

УДК 658.5:621.317.38

Є.В. Кочура, докт. техн. наук, проф.,  
А.А. Гаранко

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет”, м. Дніпропетровськ, Україна,  
e-mail: kochuraE@gmail.com

## ЕКОНОМІЧНИЙ КРИТЕРІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ В ПРОЦЕСАХ РУДОПІДГОТОВКИ

Ye.V. Kochura, Dr. Sci. (Tech.), Professor,  
A.A. Harenko

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine,  
e-mail: kochuraE@gmail.com

## ECONOMIC CRITERION OF ELECTRIC ENERGY EXPENSES OPTIMIZATION IN ORE-PREPARATION PROCESSES

Обґрунтовано теоретичні передумови вибору економічного критерію оптимізації витрат на електроенергію в процесах рудопідготовки. Звернено увагу на зв'язок між параметрами рудопотоку та об'ємом електроенергії, що витрачається в процесах рудопідготовки. Розроблено економічний критерій для проведення стратегії енергозбереження на підприємстві, що працює в умовах багатозонального тарифу на електроенергію. Окреслено перспективи використання даного критерію.

**Ключові слова:** енергозбереження, критерій, оптимізація, електроенергія, рудопідготовка, багатозональний тариф

Відомо, що близько 70% загальнокомбінатних енерговитрат припадає на наступні процеси: буріння-підривання – 3%, дроблення – 7% і подрібнення – 60% [1]. Таким чином, найбільша частина енергетичних витрат припадає на витрати, пов'язані з використанням електроенергії в процесі рудопідготовки. Здебільшого авторами [1–4] увага приділялась зниженню енергетичних витрат за рахунок нововведень у гірничотранспортному комплексі та процесі буріння-підривання, або за рахунок впровадження автоматизованих систем управління гірничотранспортним комплексом. Але існують роботи подібної тематики, де пропонується вирішення проблеми енергозбереження переважно за рахунок регулювання економічних факторів та умов з недостатнім, або неповним урахуванням впливових технічних та технологічних факторів.

Метою даної роботи є розробка та обґрунтування економічного критерію оптимізації витрат у процесах рудопідготовки з урахуванням технічних та технологічних факторів впливу на роботу підприємства в умовах багатозонального тарифу на електроенергію.

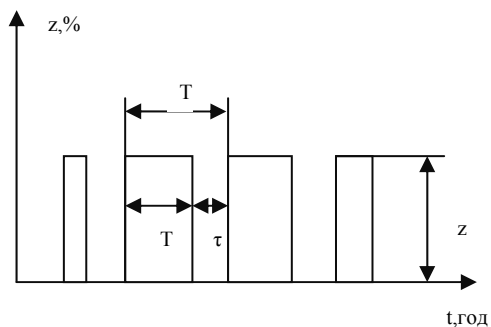


Рис. 1. Діаграма подачі руди на дробильно-збагачувальну фабрику (ДЗФ):  $T$  – період подачі руди;  $T_k$  – час роботи по руді;  $\tau$  – час простою

З [5] відомо, що процес зміни електричних навантажень, що створює збагачувальна фабрика, залежить від динаміки процесів рудопідготовки та гірничотранспортних процесів. Тому зниження енергетичних витрат на етапі кар'єрних робіт та в гірничотранспортному комплексі не обов'язково призведуть до зменшення загальних енергетичних витрат, а навпаки можуть привести до їх збільшення. Причина цього – зміна динаміки подачі руди. На рис.1 зображено часову діаграму подачі руди на дробильно-збагачувальну фабрику (ДЗФ). Енергетичний спектр даного процесу зображено на рис. 2. Енергетичний спектр при частоті  $\omega = 0$  дорівнює

$$F_0 = \frac{z_4^2 D_{Tk}}{T}$$

де  $D_{Tk}$  – дисперсія тривалості імпульсу, що дорівнює дисперсії тривалості паузи;  $z_4$  – показник якості руди;  $T$  – період подачі руди [5].

