

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УМОВ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Новіков Ф.В., докт. техн. наук, **Дитиненко С.О.**, канд. техн. наук,
Черненко А.В.

(Харьковский национальный экономический университет)

Рішення проблеми підвищення ефективності виробництва й створення конкурентоспроможної машинобудівної продукції вимагає широкого застосування прогресивних наукомістких технологій, що забезпечують істотне підвищення продуктивності праці, поліпшення якості й зниження собівартості виробленої продукції. В основу технологічної підготовки виробництва необхідно покласти умову оптимальної собівартості виробленої продукції, що з урахуванням змінних статей витрат, наприклад, металообробного виробництва математично описується [1]:

$$C = N \cdot \tau \cdot S_1 \cdot k + M \cdot \psi + S_2 \cdot P \cdot \tau, \quad (1)$$

де N – кількість оброблюваних деталей, шт; M – кількість споживаних інструментів, шт; $\tau = z \cdot \tau_0$ – норма часу на обробку однієї деталі, година; τ_0 – основний час на обробку однієї деталі, година; z – коефіцієнт, що враховує частку допоміжного часу на обробку однієї деталі стосовно основного часу; S_1 – тарифна ставка робітника, грн/година; k_D – коефіцієнт, що враховує всілякі нарахування (податки) на заробітну плату робітника; ψ – ціна одного інструмента, грн; S_2 – вартість одиниці енергії, грн; P – споживана потужність процесу, кВт.

У формулі (1) враховані три основні складові витрати, пов'язані із заробітною платою робітника, вартістю інструментів і споживаної енергії при обробці на верстаті. Перетворимо формулу (1) з урахуванням співвідношень:

$$M = \frac{N \cdot \tau_0}{T}; \quad t_0 = \frac{G}{Q}; \quad P = E \cdot Q; \quad C_0 = \frac{C}{n_1 \cdot G}, \quad (2)$$

де T – період стійкості інструмента до його повного зношування, година; G – об'єм металу, що знімається при обробці з однієї деталі, м³; Q – продуктивність обробки, м³/година; E – енергоємність обробки, Дж/м³ (чи Вт · година/м³); C_0 – вартість знімання одиниці об'єму металу, грн/м³ (питома собівартість обробки).

Тоді

$$C_0 = \frac{S_1 \cdot z \cdot k_D}{Q} + \frac{\psi}{Q \cdot T} + S_2 \cdot E. \quad (3)$$

Параметр C_0 визначається сумою трьох доданків, які мають цілком конкретний фізичний зміст:

$C_{01} = \frac{S_1 \cdot z \cdot k_D}{Q}$ – витрати по заробітній платі, зв'язані зі зніманням 1 м³ металу;

$C_{02} = \frac{u}{Q \cdot T}$ – витрати по інструменту, зв'язані зі зніманням 1 м³ металу;

$C_{03} = S_2 \cdot E$ – витрати по електроенергії, зв'язані зі зніманням 1 м³ металу.

Добуток $Q \cdot T$ визначає об'єм металу, що знімається одним інструментом за період його стійкості T . Формула (3) містить постійні (S_1 , S_2 , z , k_D , u) і змінні (Q , T , E) величини. Зменшити C_0 можна за рахунок збільшення Q , $Q \cdot T$ і зменшення E .

Розглянемо приклад розрахунку параметрів C_{01} , C_{02} , C_{03} , C_0 для конкретного технологічного процесу обробки.

При шліфуванні кілець із твердого сплаву торцем алмазного круга на органічній зв'язці досягнута продуктивність обробки $Q=400$ мм³/хв ($Q=24 \cdot 10^{-6}$ м³/година). Час роботи круга до його повного зношування дорівнює $T=0,72$ годин. Енергоємність обробки дорівнює $E=20 \cdot 10^3$ кВт·година/м³. Значення постійних величин: $S_1=5,6$ грн/година; $S_2=0,2$ грн/кВт·година; $z=4$; $k_D=3$; $u=60$ грн. Підставляючи вихідні дані у формулу (3), маємо:

$$C_0 = 2,8 \cdot 10^6 + 3,47 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^3 = 6,27 \text{ грн/м}^3.$$

Найбільше значення приймає параметр $C_{02}=3,47 \cdot 10^6$ грн/м³.

Параметр $C_{03}=4 \cdot 10^3$ грн/м³ значно менше параметрів C_{01} , C_{02} і тому його в розрахунках можна не враховувати. Очевидно, зменшити питому собівартість обробки C_0 можна в першу чергу за рахунок зменшення доданка C_{02} . Це досягається, наприклад, застосуванням більш зносостійких алмазних кругів на металевих зв'язках. Експерименти показали, що час роботи такого круга до повного зношування істотно збільшується й дорівнює $T=6$ годин.

Продуктивність Q і енергоємність E обробки при цьому залишаються приблизно тими ж. Ціна алмазного круга на металевій зв'язці більша, ніж алмазного круга на органічній зв'язці й становить $C=90$ грн. З урахуванням вихідних даних параметр C_0 визначиться:

$$C_0 = 2,8 \cdot 10^6 + 0,625 \cdot 10^6 = 3,425 \cdot 10^6 \text{ грн/м}^3.$$

Як бачимо, застосування більш зносостійких алмазних кругів на металевих зв'язках дозволило зменшити доданок C_{02} в 5,55 разів, а питому собівартість обробки C_0 – в 1,83 раза.

