

УДК 681.542.35

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2021.51.203-210>

В.О. Кондратець, проф., д-р техн. наук, **О.М. Сербул**, доц., канд. техн. наук, **О.К. Дідик**, доц., канд. техн. наук, **А.М. Мацуй**, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: serbulan@ukr.net

Система автоматичного регулювання співвідношення тверде/рідке в млинах з циркулюючим навантаженням

В статті приведені проміжні результати розробки і випробування системи автоматичного регулювання співвідношення тверде/рідке в кульових млинах, що працюють зі спіральними механічними класифікаторами в замкнутому циклі. **вимірювання співвідношення тверде/рідке, оптимізації вибору вимірювальних засобів, області зміни коливальних параметрів на вході млина**

Постановка проблеми. Найбільше розповсюдження при збагаченні залізних руд отримали схеми мокрого подрібнення, до складу яких входить кульовий млин, що працює в замкнутому циклі зі спіральним класифікатором. Робота даного агрегату залежить від розрідження пульпи в ньому, яке характеризується співвідношенням тверде/рідке. Подача на вхід кульового млина одночасно руди і пісків класифікатора, а також зміна циркулюючого навантаження в широких межах сильно ускладнюють визначення даного технологічного параметра. Така ситуація призвела до того, що співвідношення тверде/рідке у млинах, які працюють в таких умовах не можливо автоматично регулювати, в свою чергу, відхилення розрідження пульпи від необхідного значення приводить до значних збитків.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Задача автоматичного регулювання співвідношення тверде/рідке ускладнюється ще й тим, що в таких умовах циркулююче навантаження здебільшого змінюється в межах 50 – 150 % [1]. Невелике значення циркулюючого навантаження не дає можливості виміряти його із достатньою точністю. Регулювання співвідношення тверде/рідке лише по вихідному живленню рудою і піскам додатково збільшує результуючу похибку у $\sqrt{2}$ разів [2].

Постановка завдання. При розв'язанні даної технічної задачі основною перепоною є те, що не можливо здійснити вимірювання параметрів, зв'язаних з пісковим потоком саме з тією точністю, якої вимагає технологічний процес. Похибка стабілізації співвідношення тверде/рідке, наприклад, може бути прийнята на рівні $\pm 3,0$ % [1], при цьому похибка визначення параметрів піскового потоку може складати $\pm 5,0$ %, а іноді і більше. Розв'язання вказаної задачі ускладнює ще й те, що млин, як керований об'єкт по каналу співвідношення тверде/рідке не досліджувався, не досліджувались його комунікації як об'єкт визначення розрідження пульпи, а практика автоматичного регулювання цього параметра не досліджувалася, окрім випадку роботи агрегату в розімкнутому циклі.

Виклад основного матеріалу. Розв'язання даної задачі виконувалось в кілька етапів.

Дослідження кульового млина як керованого об'єкта по каналу розрідження пульпи показало, що він описується рівнянням

$$T_m \frac{dM}{dt} + M = T_m \cdot \delta_p \cdot Q_{vp} + T_m \cdot \delta_e \cdot Q_{ve} \quad (1)$$

де M – маса матеріалу у млині;

$T_m = \frac{F_m \cdot l}{Q_{v1}}$ – стала часу кульового млина;

δ_p, δ_e – густина руди і води відповідно;

Q_{vp}, Q_{ve} – об'ємні витрати руди та води відповідно;

F_m – площа поперечного перерізу матеріалу в агрегаті;

l – довжина барабана кульового млина;

$Q_{v1} = Q_{vp} + Q_{ve}$ – сумарні витрати матеріалу.

Розв'язок рівняння (1) дає можливість охарактеризувати зміну маси матеріалу в млині в часі за умови подачі на вхід ступінчастого діяння – об'ємних витрат води або руди. Незмінне значення маси матеріалу в млині однозначно буде характеризувати відповідне співвідношення тверде/рідке.

Рівняння (1) дає можливість отримати перехідні і частотні характеристики керованого об'єкта. Динамічні характеристики досліджувалися на прикладі млина МШЦ при зміні витрат руди на вході від 220 т/год до 260 т/год, циркулююче навантаження при цьому змінювалося в межах 100 – 200 %. Отримані дані показують, що стала часу млина може бути в межах від 125 до 159 с. Млин, виведений з рівноваги вхідним діянням ступінчастого виду, по розрідженню пульпи приходить у новий рівноважний стан за різний час. Більш тривалішим перехідний процес буде у випадках зменшення об'ємних витрат матеріалу. Найменша тривалість перехідного процесу складає 500 с, а найбільша – 640 с.