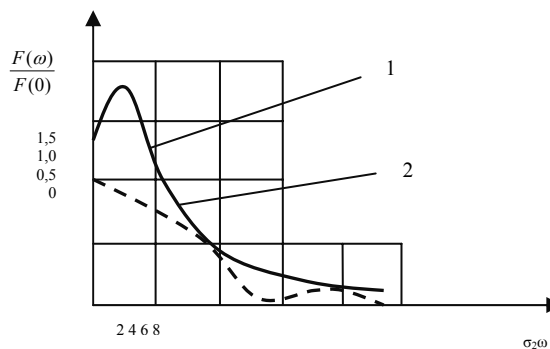


Рис. 2. Енергетичний спектр процесу подачі руди на ДЗФ: 1 – енергетичний спектр процесу подачі руди; 2 – енергетичний спектр одного імпульсу;  $\sigma_\tau$  – середньоквадратичне відхилення паузи

У результаті такого режиму подачі руди формується збурюючий вплив, що проходить через весь процес виробництва залізорудного концентрату. Значення амплі-

туд гармонік збурюючого впливу  $A_k$  може бути розраховано на основі перетворення Фур'є від одиничного імпульсу висотою  $\bar{z}$  і тривалістю  $T_k$ . Виходячи з того, що енергія гармонійного коливання дорівнює

$$E = \frac{mA^2\omega^2}{2},$$

де  $m$  – маса тіла, що коливається;  $A$  – амплітуда коливань;  $\omega$  – частота коливань, інтерпретуємо графік гармонійних коливань у графік коливань активної потужності, що споживається. Графік коливань активної потужності представляє собою випадковий процес зі змінною амплітудою та частотою, параметри якого залежать від параметрів ритмічності рудопотоку, погодних коливань, відмов устаткування, умов видобутку руди на кар'єрі.

Далі розглянемо умови роботи підприємства, тобто тарифи на електроенергію. Тарифна сітка багатозонального тарифу на електроенергію зображена на рис. 3.

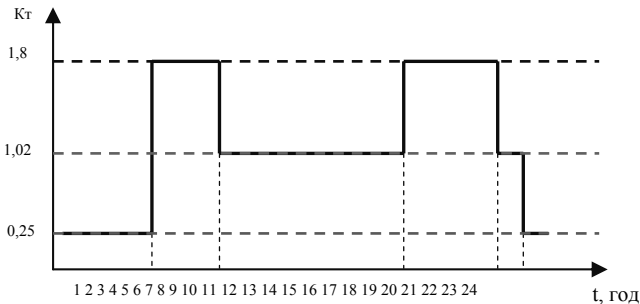


Рис. 3. Тарифні коефіцієнти для розрахунку вартості електричної енергії за добовими зонами (для підприємств).  $K_T$  – тарифний коефіцієнт

Раніше в [5] уже було вирішено проблему енергозбереження з технічної точки зору. Сутність цього підходу до даної проблеми базується на тому, що енергоспоживання ДЗФ визначається якістю і кількістю переробленої руди. Споживання електричної енергії ДЗФ визначається активною потужністю, що споживається електроприймачами фабрики. Як було зазначено вище, процес зміни електричних навантажень, або коливання активної потужності ДЗФ, залежить від коливань якості руди, динаміки гірничотранспортних процесів та процесів рудопідготовки. Тому було б доцільно визначити, що використовувана потужність прямо залежить від параметрів рудопотоку

$$P(t) = F(\alpha, \tau, T),$$

де  $P(t)$  – величина використовуваної потужності;  $\alpha, \tau, T$  – параметри рудопотоку. Графік змін потужності в часі з урахуванням багатозонності тарифу зображено на рис. 4.

