

УДК 658.011.56

В.О. Кондратець, проф., канд. техн. наук, О.М. Сербул, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Теоретичне дослідження розрідження пісків односпірального класифікатора джерелом з незмінною витратою води

Приведені результати теоретичного дослідження розрідження пісків односпірального класифікатора джерелом з незмінною витратою води. Встановлено, що, враховуючи особливості роботи технологічної схеми, можливо застосувати джерело подачі води у пісковий жолоб класифікатора з незмінною і обґрунтованою продуктивністю.

пісковий жолоб, класифікатор, стабілізація, незмінна витрата води

В.А. Кондратец, А.Н. Сербул

Кировоградский национальный технический университет

Теоретическое исследование разжижения песков односпирального классификатора источником с неизменным расходом воды

Приведены результаты теоретического исследования разжижения песков односпирального классификатора источником с неизменным расходом воды. Установлено, что, учитывая особенности работы технологической схемы, возможно применить источник подачи воды в песковый желоб классификатора с неизменной и обоснованной производительностью.

песковый желоб, классификатор, стабилизация, неизменный расход воды

Чорна металургія України з кожним роком споживає все більшу частку збагаченої бідної руди. Одним з найбільш важливих технологічних процесів на рудозбагачувальних фабриках є подрібнення вихідної руди. На нього витрачається майже половина електроенергії, яку споживає підприємство і яка постійно дорожчає. Схеми подрібнення, що містять кульовий млин першої стадії і односпіральний механічний класифікатор, які працюють у замкнутому циклі, отримали найбільше поширення. Тому роботі таких циклів подрібнення приділялась значна увага. Не дивлячись на це, вони працюють далеко не в оптимальному режимі, перевитрачаючи електричну енергію, кулі, футерівку та не виробляючи належну кількість готового продукту, що не відповідає законодавству України про ресурсозберігаючі технології в енергетиці та промисловості. Враховуючи, що дана робота спрямована на розв'язання поставлених задач ресурсозбереження, її тема є актуальною. Матеріали даної статті являють собою частку результатів науково-дослідної роботи "Комп'ютерно інтегрована система автоматичного регулювання співвідношення руда/вода в кульових млинах з циркулюючим навантаженням" (0105U008334), яка є складовою плану наукової тематики Кіровоградського національного технічного університету і розв'язує одне з питань даної технічної проблеми.

Складовою даної проблеми виступає задача автоматичної стабілізації розрідження пульпи у кульовому млині, оскільки від цього залежать як самі умови подрібнення руди, так і транспортування матеріалу. У роботі [1] відзначається, що оптимальну продуктивність кульового млина, при якій здійснюється найбільший вихід готового продукту, можливо отримати лише при певних його завантаженні та

співвідношенні руда/вода. У роботі [2] стверджується, що при подрібненні руд крупністю більше 13 мм найвища продуктивність кульового млина забезпечується при вмісті води 25...30 %, а при більш дрібному матеріалі – 30...50 %. Крім цього на вміст води впливає і тип руди, що переробляється. Нині, в залежності від умов, вміст води у млині визначає оператор, а підтримати встановлене його значення при ручному управлінні він не може, оскільки неперервно змінюються технологічні параметри і відсутній контроль самого співвідношення руда/вода.

Розробкою таких засобів учені і практики займаються давно. У різні часи саме такі засоби розробляли Андреев Є.Є., Архангельська І.М., Гогсадзе В.Б., Дмитрієв В.І., Кононенко Г.Г., Маніон В.В., Марюта О.М., Матюхін В.П., Морозов Є.Ф., Савілов А.П., Саганенко А.А., Сітало В.М. та інші. Розроблені або запропоновані засоби і підходи не знайшли розповсюдження на рудозбагачувальних фабриках за різними причинами. Спосіб ідентифікації співвідношення руда/вода у кульовому млині з циркулюючим навантаженням [3], запропонований в останній час, дозволяє більш ефективно здійснити автоматичне регулювання цього параметра, однак результати його розрахунку сильно залежать від точності визначення витрати пульпи у пісковому жолобі та води у нього, що є проблематичним. Крім цього при зміні витрати води у пісковий жолоб негативно впливає транспортне запізнювання у процесі автоматичного регулювання. Позбавитись даних недоліків дозволяє використання джерела води з незмінною витратою, однак можливість реалізації такого підходу управління ніхто не досліджував.