$T_m \delta_p$ і $T_m \delta_e$ – коефіцієнт підсилення регульованого об'єкта, тому він є змінною величиною. Якщо враховуємо змінність в широких межах сталої часу та коефіцієнтів підсилення, приходимо до висновку, що по каналу розрідження пульпи млин є регульованим об'єктом зі змінними параметрами.

При регулюванні завантаження млина рудою в автоматичному режимі створюватимуться керуючі впливи по об'ємним витратам твердого Q_{vp} , які є близькими до ступінчастих. На вході кульового млина такі ж діяння будуть і при автоматичному регулюванні розрідження пульпи, змінюватись лише будуть Q_{ve} – витрати води. А значить, важливим є дослідження фільтруючих можливостей об'єкта керування, оскільки керуючі діяння по воді та збурюючі діяння по руді можуть суттєво змінювати розрідження пульпи в окремих ділянках млина.

Фільтруючі можливості млина можливо дослідити за його амплітудними частотними характеристиками (АЧХ), які показали, що при малих колових частотах АЧХ залежить від режиму роботи млина – величини циркулюючого навантаження та витрат вихідної руди. При частотах, вищих $0,015 \text{ с}^{-1}$, фільтруючі властивості об'єкта керування не залежать від режиму його роботи. Цей факт дає можливість стверджувати, що при колових частотах, вищих $0,015 \text{ с}^{-1}$, об'єкт керування пригнічує коливання, його режим роботи можна не враховувати.

На вході кульового млина коливальні процеси приводять до відносних коливань маси матеріалу

$$\Delta_M, \% = \frac{\dot{M}}{M} 100\% \quad (2)$$

де \dot{M} , M – змінне та постійне значення маси матеріалу в млині відповідно.

Оскільки

$$\dot{M} = A_p(\omega) \cdot \dot{Q}_{vp}, \quad (3)$$

де $A_p(\omega)$ – АЧХ керованого об'єкта;

\dot{Q}_{vp} – змінна складова об'ємних витрат руди, коливання маси матеріалу в млині залежатимуть від амплітуди і частоти коливань на вході.

Тобто, ΔM є функцією двох змінних. З використанням обчислювальної техніки отримані просторові діаграми відносного коливання маси матеріалу в млині від амплітуди і від частоти впливів на його вході по руді і по воді. Такі діаграми для типового режиму роботи млина наведені на рис. 1, з якого видно, що як по воді, так і по твердому найнебезпечнішими є коливання із занадто малою частотою і зі значними амплітудами. Однак, слід зазначити, що і при проміжних значеннях вхідних коливань виникають значні відносні відхилення маси матеріалу в млині. Комп'ютерна обробка масиву даних дала можливість отримати області зміни коливальних параметрів на вході млина по воді і по твердому, при яких відносні відхилення маси матеріалу в млині не перевищують 3,0 %, а це гарантує нормальний хід процесу. На рис. 2 приведені області зміни коливальних параметрів. Якщо амплітуди і частоти коливань на вході млина по руді і по воді не будуть виходити за межі вказаних областей, то розрідження пульпи і відхилення маси в технологічному агрегаті будуть зберігатись в допустимих межах. Межі знайдених областей зміни технологічних параметрів на вході млина при реалізації автоматичного керування повинні слугувати обмеженнями.

