

УДК 531.374

Мельник Д., ст. гр. МП – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА ПІД ЧАС РІЗАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Паньків М.Р.

Melnyk D.

*Ternopil Ivan Puluji National Technical University*

## **MODELING THE HEAT TRANSFER PROCESS DURING CUTTING**

Supervisor: Pankiv M., Ph.D., Assoc. Prof

Ключові слова: моделювання, різання, процес

Keywords: modeling, cutting, process

Одним з основних факторів, що впливають на якість продукції та продуктивність операцій механічної обробки є температура. Нагрівання інструменту, що супроводжує процес різання, посилює ефекти зносу інструменту, що впливає на фізико-механічні властивості поверхневого шару. Нерівномірне нагрівання інструменту, деталей та вузлів обладнання супроводжується їх тепловими деформаціями та призводить до зниження точності обробки деталей. У багатьох випадках, наприклад при куванні, гарячому об'ємному штампуванні, метал необхідно нагрівати для здійснення технологічних операцій.

Найбільш поширеними видами передачі тепла в технологічних системах є випромінювання, теплопровідність та конвекція. Теплове випромінювання, досягнувши твердого тіла з нижчої, ніж у випромінювача, температурою, викликає зміну стану електронів, атомів або молекул на поверхні, що призводить до підвищення внутрішньої енергії тіла. Цей процес проявляється через підвищення температури поверхні тіла. Теплообмін випромінюванням пов'язаний із подвійним перетворенням енергії: спочатку внутрішня енергія речовини перетворюється на енергію випромінювання, а після перенесення її в просторі та попадання на іншу речовину спостерігається другий перехід внаслідок поглинання енергії випромінювання цією речовиною з подальшим переходом цієї енергії у внутрішню або її розсіювання.

Теплопровідність – одне із видів перенесення енергії від нагрітих частин тіла до менш нагрітих. При цьому передбачається, що витрати енергії на деформацію речовини за зміни її температури малі порівняно зі зміною внутрішньої енергії. Це дає можливість вважати, що процес теплопровідності протікає без зміни об'єму тіла, а збільшення внутрішньої енергії тіла пропорційне його теплоємності.

Конвекцією, або конвективним теплообміном, називають перенесення теплоти за рахунок переміщення речовини у просторі. Такий процес відбувається в рідинах або газах, що рухаються. Теплообмін між потоком, що рухається, теплопередаючої або теплосприймаючої речовини і поверхнею твердого тіла поряд з конвекцією завжди супроводжується явищем теплопровідності.

Визначення температури робочої поверхні лезового інструменту, аналіз температурних полів та напружень дозволяють приймати обґрунтовані рішення під час процесу конструювання та вибирати раціональні умови охолодження та оптимізації

режимів різання.

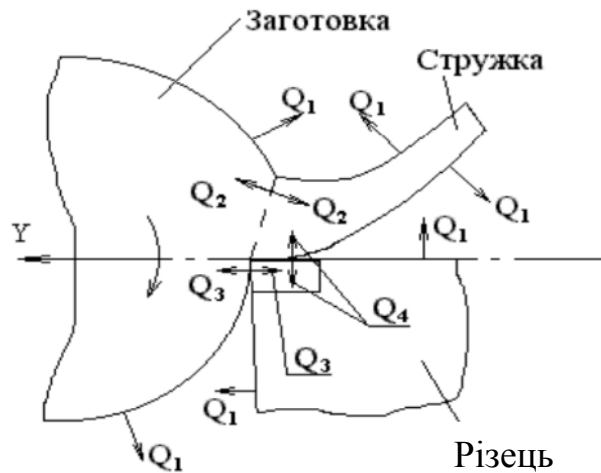


Рисунок 1 - Схема теплообміну при обробці різанням

На рисунку 1 наведено схему направлення потоків тепла при різанні. Кожному вектору на цьому рисунку відповідає ділянка поверхні. Наприклад,  $Q_1$  вказує напрямок передачі тепла на ділянках межі заготовки та інструменту з повітрям,  $Q_2$  – між стружкою та заготовкою,  $Q_3$  – між задньою поверхнею різця та заготовкою,  $Q_4$  – між передньою поверхнею інструменту та заготівки.

Відомий метод джерел, який дозволяє обчислювати температуру лише на поверхні контакту та поблизу неї, не розглядаючи температурне поле інструменту загалом.

Один із підходів до обчислення температури інструменту полягає у розробці програм обчислення температури контактних поверхонь за допомогою методу кінцевих елементів. Розвиток такого підходу дозволяє, створюючи універсальні обчислювальні процедури, враховувати одночасно велику кількість параметрів та умов процесу різання. Це дозволяє обчислювати напруження в інструменті з урахуванням його нагрівання та охолодження.

Розрахунок температури в даному випадку виконують у два кроки:

- на першому кроці обчислюють значення температури у місці контакту з металом на передній та задній поверхнях інструменту.
- на другому кроці встановлюють розподіл температури в інструменті, що відповідає нестационарним умовам передачі тепла при заданих параметрах процесу різання та умовах конвективного теплообміну з довкіллям.

При цьому розрахункові значення температури, отримані на першому етапі, служать граничними умовами при розв'язанні задачі методом кінцевих елементів.

Для вирішення цього завдання пропонуємо використати методу, що складається з двох етапів. На першому етапі виконують оцінку похибки обчислення температури, обумовлену заокругленням проміжних значень змінних. З цією метою розрахункові значення середньої температури, отримані без заокруглення проміжних параметрів, порівнювали з однойменними значеннями, отриманими за тими ж формулами обліком округлення. На другому етапі обидва варіанти порівнювали з експериментально вимірними значеннями температури.

З урахуванням виконаного аналізу слід провести додаткові розрахунки, які б дозволили уточнити ступінь впливу на результати розрахунків параметрів, що визначаються експериментальним шляхом. Треба врахувати, що вплив зазначених похибок нівелюється за рахунок правильний вибір параметрів.