

Г.В. ГУБІН, Т.А. ОЛІЙНИК, д-ра техн. наук,
Н.В. КУШНІРУК, канд. техн. наук,
К.М. ШЕСТАКОВА
(Україна, Кривий Ріг, Криворізький технічний університет)

МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА РАХУНОК ВВЕДЕННЯ ЇХ ДО ВИРОБНИЦТВА

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На усіх етапах від розвідки до металургійного переділу корисних копалин, через не ідеальність процесу та невеликий вміст цінних компонентів у сировині виділяється не тільки товарна продукція але й відходи. Ланцюжок утворення відходів надано на рис. 1.

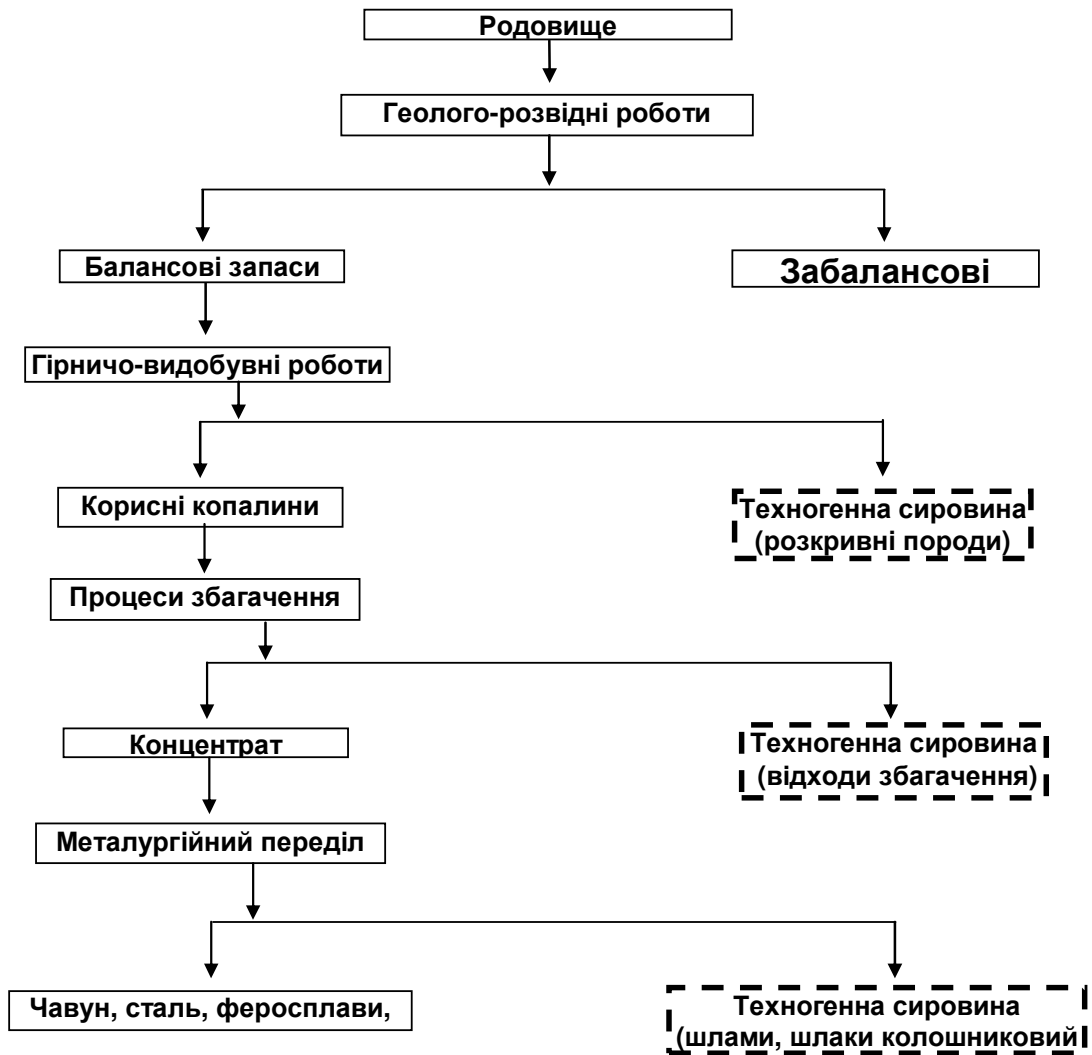


Рис. 1. Логічний ланцюжок утворення техногенної сировини

Проблема використання відходів з'явилася практично разом з появленням людини на Землі. З наростаючими темпами йшло збільшення кількості відходів в навколишньому середовищі. Але до певного періоду об'єми відходів не визивали явно вираженої небезпеки. В теперішній час людське суспільство досягло таких вершин свого розвитку, що кількість відходів виробництва досягла великих масштабів. Зросла необхідність в прийнятті яких-небудь дій з вирішення складної в екологічному сенсі ситуації. Вчені всього світу почали розробляти різні методи з переробки відходів. Теоретично використання вторинних сировинних ресурсів повинно давати немало користь як в економічному, так і в соціальному плані, оскільки воно дозволяє скоротити загальну кількість природних ресурсів, зменшити енергію, що затрачується на процес видобутку та переробку сировини та кількість промислових відходів, захистити навколишнє середовище.

Так, відходи гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) Кривбасу містять приблизно 14% заліза загального, а втрати магнетитового досягають 5...8%, отож, щорічно губиться з відходами до 25% металу. Враховуючи те, що щорічно складається 55 млн т хвостів, хвостосховища Криворізьких ГЗК накопичили понад 3 млрд т відходів. Хвостосховища Криворізького басейну містять значну частину корисних мінералів (у тому числі рудних мінералів – магнетиту і гематиту, а також гранату, піроксенів, амфіболів, кварцу та ін.) у розкритому стані. У придамбових частинах хвостосховищ спостерігається концентрація рудних і деяких інших мінералів, вміст яких у відходах збагачення окремих ділянок хвостосховищ досягає значень, характерних для рудних покладів первинних руд. Відвали і хвостосховища значною мірою впливають на екологічне становище регіону і займання площ під хвостосховища. Це можливо вирішити за допомогою збагачення техногенних покладів мінеральної сировини різними методами, вилученням з неї декількох різновидів металевих і неметалевих корисних копалин.