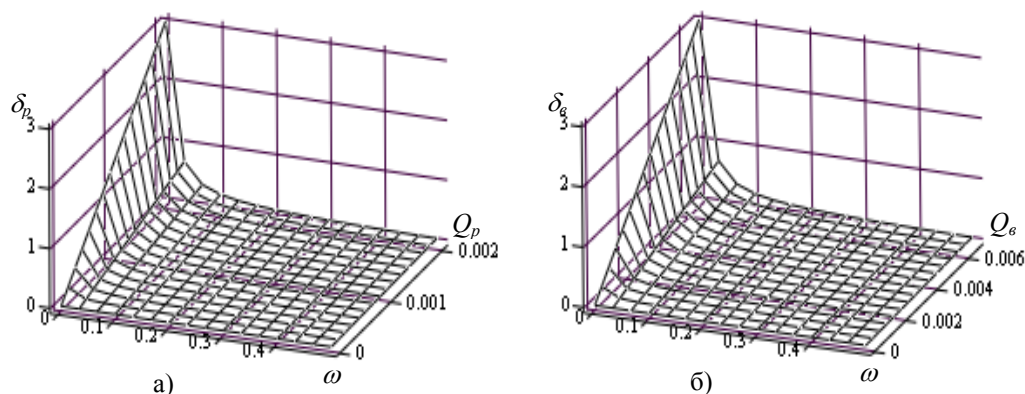


Рисунок 1 – Просторові діаграми коливання маси матеріалу в млині від амплітуди і від частоти діянь на вході по руді (а) та воді (б)

Джерело: розроблено авторами

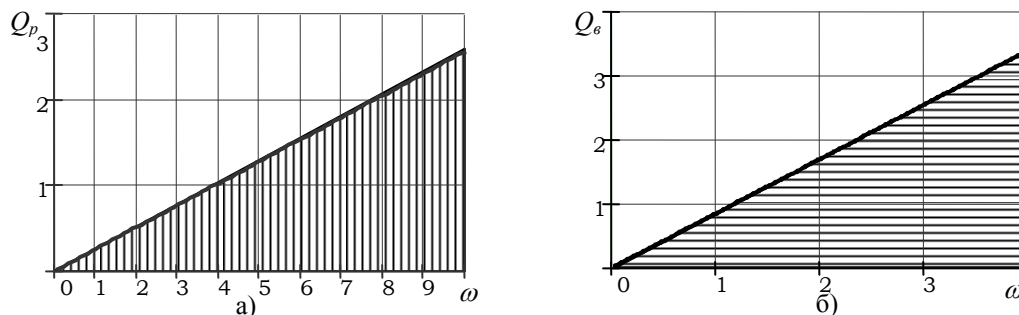


Рисунок 2 – Области зміни коливальних параметрів на вході млина по руді (а) та по воді (б), при яких відношення зміни маси матеріалу в агрегаті не перевищує 3,0 %

Джерело: розроблено авторами

Вхідні матеріальні комунікації млина включають потоки руди, води, пісків класифікатора та додаткової води в пісковий жолоб класифікатора. Аналіз показує, що дані потоки містять великий обсяг інформації, яку доцільно використати при ідентифікації співвідношення тверде/рідке в кульовому млині. Отже, вхідні матеріальні комунікації млина можуть виступати в якості об'єкта ідентифікації розрідження пульпи.

Практично всі вхідні потоки млина можуть мати запізнювання. Особливо велике запізнювання може бути в магістралі подачі води в пісковий жолоб класифікатора, а це ускладнює регулювання розрідження пульпи в автоматичному режимі. Стабілізацією витрати води в жолоб класифікатора можна ліквідувати цей недолік об'єкта керування.

У вхідних комунікаціях млина найбільш складним перетворюючим елементом є завитковий живильник. В процесі досліджень знайдена його математична модель, яка має вигляд

$$T_{жс} \frac{dH}{dt} + H = d \cdot C \cdot Q_n + d \cdot B \cdot Q_{вжс}, \quad (4)$$

де $T_{жс} = \frac{S_{жс}}{k_2}$ – постійна часу завиткового живильника;

H – рівень пульпи в приймальному пристрої завиткового живильника;

$S_{жс}$ – площа поперечного перерізу приймального пристрою;

k_2 – константа, що характеризує завитковий живильник;

$$B = \frac{1}{\delta_в}, \quad d = \frac{1}{k_2}, \quad C = \left(\frac{1}{\delta_р} + \frac{k_n}{\delta_в} \right);$$

де k_n – відносний вміст води в пісках за масою;

Q_n – масові витрати пісків;

$Q_{вжс}$ – масові витрати води в пісковий жолоб класифікатора.

