

УДК 621.9

Щербина Є.Ю., аспірант кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства,
Захаров В.В., студент гр. 131М-22зн-1

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ ШПОНКОВОГО ПАЗУ

Сучасні технології, чисельне моделювання, прикладні програми надають можливості для точного прогнозування та оптимізації режимів різання. Вони дозволяють враховувати множину факторів одночасно та швидко знаходити оптимальні параметри різання для конкретного завдання. Необхідно також відзначити значення постійного моніторингу та контролю за процесом різання. Це дозволяє вчасно виявляти будь-які аномалії чи неполадки, що можуть виникнути під час роботи, та швидко втручатися для їх виправлення.

В даній роботі досліджуються режими різання, які визначені традиційними способами (за емпіричними формулами та довідниками) та після проведення оптимізації. Схема поверхні обробки представлена на рисунку 1.

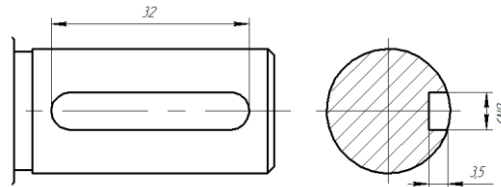


Рисунок 1 – Схема обробки

Вихідні дані. Операція – шпонково-фрезерна. Фрезерувати шпонковий паз $L = 32$ мм, $h = 3,5$ мм. Обладнання – вертикально-фрезерний верстат HAAS DT-1. Різальний інструмент – фреза $\varnothing 6$ мм ECA-N3 06-09/18C06CF-R02D. Вигляд фрези з основними геометричними параметрами представлено на рисунку 2.

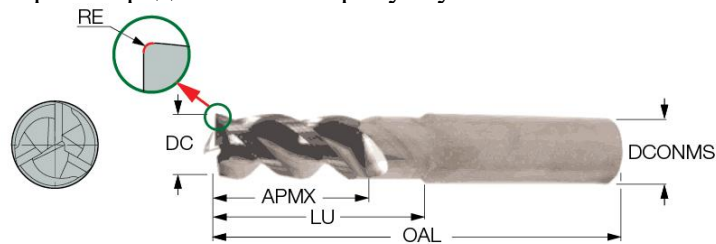


Рисунок 2 – Фреза $\varnothing 6$ мм ECA-N3 06-09/18C06CF-R02D

Режими різання, визначені за емпіричними формулами, наступні: кількість обертів шпинделя $n_1 = 1000$ об/хв., хвилинна подача $S_{хв1} = 60$ мм/хв. [1] Машинний час на обробку розраховуємо за формулою:

$$T_{\text{маш1}} = (L+l) / S_{\text{хв1}} = 0,6 \text{ хв.}, \quad (1)$$

де $T_{\text{маш1}}$ – машинний час; L – довжина обробки; $l = h + 0,5$; $S_{\text{хв1}}$ – хвилинна подача.

Проведемо розрахунок оптимальних режимів різання за допомогою розробленої математичної моделі процесу фрезерування (2). Визначення оптимальних режимів обробки за моделлю виконано графічним способом (рисунок 3). Кожне технічне обмеження в (2) представляється граничною прямою (1 – за потужністю приводу головного руху верстата, 2 – за стійкістю інструмента, 3 – за жорсткістю інструмента, 4 – за точністю обробки, 5 – за шорсткістю обробленої поверхні, 6 – за мінімальними обертами шпинделя, 7 – за максимальними обертами шпинделя, 8 – за мінімальною подачею, 9 – за максимальною подачею). Граничні прямі, перетинаючись, утворюють

багатокутник рішень, всередині якого координати будь-якої точки задовольняють усім без винятку обмежень [2].

$$\left. \begin{aligned}
 (1-w) \cdot \ln(n) + y^p \cdot \ln(100S_z) &\leq \ln \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot N_e \cdot \eta}{C_{pz} \cdot t^x \cdot B^n \cdot D^{1-q} \cdot \pi \cdot z \cdot K_{mp}} \\
 \ln(n) + y^v \cdot \ln(100S_z) &\leq \ln \frac{1000 \cdot C_v \cdot D^{1-q} \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot B^u \cdot \pi \cdot z^p} \\
 w \cdot \ln(n) + y^p \cdot \ln(100S_z) &\leq \ln \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot f \cdot D^q}{10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot B^n \cdot L^3 \cdot K \cdot K_{mp}} \\
 -w \cdot \ln(n) + y^p \cdot \ln(100S_z) &\leq \ln \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot N_e \cdot \eta}{10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot B^n \cdot z \cdot \omega \cdot K \cdot K_{mp}} \\
 \ln(100S_z) &\leq \ln(2,82 \cdot r^{0,5} \cdot R_z^{0,5}) \\
 \ln(n) &\geq \ln(n_{\min}) \\
 \ln(n) &\leq \ln(n_{\max}) \\
 \ln(100S_z) &\geq \ln \frac{100 \cdot S_{\min}}{n \cdot z} \\
 \ln(100S_z) &\leq \ln \frac{100 \cdot S_{\max}}{n \cdot z} \\
 F = \ln(n) + \ln(100S_z) &\rightarrow \max
 \end{aligned} \right\} (2)$$

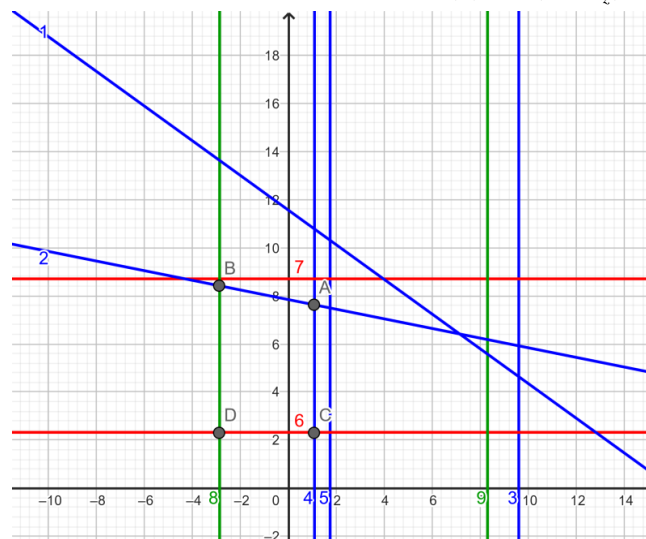


Рисунок 3 – Графічне рішення задачі

З багатокутника ВАСD знаходимо точку максимуму А, яка задовольняє прийнятій цільовій функції для нашої математичної моделі [2]. Координати цієї точки – оптимальні режими різання при фрезеруванні паза: подача на зуб $Sz = e^x/100 = 0,03$ мм/зуб; кількість обертів шпинделя $n = e^y = 2059,05$ об/хв. Машинний час на обробку:

$$T_{\text{маш}2} = (L+l) / S_{\text{хв}2} = 0,2 \text{ хв.} \quad (3)$$

Машинний час на обробку паза при оптимальних параметрах режимів різання Sz та n скоротився в три рази у порівнянні з розрахованими за традиційними методиками.

Перелік посилань

1. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р.П. Дідик, В.В. Зіль, С.Т. Пацера. – Д.: Національний гірничий університет», 2013. – 196 с.
2. Кроль О.С. Методи та процедури оптимізації режимів різання: монографія. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2013. – 260 с.