Аналіз досліджень і публікацій. За період існування хвостосховищ досліджувався мінеральний склад лежалих хвостів гірничо-збагачувальних комбінатів, розроблялися можливі технології переробки техногенної сировини з впровадженням нового обладнання та інших інновацій. Згідно досліджень проведених науковцями Криворізького технічного університету було виявлено, що особливості мінерального складу хвостів і високий вміст в них розкритих рудних часток обумовлюють можливість застосування для їх повторного збагачення гравітаційної і магнітної технологій без попереднього до подрібнення вихідного матеріалу.

Дослідження з вилучення заліза з хвостів магнітної сепарації проводилися практично на усіх гірничо-збагачувальних комбінатах України та Росії.

На Оленегорському ГЗК (ОГЗК) з хвостів що містять 13,7% заліза в промислових умовах отримали концентрат якістю 60%, вилучення склало 11,6%. Технологія з вилучення включала згущення у гідроциклоні та збагачення за допомогою відсадки, що дозволило вилучити основний залізовмісний мінерал гематит та підвищити вилучення у загальний концентрат зі вмістом заліза 65,1% до 84,0% [1].

Екологія

У 60-ті роки минулого століття на промисловій установці теперішнього підприємства ВАТ "Арсіло Міттал Кривий Ріг" використовуючи флотації вилучали сидероплезит з хвостів магнітної сепарації. Застосовуючи пряму флотацію з таловим маслом, рідким склом і сірчаною кислотою з хвостів, що містять 16% заліза, отримали концентрат з 36% заліза 10% кремнезему при основності 0,9. Вилучення склало 25% від хвостів і 7,5% від руди. При таких показниках не було позитивного економічного ефекту [2].

У 1963 році проводилися промислові випробування флотації гематиту з хвостів магнітної сепарації на фабриках комбінату КМА руда. Було отримано 60000 т концентрату з 49,88% заліза, 1,16% кремнезему, при основності 0,7. У результаті підвищилося вилучення заліза на 3...5% у загальний магнітно-флотаційний концентрат [3].

