

УДК 504.03:622.765.061

О. О. Дмитрієва, д-р екон. наук, ст. наук. співроб.,

О. Л. Тертичний, канд. техн. наук, **Г. В. Василенко**, канд. техн. наук
(УКРНДІЕП),

М. І. Проскурня, канд. екон. наук, доцент

(Полтавський національний технічний університет
ім. Юрія Кондратюка)

ЕКОЛОГО-СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ФЛОТАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збільшення в Україні виробництва високозбагаченої залізорудної сировини пов'язане з упровадженням на гірничо-збагачувальних комбінатах флотаційних технологій з використання флотореагентів. Запропоновано послідовність дій, що спрямовані на екологічну безпеку водних об'єктів при застосуванні флотаційних технологій, які враховують не тільки економічні, але й еколого-соціальні аспекти.

Ключові слова: екологічна безпека, стандарти екологічного стану, соціальні умови життєдіяльності населення, гірничо-збагачувальні комбінати, флотаційні технології.

Гірничо-металургійна галузь посідає провідне місце у господарській сфері країни, в її промисловому та експортному потенціалі. Її частка складає понад 22 % усього промислового виробництва України, в ній працює приблизно 550 тис. робітників.

В Україні промислові запаси залізних багатих руд складають тільки 43 % з усіх розвіданих, а решта (57 %) відносяться до бідних руд із вмістом заліза 20–35 % [1]. Слід зауважити, що на сьогодні в країні експлуатуються майже усі з розвіданих запасів багатих руд, а бідні руди – тільки частково.

За таких умов збільшення обсягів видобутку залізорудної сировини може бути забезпечене лише підвищенням видобутку бідних руд та їх збагаченням. Тим більше, що основу українських розвіданих промислових запасів бідних руд складають легкозбагачувані магнетитові кварцити, з яких за сучасними технологіями збагачування можливо отримувати залізорудні концентрати з потрібним для ринку високим вмістом заліза.

Практика показала, що більшість існуючих технологічних схем магнітного збагачення із використанням гідросепарації, тонкого гро-

хочення, роздільного збагачення за крупністю продуктів подрібнення у випадку бідних руд забезпечують концентрат із вмістом заліза до 60 % [1]. Для досягнення конкурентного вмісту заліза у концентраті (67–70 %) найбільш ефективним процесом як технологічно, так і економічно є зворотна катіонна флотація [2]. Вона реалізується послідовно за традиційним магнітним збагаченням та має назву «технологія дозбагачування магнітного концентрату» (або «флотаційне дозбагачення»).

На підприємствах США, Канади, країн Європи вже багато років використовують флотаційне дозбагачення для отримання високоякісного залізорудного концентрату [3, 4, 5, 6]. Для вітчизняних гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) така технологія є інноваційною.

Процес зворотної катіонної флотації базується на розподілі дрібних частинок руди та породи, що надходять у флотаційні машини, та є завислими у воді. У такому стані ці дрібні частки породи здатні вибірково прилипати до повітряних бульбашок, що вводяться у водну мінеральну суспензію, та спливати з ними на поверхню з утворенням піни [7].

Необхідним компонентом процесу флотаційного збагачення є флотаційний реагент (флотореагент), який являє собою органічну речовину, що вводиться у флотаційний процес для селекції сполук заліза та мінералів порожньої породи [8]. При зворотній флотації флотореагент підвищує гідрофобність поверхні порожньої породи для її закріплення на повітряних бульбашках, що піднімаються вгору, утворюючи пінний продукт, який потім видаляється (селектується) разом із зібраною порожньою породою.

Флотореагент відноситься до поверхнево-активних речовин (ПАР), яким притаманні окремі негативні властивості. У випадку високих концентрацій вони надають воді неприємного запаху і присмаку, сприяють піноутворенню, яке погіршує аерацію води та сповільнює процеси самоочищення, пригнічує життєдіяльність гідробіонтів.

Процес флотаційного дозбагачення залізорудної сировини на ГЗК є неоднозначним. З одного боку, він економічно виправданий для підвищення якості залізорудного концентрату. З іншого – може негативно впливати на стан довкілля та здоров'я населення. Тому метою

цієї статті є визначення еколого-соціальних аспектів впровадження флотаційних технологій на гірничо-збагачувальних комбінатах України.

За умов скорочення загальних обсягів виробництва в Україні гірничо-металургійна галузь у стислі строки змогла переорієнтуватися на зовнішній ринок (вона забезпечує майже 63 % експорту країни), оскільки внутрішній виявився нездатним засвоїти обсяги виробництва цієї галузі. Створення промислових гігантів — гірничо-збагачувальних комбінатів – сприяє росту механізації і автоматизації робіт, підвищенню продуктивності праці, зниженню питомих капітальних вкладень і собівартості видобутку. Загальна стратегія спрямована на збереження експортного потенціалу галузі з метою забезпечення валютних надходжень в Україну, підвищення конкурентоздатності продукції на міжнародному ринку.

