

4. **Проців В. В.** Визначення сил опору руху та направляючих зусиль шахтного шарнірно-зчленованого локомотива в режимі гальмування / **В. В. Проців** // Збірник наукових праць НГУ, 2009. – № 33. – Т. 1 – С. 96– 02.  
Рукопис подано до редакції 19.03.13

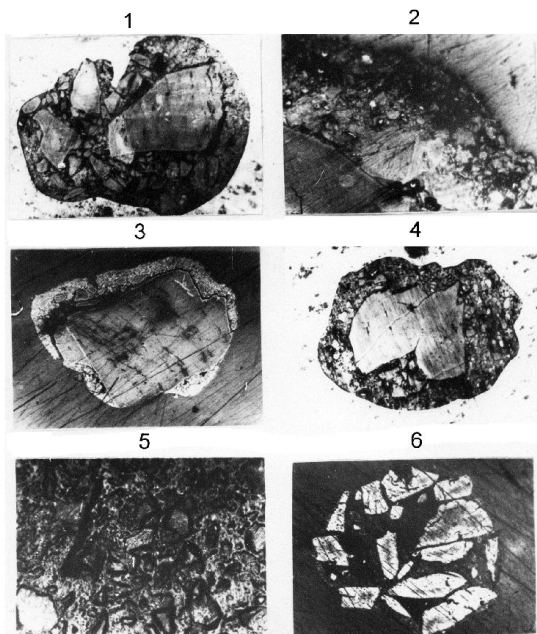
УДК 622.765.063.24

В.С. БІЛЕЦЬКИЙ, П.С. СЕРГЄЄВ, доктори техн. наук, проф.  
Донецький національний технічний університет

## СЕЛЕКТИВНА АГРЕГАЦІЯ ВУГІЛЛЯ

Стаття стосується спеціальних методів збагачення і зневоднення тонко- і дрібнодисперсного вугілля - селективної масляної агломерації та флокуляції вугілля латексами, які можуть використовуватися як самостійно, так і в комплексі з флотацією. Мета роботи - на основі результатів проведених досліджень викласти особливості цих технологічних процесів, зокрема, фізико-хімічні основи механізму масляної агломерації та латексної флокуляції вугілля; охарактеризувати основні чинники впливу на процеси.

*Фізико-хімічні основи механізму масляної агломерації вугілля.* В основі всіх різновидів масляної агломерації вугілля лежить процес селективного розділення дрібнозернистої вугільної мінеральної суміші, який складається з послідовних технологічних стадій [1,2]: адгезійної взаємодії між вугіллям і масляними фракціями, емульгування з утворенням первинних вуглемасляних флокул та їх аутогезійного структурування у відносно тверді гранули (рис. 1).



**Рис. 1.** Зразки аншлифів вуглемасляних агломератів: 1-4 - структура „ядро-оболонка”; 5 - вугілля у масляній краплі; 6 - вуглемасляна флокула

Адгезійна взаємодія деяких вуглеводневих рідин з вугіллям різних стадій метаморфізму досліджена сучасними фізико-хімічними методами.

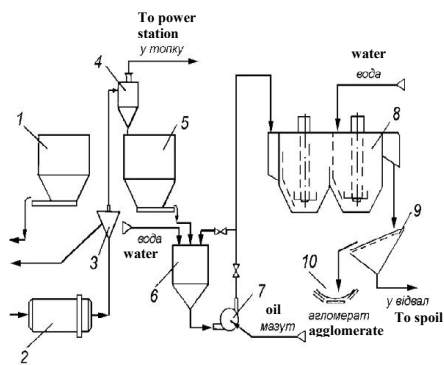
Встановлено, що адгезія в між фазній зоні зв'язуюче-субстрат обумовлюється фізичними зв'язками (сили Ван-дер-Ваальса), а також можливі водневі і хімічні зв'язки. Позитивну роль відіграють компланарні структури масляного агента.

Емульгування має місце як в процесі агломерації розбавлених суспензій вугілля, де взаємодія зв'язуючого і вугілля супроводжуються селективним захопленням тонких частинок вугілля на поверхні масляної фази, так і у випадку агломерації концентрованих суспензій, коли відносне зниження об'єму води і наявність твердих гідрофільних і гідрофобних частинок створюють умови для формування зворотного емульсії. У

цілому, утворення вуглемасляних флокул обумовлено дією твердого емульгатора, який представлений дисперсним органічним компонентом твердої фази агломерованої суспензії з розвинутою поверхнею.

Зафіксовано регулярність аутогезійних контактів первинних вуглемасляних структур, залежність міцності агломерату на співвідношення адсорбційних і об'ємних шарів зв'язуючого, а також залежність розміру гранул від інтенсивності гідродинамічних впливів та інших технологічних параметрів агломераційного процесу.

Виявлені закономірності агломераційних механізмів і фізико-хімічні особливості вуглемасляної взаємодії, є основою для розробки і створення промислових комплексів для масляної агломерації кам'яного вугілля, які були апробовані авторами на деяких підприємствах вугільної промисловості та енергетики (рис. 2).