Співробітникам НДГРІ, НДІ "Механобрчермет" та кафедри "Збагачення корисних копалин" Криворізького технічного університету проводилися дослідження з вилучення заліза з заскладованих відходів збагачення магнетитових кварцитів Північного гірничо-збагачувального комбінату. Було розглянуто дві схеми переробки хвостів гравітаційно-магнітна та магнітна. Якість концентрату за схемами була практично однакова і складала близько 65,4%, але вихід його різнився і склав на 3,3% менш з використанням магнітної схеми збагачення.

Постановка завдання. Об'єктом досліджень у даній роботі є техногенна сировина (лежалі хвости) хвостосховища ЦГЗК. Дослідницькі роботи направлені на отримання фактичного матеріалу, що є основою для вирішення наступних завдань:

- вивчення речовинного складу лежалих хвостів ЦГЗК, з визначенням їх мінерального і хімічного складу, гранулометричної характеристики, фізичних властивостей (гравітаційні, магнітні, електричні);
- технологічні дослідження лежалих хвостів ЦГЗК з розробки технології отримання товарного концентрату та додаткової продукції;
- встановлення залежностей між фізико-механічними властивостями лежалих хвостів і параметрами силових полів, в яких вони знаходиться, що необхідні для дослідження механічних, адгезійних, електричних і магнітних властивостей мінералів.

Метою роботи є розробка схем збагачення та впровадження нових технологій для подальшої переробки відходів гірничо-збагачувальних комбінатів, результатом чого є, по-перше, зменшення територій хвостових покладів та вирішення основних проблем забруднення навколишнього середовища, по-друге, розробка раціональної технології одержання з лежалих хвостів високоякісного залізородного концентрату та будівельних матеріалів у вигляді пісків. Проаналізувавши практику впровадження нових технологій збагачення техногенної сировини, встановлено, що важливим науково-практичним завданням є вивчення речовинного складу хвостів, характеру зростань рудних і нерудних мінералів, їх топомінералогії та відповідно до цього проведення магнітного, гравітаційного чи інших аналізів.

Викладення матеріалу та результати. Хвостосховище ЦГЗК розташоване в центральній частині Криворізького залізорудного басейну на вододілі між річками Інгулець і Саксагань, в балках Мала і Велика Лозоватка на відстані 2,5 км від промплощини ЦГЗКу. Загальна площа хвостосховища складає понад 1700 га. Периметр дамб, що огорожує, становить більше 17 км. Прогнозуємо запаси пісків приблизно складають понад 80 млн т із середньою масовою долею заліза загального 25,1 % та пов'язаного з магнетитом – 10,7%.

Аналіз результатів хімічного та мінералогічного табл. 1-2 показує, що основними рудними мінералами лежалих хвостів ВАТ "ЦГЗК" є магнетит та гематит вміст яких становить, відповідно 14,78 та 9,5%. Основним нерудним мінералом являється кварц зі вмістом понад 51%, в меншій ступені силікати – 14,2% та карбонати – 8,3%.

Хвостосховище ЦГЗК має свої специфічні конструктивні особливості, що відрізняють його від хвостосховищ інших ГЗК Криворіжжя. Цією особливістю є одночасне заповнюваність місткості і скидання пульпи з пульпопроводів в одному місці (у вершині балки), ще створило сприятливі умови в хвостосховище для гравітаційної диференціації твердої фази пульпи і утворенню просторово-відособленої, достатньо крупної збагаченої залізом ділянки, зручної для першочергової селективної виїмки. Розміри такої ділянки складають 1,3-1,8 км за шириною, понад 2 км за довжиною і до 3-20 м за потужністю.

Лежалі хвости ВАТ "ЦГЗК" є тонкозернистим матеріалом з питомою поверхнею 2000-3000 см²/г. Гранулометрична характеристика представлена на рис. 2.