За ринкових умов попит на продукцію підприємств є рушійною силою розвитку їх виробничої бази. На світовому ринку, куди Україна постачає більш 80 % своєї залізорудної продукції, спостерігається постійне зростання попиту на високоякісну продукцію, яка містить 67 % заліза і вище [9]. Вітчизняні металургійні комбінати, які освоюють електрометалургійні технології, також усе більше проявляють зацікавленість в отриманні сировини у вигляді високоякісних концентратів. Досягти такої якості залізорудної сировини на ГЗК України для бідних залізних руд без застосування флотаційних технологій досить важко. Тому слід очікувати подальшого зростання застосування цих технологій.

Реалізація європейського вибору України значною мірою залежить не тільки від її економічного розвитку, але і від наближення до світових стандартів екологічного стану довкілля і добробуту населення.

Аналіз впровадження флотаційних технологій на ГЗК в Україні дозволив виділити основні позитивні та негативні впливи їх планової діяльності на соціальні умови життєдіяльності та задоволення потреб місцевого населення. У процесі розгляду негативних впливів одночасно розглядаються заходи з їх усунення.

Позитивні впливи впровадження флотаційних відділень на ГЗК. Будівництво флотаційних відділень на ГЗК – вагомий чинник у подальшому розвитку регіону, де розташований цей комбінат.

При збільшенні обсягів виробництва ГЗК збільшать і обсяги відрахувань до бюджетів усіх рівнів, що сприятиме розвитку соціальної сфери як окремих регіонів, так і України в цілому. Впровадження на ГЗК заходів такого масштабу сприятиме поживленню життя регіону. У людей, які потребують роботи, з'явиться надія на її одержання, на позитивні зміни у житті. Стабільна заробітна плата працівників підприємств сприятиме підвищенню добробуту населення, покращенню їх морального стану; вона є основною умовою забезпечення достатнього життєвого рівня населення.

Є прямий взаємозв'язок між експортними можливостями ГЗК і соціально-економічними показниками регіону. В умовах жорсткої конкуренції на світовому ринку обсяги продажу залізорудної сировини з низьким вмістом заліза постійно знижуються. Це зумовлюється, з одного боку, економічною доцільністю використання багатих концентратів у доменному та сталеплавильному виробництвах, а з іншого боку, необхідністю забезпечення високоякісною сировиною процесів прямого відновлення заліза, що забезпечить більш високу ефективність виробництва за рахунок мінімізації обсягу відпрацьованих відходів. Останнє потребує використання залізорудної сировини з підвищеним вмістом заліза.

Застосування флотаційних технологій потребує нових висококваліфікованих кадрів, молодих фахівців, які крім своєї основної спеціальності повинні досконало володіти комп'ютером, іноземними мовами. У молоді формуватиметься потреба у нових знаннях та з'явиться можливість їх застосування. Робота з новою передовою сучасною технікою сприятиме зростанню їх життєвого та професійного рівня. Для керівництва ГЗК потрібні нові кадри, нові лідери, які зможуть на сучасному рівні виконувати свої обов'язки. Ці молоді керівники поповнять регіональну еліту фахівців, підприємців, економістів.

Стабільна заробітна плата працівників комбінату, задіяних для роботи з флотаційними технологіями, сприятиме зменшенню частки населення з низьким рівнем доходів і поступовому формуванню середнього класу. Стабільна робота підприємства через виплати податків забезпечує суттєві внески в бюджети різного рівня, у тому числі в пенсійний та інші фонди. Таким чином здійснюється підтримка незахищених верств населення.

Отже, введення в дію флотаційних технологій на ГЗК є вагомим чинником у подальшому соціальному розвитку регіону його розташування і України в цілому. Упровадження цих технологій сприятиме збільшенню експортних можливостей комбінатів, що врешті надасть можливість вкладання додаткових фінансових ресурсів в оздоровлення та захист довкілля, відновлення природно-ресурсного потенціалу, забезпечення пристойного рівня життя місцевого населення.

Можливі негативні впливи впровадження флотаційних технологій на ГЗК та заходи з їх усунення. Основні негативні аспекти впровадження на ГЗК флотаційних технологій пов'язані з впливом флотореагенту на навколишнє природне середовище та здоров'я населення.

У випадку застосування технологій флотаційного дозбагачення флотореагенти можуть потрапляти в атмосферне повітря у процесі розвантаження, зберігання або подачі у флотаційні відділення. Для уловлювання парів флотореагенту застосовують іонітні фільтри, ефективність яких складає понад 98 %. Очищене повітря після фільтрів надходить в атмосферу. При цьому вплив на повітря і ґрунти буде несуттєвим.

