

ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ

УДК 338.512:621

А.І. Боркун, В.О. Занора, Г.О. Сьомка

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси

УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВИТРАТАМИ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЕНЕРГОРЕСУРСИ

Визначено послідовність розрахунку оптимального обсягу електроенергії, що є необхідним для забезпечення технологічного процесу виробництва продукції машинобудівними підприємствами, розроблено аналітичну модель та сформовано алгоритм визначення оптимального обсягу електроенергії.

Ключові слова: виробничо-технологічні витрати, управління витратами, енергоефективність, енергетичні ресурси, електроенергія, машинобудівні підприємства

Определена последовательность расчета оптимального объема электроэнергии, который необходим для обеспечения технологического процесса производства продукции машиностроительными предприятиями, разработана аналитическая модель и сформировано алгоритм определения оптимального объема электроэнергии.

Ключевые слова: производственно-технологические затраты, управление затратами, энергоэффективность, энергетические ресурсы, электроэнергия, машиностроительные предприятия.

The article defines the sequence of calculating the optimal amount of energy that is needed to ensure the technological process of production the products of machine-building enterprises, developed an analytical model and an algorithm to determine the optimal amount of electricity.

Keywords: production and technological costs, cost management, energy efficiency, energy resources, electricity, machine-building enterprises

Постановка проблеми

У конструкціях машин та системах машинобудування використовуються деталі з поверхнями великої протяжності (довжина, ширина, діаметр). Методи обробки таких поверхонь потребують дотримання умов забезпечення точності розмірів, параметрів, продуктивності, що призводить до збільшення кількості проходів, частой зміни інструментів, режимів обробки. Зазначені технологічні умови обробки деталей призводять до збільшення споживання енергетичних ресурсів, а саме електроенергії, що у ринкових умовах функціонування машинобудівних підприємств зумовлює зростання собівартості їхнього

виготовлення та виробів, до складу яких входять оброблені деталі.

В умовах зростання рівня конкуренції для машинобудівних підприємств актуальним є завдання підвищення рівня ефективності управління витратами, тобто пошук, розробка та впровадження нових технологічних рішень, які нададуть можливість ефективно використовувати енергоносії, зберігаючи при цьому якість продукції (дотримуючись умов точності та продуктивності обробки). Якість продукції є необхідною умовою успішного виконання виробом свого призначення [1, с. 31].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемам енергоефективності приділяли увагу вітчизняні та закордонні вчені, фахівці, серед яких можна згадати роботи Б.М. Базрова, А.П. Альтгаузена, І.А. Башмакова, А.А. Бесчинського та ін.

Питання управління витратами підприємств розглядали у своїх роботах такі науковці та фахівці, а саме С.Ф. Покропивний, В.Г. Герасимчук, Г.І. Купалова, І.Є. Давидович та ін.

Невирішені раніше частини загальної проблеми

Віддаючи належне роботам науковців та фахівців, слід зазначити, що у науковій, технічній літературі та фахових виданнях недостатньо висвітлені питання алгоритмізації визначення обсягу електроенергії, яка є гранично необхідною для технологічних процесів обробки деталей з поверхнями великої протяжності.

Розв'язання задачі визначення оптимальної кількості енергоносіїв, що необхідні для технологічного процесу обробки деталей з поверхнями великої протяжності, потребує встановлення технологічних закономірностей формування параметрів точності, продуктивності на основі аналізу взаємного впливу на процес обробки параметрів режимів різання, геометричних розмірів оброблюваних деталей, що дасть змогу виявити резерви ефективного використання енергетичних ресурсів машинобудівних підприємств.

Мета статті

Метою статті є розробка аналітичної моделі визначення оптимального обсягу енергетичного ресурсу, а саме електроенергії, на основі встановлення функціональних зв'язків параметрів режимів різання з геометричними розмірами оброблюваних зовнішніх циліндричних поверхонь великої протяжності, а також алгоритму визначення оптимального обсягу електроенергії.

Виклад основного матеріалу

Трансформація ресурсів у придатні для споживання суспільством матеріальні блага чи послуги є основним призначенням підприємства [2, с. 9]. Виготовлення виробу пов'язано з витратами праці, матеріалів, енергії та часу. Тому виріб має не тільки відповідати вимогам службового призначення, але і відрізнятися від раніше вироблених виробів аналогічного призначення

меншими витратами (викладене підкреслює органічний зв'язок технології та економіки).

