

**В.С. БІЛЕЦЬКИЙ**, д-р техн. наук,

**В.О. СМІРНОВ**, канд. техн. наук

(Україна, Донецьк, Донецький національний технічний університет)

## **ФЛОТАЦІЯ З НОСІЯМИ ЯК СПОСІБ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЗБАГАЧЕННЯ ТОНКОГО ВУГІЛЛЯ**

*Постановка проблеми і стан її вивчення.* При флотації в пульпі завжди присутні первинні і вторинні тонкі шламкові частинки, які відрізняються специфічними фізичними і фізико-хімічними властивостями, що залежать від їх розмірів і мінерального складу. У тонкі шлами переходять переважно м'які мінерали, які добре розмокають. Оскільки при подрібненні мінерали руйнуються в основному по макродефектах зерен і дефектах кристалічної ґратки, тонкі частинки характеризуються підвищенням структурної неоднорідності, зменшенням ролі зовнішніх дефектів і зростанням внеску поверхневих шарів. Малий розмір частинок обумовлює їхню велику питому поверхню і відповідно велику адсорбційну здатність [1-3].

Флотація тонких шламкових частинок протікає неефективно. Крім того, дуже тонкі шламкові частинки (розміром до 3 мкм) суттєво впливають на флотацію більш крупного матеріалу, при цьому спостерігається:

- забруднення пінного продукту дрібними породними фракціями;
- збільшення витрати реагентів;
- зменшення швидкості флотації;
- погіршення флотації більш крупних зерен і зниження якості хвостів внаслідок поганої флотації найтонших зерен. [1-3].

Негативний вплив тонких шламів на флотацію пояснюється такими причинами:

– тонкі шлами налипають на більше крупні частинки, створюють на їхній поверхні шламове покриття, що приводить до гідрофілізації цієї поверхні і депресії її флотації;

– тонкі шламкові частинки покривають плівкою поверхню повітряних бульбашок, тому до них погано прилипають мінеральні частинки середньої флотаційної крупності;

– тонкі шламкові частинки, що володіють великою питомою поверхнею, поглинають велику кількість реагентів, у результаті чого їх може не вистачати для флотації середніх і крупних частинок;

– шламкові частинки характеризуються малою швидкістю флотації, що також пов'язане з їхньою великою питомою поверхнею та специфічним механізмом зустрічі з бульбашкою повітря;

– дрібні частинки пустої породи часто забруднюють пінний продукт внаслідок їхньої часткової гідрофобізації і механічного виносу у піну.

Для зниження негативного впливу тонких шламів на процес флотації як

## Флотація

один із заходів може бути застосована флотація з носіями, де роль носіїв виконують більш крупні вугільні зерна. Але цей спосіб малодосліджений і практичного застосування не одержав. [4-5]

*Мета роботи* – дослідження флотації з носіями як способу інтенсифікації збагачення тонкодисперсного вугілля.

Виклад основного матеріалу. Флотація тонкодисперсних вугільних шламів з носіями полягає у додаванні до пульпи крупних гідрофобних або гідрофобізованих частинок, на які в процесі турбулізації флотаційної пульпи налипають тонкі вугільні частинки. Відбувається це, виходячи з уявлень Л.Д. Ландау та В.Г. Левіча про режим течії води в пристінному шарі, за механізмом турбулентної дифузії, який забезпечує зустріч частинок-носіїв радіусу  $R$  і флотованих тонких вугільних частинок радіусу  $r$  (тут  $R \gg r$ ) [6]. В результаті виникають агрегати крупних вугільних частинок-носіїв і тонкодисперсного збагачуваного вугілля.

Після утворення агрегатів тонкого матеріалу з зернами-носіями відбувається елементарний акт флотації – зустріч цих агрегатів з повітряною бульбашкою. Імовірність такої зустрічі для агрегатів значно більша ніж тонких частинок, бо відбувається вона за інерційним механізмом. Водночас, тонкі вугільні зерна, які не увійшли до складу агрегатів часто слідує лініям току рідини і огинають повітряні бульбашки.

В залежності від величини сил зчеплення тонких частинок з поверхнею зерна-носія принципово можливі два варіанти механізму флотації (рис. 1) [3].

*Перший механізм* (рис. 1 а): зерно "носія" флотується разом з тонкими частинками, які закріпилися на ньому, що спостерігається при значній міцності закріплення тонких частинок на поверхні крупного зерна. Такі агрегати легко флотуються. Іноді як носії доцільно застосовувати зернисту частину раніше отриманого концентрату.

*Другий механізм* (рис. 1 б): флотуються тільки тонкі частинки, а зерно "носія" не флотується через малу величину сил зчеплення між його поверхнею і тонкими частинками.