Метою даної роботи є теоретичне встановлення можливості подачі незмінної витрати води у пісковий жолоб односпірального класифікатора при стабілізації розрідження пульпи у кульовому млині, що подрібнює піски з вихідною рудою.

Одним з найбільш важливих завдань при автоматичному регулюванні співвідношення руда/вода у кульовому млині, що працює у замкнутому циклі з односпіральним класифікатором запропонованим підходом, є ідентифікація розрідження пульпи. Ідентифікацію розрідження пульпи на вході кульового млина

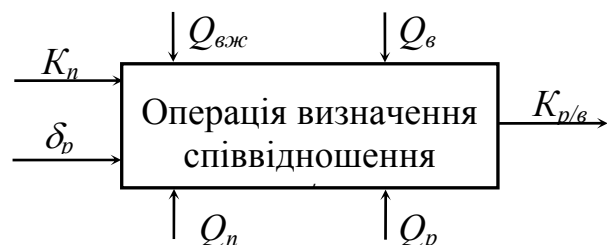


Рисунок 1 – Схематичне зображення алгоритму ідентифікації співвідношення руда/вода на вході кульового млина

можна здійснити за шістьма параметрами (рис. 1) – вологістю пісків односпірального класифікатора K_n , густиною руди δ_p , витратою води в пісковий жолоб $Q_{вж}$, витратою води у кульовий млин Q_v , об'ємною витратою пульпи у пісковому жолобі Q_n , масовою витратою руди у кульовий млин Q_p . Рівняння, за яким визначають співвідношення руда/вода на вході у кульовий млин, має наступний вигляд

$$K_{p/v} = \frac{A \cdot (Q_n - Q_{вж}) + Q_p}{Q_{вм} + Q_{вжм} + K_n [A \cdot (Q_n - Q_{вж})]}, \quad (1)$$

де $A = \delta_p / (1 + K_n (\delta_p / \delta_v))$ – стала для конкретної технологічної ситуації;

δ_v – густина води.

Як було встановлено [4], для певного родовища і типу класифікатора вологість пісків є незмінною величиною. У тривалих промислових дослідженнях за умов широкої зміни циркулюючого навантаження вологість пісків склала 12 %. Тоді $K_n = 0,12$. Відомою звичайно є і руда, що подрібнюється, тобто густина руди δ_p є визначеною величиною. Тоді цілком визначеним є і параметр A у залежності (1). Витрати матеріальних потоків Q_n , $Q_{вж}$, Q_v і Q_p підлягають вимірюванню. Виміряти витрату пульпи Q_n нині не можливо здійснити з високою точністю. Як показав аналіз залежності (1),

співвідношення руда/вода $K_{p/e}$ можливо визначити з необхідною для технологічного процесу точністю при достатньо низькій точності вимірювання витрати пульпи у пісковому жолобі за рахунок низького рівня похибок вимірювання $Q_{вж}$, Q_e і Q_p . Відносні похибки вимірювання цих параметрів не повинні перевищувати 1,0 %. Отже, витрату води $Q_{вж}$ у пісковий жолоб необхідно вимірювати з відносною похибкою у 1,0 %, що проблематично, зважаючи на малий діаметр труби у даній магістралі. Ще більш проблематичним є автоматичне регулювання змінної витрати води у пісковий жолоб класифікатора з такою низькою похибкою. Крім того, при визначенні параметра $K_{p/e}$ на вході кульового млина при зміні $Q_{вж}$ буде впливати транспортне запізнювання, викликаючи додаткову похибку. Тому практично єдиним виходом досягнення необхідної високої точності забезпечення $Q_{вж}$ є стабілізація цього параметра на певному рівні з достатньо малою похибкою на вході у пісковий жолоб. Недостаючу воду можна компенсувати по магістралі подачі води Q_e безпосередньо у кульовий млин.