**Рис. 2.** Пілотна установка масляної грануляції вугілля. Луганська ТЕС, м. Щастя. Крупність вихідного вугілля 0-200 мкм, густина пульпи 3-30 %, тип зв'язуючого - мазут марки М100, витрати зв'язуючого - 20-25%

Застосування бутадієн-стирольних синтетичних латексів для селективної флокуляції вугілля.

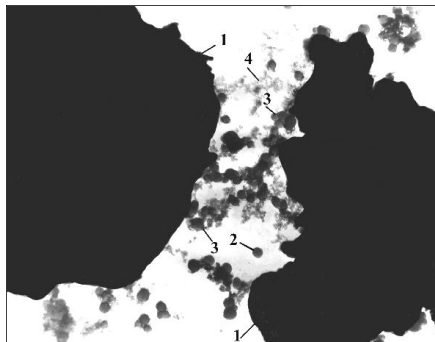
Технологія селективної флокуляції тонкодисперсних суспензій за допомогою синтетичних латексів є перспективним методом підвищення ефективності підготовки тонкого вугілля [2,3].

Суть процесу полягає у селективному закріпленні латексних глобул на поверхні вугілля в той час як мінеральні компоненти пептизовані.

Пептизація відбувається при збільшенні заряду мінеральних частинок і (або) ліофілізації (гідрофілізації) їх поверхні. У цьому бере участь йоногенна поверхнево-активна речовина, частіше аніонного типу, якою стабілізовані латексні глобули.

Процеси агрегації і пептизації забезпечують селективну агрегацію вугільних зерен і утворення первинних вугільно-латексних комплексів - місточкову флокуляцію вугілля (рис. 3).

Проведені дослідження показали, що бутадієн-стирольні латекси є найбільш активними в співвідношенні компонентів «бутадієн:стирол» = 70:30. Вони стабілізовані поверхнево-активними речовинами – натрієвими та калієвими милами типу синтетичних жирних кислот і диспропорціонованої каніфолі.

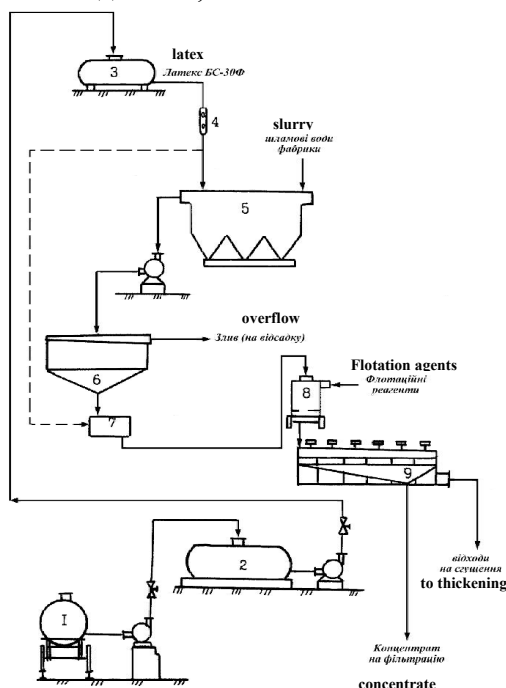


**Рис. 3.** Фрагмент вуглелатексного комплексу,  $\times 45\ 000$ : 1 - вугільні частинки; 2 - латексна глобула; 3 - ланцюжок глобул; 4 - емульгатор

При витратах флокулянта 100-200 г чистої речовини латексу на тонну твердого, вихід флотоконцентрату збільшується в середньому 2-3 %, а вміст золи у відходах зростає на 4-8 %. Одночасно покращується гравітаційне розділення.

технології на вуглезбагачувальних фабриках (рис. 4) підтвердили дані лабораторних досліджень і показали переваги пропонованого методу, який відрізняється просто-

тою реалізації, стабільністю якісних характеристик продуктів збагачення при початковому вмісті золи до 30 %, а також низькі капітальні та експлуатаційні витрати.



**Рис. 4.** Схема селективної флокуляції шламів ЗФ «Держжинська»: 1,2,3 - латекс; 4 - дозатор; 5 - пірамідальний відстійник; 6 - радіальний згущувач; 7 - витратимір; 8 - апарат АКП; 9 - флотомашина

Результати дослідно-промислової апробації.

Для поліпшення цієї технології можна змінювати і синтезувати латекси з метою отримання селективних флокулянтів з наперед запланованими технологічними властивостями.

**Висновок.** Спеціальні методи збагачення і зневоднення - селективна масляна агломерація та флокуляція вугілля латексами є перспективними для переробки тонко- й дрібнодисперсного вугілля і можуть використовуватися як самостійно, так і в комплексі з флотацією.

#### Список літератури

1. Білецький В.С. Теорія і практика селективної масляної агрегації вугілля / В.С. Білецький, П.В. Сергєєв, Ю.Л. Папушин. – Донецьк: Грань, 1996. - 264 с.
2. Сергєєв П.В. Селективна флокуляція вугілля / П.В. Сергєєв, В.С. Білецький; ДонДТУ, Донецьк. вид-ня На-

ук. т-ва ім. Т.Г. Шевченка. - Донецьк: Сх. вид. дім - 1999. - 136 с.

3. **Нікітін І.М.** Селективна флокуляція вугільних шламів латексами / **І.М. Нікітін, П.В. Сергєєв, В.С. Білецький;** Донецьк. держ. техн. ун-т, Наук. т-во ім. Т.Г. Шевченка. – Донецьк : Сх. вид. дім, 2001. – 150 с.

Рукопис подано до редакції 19.03.13

УДК 681.5: 622.7

В.В. ТРОНЬ, асистент, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ

Наведено результати аналізу методів ідентифікації систем керування в умовах процесів збагачувальної технології. Показано можливість побудови автоматизованих систем керування технологічними процесами збагачення залізорудної сировини з використанням методів індуктивного моделювання.

**Проблема та її зв'язок за науковими і практичними завданнями.** Забезпечення сталого розвитку гірничорудних підприємств України в умовах ринкових відносин вимагає постійного зниження собівартості та енергоємності технологічних процесів видобутку і переробки сировини. Протягом останніх десятиліть якість залізорудної сировини має негативну динаміку. У зв'язку з цим значна її кількість не може бути перетворена у кондиційний товарний продукт. Ситуація ускладнюється високою питомою енергоємністю технологічних процесів. Зокрема, у загальному обсязі енерговитрат вітчизняних гірничорудних підприємств частка рудозбагачувальної фабрики складає близько 20 %, що є другим за величиною показником після фабрики огрудкування, частка якої - понад 50 %. Щодо витрат електроенергії, то збагачувальне відділення є найбільш енергоємним - його частка становить близько 44 %. Отже, при обґрунтуванні заходів з підвищення ефективності технологічних процесів видобутку і переробки залізорудної сировини слід звернути особливу увагу на збагачувальне відділення.

Результати досліджень [1-5] свідчать про наявність резервів підвищення ефективності технологічних процесів збагачення залізорудної сировини, що можуть бути виявлені і використані шляхом дослідження і удосконалення критеріїв, моделей, методів і засобів автоматизованого керування технологічними процесами.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Процес збагачення залізорудної сировини в умовах технологічної лінії рудозбагачувальної фабрики як об'єкт автоматизованого керування представлено множиною векторів:  $\bar{V} = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_{n_v}\}$  - вектор вхідних некерованих параметрів;  $\bar{U} = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_{n_u}\}$  - вектор впливів керування;  $\bar{Y} = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_{n_y}\}$  - вектор вихідних параметрів системи;  $n_v, n_u, n_y$  - відповідна кількість параметрів. При цьому, стан об'єкту керування описують виразом [1]

$$\bar{X} = \{\bar{U}, \bar{V}, \bar{Y}\} = \left\{ \begin{array}{l} \bar{V} = \{\bar{\alpha}, \bar{\xi}, \bar{\rho}, \bar{g}, d_0\} \\ \bar{U} = \{Q_0, \bar{Q}, \bar{C}, \bar{d}, \bar{P}_m, \bar{\rho}_\kappa, \bar{\rho}_c\} \\ \bar{Y} = \{\bar{\beta}_m, \bar{\beta}_{x\kappa}, \beta_\kappa, \bar{\gamma}, \gamma_\kappa, \bar{\varepsilon}, \varepsilon_\kappa\} \end{array} \right. \quad (1)$$

де  $\bar{\alpha} = \{\alpha_i\}$ ,  $i = 1 \dots N_r$  - вміст корисного компонента у вихідній руді за всіма технологічними різновидами;  $N_r$  - кількість технологічних різновидів;  $\bar{\xi} = \{\xi_i\}$ ,  $i = 1 \dots N_r$  - масова частка кожного різновиду;  $\bar{\rho} = \{\rho_i\}$ ,  $i = 1 \dots N_r$  - група показників, що характеризують фізико-хімічні властивості руди;  $\bar{g} = \{g_i\}$ ,  $i = 1 \dots N_r$  - показник, що характеризує мінералогічні та морфологічні властивості збагачуваної руди;  $d_0$  - усереднена крупність руди перед збагаченням;  $Q_0$  - витрата руди на першій стадії збагачення;  $\bar{Q} = \{Q_j\}$ ,  $j = 1 \dots N_s$  - переробка на виході кожної стадії;  $N_s$  - кількість стадій збагачення;  $\bar{C} = \{C_j\}$ ,  $j = 1 \dots N_s$  - циркуляційне (піскове) навантаження відповідної стадії;  $\bar{d} = \{d_j\}$ ,  $j = 1 \dots N_s$  - усереднена крупність продукту після кожної  $j$ -ї стадії збагачення;  $\bar{\rho}_\kappa = \{\rho_{\kappa j}\}$ ,  $i = 1 \dots N_s$  - щільність пульпи в процесі класифікації відповідно для  $j$ -ї