Технолог повинен розробляти такі технологічні процеси, які були б найкращими не тільки у технічному, але й у економічному сенсі [1, с. 201].

Витрати на електроенергію належать до прямих витрат. Прямі витрати – це ті, на величину яких може впливати розробник технологічних процесів [1, с. 202]. За економічною сутністю витрати підприємства – це сукупність витрат живої та уречевленої праці для здійснення поточної господарської діяльності підприємства, а за натурально-речовим складом – спожита частина матеріальних, трудових та фінансових ресурсів [2, с. 272]. Виробничо-технологічні витрати – це циклічні витрати підприємства, що безпосередньо пов'язані з виробничим (технологічним) процесом виготовлення продукції. Витрати є одним із важливих чинників, що впливають на визначення ціни на продукцію. Ціна як економічна категорія – це грошове вираження вартості товару, призначене для непрямого визначення величини суспільно необхідного робочого часу, затраченого на виробництво товару, за що готовий сплатити покупець, споживач цього товару [3, с. 185].

Пошук резервів для систематичного зниження витрат є необхідною умовою функціонування підприємства у ринкових умовах, враховуючи високий рівень конкуренції, ризику та плин глобальної фінансової кризи. Це надає можливість збільшувати рівень прибутку, підвищувати конкурентоспроможність машинобудівної продукції тощо.

Під резервами розуміють можливості поліпшення використання ресурсів підприємств у результаті удосконалення техніки і технології, організації праці та виробництва, подолання вузьких місць, а також приведення в дію виробничих ресурсів, які не використовувались раніше [4, с. 541]. Одним із основних джерел резервів зниження собівартості промислової продукції є скорочення витрат на виробництво за рахунок підвищення рівня продуктивності праці, ощадливого використання сировини, матеріалів, електроенергії, палива, обладнання, запобігання невиробничим витратам, виробничого браку і т.д. [5, с. 268].

Зниження витрат на виробничі енергоносії, наприклад, на електроенергію, можна досягти підвищенням ККД (коефіцієнта корисної дії) обладнання і технологічної оснастки, підвищенням якості догляду за обладнанням та технологічною оснасткою тощо [6, с. 476].

3 метою зниження рівня витрат машинобудівних підприємств доцільно проводити їхній аналіз, метою якого є оцінювання рівня витрат та виявлення можливостей їх раціонального використання, тобто ефективного управління ними.

Одним із підходів до аналізу витрат підприємств на енергоносії є побудова алгоритму визначення раціонального обсягу електроенергії, що є необхідною для забезпечення виробничої діяльності підприємств, а саме технологічного процесу обробки деталей з поверхнями великої протяжності (довжина, ширина, діаметр).

Оптимальний обсяг електроенергії, необхідної для обробки циліндричних зовнішніх поверхонь великої протяжності, розраховується у такій послідовності:

1. Визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_v} \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_{mv}, \quad (1)$$

де T – період стійкості інструмента, хв;
 t – глибина різання, мм;

S – величина подавання, мм/об;

K_{mv} – коефіцієнт, який враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу;

C_v – коефіцієнт, який враховує характер та умови обробки деталей [7, с. 67];

m_v, x_v, y_v – показники степеня.

2. Визначення сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot V^{n_p} \cdot K_{mp}, \quad (2)$$

де t – глибина різання, мм;

S – величина подавання, мм/об;

V – швидкість різання, м/хв;

C_p – коефіцієнт, який враховує характер та умови обробки деталей;

x_p, y_p, n_p – показники ступеня;

K_{mp} – коефіцієнт, який враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу.

3. Визначення потужності різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (3)$$

де P_z – сила різання, Н;

V – швидкість різання, м/хв.

4. Визначення частоти обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (4)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

V – швидкість різання, м/хв.

Тоді:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (5)$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

n – частота обертання, хв⁻¹.

5. Визначення основного (машинного) часу обробки:

$$t_o = \frac{l_p}{S \cdot n} \cdot i, \quad (6)$$

де t_o – основний (машинний) час обробки, хв.;

S – величина подавання, мм/об;

n – частота обертання, хв⁻¹;

l_p – довжина обробки, мм:

$$l_p = T \cdot V_d = T \cdot \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (7)$$

де T – період стійкості інструмента, хв;

V_d – швидкість різання дійсна, м/хв;

D – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

n – частота обертання, хв⁻¹.

6. Визначення кількості використаної електроенергії:

$$E = t_o \cdot N, \quad (8)$$

де t_o – основний (машинний) час обробки, хв;

N – потужність різання, кВт.