При подачі $Q_{вж} = const$ на вході у пісковий жолоб в наслідок непостійності циркулюючого навантаження буде змінюватися густина пульпи. Густина пульпи у пісковому жолобі односпірального класифікатора при цьому визначається залежністю

$$\gamma_n = \frac{Q_{MM}}{Q_{VM}} = \frac{k_{ци}(1+K_n)Q_p + Q_{вж}}{k_{ци} \left(\frac{1}{\delta_p} + \frac{K_n}{\delta_e} \right) Q_p + \frac{Q_{вж}}{\delta_e}}, \quad (2)$$

де Q_{MM} , Q_{VM} – відповідно масова та об'ємна витрати матеріалу у пісковому жолобі класифікатора;

$k_{ци}$ – коефіцієнт, що характеризує значення циркулюючого навантаження у частці живлення кульового млина рудою.

З рівняння (2) слідує, що при зростанні циркулюючого навантаження ($k_{ци}$) густина пульпи у пісковому жолобі буде збільшуватись. При певному її значенні може ускладнитись рух матеріалу у пісковому жолобі та завитковому живильнику. Щоб цього не трапилось, необхідно визначати витрати води в пісковий жолоб класифікатора $Q_{вж} = const$ з умов максимально допустимої густини пульпи для даного технологічного процесу при найбільшому значенні циркулюючого навантаження. Тоді при зменшенні циркулюючого навантаження густина пульпи буде зменшуватись в певних межах, однак повинна гарантуватись умова можливості підтримання заданого співвідношення руда/вода у кульовому млині.

Враховуючи, що циркулююче навантаження, наприклад на збагачувальних фабриках Криворізького басейну, складає 50...150 %, можна прийняти його найбільше значення 200 %, а коефіцієнт $k_{ци} = 2,0$. З цих міркувань можливо записати значення масової витрати води у пісковий жолоб класифікатора

$$Q_{вж} = \frac{k_{циmax} Q_p}{\left(\frac{\gamma_n}{\delta_e} - 1 \right)} \left[(1+K_n) - \gamma_n \left(\frac{1}{\delta_p} + \frac{K_n}{\delta_e} \right) \right]. \quad (3)$$

Приймаючи значення $\gamma_{nmax} = 2,5 \text{ т/м}^3$, $Q_p = 260 \text{ т/год}$, $K_n = 0,12$, $\delta_p = 3,3 \text{ т/м}^3$, отримуємо $Q_{вж} = 24,27 \text{ т/год}$ або $Q_{вж} = 24,3 \text{ т/год}$.

Розглянемо динаміку зміни густини пульпи в різних режимах роботи замкнутого циклу. Графіки зміни густини пульпи в пісковому жолобі класифікатора при $Q_{вж} = 24,3 \text{ т/год}$ приведені на рис. 2. З рис. 2 видно, що густина пульпи при зменшенні циркулюючого навантаження змінюється зі значень, наближених до $2,5 \text{ т/м}^3$ до значень $2,01...2,05 \text{ т/м}^3$ в усьому діапазоні змін витрати руди у кульовий млин. Даний діапазон зміни густини пульпи у пісковому жолобі класифікатора цілком задовольняє умовам

транспортування матеріалу. При таких значеннях густин пульпа є рухомою і не розшаровується.

