

## АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ЯВИЩ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ СПЕЧЕНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Ткачук І.Є., аспірант; Рудь В.Д., д.т.н., проф., ЛНТУ, м. Луцьк*

Метою даної роботи є експериментальне обґрунтування математичної моделі для визначення температури в зоні різання при механічній обробці пористих спечених матеріалів, а також підтвердження адекватності отриманої математичної моделі реальному технологічному процесу. Експерименти проводилися використовуючи методику дробного факторного експерименту [1]. Основні фактори, що впливають на температуру при механічній обробці пористих спечених матеріалів, залежать від: швидкість різання  $V$ , об/хв.; подача  $S$ , мм/об; глибина різання  $t$ , мм; пористість  $\theta$ , %.

В табл. 1 наведені інтервали варіювання, за допомогою яких задається перехід від натуральних змінних  $V$ ,  $S$ ,  $t$ ,  $\theta$  до кодових змінних  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ , які приймають на кінцях інтервалів значення +1 та -1.

Таблиця 1 – Інтервали варіювання незалежних перемінних

Змінні фактори	Кодові позначен.	Осн. рівень ( $x_i=0$ )	Інтерв. Варіюван.	Рівні варіювання	
				( $x_i=-1$ )	( $x_i=+1$ )
$V$ , об/хв	$x_1$	19,25	8,25	11	27,5
$S$ , мм/об	$x_2$	0,195	0,065	0,13	0,26
$t$ , мм	$x_3$	0,75	0,25	0,5	1,0
$\theta$ , %	$x_4$	27,8	1,3	26,5	29,1

Виходячи із загальнотеоретичних міркувань, можна передбачити, що на температуру різання в основному впливають наступні фактори, це швидкість різання, подача та глибина різання. В табл. 2 наведена матриця планування і результати розрахунків.

Таблиця 2 – Матриця планування експеримента

Код.позн.	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_1 x_4$	$T, ^\circ\text{C}$
Досл.№1	+	-	-	+	+	+	-	-	126,1
Досл.№2	+	-	+	-	+	-	+	-	102,2
Досл.№3	+	+	-	-	+	-	-	+	130,8
Досл.№4	+	+	+	+	+	+	+	+	169,8
Досл.№5	+	-	-	-	-	+	+	+	101,3
Досл.№6	+	-	+	+	-	-	-	+	129,9
Досл.№7	+	+	-	+	-	-	+	-	164,8
Досл.№8	+	+	+	-	-	+	-	-	134,3
К-т регр.	132,4	17,525	1,65	15,25	-0,175	0,475	2,125	0,55	

Враховуючи дані міркування, було прийняти скористатися полуреплікою типу  $2^{4-1}$  з генеруючим співвідношенням:

$$X_4 = X_1 X_2 X_3$$

Виходячи з вищенаведеного для визначення температури різання введемо формулу:

$T = b_{x_0} + b_{x_1}x_1 + b_{x_2}x_2 + b_{x_3}x_3 - b_{x_4}x_4 + b_{x_1x_2}x_1x_2 + b_{x_1x_3}x_1x_3 + b_{x_1x_4}x_1x_4$  Коефіцієнти регресії розраховувалися наступним чином:

$$b_{x_0} = \frac{1}{8}(T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8) = 132,4;$$

$$b_{x_1} = \frac{1}{8}(-T_1 - T_2 + T_3 + T_4 - T_5 - T_6 + T_7 + T_8) = 17,525;$$

$$b_{x_2} = \frac{1}{8}(-T_1 + T_2 - T_3 + T_4 - T_5 + T_6 - T_7 + T_8) = 1,65;$$

$$b_{x_3} = \frac{1}{8}(T_1 - T_2 - T_3 + T_4 - T_5 + T_6 + T_7 - T_8) = 15,25;$$

$$b_{x_4} = \frac{1}{8}(T_1 + T_2 + T_3 + T_4 - T_5 - T_6 - T_7 - T_8) = -0,175;$$

$$b_{x_1x_2} = \frac{1}{8}(T_1 - T_2 - T_3 + T_4 + T_5 - T_6 - T_7 + T_8) = 0,475;$$

$$b_{x_1x_3} = \frac{1}{8}(-T_1 + T_2 - T_3 + T_4 + T_5 - T_6 + T_7 - T_8) = 2,125;$$

$$b_{x_1x_4} = \frac{1}{8}(-T_1 - T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 - T_7 - T_8) = 0,55.$$

Таким чином, в результаті експериментів отримано наступне інтерполяційне рівняння, яке дозволяє отримати температуру різання при механічній обробці спечених матеріалів:

$$T = 132,4 + 17,525x_1 + 1,65x_2 + 15,25x_3 - 0,175x_4 + 0,475x_1x_2 + 2,125x_1x_3 + 0,55x_1x_4 \quad \text{де}$$

$$x_1 = \frac{V - 19,25}{8,25}; \quad x_2 = \frac{S - 0,195}{0,065}; \quad x_3 = \frac{t - 0,75}{0,25}; \quad x_4 = \frac{\theta - 27,8}{1,3}$$

Реалізація плану (матриця, розрахункові формули для підрахунку коефіцієнтів регресії) дозволила після потенціювання отримати наступну математичну модель, яка описує температуру різання під час обробки пористих спечених матеріалів:

$$T = 62,18 \cdot V^{0,3} \cdot S^{0,04} \cdot t^{0,33} \cdot \theta^{0,02}$$

### Список литературы

1 **Налимов, В.В.,** Чернова Н.А. Статические методы планирования экстремальных экспериментов. Москва: Наука, 1965. – 340с.

2 **Николаев, В.А.** Тонкое точение спеченных материалов. Москва: Машиностроение, 1976. – 64с.

**Ткачук, І.Є.** Аналітичний опис теплофізичних явищ при механічній обробці спечених матеріалів [Текст] / І.Є. Ткачук, В.Д. Рудь // *Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї - наука - виробництво : тези доповідей XIV Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції, м. Суми, 27-31 жовтня 2014 р.* / Відп. за вип. В.О. Залога. - Суми : СумДУ, 2014. - С. 98-99.