Підставивши у формулу (8) вирази (1), (2), (3), (5), (6), матимемо:

$$\begin{aligned} E &= \frac{l_p \cdot i}{S \cdot n} \cdot \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} = \\ &= \frac{l_p \cdot i \cdot \pi \cdot D \cdot \left(10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot V_d^{n_p} \cdot K_{mp}\right) \cdot V_d}{S \cdot 1000 \cdot V_d \cdot 1020 \cdot 60} = \\ &= \frac{D \cdot i \cdot 10 \cdot C_p \cdot K_{mp} \cdot \pi}{1000 \cdot 1020 \cdot 60} \cdot \\ &\cdot \frac{t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot C_v^{n_p} \cdot K_{mv}^{n_p} \cdot l_p}{S \cdot T^{m_p} \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p}} = \\ &= K \cdot \frac{D \cdot t^{(x_p - x_{np})} \cdot S^{[(y_p - y_{np}) - 1]} \cdot l_p}{T^{m_p}}. \end{aligned} \quad (9)$$

Для зручності проведення розрахунків представимо K як коефіцієнт, який визначається таким чином:

$$\begin{aligned} K &= \frac{\pi \cdot i \cdot 10 \cdot C_p \cdot K_{mp} \cdot K_{mv}^{n_p} \cdot C_v^{n_p}}{1000 \cdot 1020 \cdot 60} = \\ &= 1,03 \cdot 10^{-6} \cdot C_p \cdot K_{mp} \cdot K_{mv}^{n_p} \cdot C_v^{n_p}. \end{aligned} \quad (10)$$

Для процесу точіння значення постійних коефіцієнтів зведені до таблиці.

Значення постійних і коефіцієнтів (степенів) для процесу точіння

№	Оброблюваний матеріал	C_v	C_p	K_{mv}	K_{mp}	x	y	m	n	X_1	Y_1
1	Сталь конструкційна	340	300	0,8	1,0	0,15	0,35	0,2	-0,15	1,0	0,75
2	Сталь нержавіюча	110	204	0,8	1,0	0,2	0,45	0,15	0	1,0	0,75
3	Чавун сірий	265	92	1,0	1,0	0,15	0,2	0,2	0	1,0	0,75
4	Чавун ковкий	265	81	1,0	1,0	0,15	0,32	0,2	0	1,0	0,75
5	Мідні сплави	225	55	2,0	1,3	0,12	0,28	0,23	0	1,0	0,66
6	Алюмінієві сплави	405	40	1,0	1,5	0,12	0,38	0,28	0	1,0	1,0

Із формули (9) маємо, що оптимальний обсяг електроенергії прямо пропорційно залежить від геометричних розмірів оброблюваної заготовки (діаметр, довжина) і параметрів режимів різання (глибина різання, подавання), а також від періоду стійкості в інструментах, тобто:

$$E = f(l_p, D, t, S, T), \tag{11}$$

де l_p – довжина обробки, мм;
 D – діаметр оброблюваної поверхні, мм;
 t – глибина різання, мм;
 S – величина подавання, мм/об;
 T – період стійкості інструмента, хв.

Аналітичну модель визначення оптимального обсягу електроенергії можна представити у такому вигляді:

$$E = K \cdot \frac{D \cdot l_p \cdot t^{(x_p - x_{np})} \cdot S^{[(y_p - y_{np}) - 1]}}{T^{m_p}} \rightarrow \min, \tag{12}$$

$$\delta_\Sigma \leq T_d.$$

де δ_Σ – сумарна похибка обробки деталі, мм;
 T_d – допуск на параметр, мм.

У формулі (12) $\delta_\Sigma \leq T_d$ – умова забезпечення точності обробки деталей.

Алгоритм визначення оптимального обсягу електроенергії, що необхідна для забезпечення технологічного процесу виробничої діяльності машинобудівного підприємства представлено на рисунку.

Розроблений алгоритм визначення оптимального обсягу електроенергії, яка необхідна для забезпечення технологічного процесу обробки деталей з поверхнями великої протяжності (довжина, ширина, діаметр) та використання аналітичної моделі визначення оптимального обсягу електроенергії надають можливість зважено та раціонально підійти до використання енергоносіїв у виробничій діяльності машинобудівних підприємств.

