

19. Колчунов В. И. Разработка двухконсольного элемента механики разрушения для расчета ширины раскрытия трещин железобетонных конструкций / В.И. Колчунов, И. А. Яковенко // Вестник гражданских инженеров. – Санкт-Петербург, СПбГАСУ, 2009. – №4(21). – С. 160–163.
20. Boni L. Post-buckling behaviour of flat stiffened composite panels: Experiments vs. analysis / L. Boni, D. Fanteria, A. Lanciotti // Composite Structures. – Vol. 94. – Issue 12. – December 2012. – P. 3421 – 3433.
21. Горностаев И. С. Анализ и результаты экспериментальных и численных исследований деформативности железобетонных составных балок / И. С. Горностаев // Строительство и реконструкция. – 2014. - №4. – С. 3-10.
22. Голышев А. Б. Соппротивление железобетона / А. Б. Голышев, В. И. Колчунов. – К.: Основа, 2009. – 432 с.
23. Баширов Х. З. Напряженно-деформированное состояние железобетонных составных конструкций в зоне нормальных трещин / Х.З. Баширов, И.С. Горностаев, В.И. Колчунов, И.А. Яковенко // Строительство и реконструкция. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2013. – № 2(46). – С. 11–19.
24. Баширов Х. З. К расчету прогибов обычных и составных внецентренно сжатых железобетонных конструкций / Х.З. Баширов, И.А. Яковенко, И.С. Горностаев [и др.] // Железобетонные конструкции: исследования, проектирование, методика преподавания: межд. науч.-метод. конф., посвященной 100-летию со дня рождения В. Н. Байкова, 4–5 апреля 2012г. – М.: МГСУ, 2012. – С. 46–55.
- Рукопис подано до редакції 04.04.16

УДК 622.7.341.1

О.В. БУЛАХ, канд. техн. наук, доц., О.О. БУЛАХ, ст. викладач
Криворізький національний університет

ПОШУК РІШЕНЬ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБАГАЧЕННЯ ОКИСЛЕНИХ РУД КРИВБАСУ

Розглядається необхідність залучення у переробку окислених руд у зв'язку з їх великою розповсюдженістю. Це пов'язано з достатньо великим попитом на продукцію металургійних підприємств у всьому світі та зберігається тенденція збільшення виробництва залізорудних концентратів. Розглянуті існуючі методи збагачення окислених залістистих кварцитів, що використовуються на підприємствах України, США та Бразилії, а саме випалмагнітний, флотаційний та магнітний метод з високою інтенсивністю магнітного поля. В теперішній час випалмагнітний метод збагачення окислених залістистих кварцитів не знайшов широкого розповсюдження через високу вартість енергоресурсів. Тому основними методами збагачення залишаються флотація та високоградієнтна магнітна сепарація. При збагаченні окислених залістистих кварцитів в процесі рудопідготовки утворюється велика кількість шламів, які в свою чергу негативно впливають на наступні процеси магнітного збагачення та супроводжується частковою втратою рудних мінералів у відходах виробництва. Показано один з напрямків підвищення ефективності збагачення окислених руд який базується на виділенні шламової частини подрібненої руди у відвал і дозбагаченні знешламленого продукту за рахунок застосування магнітних сепараторів з сильним магнітним полем. Наведено дослідження з магнітного збагачення окислених залістистих кварцитів Кривбасу із попереднім знешламленням подрібненого матеріалу у гідроциклонах із кутом конусності 5 градусів, що дасть змогу отримувати конкурентоспроможний концентрат. Знешламлення подрібненої руди перед збагаченням значно підвищує якість магнітного продукту, та дозволяє зменшити втрати заліза загального в немагнітному продукті. Дана технологія дозволить отримати залізорудний концентрат з масовою часткою заліза 65,1%.

Ключові слова: окислені залістисті кварцити, технологія збагачення, шламоутворення, процес знешламлення, гідроциклон, концентрат.

Проблема та її зв'язок з науковим та практичним завданням. У зв'язку достатньо великим попитом на продукцію металургійних підприємств у всьому світі зберігається тенденція збільшення виробництва залізорудних концентратів. Але наряду зі зростанням виробництва концентрату зростають вимоги до його якості. Тому на більшості гірничо-збагачувальних підприємств саме підвищення якості концентрату є першочерговим завданням для укріплення своїх позицій на ринку залізорудної сировини. Для досягнення цього розробляються нові технології, вдосконалюються схеми збагачення, використовується нове сучасне обладнання. В більшості випадків на всі ці заходи належать до переробки магнетитових руд як основної сировини для виробництва концентрату на більшості гірничо-збагачувальних комбінатів країн СНД.