Якщо $Q_{вжс} = const$, рівняння (4) прийме вигляд

$$T_{жс} \frac{dH}{dt} + H = d \cdot C \cdot Q_n. \quad (5)$$

В жолобі класифікатора створюється потік пульпи хвилеподібної форми. Якщо наближено вважати хвильовий рух пульпи синусоїдальним, то можна стверджувати, що він характеризується амплітудою $H_{нм}$ та періодом T_o . До того ж амплітуда $H_{нм}$ залежить від циркулюючого навантаження, а швидкістю обертання спіралей класифікатора визначається колова частота. Враховуючи, що спіралі здійснюють 3 об/хв, колова частота буде дорівнювати $\omega_o = 0,628 \text{ с}^{-1}$. Дослідженнями фільтруючих властивостей завиткового живильника встановлено, що рівень пульпи в ньому характеризується хвильовим процесом з амплітудою, рівень якої складає 23,8 % від рівня вхідних коливань. Ці ж коливання передаються і на вхід млина. Враховуючи, що амплітуда $H_{нм}$ в жолобі не перевищує 10 см, у приймальному пристрої живильника – 2,5 см, а загальний вплив на вхід млина за ефектом дії можна розкласти на витрати руди і витрати води, зміна вхідних діянь за амплітудою тоді буде незначною. З діаграм, приведених на рис. 2 видно, що при $\omega_o = 0,628 \text{ с}^{-1}$, впливи з боку живильника і жолоба класифікатора не виходитимуть за встановлені обмеження. А значить, завитковий живильник не змінює стану млина по каналу розрідження пульпи.

Прийнявши $Q_{вжс} = const$, слід дослідити зміну густини пульпи в пісковому жолобі класифікатора при різних значеннях циркулюючого навантаження. При $Q_{вжс} = 24,3$ т/год густина пульпи буде змінюватись в допустимих межах, а витрати води в млин при цьому повинні зростати при збільшенні циркулюючого навантаження.

Умову $Q_{вж} = \text{const}$ можна забезпечити, якщо використати систему автоматичного регулювання витрат води з використанням витратоміра, однак це рішення відрізнятиметься складністю, великою вартістю і низькою точністю підтримання заданого значення технологічного параметра. Тому теоретичні дослідження дали можливість створити просту гідравлічну інваріантну систему автоматичної стабілізації витрат води в пісковий жолоб. Вона захищена патентами України на спосіб [3] і пристрій [4]. Її випробування на стенді в різних температурних режимах і в умовах коливання тиску води в магістралі показали, що відносна похибка дозування води складає $\pm 0,85\%$.

Для реалізації автоматичного регулювання розрідженням пульпи доцільно ідентифікувати співвідношення тверде/рідке, адже воно безпосередньо не вимірюється. Авторами статті розроблений алгоритм ідентифікації, який дає змогу розв'язати задачу за умов низької точності визначення одного з технологічних параметрів. Алгоритм має такий вигляд

$$K_{m/p} = \frac{A \cdot (Q_{n1} - Q_{вж}) + Q_p}{\delta_g \cdot Q_{вж} + \delta_g \cdot Q_{вж} + k_n \cdot A \cdot (Q_{n1} - Q_{вж})}, \quad (6)$$

де $K_{m/p}$ – співвідношення тверде/рідке;

$A = \frac{\delta_p \cdot \delta_g}{(\delta_g + k_n \cdot \delta_p)}$ – постійний коефіцієнт;

Q_{n1} – об'ємні витрати пульпи в жолобі класифікатора – вимірюються з низькою точністю;

Q_p – масові витрати руди в млин.

Дослідженням чутливості $K_{m/p}$ до вимірюваних параметрів встановлено, що відносна чутливість має різні значення. Чутливість до витрат води в млин особливо велика, значно менша чутливість до витрат руди і пульпи у пісковому жолобі.

Дослідженнями підтверджено, що як похибки визначення параметрів технологічного процесу, так і самі параметри, по-різному впливають на результуючу помилку співвідношення тверде/рідке. Результуюча помилка $K_{m/p}$ завжди є меншою від помилки вимірювання характерного параметра. Особливість впливу помилок параметрів на помилку $K_{m/p}$ не змінюється при різних значеннях циркулюючих навантажень і завантаженнях млина. Результуюча помилка співвідношення тверде/рідке визначається і величиною, і знаком помилок вимірювання параметрів технологічного процесу. Для досягнення необхідної точності визначення $K_{m/p}$ можна використовувати менш точні засоби вимірювання технологічних параметрів.

В процесі оптимізації вибору вимірювальних засобів за точністю можливо отримати найкращі результати. В даній задачі критерієм оптимальності слід взяти відносну похибку ідентифікації співвідношення тверде/рідке $\delta_{K_{m/p}}, \% \leq 3,0\%$.

