

УДК 622.7

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АДГЕЗІЙНОГО КОНТАКТУ “ВУГЛЕМАСЛЯНА РЕЧОВИНА – ЗОЛОТО”

Білецький В.С., докт. тех. наук, проф.,

Сергєєв П.В., канд. тех. наук, доц.,

Донецький національний технічний університет

Досліджено елементарний акт процесу адгезійного збагачення тонкодисперсного золота при використанні в якості адгезійного активного матеріалу вуглемасляних гранул.

Elementary act of process of adhesive enriching of fine gold explored. As adhesive active material used coal-oil granules.

Рядом наукових центрів в США, Австралії, Великобританії, Росії активно розробляється новий напрямок збагачення тонкодисперсного золота та інших гідрофобних пиловидних корисних копалин шляхом селективної адгезії олеофільних частинок руди на спеціальних адгезійно активних гранульованих носіях. Область застосування цього процесу широка - вона включає рудну сировину крупністю від 10 мкм до 0,5 мм, яка характерна для ряду золотоносних родовищ України. Процес адгезійного збагачення в порівнянні з сучасними технологіями-аналогами вигідно відрізняється високою ефективністю та більшою екологічною чистотою [1, 2].

Елементарним актом процесу адгезійного збагачення тонкодисперсного золота при використанні в якості носіїв вуглемасляних гранул є контакт “вуглемасляна речовина – золото”. Попри лабораторні та стендові дослідження процесу в цілому і його промислові апробації, дослідження власне елементарного акту адгезійного контакту “адгезив-субстрат” не були проведені, що звужує можливості цілеспрямованої корекції вибору реагентів-зв’язуючих, температурного режиму процесу адгезійного збагачення та оптимізації характеристик гранул-носіїв.

Нами вперше в рамках НДР “Розробка наукових основ процесу адгезійного збагачення тонкодисперсного золота” (2000 р.) досліджено процес адгезійного контакту “вуглемасляна речовина – золото” із застосуванням планування експерименту. Об’єктом досліджень була грануляційна речовина, одержана з Донецького вугілля марки Г крупністю 0-0,1 мм, зольністю 9% і топкового мазуту марки М100. Фак-

торами, які варіюються були вибрані: крупність вихідного вугілля (оцінювалася за зовнішньою питомою поверхнею вугілля S_n), температура грануляційної речовини $t_{гр}$ та витрати реагенту-зв'язуючого Q_m .

Експериментальна область факторного простору: $S_n = 650-4400$ м²/г (що відповідає зміні крупності вихідного вугілля від $-0,05$ мм до $0,2-0,5$ мм), $t_{гр} = 10-40$ °С, $Q_m = 25-45$ мас.%. Функція відгуку – липкість L золота проби 500 до грануляційної речовини. Липкість вимірювалася по запропонованій нами методиці [3].

Для планування використаний план Бокса-Бенкена [4]. Обробка результатів експерименту виконана за комп'ютерною програмою "Statgraphics".

Одержаний поліном (регресійна модель) має вигляд:

$$L = 10,3 + 1,7125 Q_m + 5,6 S_n - 7,4125 t_{гр} - 3,8 Q_m^2 - 3,275 Q_m \cdot S_n - 8,8 Q_m \cdot t_{гр} + 3,775 S_n^2 - 4,675 S_n \cdot t_{гр} + 7,4 t_{гр}^2.$$

Коефіцієнти моделі наведено в нормованому (кодованому) виді. Як показує стандартизований комп'ютерний аналіз, найбільший питомий ефект на параметр липкості L справляє температура грануляційної речовини (середовища, в якому здійснюється адгезійний контакт), сукупність факторів "витрати реагенту – температура середовища" та крупність вихідного вугілля. Всі коефіцієнти моделі значимі (рис.1). Це свідчить, зокрема, про правильно обраний факторний простір.

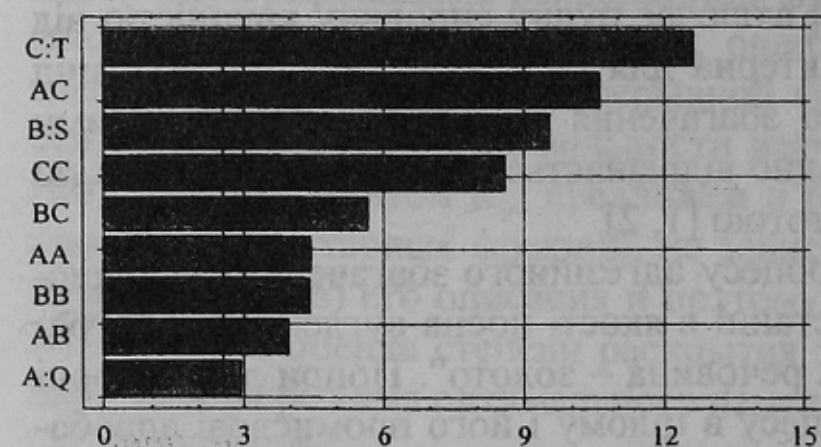


Рисунок 1 – Значимість коефіцієнтів моделі (Парето-графік). Вертикаль відповідає 95% значимості.