Але необхідно пам'ятати про величезні запаси окислених залістистих кварцитів, які видобувались та видобуваються одночасно з магнетитовими кварцитами та складаються у відвали в зв'язку з необхідністю розробки особливої технології їх збагачення. Це пояснюється, передусім, значним шламоутворенням при їх рудопідготовці.

У наш час саме збагаченню окислених руд приділяється значна увага для підтримання, а в деяких випадках і збільшення потужностей гірничо-збагачувальних комбінатів. Існуючі техно-

логії не дозволяють отримувати концентрати, що відповідатимуть сучасним вимогам до їх якості.

Аналіз досліджень і публікацій. За досить тривалий період досліджень окислених залізистих кварцитів у лабораторних, напівпромислових та промислових умовах випробувані випалмагнітний, магнітний (з високим градієнтом магнітного поля) та флотаційний методи збагачення [1].

У зарубіжній практиці підготовка при збагаченні бідних окислених та змішаних залізних руд (тонко-, середньо- і крупнозернистих), а також багатих «землистих» руд застосовують в більшості самоподрібнення (сухе й мокре), за умови, що млини працюють в замкненому циклі з вібраційними грохотами. У результаті збагачення вихідних бідних окислених та змішаних руд отримують гематитові концентрати із масовою часткою заліза 65-66 % та 5-6 % кремнезему. Здебільшого досягається достатньо велике вилучення заліза в концентрат (76-85 %) [2].

У теперішній час окислені залізисті кварцити збагачують за різними технологіями на великих підприємствах США та Бразилії. Наприклад, на фабриці Кауе (Бразилія) при використанні 28 роторних поліградієнтних електромагнітних сепараторів ДР-317 отримують концентрат з масовою часткою заліза 67 %, промпродукт - 52-54 % та хвости - 8-10 % заліза. А на фабриці Тілден (США) при збагаченні окислених таконітів окрім поліградієнтної магнітної сепарації пропонувалось використання флотації та випалмагнітного методу [3].

В Криворізькому басейні 12 % від загальних запасів руд складають саме окислені залізисті кварцити, а їх попутний видобуток досягає 15-30 % від обсягу видобутку сирової руди. Станом на початок 2013 р. розвідані запаси магнетитових кварцитів п'ятьох гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу склали близько 5 млрд т, запаси багатих залізних руд семи працюючих шахт басейну - близько 1 млрд т, а прогнозні ресурси окислених кварцитів до глибини 1 км в межах гірничих відводів діючих гірничодобувних підприємств оцінюються в 50 млрд т [3].

У 80-х роках минулого століття планувалось будівництво Криворізького комбінату окислених руд який був спрямований на переробку окислених залізистих кварцитів Скелеватського та Валявкінського родовищ з використанням передових сучасних, на той час, технологій та планувався, як один з провідних постачальників залізородного концентрату на внутрішній ринок України та на експорт. Проектом було передбачено отримання концентрату з вмістом заліза 61%, але пізніше він був переглянутий на вміст заліза у концентраті до 62 % за рахунок зменшення зазору пластин матриці сепаратору. Але з причини фінансової недостатності будівництво Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд було призупинене. Планувалося, що КГЗКОР буде працювати з продуктивністю 30,0 млн т/рік. В якості головного технологічного обладнання, передбаченого для збагачення окислених залізистих кварцитів Кривбасу був прийнятий сепаратор 6ЭРМ 35/315.

Промислова перевірка сепаратора була проведена на ЦГЗК, де декілька років був введений в експлуатацію даний сепаратор [4]. За результатами випробувань вилучення гематиту в концентрат складає в межах 75 %, а гідроксидів заліза - 44 %, ефективність збагачення класу -0,01 мм на сепараторі 6ЭРМ 35/315 не перевищує 5 % [5].

І сьогодні напрямком збагачення окислених залізистих кварцитів Кривбасу є досить перспективним у зв'язку з досить великою їх розповсюдженістю. Підвищення якості залізородного концентрату при переробці окислених залізистих кварцитів Кривбасу сприятиме інтенсифікації доменного виробництва. Але, як зазначалось вище, при збагаченні окислених залізистих кварцитів в процесі рудопідготовки утворюється велика кількість шламів, які в свою чергу негативно впливають на наступні процеси магнітного збагачення та супроводжується частковою втратою рудних мінералів у відходах виробництва. Пояснюється це наявністю в рудах гідроксидів заліза, які схильні до переподрібнення. Тому головним завданням при розробці нової або вдосконаленні існуючої технології є саме виведення з процесу перед магнітним збагаченням більшої кількості шламів.