Відомо, що сплата за електричну енергію, згідно багатозонального тарифного коефіцієнту, у загальному вигляді представляє

$$C_{ел} = \sum_{n=1}^3 C_{одэл} * Km_n * A_n,$$

де:  $C_{ел}$  – загальна ціна за споживану електроенергію;  $C_{одэл}$  – ціна за одиницю спожитої електроенергії;  $Km_n$  – тарифний коефіцієнт  $n$ -ї зони;  $A_n$  – кількість енергії, спожитої в  $n$ -ій тарифній зоні.

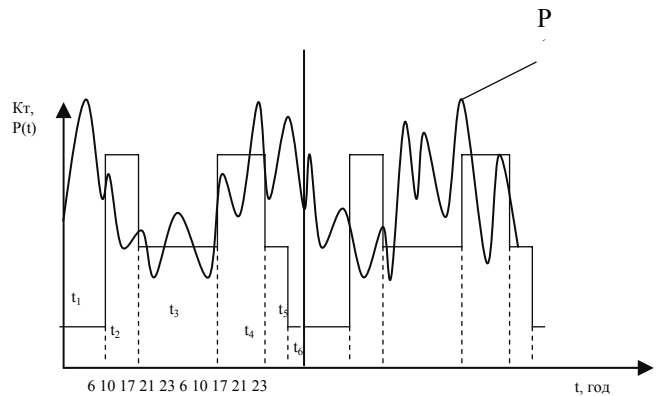


Рис. 4. Коливання активної потужності в умовах багатозонального тарифу

Виходячи з того, що  $A = P * t$ , формуємо основне рівняння політики енергозбереження для підприємства

$$\begin{aligned} C_{ел} = & C_{одэл} * Km_1 \int_0^{t_1} P(t) dt + C_{одэл} * Km_2 \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt + \\ & + C_{одэл} * Km_3 \int_{t_2}^{t_3} P(t) dt + C_{одэл} * Km_4 \int_{t_3}^{t_4} P(t) dt + \\ & + C_{одэл} * Km_5 \int_{t_4}^{t_5} P(t) dt + C_{одэл} * Km_6 \int_{t_5}^{t_6} P(t) dt \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Таким чином, ставиться задача мінімізації витрат на електричну енергію шляхом створення економічного механізму регулювання параметрів рудопотоку, причому тих, які піддаються безпосередньому впливу, наприклад динаміка процесів рудопідготовки та гірничотранспортних процесів, та обґрунтування можливостей даного типу впливу.

**Висновки.** Розглянуті та обґрунтовані теоретичні передумови вибору економічного критерію оптимізації витрат на електроенергію в процесах рудопідготовки. Критерієм у даному випадку виступає мінімум витрат на використання електричної енергії, який розраховується шляхом складання витрат на електричну енергію в різних тарифних зонах. У подальшому, з урахуванням цього критерію, будуть визначені залежності та вплив змін технічних та економічних параметрів на витрати електричної енергії. Це закладе основу для створення економічного механізму регулювання витрат електроенергії на підприємстві.

**Список літератури / References**

1. *Анистратов Ю.И.* Расчетно-теоретические предпосылки энергосбережения на рудных карьерах / Анистратов Ю.И., Гончаров С.О. // Горный журнал – 2009 – №11 – С. 21–23.  
*Anistratov Yu.I.* Estimated and theoretical pre-conditions of energy-saving at ore opencast mines / Anistratov Yu.I., Goncharov S.O. // Gornyy zhurnal – 2009 – №11 – P. 21–23.

2. Трубецкой К.Н. Автоматизация управления горнотранспортными комплексами в карьерах / Трубецкой К.Н., Клебанов О.Ф., Володимиров Д.Я. // Горный журнал – 2009 – №11 – С. 38–41.

*Trubetskoy K.N.* Automation of mine transport complexes control in opencast mines / Trubetskoy K.N., Klebanov O.F., Volodimirov D.Ya. // Gornyy zhurnal – 2009 – №11 – P. 38–41.