На рис. 2 подані розрахункові гіперповерхні $L = f(Q_m, t_{гр})$, $L = f(Q_m, S_n)$, $L = f(S_n, t_{гр})$. На рис. 3: а - перетини цих гіперповерхонь по "головним ефектам", які показують вплив на параметр L одного фактора при фіксуванні інших на "0", та б – ефекти парних взаємодій факторів.

Гіперповерхні мають неекстремальних складний характер.

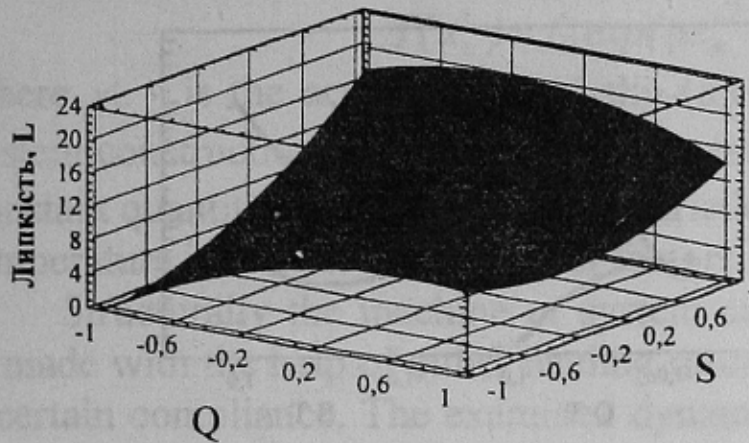
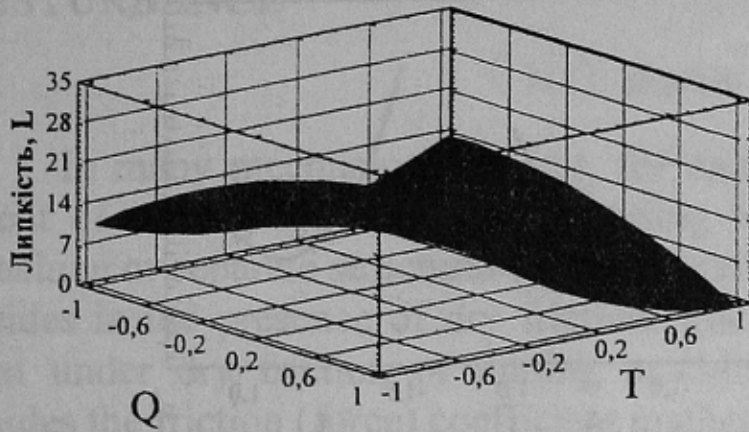
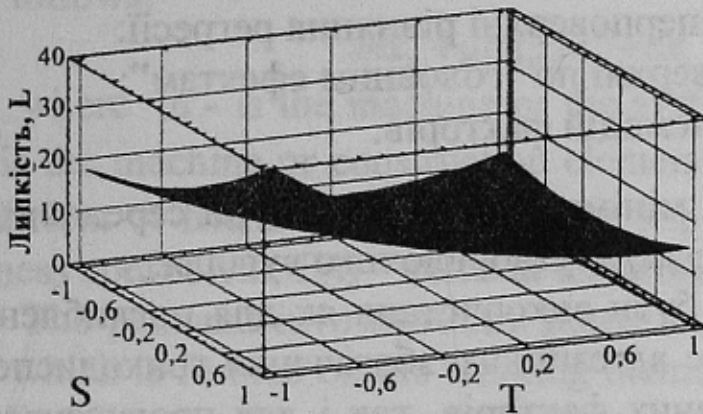


Рисунок 2 – Розрахункові гіперповерхні:

$$L = f(Q_m, t_{гр});$$

$$L = f(Q_m, S_n);$$

$$L = f(S_n, t_{гр}).$$



Локальні перетини по “головним ефектам” показують наявність екстремуму-максимуму залежності липкості від витрат реагента, різке зниження липкості при збільшенні крупності вихідного вугілля та збільшенні температури середовища. Фізична суть цих ефектів пояснюється впливом обраних факторів на властивості масляних плівок, а також структурованої тонкодисперсним вугіллям зв’язуючої речовини.

