УДК 662.27.621.926.9

І.М. СОКУР, аспірант, ***К.В. БАЛЕНКО***, аспірант,
О.О. ШАЛЯПІНА, аспірант, Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПРИВОДАМИ БАРАБАННИХ РУДОПОМОЛЬНИХ МЛИНІВ І ГІДРОНАСОСІВ

Розглянуті витрати електроенергії при різному завантажені барабанних рудопомельних млинів при їх безперервній роботі.

The expenses of the electric power at different loading of tumbling ore-milling mills at their continuous work have been considered.

Гірничорудна промисловість є однією з найбільш енергоємних галузей промисловості України. Як правило, мінеральна сировина цієї галузі для свого подальшого використання потребує збагачення. Найбільш енергоємною операцією процесу збагачення є дезінтеграція – дроблення і подрібнення руд. Досить енергоємним процесом є також гідротранспорт продуктів збагачення.

Подрібнення руди здійснюється в барабанних рудопомельних млинах із синхронним приводом. Аналогічні приводи мають також і гідронасоси гідротранспортної системи збагачувальних підприємств. Авторами проведено дослідження енергоспоживання синхронними приводами збагачувальних агрегатів.

Найенергоємніша операція процесу збагачення - подрібнення руди - здійснюється кульовим млином із синхронним приводом. При цьому загальний вид моделі розподілу потоку енергії, яка споживається кульовим млином із синхронним приводом, відповідає загальній моделі потоку енергії, яка споживається механізмом з приводом при безперервній роботі, показаній на рис.1. Математичний опис такої моделі з наступною реалізацією її на ЕОМ дозволить детально вивчити вплив різних факторів на енергоспоживання кульового млина і виявити можливості оптимізації роботи електроприводу з метою економії електроенергії, котра витрачається.

При цьому слід враховувати, що вплив таких факторів, як величина кульового завантаження, продуктивність, частота обертання, крупність вихідного і кінцевого продуктів, тип і стан футерування на витрати електроенергії кульовими млинами досліджений раніше. Для кожної конкретної збагачува-