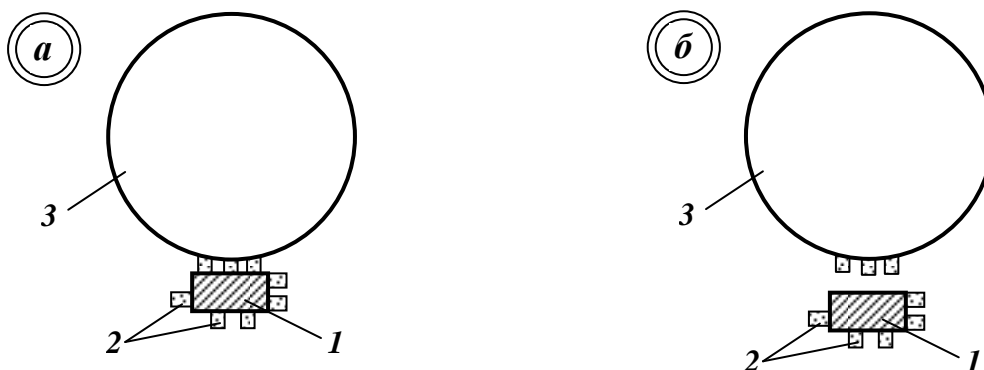


Рис. 1. Схема можливих механізмів флотації тонких частинок на зернах "носія":

1 – зерно-носій; 2 – тонкі частинки флотованого мінералу;

3 – повітряна бульбашка

Кількість часточок-носіїв може коливатися від 5 до 200% від маси тонкодисперсних класів, що вилучаються [3].

Перевірка дієвості інтенсифікації процесу флотації тонкодисперсних вугільних шламів шляхом застосування "носіїв" здійснена одночасно з промисловими випробуваннями технології селективної масляної флокуляції вугільних шламів у цеху вуглепідготовки УПЦ-1 Авдіївського коксохімзаводу.

Технологію селективної флокуляції маслами застосовано при переробці некондиційних відходів флотації вуглефабрики. Установа для реалізації процесу (рис. 2) створена на базі флотомашини МФУ-50. Перша камера машини була переобладнана на мішалку з двома імпелерами – верхній чотирилопатевий хрестоподібний, нижній – стандартний імпелер флотомашини.

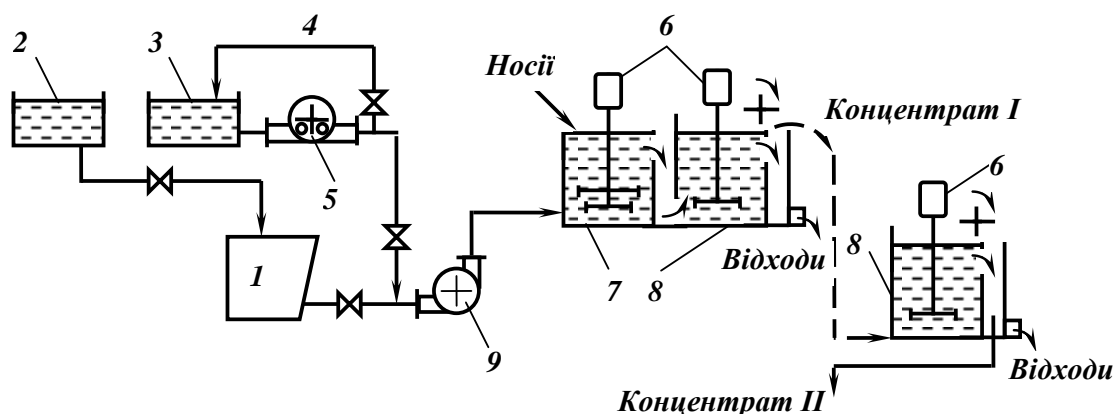


Рис. 2. Схема промислової установки масляної флокуляції вугілля з відходів флотації на вуглефабриці Авдіївського КХЗ:

- 1 – збірник флотовідходів; 2 – ємність для рН-регулятора;
- 3 – ємність для реагента-зв'язуючого; 4 – байпас; 5 – насос подачі реагенту;
- 6 – приводи; 7 – камера флокуляції; 8 – камери видалення вуглемасляних агрегатів з суспензії; 9 – шламовий насос

Вихідний продукт (відходи флотації) подавали за допомогою насосу, підключеного до хвостової кишені сусідньої флотомашини. Масляний флокулянт (масло обмаслювання шихти) подавали на всас насосу. Продукт перемішування самопливом переходив у другу камеру флотомашини. Ця камера (камера розділення) була обладнана стандартним блок-імпелером зі зменшеною вдвічі частотою обертання.