Після флотаційних відділень флотореагент потрапляє у хвостосховище. У випадку позитивного водного балансу виробничі стічні води із хвостосховища можуть потрапляти у водні об'єкти. Ці води містять залишки флотореагенту. З метою попередження забруднення водних об'єктів понад нормативні вимоги в НДУ «УКРНДІЕП» проведено дослідження щодо поведінки флотореагенту у водогосподарській системі ГЗК. За результатами цих досліджень виявлено таке.

По-перше, на ГЗК України застосовуються лише флотореагенти, яким властивий процес інтенсивної біодеструкції (розкладання) природними мікроорганізмами, де б вони не знаходилися (на поверхні твердих часточок «хвостів» чи у їх водній фракції). Застосування флотореагенту, який природно не розкладається, заборонено.

По-друге, більша частина (до 98 %) флотореагенту сорбується на поверхні твердих часточок «хвостів», а його залишок потрапляє у водну фракцію «хвостів».

По-третє, негативний вплив флотореагент може здійснювати тільки у разі скидання технічної (дебалансної) води із залишками флотореагенту з хвостосховища у поверхневий водний об'єкт (ПВО).

1. Попередня еколого-технологічна оцінка застосування флотореагентів в умовах конкретного ГЗК
2. Установлення гранично допустимої концентрації (ГДК) для обраного флотореагенту
3. Визначення основних характеристик флотореагенту в системі оборотної технічної води (СОТВ) ГЗК
4. Складання балансу технічної води ГЗК з урахуванням упровадження та експлуатації технології флотаційної доводки
5. Розроблення схеми обігу флотореагенту в системі дозбагачення залізної руди ГЗК
6. Розроблення прогностичної моделі динаміки концентрації флотореагенту в СОТВ
7. Прогнозування динаміки концентрації флотореагенту у воді хвостосховища ГЗК
8. Прогнозування впливу флотореагенту на водні об'єкти при відведенні до них зворотних вод ГЗК
9. Вибір водоохоронних заходів для створення екологічно безпечної водогосподарської системи ГЗК при флотаційному дозбагаченні залізних руд

— етапи досліджень, які вперше запропоновано та експериментально апробовано в НДУ «УКРНДЦЕП»;

— етапи, які здійснюються відповідно до чинних нормативних та технологічних документів.

Рис. Систематизована послідовність етапів формування екологічно безпечної водогосподарської системи ГЗК відносно водних об'єктів на ранніх стадіях упровадження флотаційного дозбагачення залізних руд

Для запобігання порушенню нормативних вимог щодо вмісту флотореагенту у воді водних об'єктів у НДУ «УКРНДІЕП» запропоновано систематизовану сукупність дій, яку необхідно здійснювати на кожному ГЗК при впровадженні флотаційних технологій (див. рис.) [10].

Реалізація запропонованої систематизованої сукупності дій сприятиме дотриманню нормативних вимог щодо вмісту флотореагенту у воді водних об'єктів, тобто дозволить зробити водогосподарські системи гірничо-збагачувальних комбінатів, що використовують флотаційні технології, екологічно безпечними.

На етапі проектування об'єктів дозбагачення на ГЗК здійснюється прогноз концентрації флотореагенту у воді хвостосховища (етапи 6, 7) і у воді водних об'єктів – приймачів зворотних вод ГЗК (етап 8).

Якщо у контрольному створі водного об'єкта прогнозна концентрація флотореагенту перевищуватиме нормативні вимоги, виникає необхідність розробки додаткових водоохоронних заходів, що забезпечать недопущення понаднормативного впливу флотореагенту на поверхневий водний об'єкт. До цих методів відносяться:

- будівництво локальних очисних споруд (ЛОС) для очищення дебалансних вод;
- перехід на замкнену оборотну систему без скиду виробничих стічних вод у водні об'єкти. У цьому випадку у ПВО скидаються невикористані кар'єрні води;
- повернення до хвостосховища очищених на ЛОС стічних вод;
- продувка хвостосховища кар'єрними водами та водою з водних об'єктів у весняний період;
- інші. До цих методів може відноситися припинення скидання дебалансних вод зі хвостосховища у літній період (якщо це можливо), коли внаслідок процесів десорбції (перехід флотореагенту з твердої фази «хвостів» у водну) вміст флотореагенту у воді максимальний.

При експлуатації об'єктів дозбагачення на ГЗК необхідне обов'язкове проведення постійного ефективного контролю за вмістом флотореагенту у воді хвостосховища та у водному об'єкті.

