

ТРИСТАДІЙНА КОМБІНОВАНА АДАПТИВНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РОЗРІДЖЕННЯМ ПУЛЬПИ ПРИ ПОДРІБНЕННІ ПІСКІВ КЛАСИФІКАТОРА

Приведены результаты разработки адаптивной системы управления соотношением твердое/жидкое в шаровой мельнице при измельчении песков классификатора, которая реализует контуры подачи воды в песковый желоб, минимаксного усреднения сигнала разжижения пульпы, подачи воды в технологический агрегат и отличается высоким качеством как в установившемся, так и в переходных режимах работы.

The results of the development of an adaptive system management relation solid / liquid in a ball mill by grinding sands classifier implements the circuits which feed water in the gritty chute minimax signal averaging thinning the pulp feed into the process of water and aggregate characterized by high quality in both steady and transient modes are given.

Вступ

Україна займає ведучі місця у світовому виробництві залізорудної сировини для металургійної промисловості. Низький вміст (в середньому 35%) корисного компоненту в рудах вимагає їх збагачення, де на подрібнення приходить до 50% всіх енергетичних витрат й значна кількість молотильних тіл і футерівки. Певне розрідження пульпи у кульових млинах дозволяє мінімізувати ці витрати й зменшити собівартість металургійної сировини, яка значно вище зарубіжних показників. Однак необхідне розрідження пульпи не підтримується, що приводить до значних перевитрат і не узгоджується з законодавством України щодо застосування ресурсозберігаючих технологій у виробництві. Оскільки дана стаття спрямована на розв'язання цієї задачі, її тема є актуальною.

Технологічному циклу подрібнення пісків класифікатора приділялось мало уваги. Запропонований єдиний пристрій [1], як згодом з'ясувалось, може забиватись сторонніми предметами, що створює аварійні ситуації. Запропонований алгоритмічний підхід ідентифікації співвідношення тверде/рідке в завитковому живильнику [2] позбавлений даного недоліку, проте при цьому ускладнюється автоматичне керування даним процесом і таку задачу ніхто не вирішував.

Метою даної роботи є розробка принципів створення адаптивної системи автоматичного керування розрідженням пульпи при подрібненні пісків класифікатора.

ВИКЛАДЕННЯ МАТЕРІАЛУ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Вивчення динаміки кульового млина показало, що вплив на розрідження пульпи в ньому можливо здійснити лише через витрату води, яку не можливо подавати у значній кількості безпосередньо в кульовий млин. Це вимагає підтримання розрідження пульпи на заданому рівні в приймальному пристрої завиткового живильника, який є аперіодичною динамічною ланкою зі сталою часу $T_{жс}=65,2$ с, часом запізнення 2,6...5,6 с і запізнілою інформацією.

Безпошукова самоналагоджувальна система, що реалізує принцип неповного інваріантного керування, східчасто змінює витрату доданої води в пісковий жолоб, наближаючи розрідження пульпи в завитковому живильнику до заданого значення. Керує східчастою зміною доданої в пісковий жолоб води блок першої стадії адаптації за даними параметрів пульпи.

Друга стадія адаптації призначена ліквідувати похибку стабілізації густини пульпи в завитковому живильнику, допущену неповним інваріантним керуванням, здійснюючи перехід від регульованої величини співвідношення тверде/рідке до іншої регульованої величини – витрати води у пульпу на вході кульового млина. При цьому ліквідується вплив сталої часу $T_{жс}$ на результати регулювання, які можливо отримати з високою точністю, оскільки відсутня інерційність, а витрата води незначна і не впливає на стан кульового млина. Таке керування також доцільно здійснити безпошуковою самоналагоджувальною системою, оскільки можливо застосувати аналітичні методи визначення умов залежності $J(t) = |0,03 K_{(T/P)э}|$. Блок другої стадії адаптації визначає витрату води у пульпу, що надходить

у кульовий млин. За відомим значенням рівня пульпи H визначають повну витрату води при заданому $K_{(T/P)з}$. За відомими в ту ж мить часу рівнем H і фактичним співвідношенням $K_{(T/P)ф}$ знаходять фактичну витрату води в пульпі. Різниця цих значень у дану мить часу слугує завданням на автоматичне керування витратою води у завантажувальну горловину кульового млина.