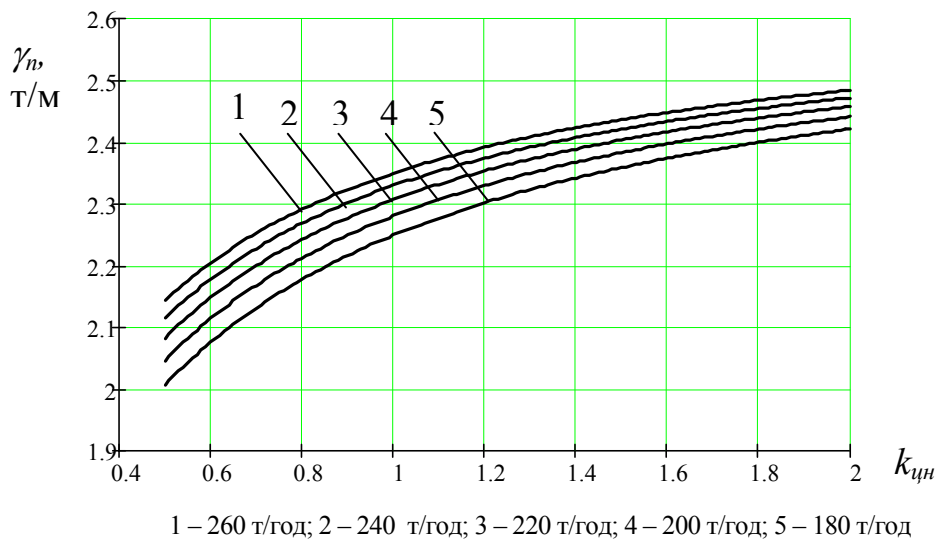


Рисунок 2 – Залежність густини пульпи γ_n у піщовому жолобі класифікатора від величини циркулюючого навантаження при $Q_{в.ж.с} = 24,3$ т/год та різних витратах руди у кульовий млин

Крім того, характеристики матеріалу у піщовому жолобі класифікатора повинні узгоджуватись з необхідним режимом розрідження пульпи у кульовому млині. Тобто, повинна виконуватись умова можливості підтримання заданого значення співвідношення руда/вода у кульовому млині, наприклад $K_{p/в} = 4,3$.

Для перевірки можливості підтримання заданого значення розрідження пульпи у кульовому млині отримана залежність

$$Q_v = \frac{Q_p}{K_{p/в}} [1 + k_{цил} (1 - K_n \cdot K_{p/в})] - Q_{в.ж.с}, \quad (4)$$

де Q_v – масова витрата води у кульовий млин.

Для вибраного режиму роботи замкнутого циклу і різній витраті руди у кульовий млин за залежністю (4) у процесі комп'ютерного моделювання визначалися значення масової витрати води у технологічний агрегат для отримання заданого співвідношення руда/вода $K_{p/в} = 4,3$, які занесені до табл. 1. Задане співвідношення руда/вода у кульовому млині можливо витримати за умови, коли у технологічний агрегат необхідно додавати воду. Якщо вода у піщовому жолобі класифікатора буде подана надлишково, то задане співвідношення витримати не можливо, оскільки надлишок рідини з пульпи необхідно видаляти. З даних табл. 1 витікає, що за всіх розглянутих режимів роботи подрібнювального каскаду умова підтримання необхідного співвідношення руда/вода $K_{p/в} = 4,3$ не виконується, оскільки, наприклад при витраті руди $Q_p = 180$ т/год і найменших значеннях циркулюючого навантаження отримано від'ємне значення подачі води Q_v у кульовий млин. Тобто, у піщовому жолобі виникло надлишкове розрідження пульпи. Однак це не означає, що цикл подрібнення не може працювати за умови $Q_{в.ж.с} = const$, оскільки на вході кульового млина витрата руди не може змінюватись у таких широких межах як показано на рис. 2. Звичайно продуктивність змінюється у межах 180...220 т/год або 220...260 т/год при менш міцних рудах. У діапазоні зміни живлення кульового млина 220...260 т/год цикл подрібнення може працювати при $Q_{в.ж.с} = 24,3$ т/год. Для нижнього діапазону 180...220 т/год необхідно вибрати інше значення $Q_{в.ж.с} = const$. Це можна

зробити за залежністю (3) при $Q_p = 220$ т/год; $k_{цил\max} = 2,0$; $\gamma_n = 2,5$ т/м³. Таке значення незмінної витрати води у пісковий жолоб класифікатора буде дорівнювати $Q_{в.ж} = 18,33$ т/год.

Таблиця 1 – Залежність витрати води у кульовий млин (для досягнення $K_{p/в} = 4,3$) від циркулюючого навантаження при різній витраті вихідної руди

$k_{цил}$	Витрата води у кульовий млин, т/год				
	$Q_p = 180$ т/год	$Q_p = 200$ т/год	$Q_p = 220$ т/год	$Q_p = 240$ т/год	$Q_p = 260$ т/год
0,5	27,7	33,46	49,4	56,1	62,8
0,6	29,7	35,72	53,9	61,0	68,1
0,8	33,8	40,82	62,9	70,8	78,7
1,0	37,8	44,72	71,9	80,6	89,4
1,2	41,9	49,2	80,9	90,5	100,0
1,4	45,9	53,7	89,9	100,3	110,7
1,6	50,0	58,23	98,9	110,1	121,3
1,8	54,0	62,73	107,9	119,9	131,9
2,0	57,5	67,23	116,9	129,7	142,6