Одним з напрямків підвищення якості концентрату, отриманого з окислених залізистих кварцитів та поліпшення їх технологічних властивостей для подальшого переділу є виділення шламової частини подрібненої руди у відвал і дозбагачення знешламленого продукту за рахунок застосування магнітних сепараторів з сильним магнітним полем. Збільшення масової частки заліза в концентраті сприяє зменшенню його питомої поверхні, підвищенню швидкості фільтрування і газопроникненості при огрудкуванні.

Постановка завдання. На основі вище викладеного, були проведені дослідження з магнітного збагачення окислених залізистих кварцитів Кривбасу із попереднім знешламленням подрібненого матеріалу у гідроциклонах з кутом конусності 5 градусів, що дасть змогу отримувати конкурентоспроможний концентрат. Знешламлення подрібненої руди перед збагаченням значно підвищує якість магнітного продукту, при цьому знижуються втрати заліза загального в немагнітному продукті.

Викладення матеріалу і результати. Враховуючи особливості фізичних властивостей окислених залізистих кварцитів та їх мінеральний склад, а також зміна його по класах крупності в процесі подрібнення було запропоновано варіант видалення шламів перед збагачувальним переділом. Один із способів здійснення даного варіанту при напівпромислових випробуваннях передбачає дешламацію, що здійснюється за допомогою гідроциклонів і дешламаторів.

Були проведені порівняльні випробування магнітного збагачення окислених залізистих кварцитів злива класифікатора, пісків гідроциклона і пісків дешламатора (табл. 1).

Таблиця 1

Результати порівняльних випробувань магнітного збагачення окислених залізистих кварцитів злива класифікатора, пісків гідроциклона і пісків дешламатора (1 стадії збагачення)

Класи крупності, мм	Вихідна руда, %			Технологічні показники, %					
	вихід	масова доля Fe	вилучення	магнітний продукт			хвости		
				вихід	масова доля Fe	вилучення	вихід	масова доля Fe	вилучення
Злив класифікатора									
+0,074	30,2	35,9	30,9	21,7	46,2	28,6	8,5	9,5	2,3
-0,074+0,044	15,0	42,6	18,2	9,4	58,9	15,8	5,6	15,0	2,4
-0,044+0,020	29,0	35,2	29,1	13,4	54,6	20,8	15,6	18,7	8,3
-0,020+0,010	14,8	24,0	10,1	3,8	50,8	5,5	11,0	14,7	4,6
-0,010	11,0	37,2	11,7	7,3	46,2	9,6	3,7	19,9	2,1
Всього	100	35,1	100	55,6	50,7	80,3	44,4	15,6	19,7
Піски гідроциклона									
+0,010	95,0	35,3	94,8	47,3	59,1	79,0	47,7	11,7	15,8
-0,010	5,0	36,9	5,2	3,0	52,3	4,4	2,0	13,5	0,8
Всього	100	35,4	100	50,3	58,7	83,4	49,7	11,8	16,6
Піски дешламатора									
+0,010	77,7	32,2	75,0	33,7	52,3	52,8	44,0	16,9	22,2
-0,010	22,3	37,4	25,0	13,9	48,6	20,2	8,4	18,9	4,8
Всього	100	33,4	100	47,6	51,2	73,2	52,4	17,2	27,0
Знешламлений пісок									
+0,010	92,4	35,0	92,1	46,9	57,4	76,7	45,5	11,9	15,4
-0,010	7,6	36,3	7,9	4,6	49,6	6,5	3,0	16,4	1,4
Всього	100	35,1	100	51,5	56,7	83,2	48,5	12,2	16,8

Піски дешламатора по збагачуваності дещо краще незнешламленої руди, але гірше пісків гідроциклона. Застосування схеми знешламлення зливу класифікатора першої стадії подрібнення в дешламаторах економічно не доцільне через низьке питоме навантаження на знешламлюючий апарат (0,012-0,022 т/м·год).

З цією метою були проведені дослідження по розробці більш ефективної і економічної схеми знешламлюючих пристроїв.

