

ТЕПЛОВІ ЯВИЩА ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ратушний Богдан Вікторович

Науковий керівник: к.т.н., доц. Богданов Олександр Олександрович

Джерелом виділення теплоти при знятті стружки є механічна робота, витрачена на її зрізання. Як установлено дослідженнями, до 99,5% механічної роботи перетворюється у тепло і лише 0,5% йде на зміну кристалічної структури металу. Механічна робота, а значить - виділення тепла, відбувається у зоні пластичної деформації, ділянках тертя по передній і задній поверхнях:

$$E = E_d + E_{1T} + E_{2T} = Q = Q_d + Q_1 + Q_{2T},$$

де E_d , E_{1T} , E_{2T} – роботи, затрачувані, відповідно, на пружну і пластичну деформації зрізуваного шару у зоні первинної пластичної деформації, на подолання сил тертя по передній і задній поверхнях [1].

Тепло Q_d , Q_1 , Q_{2T} – що виділяється у зазначених трьох зонах, поширюється до менш нагрітих ділянок інструмента, заготовки і стружки, а також розсіюється у навколишньому середовищі. Спрощену схему шляхів поширення теплових потоків при різанні металів без охолодження наведено на рисунку 1.

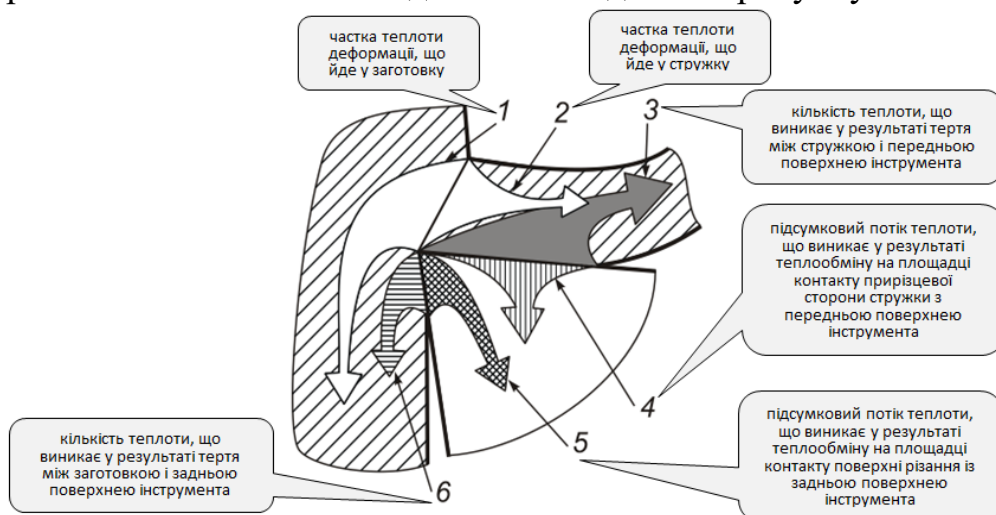


Рис. 1 Схема теплових потоків

При різанні металів спостерігається складне переплетення теплових потоків, оскільки теплота від кожного із трьох основних джерел, що діють незалежно один від іншого, може розподілятися між всіма тілами, що беруть участь у різанні.

Знаючи кількість теплоти, що виділяється у процесі різання і розповсюджується між стружкою, оброблюваною заготовкою, інструментом і середовищем, можна записати рівняння балансу теплової енергії при різанні:

$$Q = Q_d + Q_{1T} + Q_{2T} = Q_c + Q_i + Q_z + Q_{cp},$$

де Q_c , Q_i , Q_z , Q_{cp} – кількість теплоти, що переходить відповідно у стружку, інструмент, заготовку і навколишнє середовище [1].

Установлено, що чим нижче теплопровідність оброблюваного матеріалу, тим більше теплоти йде в інструмент. Використання охолоджувальних технологічних середовищ дозволяє значно підвищити Q_{cp} у загальному тепловому балансі. При цьому відповідно зменшуються Q_c , Q_i , Q_3 . При збільшенні швидкості різання значно зростає відносна кількість теплоти, що залишається у стружці.

Температура в зоні різання істотно впливає не тільки на зношування та стійкість різального інструменту, але і на якість та точність обробки, а також продуктивність процесу. Тому її можна використовувати як критерій регулювання для оптимізації процесу різання при застосуванні систем автоматичного регулювання [1].

Оптимальний режим різання можна забезпечити підтримуючи на постійному рівні температуру в зоні різання для відповідної пари матеріалів інструмент-заготівля.

При розв'язанні задач із визначенням температурного поля спираються на диференціальне рівняння теплопровідності з відповідними припущеннями:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right),$$

де t – температура тіла в точці з координатами y та z ; τ – час; a – коефіцієнт теплопровідності [2].

Таке диференціальне рівняння з урахуванням залежностей теплових потоків вирішується чисельним методом. Ця математична модель є базою прикладної програми, за допомогою якої проводяться дослідження теплового поля в ріжучому клині інструмента та деталі [2].

На рисунку 2 наведено осцилограму зміни температури вказаної точки інструменту, де встановлено значок термометра.

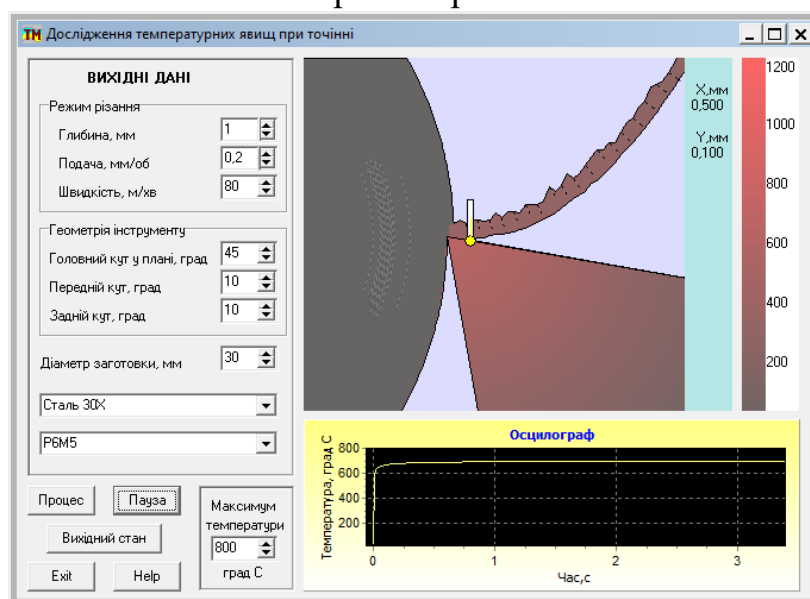


Рис. 2 Інтерфейс програми для моделювання теплових явищ

Такий метод комп'ютерного моделювання дозволяє в реальному часі спостерігати за тепловими явищами в системі заготівля-інструмент. Є

можливість визначення зміни температури різального інструменту на передній поверхні при обробці заготовок з різних матеріалів та знаходження оптимальних режимів різання.

Таким чином, результати комп'ютерних досліджень дозволять сформулювати рекомендації щодо вибору оптимального різального інструменту при обробці металевих заготовок, що сприятимуть підвищенню показників якості й продуктивності роботи на виробництві.

Перелік посилань

1. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів : підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 2-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 422 с.

2. Моделирование процессов резания : учеб. пособие для студ. вузов / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. - ТНТ, 2011. – 240 с.