадів.

Ключові слова: кар'єрні води, залізна руда, відкрита добича, вміст заліза.

**THE ANALYSIS OF THE CONDITION OF CONTAMINATION OF WATERS MINING
AT THE OPEN-CAST IRON-ORE MINES**

I. Y. Buchek, A. I. Svjatenko

Kremenchuk Mykhaylo Ostrogradskiy National university
vul. Pershotravneva, 20, 39600, Kremenchuk, Ukraine. E-mail: ecol@kdu.edu.ua

V. V. Pidlisnyuk

Matei Bel University, Slovakia

Processes of mining wastewater formulation was discussed of open-pit mining by connections of iron and others various components is spent. It was established that concentration of iron in wastewater is low and was changed in accordance on quantity volum of precipitation.

Key words: mine waters, iron ore, open-pit mining, the iron maintenance.

**АНАЛІЗ СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ КАРЬЕРНЫХ ВОД ПРИ ДОБЫЧЕ
ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ**

И. Ю. Бучек, А. И. Святенко

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградського
ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина. E-mail: ecol@kdu.edu.ua

В. В. Пидлиснюк

Університет Матея Бела, Словачія

Изучены процессы формирования загрязнения карьерных вод открытой добычи растворимыми формами железа и другими различными компонентами. Установлено, что на месторождении железистых кварцитов содержание железа в водах невысокое и изменяется в зависимости от количества атмосферных осадков.

Ключевые слова: карьерные воды, железная руда, открытая добыча, содержание железа.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. В Україні широко ведуться роботи з видобування залізної руди відкритим і закритим способами, при яких утворюється велика кількість кар'єрних вод, забруднених сполуками заліза, нафтопродуктами, сульфатами, хлоридами, завислими та іншими речовинами.

Перед скидом таких вод у поверхневі водойми їх необхідно очищати від забруднюючих речовин, насамперед, від заліза. Для розробки методів очистки першим кроком є встановлення стану та величини забруднення.

До складу гірських підприємств входять: обладнані гірські виробки, в яких видобувається залізна руда та обслуговуючі їх технічні, господарські, комунально-побутові та житлові наземні споруди і будівлі. Залежно від виду корисних копалин, властивостей та умов залягання родовища і способів його розвідки або розробки гірські підприємства мають назву шахт, копалень, кар'єрів (розрізів) і промислів.

Шахти і копальні зазвичай слугують для розвідки або видобутку корисних копалин (вугілля, руда, будівельні матеріали) підземними гірськими роботами, а кар'єри – відкритими.

Кар'єрні води формуються шляхом змішування підземних вод різних горизонтів, їх взаємодії з кар'єрною атмосферою і породами [1]. Хімічний склад і загальна мінералізація кар'єрних вод відрізняються від підземних. Це пов'язано з окисненням кар'єрних вод, активізацією вилуговування гірських порід, зміною газового і бактеріального складу, а також із їх забрудненням нафтопродуктами, маслами і т.п. [2].

Перед скиданням кар'єрні води зазвичай очищають за допомогою спеціальних очисних споруд. Для обґрунтованого проектування очисних споруд необхідно знати склад кар'єрних вод і місця локалізації основних забруднень.

Процеси формування забруднень кар'єрних вод ще повною мірою не вивчені. Для розробки ефективних методів очистки кар'єрних вод першим необхідним кроком є аналіз формування складу забруднення [3].

У зв'язку із вищевикладеним метою роботи є аналіз стану рівня забруднення кар'єрних вод у кар'єрах відкритого видобування залізної руди на прикладі Полтавського гірничо-збагачувального комбінату.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.
Кар'єр Полтавського гірничо-збагачувального комбінату знаходиться в північно-східному напрямку на відстані приблизно 2 км від м. Комсомольська Полтавської області.

Місто Комсомольськ розташоване на березі р. Дніпро; на відстані 6 км від міста знаходиться р. Сухий Кобелячок, яка є притоком р. Дніпро. Габарити вищезгаданого кар'єру наступні: довжина по поверхні – 6000 м, ширина – 2100 м, глибина – 330 м.

У родовищі Полтавського гірничо-збагачувального комбінату руда має наступний склад: Fe_2O_3 – 49–56,9%; FeO – 0,58–5,8%; SiO_2 – 12,2–27,3%; Al_2O_3 – 0,63–5,16%; CaO – 0,04–0,27%; MgO – 0,01–0,38%; Mn – 0,04–0,08%; TiO_2 – 0,03–0,14%; V_2O_5 – 0,01%; P_2O_5 – 0,04–0,16%; SO_3 – 0,02–0,12%; As_2O_5 – відсутній [4].