Крім того, при залученні на ГЗК іноземних інвесторів соціальна та екологічна оцінка технології флотаційного дозбагачення повинна

доповнюватися додатковим змістом – встановленням відповідності поточної діяльності ГЗК вимогам інвесторів та Стандартам діяльності Міжнародної фінансової корпорації (МФК). У цьому випадку вона додатково передбачає таке:

- оцінку ступеня відповідності вимогам МФК і процедурам інвестора. Виявлення найбільш значущих невідповідностей;
- на підставі виявлених недоліків і невідповідностей здійснюється розробка Плану дій в галузі охорони навколишнього середовища, безпеки та здоров'я людини з метою поетапного приведення діяльності у відповідність із зазначеними стандартами;
- аналіз зацікавлених сторін та розробку Плану залучення зацікавлених сторін.

Висновки

Експлуатація діючих та будівництво нових флотаційних технологій на ГЗК України повинні враховувати не тільки економічні, але й еколого-соціальні аспекти. Впровадження новітніх технологій повинно супроводжуватися прийняттям відповідних ефективних заходів для недопущення негативного впливу планової діяльності на довкілля та на умови життєдіяльності населення. Виконання цих умов буде сприяти комплексному розвитку регіонів розташування комбінатів, вкладанню значних фінансових ресурсів в оздоровлення та захист довкілля, відновленню природно-ресурсного потенціалу, забезпеченню пристойного рівня життя місцевого населення.

1. Грищенко С. Г. Состояние мировой металлургии в новых реалиях экономического кризиса / С. Г. Грищенко, В. С. Власюк // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2010. – №1. – С. 4-5.
2. Перегудов В. В. Обострение проблем развития железорудных предприятий в условиях кризиса / В.В. Перегудов, А.Е. Грицина, Б.Т. Драгун // *Вісник КТУ : зб. наук. пр.* – Кривий Ріг, 2010. – Вип. 25. – С. 59-64.
3. Bowling E.C. Processing of Iron Ore by Reverse Column Flotation [Text] / E.C. Bowling, I. Hebbard, T.S. Eisele, S.K. Kawatra // *Proceedings of the XXI International Mineral Processing Congress, Rome, Juli 23-27, 2000.* – Vol. B. – P. 163-170.
4. Tippin R. B. Obtaining Magnetite Super-concentrates by Cation Flotation Method // *Trans of the Society of Mining Eng of AIME.* – 1972. – Vol. N 1. – P. 53-61.

5. Finch J. A. Column flotation / J. A. Finch, G. S. Dobby // Pergamon Press/ Toronto. – 1990. – 111 p.
6. Smithson E. P. Improving Concentrate Quality in the Concentrators of Zambia Consolidated Copper Mines Limited Using Column Cells / E. P. Smithson, C.I.A. John, T. H. Rea, W. M. Mwenya // Flotation, Column 91. – 1991. – Sudbury, June 2-6.
7. Смирнов В. О. Флотаційні методи збагачення корисних копалин / В. О. Смирнов, В. С. Білецький. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2010. – 492 с.
8. Мала гірнича енциклопедія : У 2-х т. : Укл. В. С. Білецький. – Донецьк: Донбас, 2007. – Т. 1. – 670 с.
9. Перегудов В. В. Обострение проблем развития железорудных предприятий в условиях кризиса / В. В. Перегудов, А. Е. Грицина, Б. Т. Драгун // Вісник КТУ : зб. наук. пр. – Кривий Ріг, 2010. – Вип.25. – С. 59-64.
10. Дмитрієва О. О. Екологічна безпека поверхневих водних об'єктів при впровадженні флотаційної доводки збагачення залізних руд / О. О. Дмитрієва, О. Л. Тертичний, Г. В. Василенко // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К., 2012. – Вип. 9 – С. 93-104.

Дмитрієва Е. А., Тертичний О. Л., Василенко А. В., Проскурня Н. И.
ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ФЛОТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Увеличение в Украине производства высокообогащенного железорудного сырья связано с внедрением на горно-обогатительных комбинатах флотационных технологий, использующих флотореагенты. Предложена последовательность действий, направленных на обеспечение экологической безопасности водных объектов при применении флотационных технологий, учитывающие не только экономические, но и эколого-социальные аспекты.

Ключевые слова: экологическая безопасность, стандарты экологического состояния, социальные условия жизнедеятельности населения, горно-обогатительные комбинаты, флотационные технологии.

Dmitrieva E., Tertichny O., Vasylenko G., Proskurnya N. ENVIRONMENTAL AND SOCIAL ASPECTS OF IMPLEMENTATION FLOTATION TECHNOLOGY

Increase in the production of highly iron ore in Ukraine associated with the introduction to the mining enterprises flotation technology using flotation rea-

gents. The article proposed a series of actions aimed at ensuring environmental safety of water bodies in the application of flotation technologies, taking into account not only economic but also ecological and social aspects.

Key words: *ecological safety, ecological state standards, social conditions of the population, mining and processing plants, flotation technology.*