У цьому випадку параметр C_0 обумовлений складовою C_{01} , тому що $C_{02} \ll C_{01}$. Тому наступним етапом зменшення C_0 необхідно розглядати зменшення доданка C_{01} за рахунок збільшення продуктивності обробки Q або за рахунок зменшення коефіцієнта z , що визначає частку допоміжного часу обробки стосовно основного часу. Зменшення коефіцієнта z – це автоматизація операції обробки; застосування, наприклад, верстата-автомата, що забезпечує

виконання умови $z \rightarrow 0$ ($z < 1$). У цьому випадку доданок $C_{01} \rightarrow 0$, однак при цьому в залежність (3) необхідно ввести новий доданок C_{04} , що враховує витрати на придбання верстата-автомата. Природно, це приведе до збільшення C_0 . Ефект буде досягнутий у тому випадку, якщо сума C_{01} і C_{04} буде менше початкового значення $C_{01} = 2,8 \cdot 10^6$ грн/м³.

З урахуванням доданка C_{04} формула (3) прийме вид:

$$C_0 = \frac{S_1 \cdot z \cdot k_D}{Q} + \frac{c}{Q \cdot T} + S_2 \cdot E + \frac{c_1}{N \cdot \mathcal{G}}, \quad (4)$$

де c_1 – ціна верстата-автомата, грн.

Тут $C_0 = \frac{c_1}{N \cdot \mathcal{G}}$ – витрати по верстату-автомату, зв'язані зі зніманням 1 м³ металу. При високій вартості верстата-автомата зменшити доданок C_{04} можна за рахунок збільшення кількості оброблюваних деталей N і об'єму металу \mathcal{G} , що знімається з оброблюваної деталі, тобто чим більше сумарний об'єм металу, що знімається, $N \cdot \mathcal{G}$, тим менше C_{04} . Отже, придбання верстата-автомата ефективно при великій програмі оброблюваних деталей. При обробці невеликої партії деталей основний шлях зменшення питомої собівартості обробки C_0 складається в зменшенні доданка C_{01} за рахунок збільшення продуктивної обробки Q .

Дослідами встановлено, що зі збільшенням сили притиску алмазного круга до оброблюваної деталі (твердосплавного кільця) продуктивність Q може бути збільшена в 2 рази, тобто до значення $Q = 800$ мм³/хв (чи $Q = 48 \cdot 10^6$ м³/годин).

Коефіцієнт $z=7$. Стійкість круга при цьому зменшується в 3,5 рази й становить $T=1,71$ годин. Енергоємність обробки E зменшується, однак несуттєво й, отже, доданком C_{03} у формулі (3) можна зневажити. З урахуванням нових вихідних даних, маємо:

$$C_0 = 2,45 \cdot 10^6 + 1,1 \cdot 10^6 = 3,55 \cdot 10^6 \text{ грн/м}^3.$$

Як бачимо, перший доданок C_{01} трохи зменшився (від $2,8 \cdot 10^6$ до $2,45 \cdot 10^6$), однак збільшився другий доданок C_{02} (від $0,625 \cdot 10^6$ до $1,1 \cdot 10^6$), що в остаточному підсумку привело до невеликого збільшення питомої собівартості обробки C_0 (від $3,425 \cdot 10^6$ до $3,55 \cdot 10^6$). Збільшення C_0 відбулося внаслідок відносно великого значення коефіцієнта z . Отже, зменшення основного часу обробки τ_0 за рахунок збільшення продуктивності обробки Q (коли зберігається великий допоміжний час обробки) малоефективно з погляду зниження собівартості обробки.

Із цього можна зробити висновок, що найбільш перспективним напрямком зменшення C_0 необхідно розглядати зменшення коефіцієнта z . Лише при невеликому значенні z , коли зміна (збільшення) продуктивності

обробки Q практично не приведе до росту z , з'являється можливість зменшення C_0 за рахунок збільшення Q .

Розглянутий вище приклад є підтвердженням того, що застосування прогресивних наукомістких технологій (якими є, наприклад, технології шліфування алмазними кругами на високоміцних металевих зв'язках з їх безперервним електроерозійним виправленням) виявляється не ефективним (або малоефективним) у зв'язку з низьким рівнем автоматизації й механізації праці, а також у зв'язку із застосуванням застарілого технологічного обладнання, заснованого на «ручній обробці», й ін. Зменшити коефіцієнт z можна також застосуванням нових кінематичних схем обробки партії деталей з більш високою продуктивністю.

По суті, залежність (4) відкриває нові можливості оптимізації технологічних процесів, вибору найбільш ефективних варіантів обробки на основі техніко-економічного аналізу [2, 3].

Аналізуючи доданки C_{01} , C_{02} , C_{03} , C_{04} для різних видів обробки, можна вийти на оптимальні режими різання, характеристики інструментів, устаткування й ін., тобто вийти на проектування оптимальної маршрутно-операційної технології механічної обробки.

Список литературы

1. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей редакцией Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т.4. “Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов” – Одесса: ОНПУ, 2002. – 802 с.
2. Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с.
3. Новиков Ф.В., Яценко Е.С., Ковальчук А.Н., Иванов И.Е. Математическая модель определения экономически выгодных режимов резания / Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2006. – № 41. – С. 33-36.
4. Новиков Ф.В. Условия повышения точности и производительности механической обработки. – Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції 18-19 травня 2006 р., присвяченої 100-річчю з дня народження М.Ф. Семка. – Х.: Вид-во “Курсор”, 2006. – С. 91-98.