

Т.А. ОЛІЙНИК, д-р техн. наук,

О.В. БУЛАХ, канд. техн. наук

(Україна, Кривий Ріг, Криворізький технічний університет)

ОБГРУНТУВАННЯ УМОВ УТВОРЕННЯ НОВОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ПОДРІБНЕННІ ОКИСЛЕНИХ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. У зв'язку зі зменшенням запасів багатих магнетитових руд зростає світовий попит на концентрати, отримані з бідних окислених руд. Для виробництва таких концентратів потрібне вдосконалення традиційних технологій рудо підготовки. При різному типі подрібнення не вдається виділити розкриті зерна мінералів у повному обсязі. Також при подрібненні виникає забруднення поверхонь рудних і нерудних мінералів залізних руд, що утворюються. На поверхні зерен кварцу має місце міцне закріплення дисперсних частинок рудних мінералів залізістих кварцитів – магнетиту, гематиту, мартиту та гідроксидів заліза, а на рудних частинках – кварцу. Максимальна крупність частинок, які закріплюються на поверхнях зерен мінералів, що подрібнюються, не перевищує 0,8 мкм. Ці частинки не видаляються з поверхні рудних і нерудних мінералів навіть інтенсивною промивкою. Тому утворення чистих поверхонь мінералів при подрібненні сировини є вельми актуальним науково-практичним завданням.

Аналіз досліджень і публікацій. Ступенем розкриття мінеральних зерен, що досягається подрібненням матеріалу, визначаються, головним чином, технологічні можливості збагачення сировини, режими і схеми збагачення руди, які спрямовані на створення умов для селективного розділення мінералів [1]. Проте, ступінь розкриття, як правило, нижчий за ступінь подрібнення. Підвищення ступеня розкриття мінералів з часом подрібнення, з одного боку, пов'язане зі збільшенням контрастності фізичних властивостей зерен, що розділяються, а з іншого боку, спостерігається погіршення умов сепарації при переподрібненні матеріалу за рахунок утворення великої кількості шламів. У цьому випадку необхідно досягнути високої селективності розкриття – максимального ступеня розкриття мінералів при мінімальному ступені подрібнення руди. Схема розкриття мінералів є структурною основою загальної технологічної схеми збагачення руди, тобто характер вкрапленості руди та її структура визначають розкриття її окремих компонентів, а значить, і технологічну схему подрібнення. Остання і є основою, на якій формується вся технологічна схема збагачення.

Постановка завдання. Для підвищення ефективності підготовки окислених залізістих кварцитів до збагачення надійним способом є використання реагентів. Це пов'язано, передусім, з тим, що міцнісні властивості мінеральних різновидів, які складають залізорудну сировину, мають широкий діапазон коливань. Як наслідок, при подрібненні їх у кульових млинах до заданої крупності розкриття зерен утворюється до 10-20% шламів як рудних, так і нерудних мінералів.

Підготовчі процеси збагачення

При цьому, шлами за рахунок електростатичних сил налипають на поверхню нерудного мінералу, що погіршує умови збагачення сировини. Тому, разом зі зменшенням енергетичних витрат на подрібнення мінеральних різновидів повинне бути вирішене завдання чистоти поверхонь мінералів у процесі подрібнення і зменшення кількості дисперсних частинок (шламів) перед збагачувальним переділом. Для досягнення цієї мети пропонується використання розчину бішофіту.

Викладення матеріалу та результати. Механізм дії бішофіту на поверхні мінералів у млині пояснюється так.

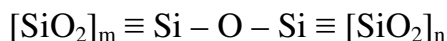
Більшість неорганічних речовин (до яких і належить бішофіт) у розчинах у значній мірі дисоційовано на іони. Згідно з хімічною теорією розчинів Д.І. Менделєєва, водні розчини містять ряд нестійких гідратів, які перетворюються один на одного – сполук розчиненої речовини з водою [2].

Більшість гідратів у розчині міцно пов'язуються з молекулами води, які їх оточують, утворюючи гідратні комплекси. Іони бішофіту у розчині утворюють з молекулами води гідратні комплекси $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, які містять комплексний іон $[Mg (H_2O)_6]^{+2}$.

На відміну від лужноземельних металів, таких як кальцій і магній, ці комплексні іони не будуть відмиватися з поверхні мінералів.

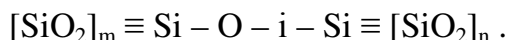
При подрібненні окисленої руди розглядається розкриття кварцу і гематиту.

У кварці кожний атом кремнію пов'язаний з чотирма атомами кисню, а кожний атом кисню – з двома атомами кремнію, що схематично можна зобразити таким чином:



У цьому рівнянні три зв'язки при Si означають, що атом кремнію, який знаходиться на поверхні, пов'язаний з трьома атомами кисню гратки кварцу, позначеної символами $[SiO_2]_m$ і $[SiO_2]_n$.

При руйнуванні кристалів кварцу на їх поверхні оголяються силансанові групи Si – O – Si та розриваються зв'язки між кремнієм та киснем з утворенням ненасичених зв'язків при кожному атомі, а саме:



Якщо руйнування відбувається у воді, то в кожному місці розриву зв'язків спостерігається поглинання одинарного іону H^+ та одинарного іону OH^- і поверхня кварцу покривається силанольними групами $\equiv Si - OH$.

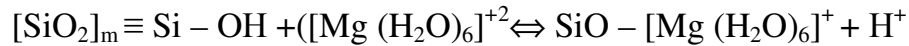
Стрельцин Г.С. вважає, що 50% поверхні розколу кварцу зайнято силансановими групами і 50% – силанольними, причому сумарна взаємодія дисоційованих і недисоційованих силанольних груп з водою у 1,5 раза більша, ніж молекул води між собою [3].