3. Дронов М.М. Опыт работы карьера Лебединского ГОКа: гигантские масштабы, оригинальные технологии, перспективы развития / Дронов М.М., Ефремов Ю.И., Беклемищев А.М. // Горный журнал – 2009 – №11 – С. 88–91.

*Dronov M.M.* Experience of the opencast mine of the Lebedinskiy ore-dressing and processing enterprise: giant scales, original technologies, prospects of development / Dronov M.M., Yefremov Yu.I. Beklemishchev A.M. // Gornyy zhurnal – 2009 – №11 – P. 88–91.

4. Дремин А.А. Стратегия энергосбережения при добыче и переработке железных руд / Дремин А.А. // Горный журнал – 2006 – №12 – С. 45–47.

*Dremin A.A.* Energy-saving strategy during production and processing of iron ore. / Dremin A.A. // Gornyy zhurnal – 2006 – №12 – P. 45–47.

5. Кочура Е.В. Развитие научных основ автоматизации процес сов обогащения руд с целью энергосбережения: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. тех. наук: спец. 05.13.07 „Автоматизация технологических процессов и производств“ / Кочура Евгений Витальевич; Гос. Горная академия Украины. – Днепропетровск, 1996. – 42 с.

*Kochura Ye.V.* Development of theory of ore dressing process automation with the aim of energy saving: Abstract

of the thesis on Dr. Sci. (Tech.) degree receiving: speciality. 05.13.07 “Automation of technological processes and productions”/ Kochura Yevgeniy Vitalyevich; Gos. Gornaya akademiya Ukrainy – Dnepropetrovsk, 1996. – 42 p.

Обоснованы теоретические предпосылки выбора экономического критерия оптимизации затрат на электроэнергию в процессах рудоподготовки. Внимание обращено на связь между параметрами рудопотока и объемом электроэнергии, который тратится в процессах рудоподготовки. Разработан экономический критерий для проведения стратегии энергосбережения на предприятии, которое работает в условиях многозонного тарифа на электроэнергию. Очерчены перспективы использования данного критерия.

**Ключевые слова:** энергосбережение, критерий, оптимизация, электроэнергия, рудоподготовка, многозонный тариф

The theoretical backgrounds for choosing the economic criterion of electric energy expenses optimization in ore preparation processes are considered. Attention is given to the correlation between the parameters of the ore flow and the amount of electricity consumed in ore preparation processes. The economic criterion for energy conservation strategy in the company, which operates in conditions of multi-zone electricity tariff, is developed. The prospects of using of this criterion are outlined.

**Keywords:** energy saving; criterion, optimization, electrical energy, ore preparation, multi-zone tariff

Рекомендовано до публікації докт. екон. наук О.А. Паришиною. Дана надходження рукопису 01.02.11

УДК 504.06

А.В. Бардась, канд. техн. наук, доц.,  
О.С. Лопатіна

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровськ, Україна,  
e-mail: lop\_vip@mail.ru

## ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

A.V. Bardas, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor,  
O.S. Lopatina

State Higher Educational Institution “National Mining University”,  
Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: lop\_vip@mail.ru

## PRINCIPLES OF FORMATION OF ECOLOGY AND ECONOMIC DEVELOPMENT STRATEGY OF INDUSTRIAL ESTABLISHMENTS

Досліджено розвиток виробництва, сутність та формування еколого-економічної стратегії. Розглянуто основні елементи концепції управління еколого-економічними процесами, які повинні відповідати вимогам міжнародного стандарту ISO 14001. Проаналізовано основні засади управління еколого-економічними процесами в діяльності промислових підприємств.

**Ключові слова:** промислове підприємство, еколого-економічна стратегія, екстенсивний розвиток, інтенсивний розвиток, сталий розвиток, екологічний менеджмент

**Актуальність дослідження.** Проблеми стану довкілля, його погіршення, зниження техногенного

впливу та побудова стратегії і організації стратегічного менеджменту на промислових підприємствах є актуальними та обговорюваними на різних рівнях технологічних процесів.