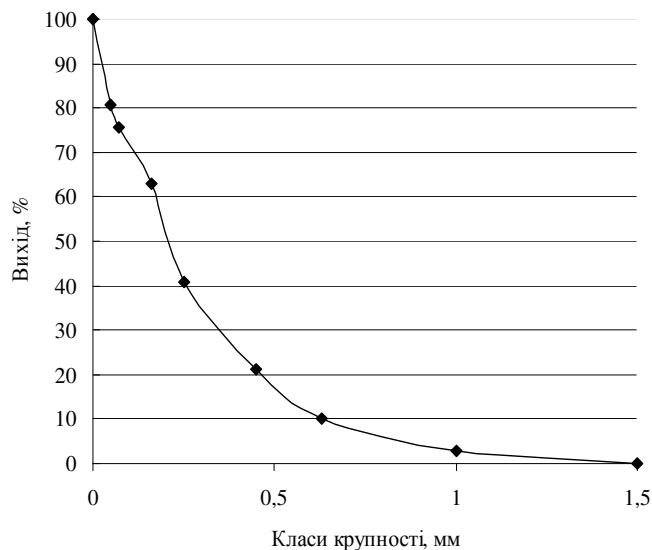


Рис. 2. Середній гранулометричний склад розвіданої ділянки залізовмісних "хвостів" магнітного збагачення ЦГЗК

Середній розмір досліджуваного матеріалу знаходиться у межах 0,12-0,28 мм, його щільність за сухою вагою складає 1,92 т/м³. Вологість лежалих хвостів змінюється від 3,9 до 23,2% на поверхні хвостосховища, а на глибині 1,5 м матеріал знаходиться у повному водонасиченні.

Екологія

Аналіз результатів вивчення гранулометричного складу та розподілення заліза загального і пов'язаного з магнетитом (рис. 2-4) за класами крупності показав, що склад шламів можна розділити на три нерівномірні частини, які відрізняються за масовою часткою заліза загального та пов'язаного з магнетитом: бідна фракція (+0,25 мм), вихід якої складає 40,9%, при середній масовій частці заліза загального 14,4%, а заліза пов'язаного з магнетитом біля 3%. В загальному вигляді ця фракція представлена кварцовими уламками та бідними зростками із силікатами рідше рудними мінералами. Багата фракція (-0,05 мм) представлена розкритими рудними мінералами та глинистими компонентами. Вихід цієї фракції склав 19%, при вмісті заліза загального – 59%, пов'язаної з магнетитом – 39%. Проміжна фракція (-0,25+0,05 мм) переважно складається з багатих зростків магнетиту та гематиту з кварцом та частково розкритими рудними мінералами зі вмістом заліза загального 33% вихід її приблизно складає 39%.

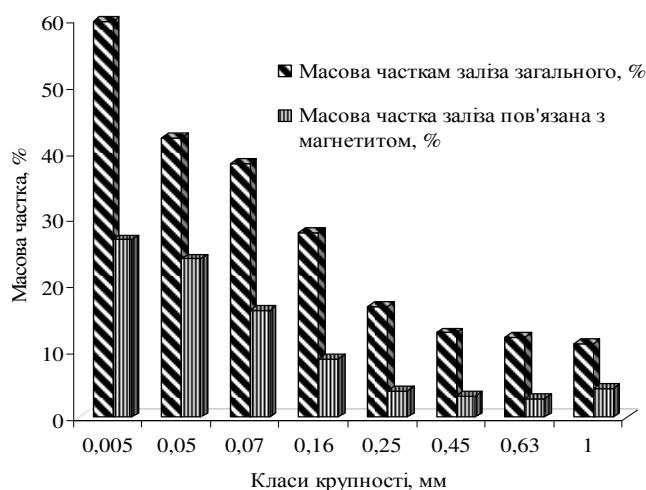


Рис. 3. Розподілення заліза загального та пов'язаного з магнетитом за класами крупності у лежалих хвостах ЦГЗК

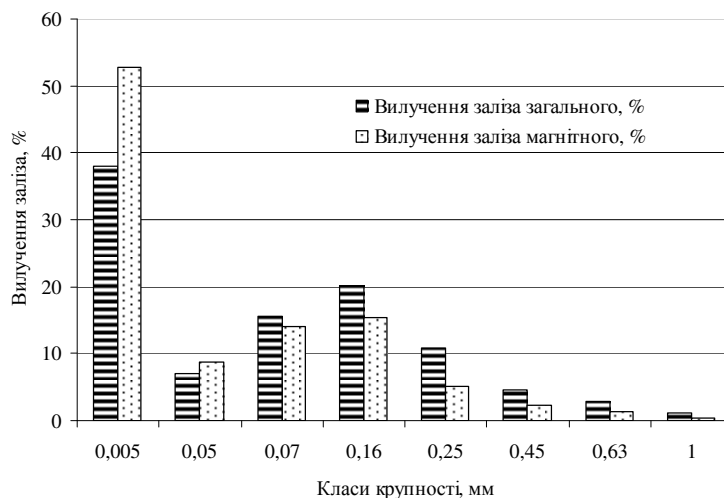


Рис. 4. Теоретично можливе вилучення заліза загального та пов'язаного з магнетитом за класами крупності