За залежністю (4) при $Q_{в.ж} = 18,33$ т/год у нижньому діапазоні можливих значень витрати руди у кульовий млин отримаємо витрати води у технологічний агрегат і занесемо їх до табл. 2. З даних табл. 2 видно, що при зміні $Q_{в.ж} = const$ витрата води у технологічний агрегат при всіх витратах руди у кульовий млин стає додатною. Тобто, у пісковому жолобі не створюється надмірне обводнення пісків спірального класифікатора і у кульовому млині гарантовано можливо витримувати необхідне співвідношення руда/вода, наприклад таке, що дорівнює $K_{p/в} = 4,3$.

Таблиця 2 – Залежність витрати води у кульовий млин (для досягнення $K_{p/в} = 4,3$) від циркулюючого навантаження при $Q_{в.ж} = 18,33$ т/год і витраті вихідної руди 180...220 т/год

$k_{цил}$	Витрата води у кульовий млин, т/год		
	$Q_p = 180$ т/год	$Q_p = 200$ т/год	$Q_p = 220$ т/год
0,5	33,7	39,4	45,2
0,6	35,7	41,7	47,7
0,8	39,7	46,2	52,6
1,0	43,8	50,7	57,6
1,2	47,8	55,2	62,6
1,4	51,9	59,7	67,5
1,6	56,0	64,2	72,4
1,8	60,0	68,7	77,4
2,0	64,0	73,2	82,4

При роботі циклу подрібнення вихідної руди може змінюватися і її густина δ_p , впливаючи на густину пульпи (2) і значення незмінної витрати води у пісковий жолоб класифікатора (3). Зростання густини руди δ_p приводе до збільшення густини пульпи γ_n

у пісковому жолобі та до необхідного збільшення незмінної витрати води у нього, яке буде залишатись попереднім. Це може привести до ускладнення умов транспортування пульпи у пісковому жолобі односпіального класифікатора при найбільшій витраті руди у кульовий млин. Перевіримо це при $Q_p = 180 \dots 220$ т/год як найбільш імовірному діапазоні зміни витрати вихідної руди у кульовий млин. На рис. 3 показані залежності зміни густини пульпи у пісковому жолобі односпіального класифікатора від величини циркулюючого навантаження при $Q_{вж} = 18,33$ т/год і $Q_p = 220$ т/год і 280 т/год та різних густинах руди δ_r . Як видно з рис. 3, відхилення густини руди до $3,5$ т/м³ відносно середнього значення $3,3$ т/м³ значно збільшує густину пульпи у пісковому жолобі. При витраті руди у кульовий млин 220 т/год при $k_{ци} = 2,0$ густина пульпи у пісковому

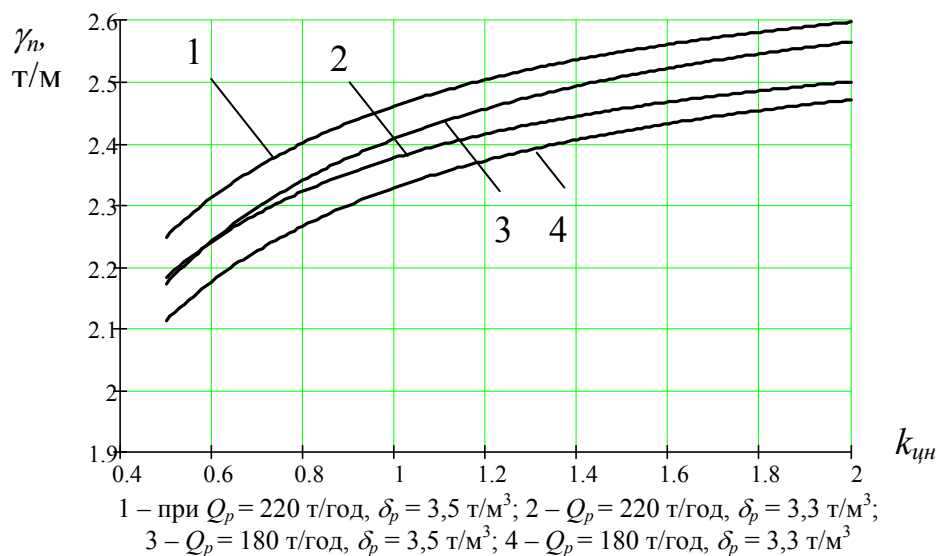


Рисунок 3 – Залежність густини пульпи у пісковому жолобі односпіального класифікатора від величини циркулюючого навантаження при $Q_{вж} = 18,33$ т/год та різних густинах і витратах руди у кульовий млин