При розробці родовища залізної руди відбувається розкриття земних пластів із застосуванням буровибухових робіт і спеціальної техніки. Цей процес супроводжується надходженням підземних і атмосферних вод у нижню частину кар'єру та їх накопиченням [5].

Схема формування стічних вод у процесі розробки родовища та збагачення залізної руди на Полтавському гірничо-збагачувальному комбінаті наведена на рис. 1.

Як видно з рис. 1, під час видобутку залізної руди на родовищі Полтавського гірничо-збагачувального комбінату утворюються кар'єрні води, які із зумпфів із різних горизонтів насосами відкачуються до хвостосховища. Кар'єрні води Полтавського гірничо-збагачувального комбінату складають 32,6% від загального об'єму стічних вод

об'єкту. Одночасно до хвостосховища скидаються води від виробничих процесів із фабрик збагачення руди, очищені господарсько-побутові стічні води м. Комсомольська, господарсько-побутові стічні води Полтавського гірничо-збагачувального комбінату та очищені зливові стічні води. Частина зливових стоків після очисних споруд скидається в р. Дніпро. У хвостосховищі відбувається відстоювання завислих речовин, після чого освітлена вода потрапляє в обвідний (кільцевий) канал хвостосховища. З обвідного каналу вода надходить на технологію, у випадку дисбалансу надмірна частина води спрямовується до біологічних інженерних споруд і після очистки скидається в р. Сухий Кобелячок. Для контролю якісного складу кар'єрних вод Полтавського гірничо-збагачувального комбінату були використані тільки стандартизовані методики, які мають високу точність визначення параметрів, зокрема:

– мінералізація шахтних вод визначалася згідно з методикою МВВ 081/12–0109–03. Відносна похибка не перевищує 5%;

– хімічне споживання кисню визначалося титриметричним методом згідно з КНД 211.1.4.021-95. Відносна похибка не перевищує 15%;

– вміст хлоридів і сульфатів визначається методами, які мають відносну похибку не більше 10%;

– концентрація заліза визначалася ортофенантроліновим методом, який в інтервалі концентрацій, що визначаються, має похибку не більше 12,5 %.

Визначений якісний склад шахтних вод у районі розташування Полтавського родовища залізної руди (м. Комсомольськ) наведено в табл. 1. Аналізувався стан вод за 2005-2010 рр.

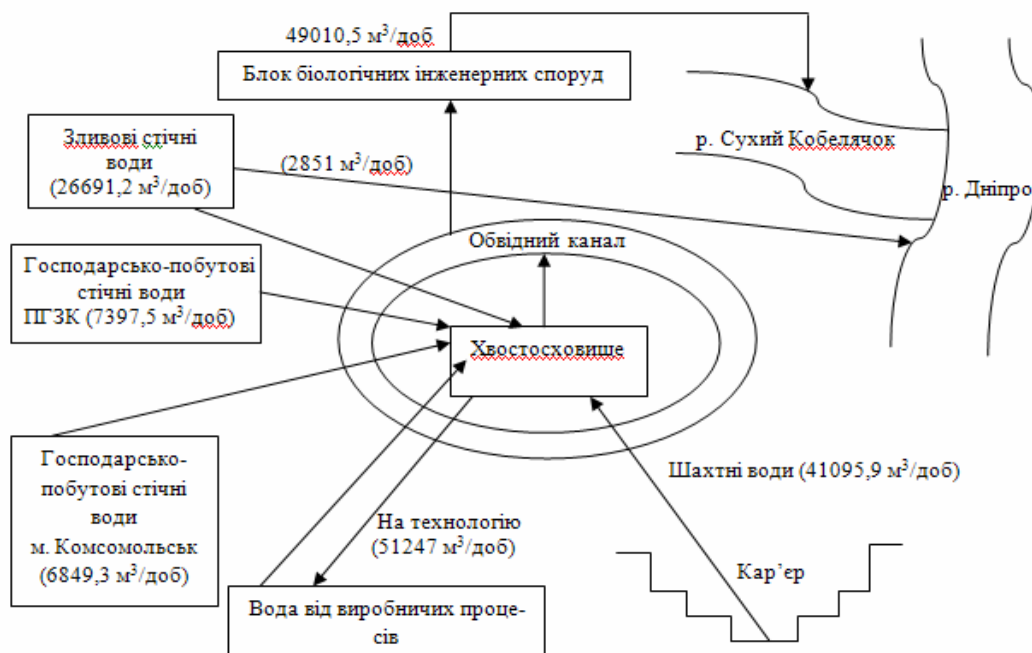


Рисунок 1 – Схема формування стічних вод у процесі розробки родовища та збагачення залізної руди на Полтавському гірничо-збагачувальному комбінаті

Таблиця 1 – Якісний склад кар’єрних вод у районі розташування Полтавського родовища залізної руди за 2005-2010 роки