Східчає регулювання витрати води в пісковий жолоб створює зміни співвідношення $K_{T/P}$. Швидкість зміни $K_{T/P}(t)$ не постійна і існує граничне прискорення $K''_{T/P}(t)$. Чим довший інтервал осереднення T_B , тим менше впливає на результат похибка δ_K визначення параметра. Наявність швидкості зміни $K_{T/P}(t)$ вихідної величини викликає додаткову похибку, яка буде тим більшою, чим довша тривалість T_B . Отже, повинен існувати певний часовий відрізок T_B , який забезпечує найкращу точність визначення швидкості зміни $K_{T/P}(t)$. Такий часовий інтервал T_B є мінімаксним критерієм. Його недостатня умова дорівнює

$$T_B = 2 \sqrt{\frac{\delta_K}{|K_{(T/P)max}|}}. \quad (1)$$

Для даного процесу $T_B=6,234$ с. Враховуючи, що цикл завиткового живильника складає $t_u=1,56$ с, прийmemo $T_B=4$ $t_u=6,24$ с. Оскільки при $T_B=6,24$ с спостерігається мінімум похибки, знайдена величина T_B є мінамаксним критерієм. Він дозволяє визначати швидкість зміни співвідношення тверде/рідке з оптимальною точністю, а саме значення швидкості – змінний час, впродовж якого знаходять середнє значення $K_{T/P}$ в одиницях циклів. Обґрунтовано критерій зміни тривалості осереднення значень співвідношення тверде/рідке, яка складає десять діапазонів – 1; 2; 3;...8; 9; 16 циклів завиткового живильника. Тривалість, що відповідає першому діапазону осереднення складає один мінімакс, тобто $T_B=6,24$ с. Далі ці інтервали відповідно збільшуються. Тривалість осереднення сигналу в системі встановлюється автоматично реалізацією розроблених алгоритмів керування. Для здійснення адаптації

до швидкості зміни $K_{T/P}$ в приймальному пристрої завиткового живильника необхідно в системі передбачити реалізацію блока третьої стадії адаптації.

Тристадійна комбінована адаптивна система автоматичного керування розрідженням пульпи при подрібненні пісків класифікатора реалізована на мікроконтролері типу MSP430F1611PM, який має 16-розрядну RISC-архітектуру, 12-розрядний АЦП, та відкритих знизу гідростатичних перетворювачах. Випробування показали, що фактична крива перехідного процесу зміни співвідношення тверде/рідке в приймальному пристрої завиткового живильника і перехідний процес зі змінним показником осереднення значень $K_{T/P}$ практично не відрізняються між собою, що дозволяє точно сформувати витрату води в кульовий млин і отримати необхідне значення регульованої величини на вході технологічного агрегату. При відключенні третьої стадії адаптації відхилення $K_{T/P}$ від приписаного значення в перехідних процесах значно зростає. Відхилення $K_{T/P}$ від приписаного значення можуть досягати 9% впродовж 300 с. Тому в перехідних процесах при реалізації системи без третьої стадії адаптації отримуємо значно погіршену якість керування.

Висновок

Таким чином, розроблена тристадійна комбінована адаптивна система керування розрідженням пульпи при подрібненні пісків класифікатора у кульовому млині, яка забезпечує високу точність. Така задача розв'язана вперше і відкриває можливість значного зменшення витрати електричної енергії, молольних тіл і футерівки, що суттєво вплине на зниження собівартості металургійної сировини.

Перелік посилань

1. А.с. 388790 СССР, МКИ В 03 б 11/00. Устройство для автоматического контроля загрузки и стабилизации разжижения пульпы в мельнице / Ф.Н. Дегтярев, А.А. Мерзляков, В.А. Кондратец, В.И. Новохатько, Н.И. Кучма, Т.И. Гуленко (СССР). – №1420849/29-33; заявл. 30.03.70; опубл. 05.07.73, Бюл. № 29.
2. Кондратец В.О. Ідентифікація співвідношення руда/вода в процесі подрібнення пісків класифікатора / В.О. Кондратец, А.М. Мацуй // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009.– №3.– С. 8-12.