Оптимізація блока ідентифікації з використанням методу динамічного програмування показала, що при визначенні витрат руди з похибкою $\pm 1,0\%$, витрат води з похибкою $\pm 1,0\%$, витрат пульпи з похибкою $\pm 4,0\%$, похибка визначення $K_{m/p}$ складає $1,51\%$. Таким чином, $\delta_{K_{m/p}} = 1,51\%$, що менше допустимого значення в $3,0\%$. Це означає, що керування можна організувати і при більших похибках вимірювання витрат пульпи.

Визначений параметр $K_{m/p}$ дає можливість організувати управління формуванням розрідження пульпи на вході у млин в автоматичному режимі. Блок-схема системи автоматичного регулювання (САР) співвідношення тверде/рідке наведена на рис. 3. Магістраль подачі води у млин є регульованим об'єктом. Узагальнений регульований об'єкт містить відрізок труби подачі води (РОПВ), датчик

витрат води D_v і регулювальний орган РО. Блок ідентифікації співвідношення тверде/рідке (БІС) отримує інформацію з датчиків та задавачів $D_{вж}$, D_p , D_r , D_v , k_p , δ_r і формує вимірний параметр $K_{(т/р)в}$. На вході у млин формується його фактичне значення $K_{(т/р)ф}$. Задавачем З вводиться задане значення $K_{(т/р)з}$. У разі невідповідності $K_{(т/р)з}$ і $K_{(т/р)в}$ в системі формується керуюче діяння $\Delta K_{т/р}$, яке приводить до змін в подачі води у млин.

В системі, наведеній на рис. 3 сигнали витрат руди і витрат пульпи є випадковими процесами. В ході теоретичних досліджень визначено, що єдиним підходом забезпечення необхідної точності визначення співвідношення тверде/рідке в цих умовах є фільтрація сигналів перед подачею на вхід БІС. Умовам функціонування даного блоку відповідають цифрові фільтри. Розрахунок середнього поточного значення сигналу на оптимальному часовому інтервалі їх згладжування вибрано в якості алгоритму фільтрації.

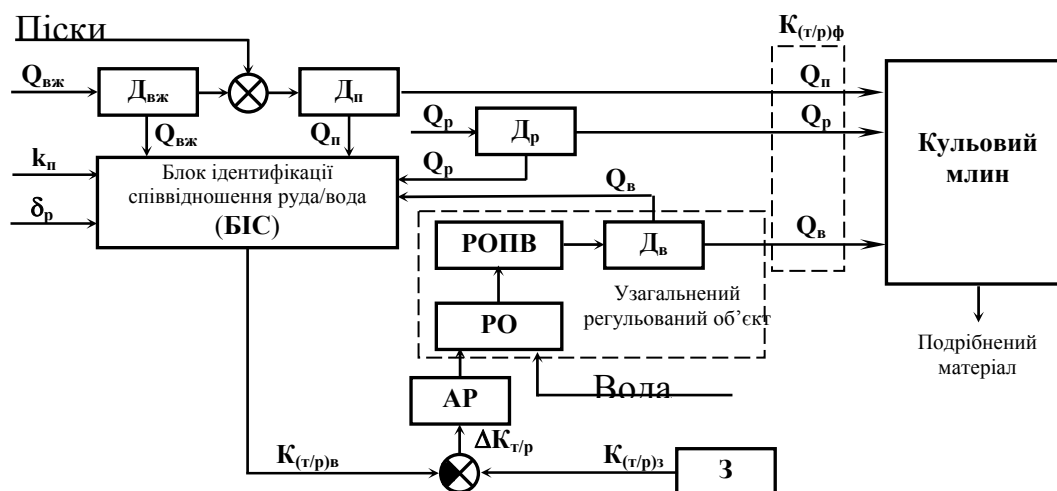


Рисунок 3 – Блок-схема системи автоматичного регулювання співвідношення тверде/рідке на вході у млин

Джерело: розроблено авторами

При реалізації цифрового фільтра на вході БІС випадкові процеси переводяться у невідповідні функції часу, а значить, система автоматичного регулювання буде під впливом не випадкових, а ступінчастих сигналів, які циклічно змінюються в часі. Враховуючи характер керуючих впливів, невідповідність $K_{(т/р)в}$ і $K_{(т/р)ф}$ на вході у млин, перехідні процеси у млині та класифікаторі, особливості зміни сигналів, які впливають на стан розрідження пульпи, представлену систему автоматичного регулювання слід розглядати як оптимальну. В даній системі критерієм оптимальності є абсолютне значення відхилення від заданого значення співвідношення тверде/рідке в матеріалі, що надійшов до млина за встановлений обмежений проміжок часу, яке має бути мінімальним. Критерій оптимальності можна записати наступним чином

$$|\pm \Delta K_{(р/в)ф}| \rightarrow \min. \quad (7)$$

Слід відмітити, що критерій оптимальності змінюється в залежності від неконтрольованих факторів-впливів на характер руху пульпи в жолобі класифікатора, завантаження руди на конвеєр, розвантаження пісків, коливання крупності руди у вихідній руді та твердого у пісках.

Як обмеження на вхідні діяння, прикладені до млина, виступають області зміни їх амплітуди і їх частоти як по руді, так і по воді, які визначені з умов коливань маси матеріалу в агрегаті, що не виходять за технологічні межі $\pm 3,0\%$.

Представлений спосіб керування розрідженням пульпи захищений патентом України [5].

Висновки. Таким чином, система автоматичного регулювання співвідношення тверде/рідке на вході у млин реалізована на мікропроцесорних засобах. Її експлуатація на лабораторному випробувальному стенді, виконаному на мікроконтролері, показала високу точність стабілізації технологічного параметра, надійність в різних умовах зміни характеристик вхідних сигналів.

Список літератури

1. Гончаров Ю.Г., Давидкович А.С., Гейзенблазен Б.Е., Гуленко Г.В. Автоматический контроль и регулирование технологических процессов на железорудных обогатительных фабриках. М.: Недра, 1968. 227 с.
2. Авторское свидетельство СССР № 388790, кл. В 03 В 11/00. Устройство для автоматического контроля загрузки и стабилизации разжижения пульпы в мельнице /Дегтярёв Ф.Н., Мерзляков А.А., Кондратец В.А., Новохатько В.И., Кучма Н.И., Гуленко Т.И. - № 1420849/29-33; заяв. 30.03.1970; опубл. 5.07.1973, Бюл. № 29.
3. Патент України № 62627, G 05 D 7/01, В 03 В 11/00. Спосіб автоматичної стабілізації витрат рідини /Кондратець В.О., Сербул О.М. - № 2003043482; заяв. 17.04.2003; опубл. 15.07.2005, Бюл. № 7.
4. Патент України № 74393, G 05 D 9/02, G 05 D 7/01. Пристрій автоматичної стабілізації витрат рідини /Кондратець В.О., Сербул О.М. - № 2003043879; заяв. 25.04.2003; опубл. 15.12.2005, Бюл. № 12.
5. Патент України № 59644, В 03 В 11/00, В 02 С 25/00. Спосіб автоматичної стабілізації розрідження пульпи в млинах з циркулюючим навантаженням /Кондратець В.О., Сербул О.М. - № 2002118758; заяв. 5.11.2002; опубл. 15.04.2005, Бюл. № 4.

References

1. Goncharov, Ju.G., Davidkovich, A.S., Geizenblazen, B.E. & Gulenko, G.V. (1968). *Avtomaticheskij kontrol' i regulirovanie tehnologicheskikh processov na zhelezorudnyh obogatitel'nyh fabrikah* [Automatic control and regulation of technological processes at iron ore processing plants]. Moscow: Nedra [in Russian].
2. Author's certificate. 388790 USSR, MPK V03V 11/00. *Ustrojstvo dlja avtomaticheskogo kontrolja zagruzki i stabilizacii razzhizhenija pul'py v mel'nice* [The device for automatic control of loading and stabilization of pulp liquefaction in the mill]. No. 1420849/29-33; stated. March 30, 1970; has been published July 5, 1973, Bul. No. 29. [in Russian].
3. Pat. 62627, Ukraine, MPK G05D7/01, V03V11/00. *Sposib avtomatichnoi stabilizatsii vytrat ridyny* [The method of automatic stabilization of fluid flow]. No. 2003043482; stated. April 17, 2003; has been published July 15, 2005, Bul. No. 7. [in Ukrainian].
4. Pat. 74393, Ukraine, MPK G05D9/02, G05D7/01. *Prystrij avtomatichnoi stabilizatsii vytrat ridyny* [The device for automatic stabilization of fluid flow]. No. 2003043879; stated. April 25, 2003; has been published December 15, 2005, Bul. No. 12. [in Ukrainian].
5. Pat. 59644, Ukraine, MPK V03V11/00, V02S25/00. *Sposib avtomatichnoi stabilizatsii rozridzhennia pul'py v mlynakh z tsyrkuliuiuchym navantazhenniam* [Method of automatic stabilization of pulp rarefaction in mills with circulating load]. No. 2002118758; stated. November 5, 2002; has been published April 15, 2005, Bul. No. 4. [in Ukrainian].

Vasily Kondratets, Prof., DSc., **Oleksandr Serbul**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleksandr Didyk**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Anatolii Matsui**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.
Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

System of Automatic Control for Solid/liquid Ratio in Mills with Circulating Load

The operation of a ball mill operating in a closed loop with a spiral classifier depends on the vacuum of the pulp in it, which is characterized by a solid / liquid ratio. Supply to the entrance of the ball mill at the same time ore and sand classifier, as well as changes in the circulating load in a wide range greatly complicate the definition of this technological parameter. This situation has led to the fact that the solid / liquid ratio in mills operating in such conditions can not be automatically adjusted, in turn, the deviation of the pulp vacuum from the required value leads to significant losses.

The study of the ball mill as a controlled object on the pulp vacuum channel made it possible to describe it using the mathematical expression given in the article. The solution of this expression makes it possible to characterize the change in the mass of the material in the mill over time, provided that a stepwise action is introduced at the entrance - the volume flow of water or ore. A constant value of the mass of material in the mill will clearly characterize the corresponding solid/liquid ratio. It has been found that it is important to study the filtering capabilities of the control object, as control actions on water and disturbing actions on ore can significantly change the vacuum of the pulp in some areas of the mill. The filtering capabilities of the mill can be investigated by its amplitude frequency characteristics, which showed that at low circular frequencies the amplitude frequency characteristics depend on the mode of operation of the mill - the magnitude of the circulating load and the cost of the source ore. Using computer technology, spatial diagrams of the relative oscillations of the mass of material in the mill from the amplitude and frequency of influences at its entrance through the ore and water.

In the course of theoretical research it was determined that the only approach to ensure the required accuracy of determining the solid / liquid ratio in these conditions is to filter the signals before applying to the input of the identification unit of the ratio. Thus, the system of automatic control of the solid/liquid ratio at the entrance to the mill is implemented on microprocessor means. Its operation on the laboratory test bench made on the microcontroller showed high accuracy of stabilization of technological parameter, reliability in various conditions of change of characteristics of input signals.

measurement of the solid/liquid ratio, optimization of the choice of measuring instruments

Одержано (Received) 25.10.2021

Прорецензовано (Reviewed) 03.11.2021

Прийнято до друку (Approved) 29.11.2021

УДК 62.505

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2021.51.210-215>

С.І. Осадчий, проф., д-р техн. наук, **О.К. Дідик**, доц., канд. техн. наук, **О.М. Сербул**, доц., канд. техн. наук, **В.М. Каліч**, проф., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

e-mail: didyk_s79@ukr.net

Метод синтезу оптимального багатовимірного фільтру для виділення регулярного сигналу на фоні випадкових перешкод

В даній статті приводиться дослідження можливості застосування комплексування вимірювальної інформації в умовах, коли корисна інформація являє собою вектор регулярних сигналів, а завади вимірювання – багатовимірний стаціонарний випадковий процес.

вимірювання, фільтрація, сигнал, перешкоди, випадковий процес, метод синтезу

Постановка проблеми. Створення сучасних інтелектуальних систем прийняття рішень, систем автоматичного управління рухомими об'єктами потребують високоточної вимірювальної інформації. Джерелом такої інформації є інформаційно-вимірювальні комплекси, якість роботи яких визначається точністю одержання оцінок параметрів, що вимірюються. В свою чергу точність оцінки залежить від рівня виробництва систем даного класу та алгоритмів обробки результатів вимірювання. Причому, значного виграшу можливо досягти при застосуванні нових оптимальних алгоритмів обробки результатів вимірювання [1, 2].

© С.І. Осадчий, О.К. Дідик, О.М. Сербул, В.М. Каліч, 2021