Враховуючи, що недисоційовані силанольні групи взаємодіють з водою

Підготовчі процеси збагачення

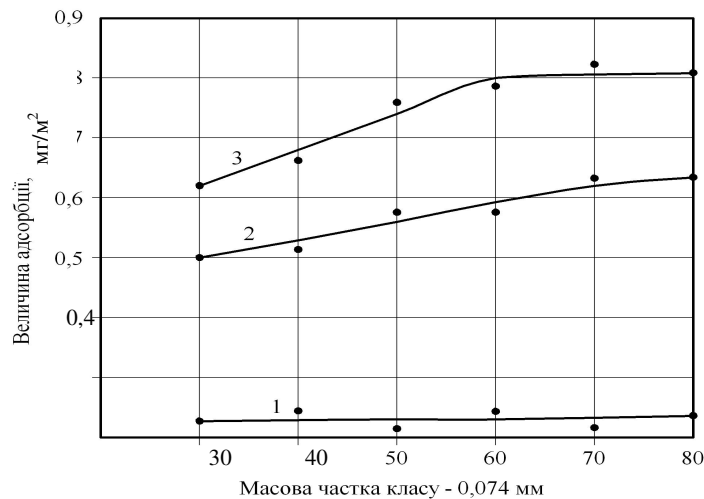
трохи слабкіше, ніж молекули води один з одним, можна прийняти, що стан поверхні кварцу залежить від кількості дисоційованих силанольних груп. Якщо умовно прийняти, що одночасно дисоціює не більше 10% силанольних груп, то у цьому випадку взаємодія дисоційованих силанольних груп з водою у 6 разів перевищує загальну взаємодію поверхні кварцу з водою.

У присутності комплексних іонів бішофіту в пульпі водень силанольної групи заміщується продуктом гідролізу катіона металу ($[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$) за реакцією:



Хемосорбований катіон утримується валентним зв'язком з поверхнею.

Адсорбовані комплексні іони магнію на поверхні кварцу не порушують структури ґратки в мінералі, але у значному ступені є гідратованими. Ці іони міцно закріплюються на поверхні кварцу та в дуже малій кількості відмиваються водою при десорбції іонів з рН=6-7. Це підтверджують результати проведених досліджень (рисунок).



Залежність величини адсорбції бішофіту від крупності подрібнення:

1 – гематит; 2 – кварцит; 3 – кварц

Припускається, що іони бішофіту можуть закріплюватися й на силанольних ділянках поверхні, що повинне приводити до більш міцного закріплення сорбованих сполук.

Виникнення водневого зв'язку можливе також і між гідроксильними групами сорбованих гідроксильних сполук та силанольними групами поверхні, що також повинне приводити до більш міцного закріплення сорбованих сполук.

При одночасній присутності у пульпі кварцу й гематиту в суспензії обов'язково є присутніми іони заліза, магнію, кальцію. Останні здатні витіснити з поверхні кварцу іони водню, однак не комплексні іони бішофіту. Закріплення іонів заліза буде першочерговим у порівнянні з іонами кальцію та магнію та

Підготовчі процеси збагачення

може здійснюватися на недисоційованих ділянках поверхні мінералу. Оскільки кількість цих ділянок дуже мала у зв'язку з тим, що комплексні сполуки магнію не відмиваються водою з поверхні кварцу, то дисоціація іонів заліза мала, а значить, і можливість налипання шламистих частинок гематиту різко знижується.

Після подрібнення кварцу в млині з використанням бішофіту на його новоутворених поверхнях присутні, в основному, комплексні іони $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$, які сприяють утворенню чистої поверхні кварцу. Поверхневий шар гематиту в млині у водному середовищі можна подати у вигляді $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}(\text{OH})$ [3]. На поверхні гематиту вже присутні іони тривалентного заліза, які важко відмиваються водою [3]. Крім цього, не існує умов для закріплення центрів кварцу, а отже, налипання тонких частинок кварцу на гематиті виникати не буде. Тому на поверхні гематиту відсутні активні центри для дисоціації комплексного іона бішофіту з його поверхнею, або кількість цих центрів дуже мала.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Отже, при подрібненні можна досягти чистих поверхонь мінералів кварцу і гематиту. Утворення при подрібненні чистої поверхні кварцу відбувається за рахунок застосування бішофіту, який в пульпі утворює комплексні іони магнію, що утримуються на поверхні мінералу за рахунок водневих зв'язків, виникаючих між хемосорбованим іоном реагенту та поверхнею, в результаті заміщення водню силанольної групи кварцу продуктом гідролізу катіона, на силансанових ділянках, а також між гідроксильними групами сорбованих гідроксильних сполук і силанольними групами поверхні. Оскільки поверхні кварцу і гематиту в млині в присутності бішофіту у технічній воді мають однаковий заряд, то налипання шламистих частинок на мінеральних поверхнях не відбувається.

Завдяки утворенню чистих поверхонь мінералів при подрібненні окислених залізистих кварцитів можливо отримати більш якісний концентрат з високою масовою часткою заліза.

Список літератури

1. Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых / В.В.Кармазин – М.: Изд. Московского государственного горного университета, 2002. – С. 24–30.
2. Карапетьянц М.Х. Строение вещества / М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. – М.: Высшая школа, 1978. – 272 с.
3. Абрамов А.А. Химия флотационных систем / А.А. Абрамов, С.Б. Леонов, М.Н. Сорокин. – М.: Недра, 1982. – 312 с.

© Олійник Т.А., Булах О.В., 2011

*Надійшла до редколегії 15.11.2011 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*