жолобі односпіального класифікатора стає $2,6$ т/м³. Майже такою вона є і при $Q_p = 180$ т/год – $2,56$ т/м³. При малих циркулюючих навантаженнях густина пульпи у пісковому жолобі знаходиться у межах $2,11 \dots 2,25$ т/м³ в усьому діапазоні змін продуктивності кульового млина по руді. Пульпа при густинах $2,56 \dots 2,6$ т/м³ та близьких до них є сильно в'язкою і нетранспортабельною. Отже, при збільшенні густини руди від $3,3$ т/м³ до $3,5$ т/м³, якщо це може мати місце у конкретному родовищі, подрібнювальний каскад увійде у аварійний режим, що не допустимо.

Промодельюємо процес при можливому найвищому значенні густини руди $\delta_r = 3,5$ т/м³ і відхиленні її до середнього значення $\delta_r = 3,3$ т/м³. Витрата води у пісковий жолоб односпіального класифікатора при $Q_p = 220$ т/год і $\delta_r = 3,5$ т/м³ відповідно (3) складає $Q_{вж} = 31$ т/год. Дані моделювання за цих умов занесемо до табл. 3.

З даних табл. 3 видно, що при налагодженні процесу на густину $2,5$ т/м³ у пісковому жолобі односпіального класифікатора при $Q_p = 220$ т/год і $\delta_r = 3,5$ т/м³ і $k_{ци\max} = 2,0$ зміна циркулюючого навантаження приводить до зменшення густини пульпи, але її значення залишаються достатньо високими. Зменшення витрати руди у кульовий млин до 180 т/год не приводить до суттєвих змін густини пульпи. При $Q_p = 220$ т/год і зменшенні густини руди до $3,3$ т/м³ не відбувається суттєвих змін у густині пульпи. Найменше значення густини пульпи у пісковому жолобі класифікатора отримано при найменшому циркулюючому навантаженні ($k_{ци} = 0,5$) і найменшій

витраті руди у кульовий млин $Q_p = 180$ т/год і $\delta_p = 3,3$ т/м³. Воно склало $\gamma_n = 1,91$ т/м³. Це ще велике значення густини пульпи, коли вона вільно рухається і не розшаровується. Для досягнення заданого співвідношення руда/вода $K_{p/w} = 4,3$ у кульовий млин необхідно додати додаткової води $Q_w = 20,99$ т/год. Тобто, тут витримуються умови як транспортування, так і розрідження пульпи у кульовому млині.

Таблиця 3 – Залежність густини пульпи у пісковому жолобі односпірального класифікатора від циркулюючого навантаження при зміні густини руди у діапазоні витрати руди у кульовий млин 180...220 т/год

$k_{\text{цн}}$	Густина пульпи γ_n , т/м ³ у пісковому жолобі односпірального класифікатора при:			
	$Q_p = 180$ т/год, $\delta_p = 3,3$ т/м ³	$Q_p = 220$ т/год, $\delta_p = 3,3$ т/м ³	$Q_p = 180$ т/год, $\delta_p = 3,5$ т/м ³	$Q_p = 220$ т/год, $\delta_p = 3,5$ т/м ³
0,5	1,91	1,99	1,95	2,04
0,6	1,98	2,06	2,03	2,12
0,8	2,09	2,16	2,15	2,23
1,0	2,17	2,24	2,23	2,31
1,2	2,23	2,29	2,30	2,36
1,4	2,28	2,33	2,35	2,41
1,6	2,31	2,36	2,39	2,45
1,8	2,34	2,39	2,42	2,48
2,0	2,37	2,41	2,45	2,5

Це дозволяє подавати воду на вхід піскового жолоба односпірального класифікатора від високостабільного джерела витрати, дозволяючи підвищити точність визначення співвідношення руда/вода у кульовому млині за рахунок виключення операції вимірювання витрати та впливу транспортного запізнювання. Високоточне джерело витрати води у пісковий жолоб односпірального класифікатора можливо побудувати на підставі розробленого гідравлічного перетворювача потоку рідини [5], застосувавши інваріантну систему регулювання рівня рідини у даному гідравлічному перетворювачі [6].