Дата	сух. зал., мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³	жорсткість, мг-екв./дм ³	Mg (магній), мг/дм ³	Fe (залізо), мг/дм ³	pH	Ca (кальцій), мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³	SO ₄ (сульфати), мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28.01.05	2580	4,6	12,6	135,9	0,14	8,0	122	666	662
14.10.05	4194	4,4	18,7	148,4	0,19	8,2	130	407	727
02.02.06	4345	6,2	17,1	131,2	0,014	8,1	126,3	346	1004
20.04.06	4179	2,56	18,3	137,3	0,11	7,0	140,3	425	1592
12.12.06	4293	6,0	17,2	123,9	0,09	7,0	140	1581	1007,6
26.02.07	4340	6,2	18,0	148,2	0,13	7,0	116,4	1444	974,7
17.01.08	4691	5,5	17,4	111,9	0,03	7,0	154,6	1674	1441
16.09.08	4638	5,5	20,3	136,4	0,02	7,5	190,3	436	874
26.01.09	4321	4,7	17,7	157,2	0,07	8,2	129,2	421	8671,6
25.09.09	4436,2	9,4	16,8	117,1	0,22	7,1	234,1	1551,6	672,39
25.11.09	3839,6	6,2	18,3	185,2	0,03	7,2	169,96	1175,09	1076,09
26.01.10	4262,6	23,8	14,9	184,3	0,076	7,5	172,89	407,48	1278,35
06.05.10	4749,0	2,4	15,2	151,2	0,078	7,5	165,7	1099,9	1283,5

Аналізуючи вміст забруднюючих речовин у шахтних водах у районі розташування Полтавського родовища залізних руд (м. Комсомольськ), можна відзначити наступне:

– значення хімічного споживання кисню (ХСК) знаходиться в межах 2,4-23,8 мг/дм³ (ГДК = 65,3 мг/дм³), тобто забрудненість вод органічними речовинами є незначною;

– вміст заліза в кар’єрних водах загалом незначний і коливається від 0,014 до 0,22 мг/дм³, проте зафіксовано перевищення ГДК в окремих пробах (ГДК = 0,1 мг/дм³);

– активна реакція середовища (рН) близька до нейтральних і слабо лужних значень (7,0–8,2);

– спостерігається підвищений вміст хлоридів від 342 до 1674 мг/дм³ (ГДК = 300 мг/дм³);

– вміст сульфатів коливається від 662 до 8671,6 мг/дм³ (ГДК = 100 мг/дм³);

– вміст кальцію знаходиться в інтервалі від 116,4 до 234,1 мг/дм³ (ГДК = 180 мг/дм³);

– вміст магнію складає 111,9–185,2 мг/дм³ (ГДК = 40 мг/дм³);

– значення мінералізації змінюється в межах від 2508 до 4749 мг/дм³ (ГДК = 1000 мг/дм³).

Значний вміст Ca²⁺ і Mg²⁺ обумовлює підвищену жорсткість від 12,6-20,3 мг-екв/дм³ (ГДК = 6,0 мг-екв/дм³).

Зміни концентрації заліза в кар’єрних водах за роками наведено на рис. 2.

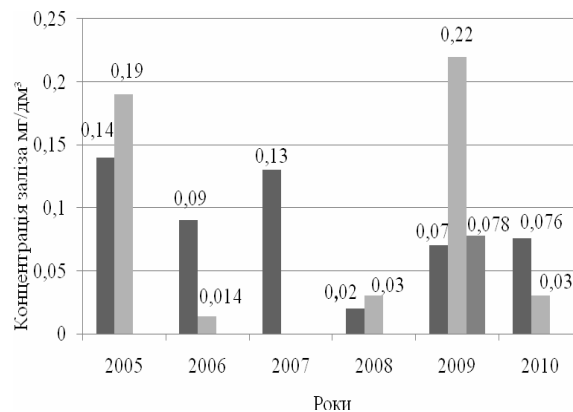


Рисунок 2 – Зміни концентрації заліза в кар’єрних водах за роками

Як видно з рис. 2, значення концентрації заліза у шахтних водах є незначним. Скоріш за все, це пояснюється тим, що залізна руда містить у своєму складі тільки нерозчинні оксиди заліза (Fe₂O₃, FeO).

Також зафіксовано, що зміна концентрації заліза за роками залежить від кількості атмосферних опадів.

Зміни атмосферних опадів у районі розташування Полтавського родовища залізної руди наведено на рис. 3.

