

УДК 621.941.1.

**О. Пилипець, канд. техн. наук, доц., О. Захарків**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ФОРМУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ В ПРОЦЕСІ ТОЧІННЯ

**O. Pylypets Ph.D., Assoc. Prof., O. Zakharkov**

### HEAT FLOWS FORMATION IN THE TURNING PROCESS

Процес точіння в значній мірі визначається тепловими явищами, які впливають на якість обробки деталей і працездатність обладнання, оснащення, інструменту. Інтенсифікація процесу різання призводять до значного підвищення теплових навантажень на різальний інструмент, в зв'язку з чим дослідження теплових явищ в процесі точіння являється актуальною задачею.

В наш час достатньо добре розроблені методи як експериментальних, так і теоретичних досліджень теплового стану різального інструменту. Велику увагу приділено вивченню джерел тепла та основних закономірностей формування теплових потоків в зоні різання. Але існуюча методика визначення теплових потоків, діючих на передній та задній поверхнях леза різального інструменту, доволі складна для практичного застосування. Тому необхідно вдосконалення та спрощення методики визначення теплових потоків для можливостей її використання для вирішення практичних задач.

Відомо, що кількість теплоти, яка виділяється в процесі різання, еквівалентна роботі різання. Загальна кількість теплоти, що виділяється при різанні за одиницю часу  $Q$  (Вт).

$$Q = P_z \cdot V \quad (1)$$

де  $P_z$  – сила різання, (Н);

$V$  – швидкість різання, (м/с).

В зоні різання виникають три основних джерела тепла: тепло деформації в зоні стружкоутворення на площині зсуву  $N$  (інтенсивність джерела  $q_d$ ), тепло тертя на площині контакту між стружкою та передньою поверхнею інструменту (інтенсивність джерела  $q_{2T}$ ).

Тепло кожного з джерел передається всім твердим тілам, які беруть участь в процесі обробки – деталі, різцю, стружці, причому в зоні різання має місце переплетіння шляхів руху потоків тепла, і тому математичне описання процесу теплообміну достатньо складне.

Температура в різальному лезі інструменту формується під впливом джерел  $q_1$  та  $q_2$ , розрахунок щільності яких з достатньою точністю може бути виконаний за відомою методикою А.Н. Резникова, на основі якої виведені залежності для визначення щільності теплових потоків від сил тертя на площадці контакту між стружкою і передньою поверхнею леза інструменту, між задньою поверхнею леза інструменту і деталі, а також в зоні деформації  $q_{1T}$ ,  $q_{2T}$ ,  $q_d$  відповідно.

Використання отриманих залежностей суттєво спрощує розв'язання задач з визначення щільності кінцевих теплових потоків.

В результаті математичного обчислення за отриманими залежностями встановлюються значення щільностей теплових потоків на передній  $q_1$  та задній  $q_2$  поверхнях леза інструменту.

Отримані залежності також суттєво спрощують розв'язання задач з визначення щільності кінцевих теплових потоків.

В міру спрацювання задньої поверхні інструменту теплота, яка викликана тертям на цій поверхні, зростає. Тому абсолютне значення його щільності поступово зменшується і в деякий момент часу тепловий потік  $q_2$  стає рівним нулю, а потім змінює знак. Теплота поступає в інструмент зі сторони обох контактних площадок, що приводить до суттєвого підвищення температури і вичерпанню ресурсу різальних властивостей – затуплення леза інструмента.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє виконувати вказані розрахунки для любых умов експлуатації інструменту. На основі розроблених залежностей суттєво спрощується розрахунок температури різання:

$$\Theta_p = (\Theta_1 I_1 + \Theta_2 I_2) / (I_1 + I_2) \quad (2)$$

де  $\Theta_1, \Theta_2$  – середні температури на передній і задній поверхнях:

$$\Theta_1 = q_1 l_1 M_1 / \lambda_u + q_2 l_2 N_2 / \lambda_u, \quad \Theta_2 = q_2 l_2 M_2 / \lambda_u + q_1 l_1 N_1 / \lambda_u$$

В початковий період часу при роботі гострим інструментом ( $h=0$ ) температура різання рівна температурі на передній поверхні і складає по розрахунку  $\Theta_p = 634^\circ \text{C}$ .

При збільшенні спрацювання спостерігається зниження температури різання, так як із сторони задньої поверхні діє негативний тепловий потік, тобто проходить відтік теплоти від леза інструмента в деталь. Далі при спрацюванні тепловий потік на задній поверхні змінює знак і температура різання починає зростати.

Таким чином, в результаті проведених досліджень вдосконалена методика визначення теплових потоків в зоні різання і досліджений їх взаємозв'язок із спрацюванням задньої поверхні леза інструменту. Розроблена методика дозволяє прогнозувати формування теплових потоків і температур в зоні різання протягом всього періоду стійкості інструменту при будь-яких параметрах процесу різання.

Згідно даної методики, для обчислення середньої температури в зоні різання потрібно знати середні значення температур на передній та задній поверхнях інструменту.

Для перевірки правильності методики нам потрібно обчислити середні температури за запропонованою методикою та порівняти їх з експериментальними значеннями. За допомогою спеціального програмного забезпечення для конкретних умов обробки ми отримаємо середні значення температури для чотирьох значень поздовжньої подачі  $S$ . Також знімемо покази температур на передній поверхні інструменту. Потім згідно даної методики обчислимо температури на задній поверхні. Тоді знайдемо середні значення температур в зоні різання, після чого порівняємо їх з експериментальними даними.

Таким чином в ході проведення експерименту було отримано відповідні значення температур в зоні різання.

Провівши розрахунки за даною методикою, можна сказати, що в цілому вона є зручною та простою у практичному застосуванні. Отримані розрахункові значення температур суттєво не відрізняються від експериментальних, а відносні їх похибка знаходиться в межах шести відсотків. Таким чином, ми переконались, що дана методика може бути використана в практичному застосуванні, тобто в обчисленні температури аналітичним способом.