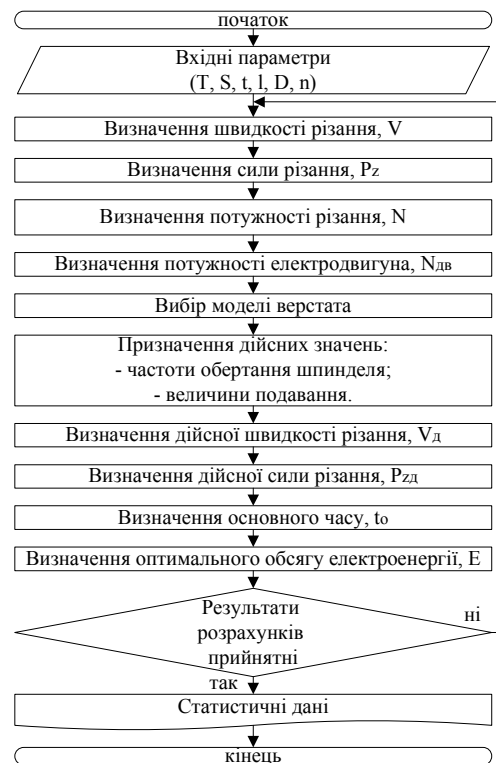


Рисунок. Алгоритм визначення оптимального обсягу електроенергії, що необхідна для забезпечення технологічного процесу виробничої діяльності машинобудівного підприємства

Розрахунок виробничо-технологічних витрат на електроенергію проводиться за формулою:

$$V_E = E \cdot C_E, \tag{13}$$

де E – оптимальний обсяг електроенергії, кВт;
 C_E – вартість електроенергії, грн.

Висновки

Високий рівень витрат на енергоносії зумовлює високу собівартість продукції машинобудівних підприємств, що є одним із основних чинників, які стримують їхній розвиток. Зазначені техніко-економічні умови функціонування машинобудівних підприємств зумовлюють пошук, розробку та впровадження заходів організаційно – технічного

та організаційно – економічного характеру, які дозволять реалізувати резерви раціонального використання енергетичних ресурсів.

У результаті дослідження було розроблено аналітичну модель визначення оптимальної кількості енергоносіїв, що необхідні для забезпечення технологічного процесу обробки деталей, на основі встановлення функціональних зв'язків режимів різання з геометричними розмірами оброблюваних зовнішніх циліндричних поверхонь великої протяжності, а також сформовано алгоритм визначення оптимальної кількості електроенергії.

У подальших дослідженнях планується розробка структурно – графічної схеми, яка відобразить аналітичні зв'язки між параметрами точності деталі, продуктивності та режимів різання, геометричними розмірами оброблюваних деталей і відповідно кількістю електроенергії, що необхідна для забезпечення технологічного процесу обробки деталей. Приклад використання подібної схеми для визначення початкового індекса наведено у [8, с. 116].

Використання такої структурно – графічної схеми дозволить ОПР (особам, що приймають рішення), а саме розробнику технологічних процесів, керівництву машинобудівних підприємств, у виробничих умовах оперативно приймати управлінські рішення, що стосуються використання енергоносіїв у операційній діяльності машинобудівних підприємств, а також враховувати витрати на енергоносії під час планування виробничих витрат підприємства.

Список літератури

1. Базров Б.М. *Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / Базров Б.М. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.*
2. *Економічний аналіз: підручник / за ред. проф. А.Г. Загороднього. – [3-тє вид., перероб. і доп.]. – К.: Знання, 2008. – 487 с.*
3. *Економіка та організація виробництва: підруч. / за заг. ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: Знання, 2007. – 678 с.*
4. Купалова Г.І. *Теорія економічного аналізу: навч. посіб. / Г.І. Купалова. – К.: Знання, 2008. – 639 с.*
5. Савицька Г.В. *Економічний аналіз діяльності підприємства: навч. посіб. / Г.В. Савицька. – [3-тє вид., випр. і доп.]. – К.: Знання, 2007. – 668 с.*
6. Бондаренко С.Г. *Основы технологий машинобудування: навч. посіб. / С.Г. Бондаренко. – Львів: Магнолія, 2007. – 500 с.*
7. Гапонкин В.А. *Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки: учебник для средних специальных учебных заведений по машиностроительным специальностям / В.А. Гапонкин, Л.К. Лукашев, Т.Г. Суворова. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.*
8. Руденко П.А. *Проектирование и производство заготовок в машиностроении: учеб. пособ. / П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач. – К.: Высш. шк., 1991. – 247 с.*

Стаття надійшла до редколегії: 21.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Середенко, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси.