

ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЙ МОДЕРНІЗОВАНОГО РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТА НА РОЗЧИНЕННЯ ГЛИНИСТО-СОЛЕВИХ ШЛАМІВ

У статті розглянуто особливість впливу модернізованого роторно-пульсаційного апарата на результати інтенсифікації розчинення екранованих частинок полімінеральних руд в глинистих солевих шламах за рахунок механічного і гідравлічного руйнування їх глинистих оболонок. Показана перевага запропонованого методу інтенсифікації розчинення екранованих глинистою оболонкою шламів полімінеральних руд в модернізованому роторно-пульсаційному апараті порівняно з методом розчинення в стандартному роторно-пульсаційному апараті. Результати наведені в статті можуть мати теоретичне і практичне застосування у промисловому виробництві мінеральних солей.

Ключові слова: глинисто-солеві шлами, полімінеральні руди, шламовий насос, модернізовані роторно-пульсаційні апарати, стандартні роторно-пульсаційні апарати, шламонакопичувачі.

Постановка проблеми. В технологічному процесі всіх технологічних виробництв солей із полімінеральних руд процес розчинення руд, добутих шахтним способом, здійснюється за прямотечійно-протитечійною схемою [1], в трьох горизонтальних розчинниках з лопатевими мішалками і транспортувальним шнеком.

Проте, такий технологічний процес розчинення полімінеральних руд супроводжується утворенням великих об'ємів глинисто-солевих шламів, які накопичуються у шламосховищах і разом з підземними виробками створюють потенціальну загрозу для довкілля.

Аналіз попередніх досліджень. Аналіз досліджень та публікацій [1,2] показав, що виробництво мінеральних солей калію, натрію, магнію потребує переробки великої кількості вихідної сировини полімінеральної руди, яку в регіоні добували і добувають методом шахтних виробок.

Технологія переробки полімінеральних руд, яку застосовують на сьогодні на гірничо-видобувних підприємствах Прикарпаття створює умови для двох напрямків виникнення надзвичайних ситуацій [1, 2, 3, 6,7].

Перший – полягає в тому, що основні солі полімінеральних руд екрановані глинистими породами, які перешкоджають повному і швидкому розчиненню їх, що призводить до утворення великих об'ємів, так званих, глинисто-солевих шламів, які зберігають у шламонакопичувачах які і є потенційною загрозою виникнення селів антропогенного походження.

Другий – полягає в тому, що часткове вилучення основних солей калію, натрію, магнію покривається великою кількістю перероблених полімінеральних руд, які добуваються із шахтних виробок, створюючи при такому способі добування великі об'єми пустот в надрах Землі.

Мета роботи. Дослідження методу інтенсифікації розчинення глинисто-солевих шламів за допомогою турбулізації потоку глинисто-солевих шламів модернізованим роторно-пульсаційним апаратом.

Шляхи вирішення проблеми. Основним джерелом одержання калійних добрив в Україні є полімінеральні руди Прикарпаття, які складаються в основному із лангбейніто-каїнітових порід. Крім основних мінералів в рудах містяться домішки глини, які ускладнюють процес їх розчинення, що призводить до виникнення великих об'ємів глинисто-солевих шламів. Виробництво добрив ведеться в основному галургійним методом, головною стадією якого є розчинення подрібненої руди в шнекових розчинниках з лопатєвою мішалкою, в кінці яких нерозчинний твердий залишок перемішується шнеком. В апаратах відсутні нагрівачі прилади, тепло підводиться з гарячим розчином і гострою парою, яка подається через дюзи [1].

Нами було проведено дослідження з виявлення ступеня інтенсифікації масообміну завдяки турбулізації потоку глинисто-солевих шламів - як засобу інтенсифікації. Дослідження проводились в модернізованому роторно-пульсаційному апараті, схема якого наведена на рис.1, 2. 3

метою збільшення турбулізації потоку глинисто-солевих шламів, нами запропонована конструкція робочих елементів апарата, яка відрізняється від описаної в [3] тим, що робочі елементи оснащені отворами, розміщеними на ребрах пальців у напрямку їх вершин, які рухаються назустріч одна одній (рис. 2). Така конструкція робочих елементів роторно-пульсаційного апарата суттєво збільшує амплітуду пульсацій рідкої фази, що підвищує ступінь турбулізації потоку і як наслідок прискорене руйнування глинистих екранів частинок полімінеральних руд з одочасним інтенсивним розчиненням компонентів які складають мінерали руд.

Схема модернізованого роторно-пульсаційного апарата наведена на рис. 1. Апарат виконаний на базі шламового насоса ШН-230, у якого в стінці корпусу 1 за допомогою підшипникового вузла 2 закріплений вал 3, на якому коаксіально закріплене робоче колесо 4, яке оснащене пальцями 5 трикутної форми із отворами у напрямку їх вершин. Пальці 5 розміщені концентрично на поверхні робочого колеса апарата і гострими вершинами направлені в сторону його обертання.

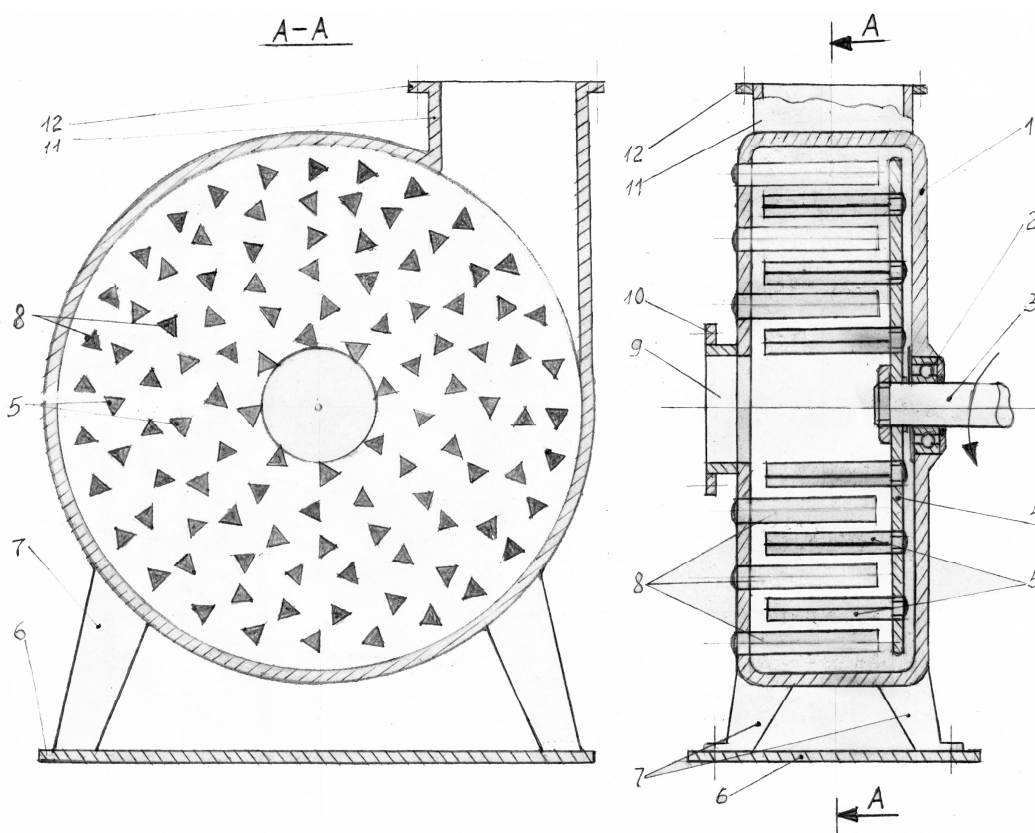


Рис. 1. Схема модернізованого роторно-пульсаційного апарата

- 1 – корпус; 2 – підшипниковий вузол; 3 – вал робочого колеса; 4 – робоче колесо апарата (ротор); 5 – пальці робочого колеса; 6 – монтажна плита апарата; 7 – опорні лапи корпусу; 8 – пальці статора; 9 – всмоктувальний патрубок; 10 – фланець всмоктувального патрубку; 11 – нагнітальний патрубок; 12 – фланець нагнітального патрубку

На протилежній стінці корпусу апарата 1 розміщені концентричні ряди аналогічних пальців 8 із отворами у напрямку їх вершин, які гострими вершинами направлені протилежно до гострих вершин пальців 5 робочого колеса апарата. Відстань між концентричними рядами пальців робочого колеса і пальцями корпусу 1 становить 0,001 – 0,0015 м. Дослідження проводились з діаметром отворів пальців в межах 0,002 – 0,008 м.

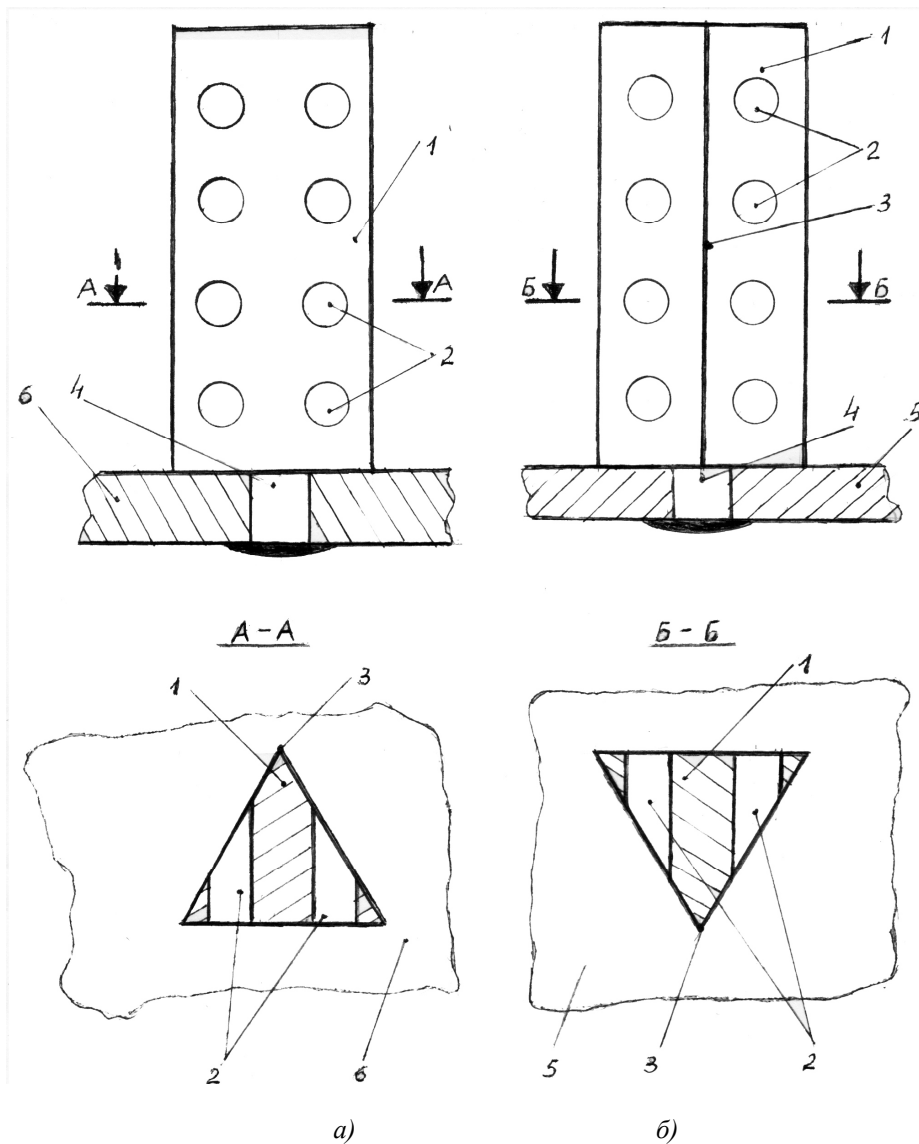


Рис. 2. Схема робочих елементів модернізованого роторно-пульсаційного апарата:
a – стінки корпусу апарата; *б* – робочого колеса апарата (ротора)
 1 – робочі пальці апарата; 2 – отвори пальців; 3 – ребро робочого пальця;
 4 – елементи кріплення робочого пальця до стінки корпусу чи до робочого колеса (ротора); 5 – робоче колесо апарата; 6 – стінка корпусу апарата

Результати досліджень розчинення калійної руди, у першому випадку, при розчиненні шламів за допомогою модернізованого роторно-пульсаційного апарата, і у другому – стандартного роторно-пульсаційного апарата, наведені в таблиці 1. Як видно із таблиці 1, відбувається значне збільшення швидкості процесу розчинення приблизно на 35 – 40%. Це явище можна пояснити великим вмістом глини у полімінеральних рудах всіх родовищ Прикарпатського регіону, яка інтенсивно розчиняється у модернізованому роторно-пульсаційному апараті, завдяки виникненню інтенсивного механічного і гідравлічного руйнування глинистих оболонок частинок глинисто-солевих шламів.

Таблиця 1

Результати розчинення глинисто-солевих шламів в модернізованому роторно-пульсаційному апараті

Тип роторно-пульсаційного апарата					
Модернізований роторно-пульсаційний апарат			Стандартний роторно-пульсаційний апарат		
№ з/п	Час розчинення, с	Конц. іону K ⁺ , мас. %	№ з/п	Час розчинення, с	Конц. іону K ⁺ , мас. %
1	180	2,49		180	2,10
2	600	2,95		600	2,45
3	900	5,25		900	4,40
4	1200	5,39		1200	4,98
5	1500	5,71		1500	5,15
6	1800	5,78		1800	5,09

Таблиця 2

Результати розчинення основних складових глинисто-солевих шламів в апаратах з різним діаметром отворів пальців

Основні складові глинисто-солевих шламів	Діаметр отворів пальців, d, м	Коефіцієнт масовіддачі, $\beta \cdot 10^4$, м/с.
Хлорид натрію	0.002	3.681
	0.003	3.422
	0.005	3.168
	0.008	2.845
Хлорид калію	0.002	3.363
	0.003	3.934
	0.005	3.127
	0.008	2.814
Хлорид магнію	0.002	2.500
	0.003	1.980
	0.005	1.713
	0.008	1.740
Природний гіпс	0.002	2.010
	0.003	2.180
	0.005	1.899
	0.008	1.788

Як видно із результатів, які наведені в табл. 2., найбільш ефективними модернізованими роторно-пульсаційними апаратами є варіанти, у яких діаметр отворів пальців знаходиться в межах 0,002 – 0,005 м. Саме такий діаметр отворів в пальцях стінки корпусу і робочого колеса модернізованого роторно-пульсаційного апарата, створює інтенсивний пульсуючий потік рідкої фази глинисто-солевих шламів, що призводить до механічного і гідравлічного руйнування глинистих оболонок, які обгортають частинки твердої фази і як результат – до значного зростання повноти розчинення основних їх складових, що і підтверджується результатами досліджень наведеними в табл.2. Таким чином, досліджена і запропонована в роботі конструкція модернізованих варіантів роторно-пульсаційного апарата є ефективною, простою в експлуатації, і головне – дає змогу значно покращити екологічну ситуацію в регіонах видобутку і переробки полімінеральних руд.

Для розрахунку коефіцієнта масовіддачі β використовувались загальновідомі аналітичні залежності за методикою, яка детально наведена в [3,4,5,8], для глинисто-солевих шламів профільних підприємств Прикарпатського регіону.

Необхідно зазначити, що розчинення глинисто-солевих шламів є складним і тому, що більшість компонентів у них знаходиться у вигляді подвійних солей і в цьому випадку складність полягає у визначенні рушійної сили процесу. На практиці спостерігається складна картина процесу. Перші чотири хвилини йде розчинення, після чого аж до 12 хвилини концентрація іонів K^+ не збільшується. Це явище можна пояснити великим вмістом глини у руді, а також великою часткою кристаликів з розміром менше 1мм (27% від всієї кількості). В цьому випадку кристалики знаходяться в оболонці із слабозрчинних глинистих речовин. Тому, протягом певного часу відбувається відокремлення кристаликів мінералів від глини і подальше розчинення. Ось чому концентрації іону K^+ з часом зростає (див. табл.1).

Крім того, варто врахувати і інше явище, яке відбувається при розчиненні. В перші хвилини при розчиненні одного з мінералів полімінеральних руд глинисто-солевих шламів (наприклад, калійних) може розчинитись декілька мінералів з поступовою їх кристалізацією [1,2]. Із насиченням розчину ці кристали відкладаються на поверхні частинок мінералів шламів, екрануючи їх. Тому, процес розчинення глинисто-солевих шламів полімінеральних руд є багатоступінчастий і довготривалий.

На перший погляд може скластись враження, що розчинення в роторно-пульсаційних апаратах слабо інтенсифікує процес. Однак, необхідно врахувати те, що розчинення відбувається в системі, яка інтенсивно перемішується ротором апарата, причому набагато швидше, ніж у промислового реакторі з мішалкою.