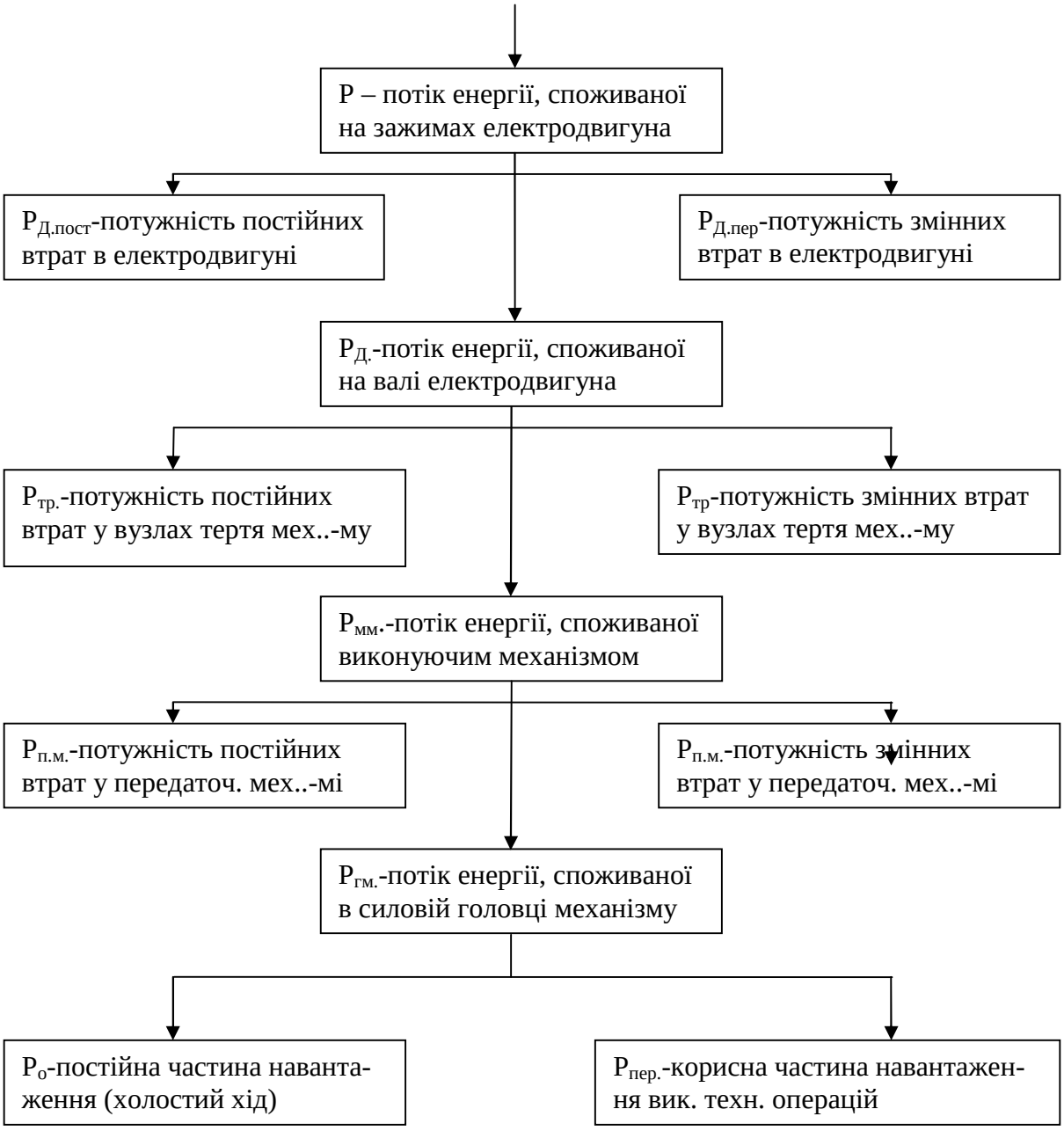

Рис. 1. Модель розподілу потоку енергії, яка споживається механізмом з електроприводом при безперервній роботі.

льної фабрики витрати електроенергії повинні враховуватися за спеціальною методикою, при цьому режим роботи системи: кульовий млин – синхронний двигун слід розглянути окремо, враховуючи такі характерні особливості:

- коливальні режими потужних синхронних машин, які працюють з незмінним навантаженням, мають, звичайно, короткочасний характер і супроводжують їхній перехід з одного встановленого режиму в інший; у цьому випадку коливання будуть вільними і здійснюватимуться з частотою, яка визначається параметрами електродвигуна і ступенем його збудження;

- автоколивання виникають, як правило, у нелінійних електромеханічних системах з протяжними механічними елементами, наприклад, валами, до такої системи належить привод тихохідного кульового барабанного млина;

- автоколивання у системі СД-ШМ нелінійно залежать від характеристики тертя кульового завантаження за броню млина у функції відносної швидкості обертання барабана. При цьому втрати при навантаженні перекриваються за рахунок енергії, яка споживається синхронним двигуном з мережі.

Система СД-ШМ має три ступені свободи і може бути описана системою диференційних рівнянь:

$$\begin{aligned} &I_д \frac{\partial^{2¨}{}_д}{dt^2} - C_B\left(¨{}_д - ¨{}_б\right) - M_д - h_y\left(\frac{d¨{}_б}{dt} - \frac{d¨{}_д}{dt}\right) = 0 \\ &I_б \frac{d^{2¨}{}_д}{dt^2} - C_B\left(¨{}_д - ¨{}_б\right) - M_T(U) + h_y\left(\frac{d¨{}_б}{dt} - \frac{d¨{}_д}{dt}\right) = 0 \\ &I_m \frac{d^{2¨}{}_M}{dt^2} - mgl\sin¤_M - M_T(U) - h_T\frac{d¨{}_M}{dt} = 0 \end{aligned} \qquad (1)$$

де $I_д, I_б, I_m$ - приведені до валу моменти інерції відносно ротора двигуна, барабана млина і кульового завантаження; $¨{}_д, ¨{}_б, ¨{}_м$ – кути обертання мас відносно двигуна, барабана і кульового завантаження; C_B – жорсткість приводного валу двигуна млина; h_y, h_t - коефіцієнти, які враховують дисипативні втрати енергії у пружних елементах і при терті кульового завантаження за футерівку; mg – вага кульового завантаження; I – радіус інерції кульового завантаження; $U = \frac{d¨{}_б}{dt} - \frac{d¨{}_m}{dt}$ - швидкість обертання барабана відносно кульового завантаження; M_o – електромагнітний момент двигуна.

Частота обертання барабана млина визначається моментом на валу приводного двигуна, який дорівнює:

$$M_c = \frac{mgR_n \sin}{i_p ¦_p}, \qquad (2)$$

На рис. 2 наведений характер зміни електромагнітного моменту приводного двигуна СДСЗ-2000 кульового млина.