Аналіз ефектів парних взаємодій факторів показує, що липкість досягає максимальних значень при поєднанні: а) значеннях витрат реагенту-зв’язуючого та крупності гранулоутворюючого вугілля близьких до точки “0” матриці планування експеримента; б) мінімальної температури середовища і максимальному вмісті масляного реагента

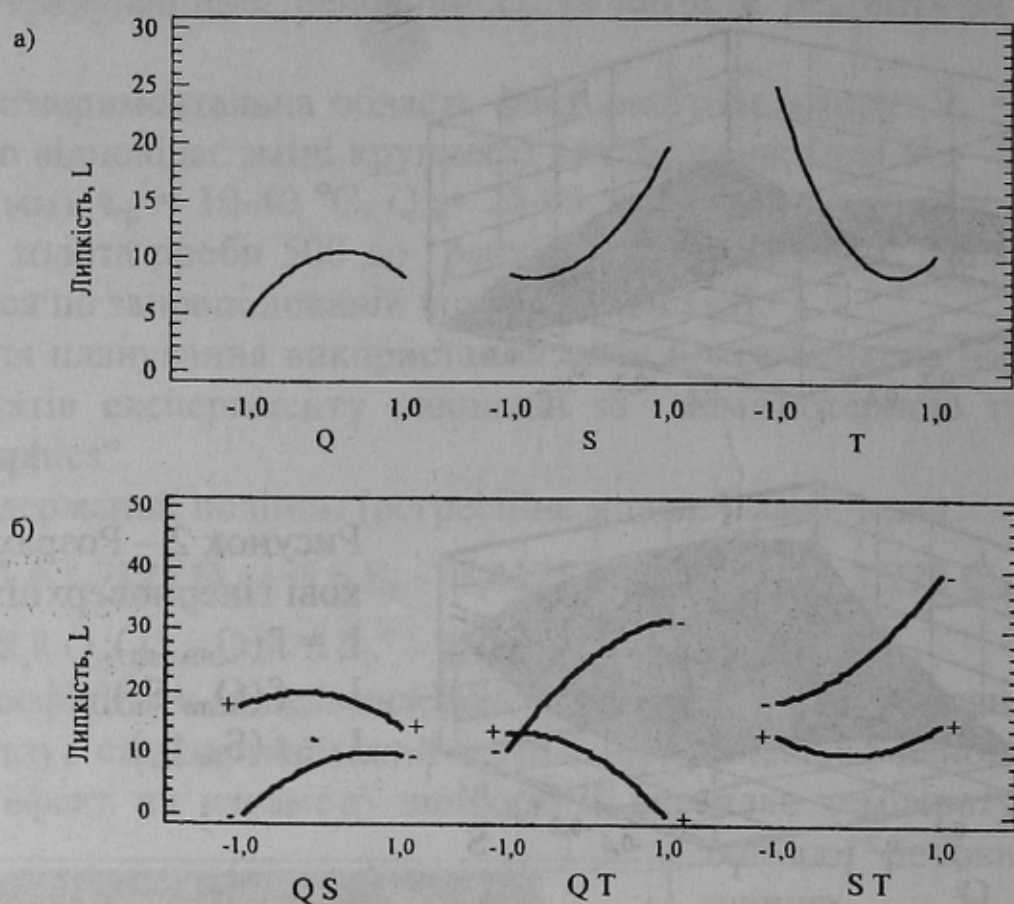


Рисунок 3 – Аналіз гіперповерхні рівняння регресії:
 а – перетини гіперповерхні по “головним ефектам”;
 б – ефекти парних взаємодій факторів.

в) грануляційній речовині; в) мінімальної температури середовища і максимального подрібнення гранулоутворюючого вугілля.

Одержана модель може бути використана як для поглибленого дослідження впливу на процес адгезійного збагачення тонкодисперсного золота обраних варіативних факторів, так і для прогнозування липкості гранул-носіїв.

Список джерел.

1. Bonney C.F. Агломерація вугілля-золото – новий підхід до вилучення золота. Coal-Gold Agglomeration - new approach to Gold Recovery// Randjl Gold Forum 88, Scottsdale, Arizona. – 1988, 23-24 January.
2. House C.I., Townsend I.G., Veal C.J. Напівпромислова переробка хвостів шляхом агломерації вугілля-золото. Coal-Gold Agglomeration – Pilot Scale Retreatment of Tailings// Randol International Gold Conference. - Perth, Australia. – 1988, November.
3. Білецький В.С. Розробка наукових основ і способів селективної масляної агрегації вугілля та вуглевмісних продуктів. - Дисертація на здобуття вченого ступеня докт. техн. наук. - Донецьк, 1994, 452 с.
4. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – Киев: Техника, 1975. – 168 с.