Основні параметри установки: продуктивність по пульпі 150м<sup>3</sup>/год; по твердому – 6 т/год; витрати зв'язуючого 0,5-1,0 мас.%; частота обертання валу турбулізатора 750 хв<sup>-1</sup>; імпелера камери розділення – 500 хв<sup>-1</sup>; рН=9; тривалість селекції у турбулізаторі – близько 1-1,5 хв.

Об'єктом збагачення слугували відходи флотації зольністю пересічно 60-80%, крупністю 0-1 мм, 85% кл. 0-0,63 мм. Вміст тонких класів крупності складав близько 30% кл. 0-0,050 мм. Як "носіїв" застосовувалися попередньо виділені з флотоконцентрату вугільні зерна крупністю 0,5-1,0 мм, які в кількості 10% від твердої фази подавалися у вихідну пульпу. При цьому вивчалася структура утворених агрегатів і контролювалися якісні показники продуктів.

## **Флотація**

При зольності вихідного живлення 65-70% зольність і вихід концентрату відповідно складала 14-15 і 12-21%. Зольність відходів процесу селективної флокуляції – 78-80%.

Зафіксовано, що добавка "носіїв" несуттєво впливала на зольність продуктів флотації (в межах 0,5-0,8%), але на 20-25% збільшувала швидкість процесу.

Концентрат вивчали за допомогою мікроскопа НЕОРНОТ-21 в аншліфах. Аншліф агрегату на основі носіїв, одержаний за розробленою нами методикою [7] показаний на рис. 3.

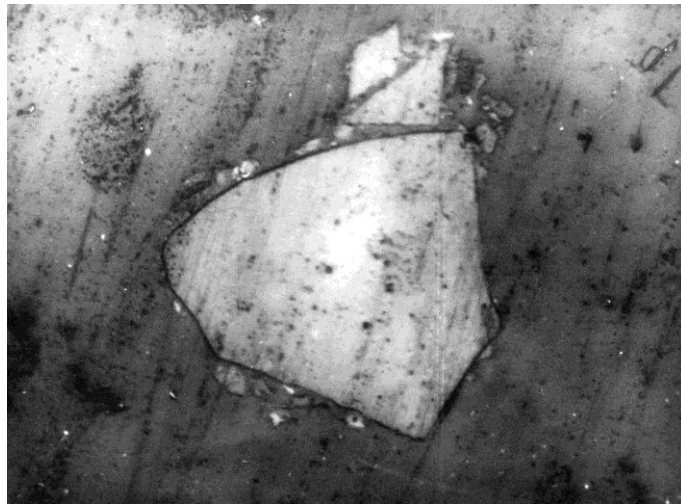


Рис. 3. Аншліф агрегату "вугільне зерно-носій – тонкодисперсні зерна збагачуваного вугілля" у флотації з носіями. Крупності "зерна-носія" і тонкодисперсного матеріалу на ньому відповідно:  $D = 0,9-0,95$  мм;  $d = 0,01-0,2$  мм

Аналіз аншліфа агрегату "носій-тонкі вугільні зерна" показує чітку картину налипання на вугільне зерно-носій діаметром близько 1 мм тонкодисперсного вугілля крупністю від 10 мкм до 200 мкм. Наявність у концентраті зерен всього діапазону крупності (включно з класом 0,8-1,0 мм ("носії")) свідчить про те, що флотація вугілля відбувається за *першим механізмом* (рис. 1 а). Другий механізм (рис. 1 б) або відсутній, або має частковий характер.

### *Висновок*

Таким чином, суттєвим позитивним ефектом при вугільній флотації з носіями є збільшення швидкості флотації на 20-25%, що, очевидно, обумовлено більш ефективним механізмом зустрічі вугільних частинок-носіїв з тонкодисперсними вугільними зернами і подальша успішна флотація утворених агрегатів. "Носіями" при вугільній флотації можуть служити вугільні зерна крупністю порядку 0,8-1,0 мм.

### **Список література**

1. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 1984. – 383 с.
2. Глембоцкий В.А. Физико-химия флотационных процессов. – М.: Недра, 1972. – 392 с.

3. Смирнов В.О., Білецький В.С. Флотаційні методи збагачення корисних копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2010. – 492 с.
4. Новак В.И., Козлов В.А. Обзор современных способов обогащения угольных шламов // Горный информационно-аналитический бюллетень: Науч.-техн. жур. – 2012.
5. Дерягин Б.В., Духин С.С., Рулев Н.Н. Микрофлотація: Водоочистка, обогащение. – К.: Химия, 1986. – 112 с.
6. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. – М.: Изд-во физ.-мат. литературы, 1959. – 700 с.
7. Белецкий В.С. Усовершенствованная методика препарирования углемасляного гранулята // Заводская лаборатория. – 1990. – № 12. – С. 65-67.

© Білецький В.С., Смирнов В.О., 2013

*Надійшла до редколегії 15.04.2013 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.І. Назимко*