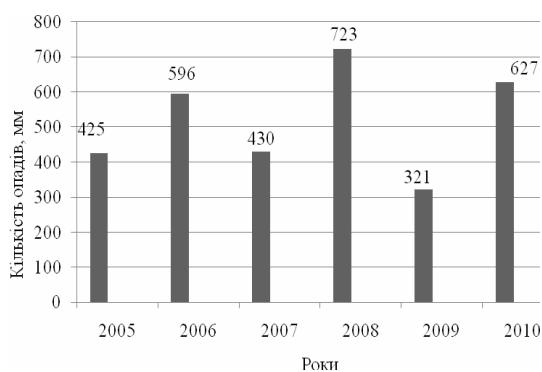


Рисунок 3 – Зміни атмосферних опадів за роками у районі розташування Полтавського родовища залізної руди

Якщо співставити вміст заліза та кількість атмосферних опадів, можна побачити, що у дощові роки концентрація заліза в кар'єрних водах знижується, а в посушливі – підвищується. Це можна пояснити наступним чином. Розчинність сполук заліза, що входять до складу руди, залишається на постійному рівні. В дощові роки в кар'єрні води потрапляє біля 500 тис. м³ атмосферних опадів, які не містять сполук заліза та кислотних залишків. Враховуючи велику площу кар'єру, атмосферні води складають значну частину від об'єму кар'єрних вод, тому при змішуванні вищевказаних вод відбувається зменшення концентрації заліза у загальній суміші.

Зміну вмісту заліза від кількості атмосферних опадів наведено на рис. 4.

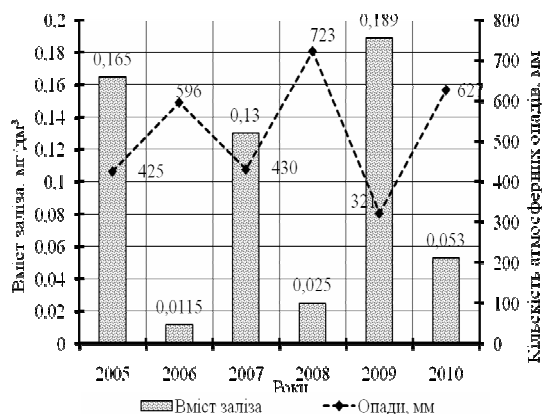


Рисунок 4 – Змінення вмісту заліза від кількості атмосферних опадів

ВИСНОВКИ. Багаторічні спостереження за якісним складом кар'єрних вод у кар'єрі відкритого видобування в районі розташування Полтавського гірничо-збагачувального комбінату показали, що у випадку, якщо руда є залізним кварцитом, тобто має у своєму складі практично нерозчинні оксиди заліза, концентрація заліза в кар'єрних водах буде

незначною. При цьому спостерігається зміна концентрації заліза залежно від кліматичних умов, тобто кількості атмосферних опадів. У дощові роки концентрація заліза в кар'єрних водах знижується до значень в декілька сотих мг/дм³, а в посушливі – вона підвищується. У розглянутому часовому інтервалі спостерігається тенденція до збільшення мінералізації кар'єрних вод, яка перевищує ліміти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агошков М.И., Малахов Г.М. Подземная разработка рудных месторождений. – М.: Недра, 1996. – 212 с.
2. Боярский В.А., Киров И.П. Водоотлив и осажение на горных предприятиях. – М.: Высшая школа, 1986. – 304 с.
3. Новожилов М.Г., Тартаковский Б.Н. Новая технология для горных работ для карьеров Никопольского марганцевого бассейна // *Металлургия горнодобывающей промышленности*. – К.: НТН, 1991. – № 3. – С. 45–48.
4. Бенько Н.П., Журавель В.Н., Квасница В.Д., Стахин Н.П. История рождения и развития Полтавского горно-обогатительного комбината. – Комсомольск, 2000. – 143 с.
5. Лялин Ю.Г. Исследования транспортных систем на карьерах металлургических и горнорудных промышленности – К., 1995. – № 5. – С. 35–40.

REFERENCE

1. Agoshkov M.I., Malahov G.M. Underground development of ore deposits. – M.: Nedra, 1996. – 212 p. [in Russian].
2. Boyarskiy V.A., Kirov I.P. Pumping and besieging on mountain enterprises. – M.: Higher school, 1986. – 304 p. [in Russian].
3. Novojilov M.G., Tartakovskiy B.N. New technology for mountain works for the quarries of the Nikopol manganese pool. *Metallurgy of mountain industry*. – K.: NTN, 1991. – № 3. – P. 45–48 [in Russian].
4. Benko N.P., Juravel V.N., Kvasnyza V.D., Stahyn N.P. History of birth and development of the Poltava ore mining and processing combine. – Komsomolsk, 2000. – 143 p. [in Russian].
5. Lyalin Y.G. Researches of transport systems on careers metallurgical and mining industry – K., 1995. – № 5. – P. 35–40 [in Russian].

Стаття надійшла 10.03.2001.

Рекомендована до друку
к.т.н., доц. Бахареvim В.С.