Висновки

1. На основі аналізу літературних джерел показано, що існування глинистих оболонок у мінералів полімінеральних руд призводить до неповноти їх розчинення і, як наслідок, до утворення великих об'ємів глинисто-солевих шламів.

2. Запропонована конструкція модернізованого роторно-пульсаційного апарата, створюючи механічне і гідравлічне руйнування оболонок шламів, зводить до мінімуму утворення глинисто-шламових відходів і при мінімальних економічних та енергетичних витратах вирішує екологічні проблеми гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття.

Список літератури

1. **Лунькова Ю.Н., Хабер Н.В.** Производство концентрованных калийных удобрений /Ю.Н. Лунькова, Н.В.Хабер. – К.: Техника, 1980. – 158 с.

2. **Яремчук В.М.** та ін. Деякі нові підходи до переробки полімінеральних руд Прикарпаття / В.М. та ін.// Хімічна промисловість України, 1995 – №2. – с. 45–49.

3. **Аксельруд Г.А., Молчанов А.Д.,** Растворение твердых веществ / Г.А. Аксельруд, А.Д. Молчанов. – Л.: Химия, 1987. – 268 с.

4. **Батунер Л.М., Позин М.Е.** Математические методы в химической технике/ Л.М. Батунер, М.Е. Позин. – Л.: Химия, 1968. – 820 с.

5. **Гумницький Я.М., Майструк І.М.** Інтенсифікація процесу фізичного розчинення в трьохфазній системі при розрідженні// Хімічна промисловість України, – 1999. – №2. – С.23 – 26.

6. **Гумницький Я.М., Майструк І.М.** Кінетичні закономірності процесу розчинення твердих тіл в умовах вакуумування// Журнал “Технічні вісті” Укр. інж. тов. у Львові, 1998/ 1(6), 2(7). – С. 39 – 42.

7. **Гумницький Я.М., Пелех Т.М., Юрим І.М.** Mass transfer at the system with solid phase accompanied by evolution of gaseous phase// 12th International Congress of Chemical and Process Engineering “CHISA’ 96”. Praha, Czech Republic, 1996. – P. 157 – 162.

8. **Гумницький Я.М., Майструк І.М., Юрим М.Ф.** Аналогія процесів розчинення при вакуумуванні та теплообміну при кипінні// Тези доповідей X міжнародної конференції “Вдосконалення процесів та апаратів хімічних та харчових виробництв” – Львів, 1999. – С. 53.

ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОГО АППАРАТА НА РАСТВОРЕНИЕ ГЛИНИСТО- СОЛЕВЫХ ШЛАМОВ

В статье приведена схема модернизированного роторно-пульсационного аппарата на результаты его практического использования для интенсификации растворения экранированных частичек полиминеральных руд в глинистых солевых шламах. Показано преимущество предложенного метода интенсификации растворения экранированных глинистой оболочкой шламов полиминеральных руд в модернизированном роторно-пульсационном аппарате по сравнению с методом растворения в стандартном роторно-пульсационном аппарате. Результаты приведенные в статье могут иметь теоретическое и практическое использование в промышленном производстве минеральных солей.

Ключевые слова: глинисто-солевые шламы, полиминеральные руды, шламовый насос, модернизированные роторно-пульсационные аппараты, стандартные роторно-пульсационные аппараты, шламонакопители.

I. Hnatyshak, M. Yurym

INFLUENCE OF MODERNIZED AIR-HAMMER ROTARY APPARATUS CONSTRUCTIONS ON ARGILLACEOUS AND SALINE SLUDGE SOLUTION

The article provides a scheme of the modernized air-hammer rotary apparatus and results of its practical application for intensification of polymineral ores shielded particles solution in argillaceous and saline sludges. The article outlines advantages of the proposed intensification method of polymineral ores shielded by argillaceous shell in the modernized air-hammer rotary apparatus compared with the method of solution in a standard air-hammer rotary apparatus. Results provided in the article can be applied theoretically and practically in the industrial production of mineral salt.

Key words: argillaceous and saline sludge, polymineral ores, sludge pump, modernized air-hammer rotary apparatus, standard air-hammer rotary apparatus, sludge trap