На підставі раніше проведених досліджень конструкцій гідроциклонів відомо, що при зменшенні кута конусності гідроциклонів гідравлічний опір знижується. Внаслідок цього збільшується об'ємна продуктивність при одному і тому ж тиску на вході.

Незважаючи на те, що тангенціальна швидкість у гідроциклонах з малим кутом конусності менше, ніж з великим, за інших рівних умов час перебування зерен у внутрішньому потоці більше.

У результаті крупність зливу із зменшенням кута конусності гідроциклонів зменшується, ніж при великих кутах конусності. Тому, для скидання шламів за допомогою гідроциклонів проведено випробування на гідроциклонних установках з кутами конусності 5, 20 і 90°. Випробування проводилися на гідроциклоні, діаметром циліндричної частини 40 мм. Тиск на вході пульпи в гідроциклон становить 1,5 кг/см еквівалентний діаметр живильного патрубка 8 мм, діаметр піскової насадки 3,5 мм, діаметр зливного патрубка 10 мм [6].

Як показали експериментальні дослідження, застосування гідроциклонів з кутом конусності 5° забезпечує ефективне відділення шламів (табл. 2).

Таблиця 2

Показники гідравлічної дешламації окисленої залізної руди в гідроциклонах з різними кутами конусності

Кут конусності, градус°	Продукти класифікації	Продуктивність, т/год	Вихід твердого, %	Масова доля класу -0,01 мм, %
5	Злив	0,64	7,9	88,6
	Піски	0,16	92,1	4,3
	Вихідний	0,8	100	11,0
20	Злив	0,6	11,5	66,4
	Піски	0,08	89,5	3,8
	Вихідний	0,68	100	11,0
90	Злив	0,48	17,8	39,2
	Піски	0,03	82,2	4,9
	Вихідний	0,51	100	11,0

Дана технологічна схема дозволяє отримання залізорудного концентрату з масовою часткою заліза 65,1 % і вилученням 71,6 %. [6]

Висновки та напрямок подальших досліджень. Рекомендована схема дозволить вирішити питання продажу залізорудного концентрату і обкотишів на внутрішньому та зовнішньому ринках. За результатами напівпромислових випробувань дешламації зливу класифікатора і подальшим збагаченням магнітною сепарацією в сильному полі.

Виділення шламів перед електромагнітною сепарацією забезпечить стабільне отримання по співвідношенню твердого: рідкого живлення електромагнітного сепаратора.

За результатами випробування збагачення окислених залізистих кварцитів Кривбасу рекомендована технологічна схема магнітної сепарації з попереднім знешламленням в гідроциклонах із кутом конусності 5 градусів (рис. 1). отриманий концентрат з масовою часткою заліза 65,1 %.

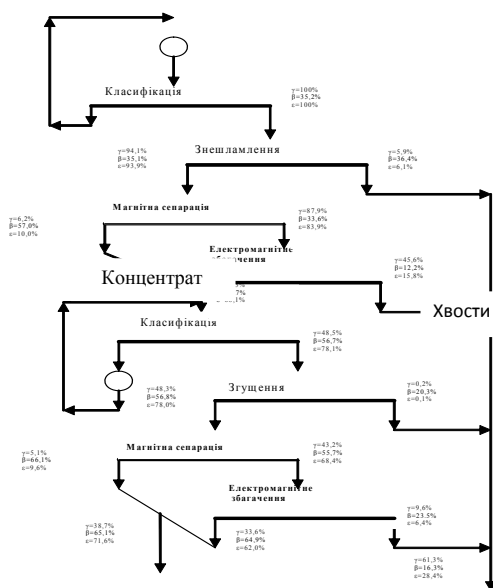


Рис. 1. Рекомендована схема переробки окислених залізистих кварцитів Кривбасу

В якості апарату для знешламлення рекомендовано гідроциклон з кутом конусності 5 градусів при відповідному співвідношенні розвантажувальних насадок.

Операцію знешламлення можливо проводити перед магнітною сепарацією в слабкому полі, (за даними напівпромислових випробувань), але і перед електромагнітною сепарацією.

Список літератури

1. Ревнищев В.И., Комлев А.М., Урванцев А.И., Рублев С.Н. К проблеме разработки рациональной технологии обогащения окисленных железистых кварцитов / В.И. Ревнищев, А.М. Комлев, А.И. Урванцев, С.Н. Рублев // Обогащение руд. № 6. – 1984. – С. 13-15.
2. Остапенко П.Е. Обогащение железных руд / М.: Недра, 1977. –274 с.
3. Олейник Т.А. Современные тенденции развития технологий обогащения гематитовых руд в Украине / Т.А. Олейник // Збагачення корисних копалин. Науково – технічний збірник №56(97). – Дніпропетровськ: НГУ. – 2014. – С. 18–27.