Таким чином, теоретично встановлена можливість стабілізації витрати води у пісковий жолоб односпірального класифікатора при стабілізації розрідження пульпи у кульовому млині, що подрібнює піски разом з вихідною рудою. Густина пульпи у пісковому жолобі односпірального класифікатора визначається витратою руди у кульовий млин, значенням циркулюючого навантаження та густиною твердого. Використовуючи запропонований підхід і аналітичні залежності можливо практично у будь-яких технологічних умовах обґрунтувати незмінну витрату води у пісковий жолоб односпірального класифікатора, при якій у широкому діапазоні зміни витрати руди у кульовий млин, її густини та циркулюючого навантаження буде забезпечене надійне транспортування пульпи та її розрідження у технологічному агрегаті. Це дає можливість підвищити точність ідентифікації співвідношення руда/вода у кульовому млині за рахунок виключення операції вимірювання витрати води у пісковий жолоб та впливу транспортного запізнювання. Розроблені підходи дозволяють здійснити високоточний пристрій подачі незмінної витрати води у пісковий жолоб односпірального класифікатора.

Проведені дослідження відкривають перспективу розробки засобу ідентифікації співвідношення руда/вода підвищеної точності на вході кульового млина, що працює у замкнутому циклі з односпіральним класифікатором.

Список літератури

1. Бонч-Бруевич А.М. Бесконтактные элементы самонастраивающихся систем /Бонч-Бруевич А.М., Быков В.Л., Чинаев П.И. – М.: Машиностроение, 1967. – 292 с.
2. Скоров В.А. Обогащение руд /Скоров В.А. – М.: Недра, 1969. – 276 с.
3. Пат. 59644 Україна, МКВ 7 В 03 б 11/00, В 02 с 25/00. Спосіб автоматичної стабілізації розрідження пульпи в млинах з циркулюючим навантаженням /Кондратець В.О., Сербул О.М.; заявник і патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. – № 2002118758; заявл. 15.11.2002; опубл. 15.04.2005, Бюл. № 4.
4. Кондратець В.О. Дослідження вмісту вологи в пісках спірального механічного класифікатора з метою автоматичного керування технологічним процесом /В.О. Кондратець, Р.П. Ткаченко, О.М. Сербул //Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КДТУ. 2002. – Вип. 11. – С. 6-10.
5. Сербул О.М. Теоретичне дослідження гідравлічного перетворювача потоку рідини як регульованого об'єкта системи стабілізації витрат /О.М. Сербул, В.О. Кондратець // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КДТУ. 2003. – Вип. 12. – С. 325-330.
6. Кондратець В.О. Теоретичні дослідження статички інваріантної САР рівня рідини в гідравлічному перетворювачі /В.О. Кондратець, О.М. Сербул //Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КДТУ. 2003. – Вип. 13. – С. 251-257.

V. Kondratets, A. Serbul

Kirovograd National Technical University

Theoretical study of liquefaction of sands one scroll classifier source with constant water flow

The aim is to establish the possibility of filing a constant flow of water in a sand trough classifier with stabilization diluting the slurry in a ball mill that grinds the sand with the base ore.

The possibility of stabilizing the flow of water in the gutter sand one scroll classifier with stabilization diluting the slurry in a ball mill that grinds the sand along with the base ore. Using the proposed approach and analytical expressions can in almost any operating conditions justify the fixed cost of water in the gutter sand one scroll classifier, where a broad range of flow ore ball mill, its density and the circulating load for reliable transport of slurry and liquefaction of production vessels .

The implementation of this approach to improve the accuracy of identification ratio ore/water in a ball mill by eliminating transaction flow measurement in sand trough and effect of the transport delay.

sand trough classifier, stabilization, constant water flow

Одержано 26.03.13