Після вивчення речовинного складу хвостів Центрально гірничо-збагачувального комбінату співробітниками Криворізького технічного університету зробити висновки про доцільність залучення хвостів до виробництва в якості альтернативної вихідної сировини для отримання декілька видів готової продукції.

Готовою продукцією є отриманий магнетит-гематитовий концентрат за магнітно-гравітаційною схемою зі вмістом цінного компонента 66% його вихід склав 24% при вилученні – 55%. Треба зазначити, що значна частина рудних мінералів втрачається знову з хвостами.

Таблиця 1

Хімічний склад лежалих хвостів ЦГЗКу

Найменування компонентів															
Fe _{сир}	Fe _{гематит}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	S	CO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п.	Сума оксидів
Масова частка компонентів, %															
25,1	10,7	57,07	1,45	22,63	11,90	0,097	0,55	1,49	,093	0,025	3,72	0,17	0,07	4,48	100

Таблиця 2

Мінералогічний склад залізовмісних хвостів

Найменування компонентів															
Магнетит		Гематит		Гідроокси заліза		Карбонати		Силікати		Сульфіди		Кварц	Апатит	Сума мінералів	
Масова частка мінералів (м) та заліза у ньому (Fe), %															
М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	М	М	Fe
14,78	10,7	9,5	6,7	1,1	0,7	8,3	3,0	14,2	3,8	0,4	0,2	51,52	0,2	100	25,1

Дослідження з подальшого використання вторинної сировини проводилися на окремому залученні вузьких класів лежалих хвостів для різних галузей виробництва. При класифікації вихідного матеріалу на три класи крупності +0,25 мм, -0,25+0,05 мм та -0,05 мм, можемо отримати два готових продукти – це клас +0,25 мм, який задовольняє вимогам, що ставляться до будівельного піску, та клас -0,05 мм котрий можливо використовувати в якості готового продукту як добавки до окатишів. Матеріал крупністю -0,25+0,05 мм в якості наповнювачів бетонів, що використовуються для будівництва автомобільних магістралей.

Також були проведені дослідження, які направлені на використанні лежалих хвостів ЦГЗК у виробництві цементу зі зниженим коефіцієнтом насичення. Це можливо за рахунок використання замість беліту двокальцієвих силікатів. Такий цемент відрізняється досить високою маркою за ГОСТ 31108-2003. Цемент цього типу може представляти великий інтерес для виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в агресивному середовищі, особливо при високому вмісті сульфат-йонів. Для такого цементу ефективним є використання хвостів переробки магнетитових кварцитів.

Екологія

Висновки та напрямки подальших досліджень. У результаті аналізу сировинної бази техногенної сировини встановлено, що одним з перспективних джерел сировини на Україні для отримання залізорудних концентратів, будівельного піску, бетону та цементу є лежалі хвости ЦГЗКу. Залучення до переробки лежалих хвостів ЦГЗК дозволить вирішити два основних завдання: розширення сировинної бази комбінату і поліпшення екологічного стану району.

В якості напрямків продовження роботи є розробка технології застосування техногенних відходів при металургійній переробці, наприклад, при виробництві обкотишів.

Список літератури

1. Анализ технологических схем и показателей работы дробильных и обогатительных фабрик СССР за 1970 – 1975 гг.: Отчет о НИР (промежуточ.) / институт "Механобрчермет". – Кривой Рог, 1977.

2. Техпомощь НКГОКу по пуску секции для хвостов магнитной сепарации.: Отчет НИР (промежуточный) / инст. "Механобрчермет". – Кривой Рог, 1963.

3. **Глембоцкий В.А., Бехтле Г.А.** Флотация железных руд. – М.: Недра, 1964.

© Губін Г.В., Олійник Т.А., Кушнірук Н.В., Шестакова Е.М., 2010

*Надійшла до редколегії 21.04.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*