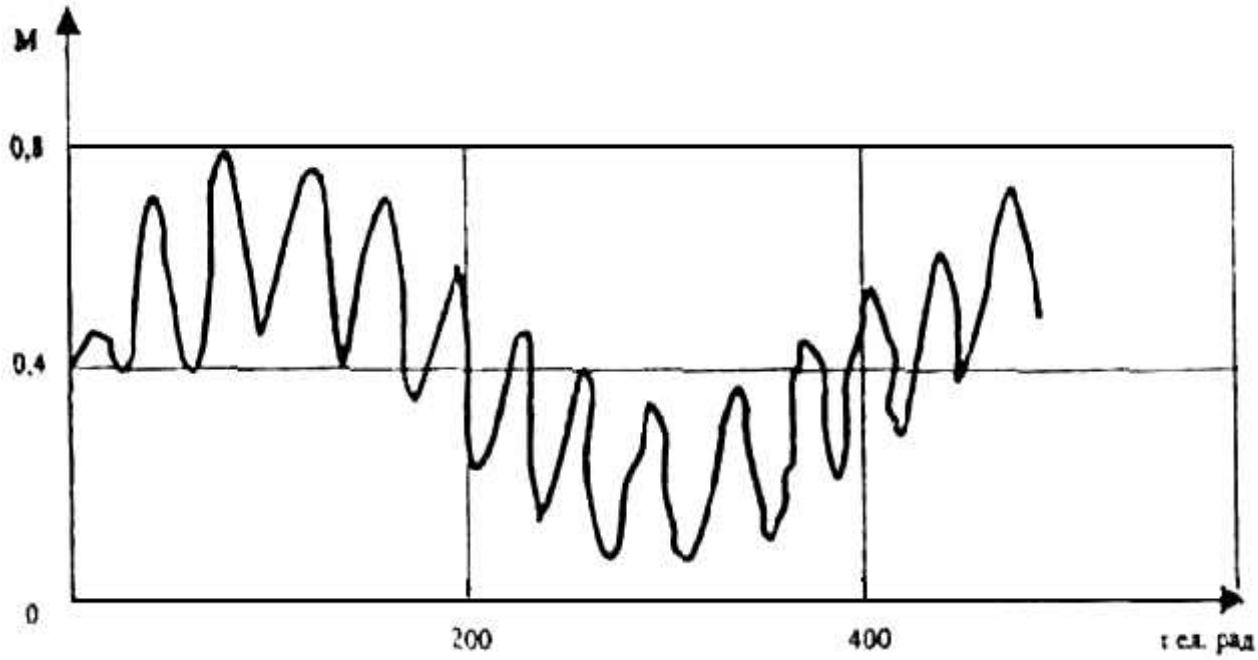

Рис. 2 – Зміна електромагнітного моменту привідного двигуна кульового млина

В одержаній залежності можна виділити дві періодичні складові частоти 0,8 Гц і 8,1 Гц. Низька частота викликана просковзуванням кульового навантаження у барабані млина і є первинною відносно електромеханічної системи СД-ШМ. Висока частота відповідає власним коливанням валу.

Із наведеного вище зрозуміло, що швидкість руху матеріалу при постійному заповненні барабана млина залежить від частоти обертання і кута природного відкосу матеріалу в барабані млина. Момент на валу приводного двигуна також залежить від кута природного відкосу .

Таким чином, переміщення матеріалу і кульового завантаження у барабані млина впливає на момент завантаження, що призводить до коливання швидкості та електромагнітного моменту синхронного двигуна барабанного млина і викликає додаткові втрати електроенергії.

Список літератури: 1. Проблемы оптимального управления технологией и снижение энергетических затрат при переработке руд //*Хорольский В. П., Базуткин В.В., Рыбалко В.И. и др*. – Изд. Вузов. Горный журнал, 1982-с. 131-135. **2.** Управление технологическими линиями обогатительной фабрики в условиях ограничения параметров энергопотребления //*Бабец Е.К., Хорольский В.П., Сокур Н.И. и др.* – Обогащение руд, -1986, № 4, - с 36-40. **3.** *Бабец Є.К., Сокур М.І.* Управління енергозбереженням в процесах рудопідготовки, - Кривий Ріг: Мінерал, 2002, 410 с. **4.** Сокур М.І., Сокур І.М., Маркетинг енергоресурсів при збагаченні руд: Монографія – Кременчук: ПП Щербатих 2006 – 300 с.

Надійшла до редколегії 21.09.07