4. Кармазин В.И., Мостепан Л.Ф., Левченко К.А. О повышении эффективности высокоградиентного обогащения илистых фракций окисленных железистых кварцитов ЦГОКа при использовании сетчатой матрицы с вертикальным намагничиванием // Современное состояние и перспективы развития техники и технологии магнитного обогащения руд и материалов – Кривой Рог, 1994. – С. 29-30.

5. Гвоздик В.С. Экспериментальное наблюдение при механическом воздействии на гематит и кварц / В.С. Гвоздик // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог: КТУ, 2002. – С. 86-89.

6. Разработка рациональной технологии переработки окисленных железистых кварцитов с целью повышения экономичности обогатительного передела: отчет о научно-исследовательской работе / [Н.К. Кравцов, В.Н. Тарасенко, О.А. Булах и др.]. – Кривой Рог: КТУ, 2001. – 67 с.

Рукопис подано до редакції 17.03.16

УДК 378.14: 004.087

І.О. ДОЦЕНКО, ст. викладач, Криворізький національний університет

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ - МЕТОДОЛОГІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Нові інформаційні технології відкривають доступ до безмежного обсягу інформації, дають змогу активізувати інтелектуальні та пізнавальні можливості студентів. Традиційні методи підготовки фахівців відходять у минуле. Нині на перше місце виступає особистісно-орієнтований підхід до навчання кожного студента. Завдання сьогодення - впровадження найсучасніших інформаційно-освітніх технологій у практику вищої освіти. Метою таких технологій є надання викладачам можливостей викладання більшого обсягу навчального матеріалу на занятті, забезпечення доступу викладачам і студентам до зовнішніх інформаційних ресурсів, проведення регулярного експрес-контролю знань студентів, збереження часу на створення методичного забезпечення з навчальних дисциплін.

Комп'ютерна (інформаційна) технологія навчання (КТН) спрямована на досягнення цілей інформатизації навчання на основі застосування комплексу функціонально залежних педагогічних, інформаційних, методологічних, психофізіологічних і ергономічних засобів і методик, створених і організованих на базі технічного й програмного забезпечення ЕОМ. Інформатизація навчального процесу значною мірою сприяє розв'язанню проблем його гуманізації, оскільки з'являються можливості значної інтенсифікації спілкування, врахування індивідуальних нахилів і здібностей, розкриття творчого потенціалу викладачів і студентів, диференціації навчання відповідно до особливостей студентів; звільнення викладача і студента від необхідності виконання рутинних, технічних операцій, надання їм широких можливостей для розв'язання пізнавальних, творчих проблем.

Науково обгрунтоване впровадження у вищу освіту інформаційних та телекомунікаційних технологій є необхідною умовою, щодо прискорення переходу України до інформаційного суспільства, зайняття нею гідного місця у світовому освітньому просторі.

Ключові слова: інформатизація, інформаційно-комунікаційні технології, програмне забезпечення, аудіовізуальні технології, методи і засоби навчання.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Інформатизація освіти в Україні є одним із пріоритетних напрямів реформування. У широкому розумінні – це комплекс соціально-педагогічних перетворень, пов'язаних з насиченням освітніх систем інформаційною продукцією, засобами й технологією, у вузькому - впровадження в заклади системи освіти інформаційних засобів, що ґрунтуються на мікропроцесорній техніці, а також інформаційної продукції і педагогічних технологій, які базуються на цих засобах.

Однією із найістотніших складових інформатизації вищих навчальних закладів є інформатизація навчального процесу, а саме: створення, впровадження та розвиток комп'ютерно-орієнтованого освітнього середовища на основі інформаційних систем, мереж, ресурсів і технологій. Головною її метою є підготовка фахівця до повноцінного життя і діяльності в умовах інформаційного суспільства, комплексна перебудова навчального процесу, підвищення його якості та ефективності.

Інформатизація освіти є не тільки наслідком, а й стимулом розвитку новітніх інформаційних технологій, сприяє швидкому розвитку суспільства в цілому. Вона має стати невід'ємною складовою частиною підготовки фахівців вищої кваліфікації у будь-якій галузі знань.

Інформатизація вищої школи передбачає:

оперативне оновлення навчальної інформації у зв'язку з розвитком науки, техніки, культури;