

Б.М.Кулик, аспірант
 Науковий керівник – к.т.н., проф. Лосв В.Ю.
 Житомирський державний технологічний університет

ОПТИМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА НАГРІВУ ПРИ РІЗАННІ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для кожного поєднання матеріалів інструменту і заготовки можна відшукати оптимальну температуру різання, при якій досягається мінімальне зношування, тобто найбільша стійкість різального інструменту. Оптимальна температура різання відповідає найбільш сприятливим умовам тертя і зношування інструменту на контактних поверхнях, які, в свою чергу, визначаються співвідношенням фізико-механічних властивостей матеріалів інструменту і заготовки.

Фізико-механічні властивості пари тертя і характер зношування істотно залежать від температури різання, із збільшенням останньої стійкість різального інструменту може зменшуватися або збільшуватися.

З постійності температури різання виведений ряд наслідків, що мають велике наукове й практичне значення. Серед них висновок про те, що різними комбінаціям температур попереднього нагріву заготовок, швидкостей різання і перетину зрізаного шару відповідних найменшою інтенсивності зносу інструменту та найбільшою його розмірною стійкістю, відповідає одна і та ж оптимальна температура різання.

Основний ефект різання металів з нагріванням полягає в тому, щоб при заданому поєднанні параметрів режиму різання і геометрії різального інструменту, змінюючи температуру контакту шляхом підведення додаткової кількості теплоти, створити таке співвідношення фізико-механічних характеристик матеріалів інструменту і заготовки поблизу поверхні контакту, при якому буде забезпечено досягнення оптимальної температури різання і максимальної стійкості різального інструменту. Таким чином, виникає завдання визначення оптимальної температури нагріву, при якій з урахуванням теплоти, що виникає за рахунок роботи різання нагрітого матеріалу буде досягатися оптимальна температура різання.

Нижче описується методика визначення оптимальної температури нагріву.

Температуру різання нагрітого металу в найзагальнішому випадку можна представити виразом:

$$\theta_{p.g.} = \theta_n + \Delta\theta, \quad (1)$$

де $\theta_{p.g.}$ – температура різання нагрітого металу, °С; θ_n – температура додаткового або попереднього нагрівання; $\Delta\theta$ – підвищення температури за рахунок різання (роботи) нагрітого металу.

Звідси температура нагріву:

$$\theta_n = \theta_{p.g.} - \Delta\theta. \quad (2)$$

Для визначення оптимальної температури нагріву θ_n необхідно знати оптимальне значення $\theta_{p.g.}$ і величину $\Delta\theta$. Очевидно, при різних значеннях параметрів режимів різання $\Delta\theta$ буде змінюватися, і для досягнення оптимального значення необхідна різна температура нагріву.

Зміна температури гарячого різання $\theta_{p.g.}$ в залежності від швидкості різання і θ_n при різанні жароміцного сплаву ХН70ВМТЮ, різцем оснащеним надтвердим сплавом, показано на рис. 1.

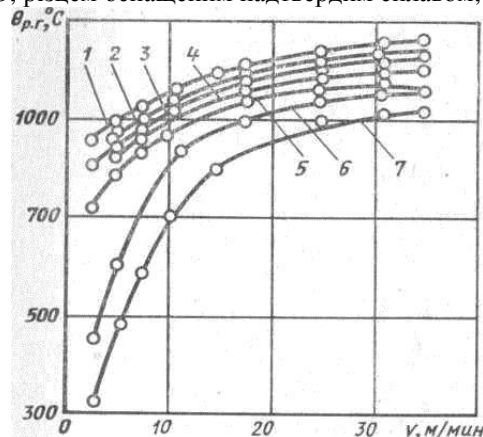


Рис. 1. Залежність температури гарячого різання від швидкості різання і температури нагрівання при обробці жароміцного сплаву ХН70ВМТЮ різцем оснащеним надтвердим сплавом:

1 – 910 - 930 °С; 2 – 845 - 860 °С; 3 – 770 - 790 °С; 4 – 700 - 710 °С; 5 – 590 - 620 °С; 6 – 200 - 210 °С; 7 – різання без нагрівання;

Для досягнення однієї і тієї ж температури $\theta_{p.g.}$ при великій швидкості різання потрібна менша θ_n .

У дослідженнях на підставі залежностей зі співвідношення $\theta_{p.g.} = \theta_n + \Delta\theta$, визначалися значення прирощення температури $\Delta\theta$ залежно від температури нагріву і швидкості різання.

Аналіз результатів в широкому діапазоні вимірювання властивостей оброблюваних матеріалів і умов різання дозволив зробити висновки, що прирощення температури гарячого різання наближається до певної межі, дорівнюваному різниці температури плавлення оброблюваного матеріалу і температури попереднього нагріву, пропонується наступна формула для визначення температури різання:

$$\Delta\theta = (\theta_{пл} - \theta_n)(1 - e^{-qv})k_\gamma k_s, \quad (3)$$

де $\theta_{пл}$ – температура плавлення оброблюваного матеріалу; θ_n – температура попереднього нагрівання; v – швидкість різання; q – постійна оброблюваного матеріалу, що визначається за формулою:

$$q = e^{\frac{420}{\sigma_B(1+23\delta)}}; \quad (4)$$

де δ – відносне подовження, %; σ_B – межа міцності; k_γ – коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута різця γ° ;

$$k_\gamma = 1 - 0,0065\gamma^\circ, \quad (5)$$

k_s – коефіцієнт, що враховує вплив подачі. Його слід приймати для температур вище 600° , рівним 1.

Оптимальну температуру гарячого різання рекомендується знаходити виходячи із залежності величини співвідношення між гарячою твердістю матеріалу інструменту та заготовки або коефіцієнта формостійкості k_ϕ від температури різання. Якщо їх зв'язати однозначно, то, очевидно, можна оптимальну температуру різання визначити розрахунковим шляхом спільним рішенням рівнянь, що зв'язують твердість матеріалу різального інструмента і заготовки з температурою. Це порівняно просто, коли залежність k_ϕ від температури різання має екстремальний характер, тобто коли значення k_ϕ зростає до певного значення температури, а потім зменшується.

Однак далеко не завжди залежність k_ϕ від температури контакту має екстремальний характер. У цих випадках для знаходження оптимальної температури необхідно знаходити критичну температуру переходу адгезійного зношування в переважаючий дифузійний або у разі обробці чавунів і навіть титанових сплавів переходу від абразивного зношування в переважаючий адгезійний. Крім того, слід мати на увазі, що на інтенсивність зношуванні із зростанням температури будуть впливати й інші характеристики оброблюваного матеріалу, крім твердості, які змінюються з підвищенням температури (теплопровідність, теплоємність, питомий електроопір та ін.), причому по іншим законам іррегулярно, ніж твердість. Відомі похибки вносить і методика визначення «гарячої» твердості в умовах, що відрізняються від умов різання. Ось чому багато вчених визначають оптимальну температуру різання визначенням інтенсивності зношування або безпосередньо стійкості експериментами.

Якщо оптимальна температура різання відома, то по формулам, запропонованим Цоцхадзе В. В., можна знайти величину оптимальної температури нагріву θ_n з рівняння:

$$\theta_n = \frac{\theta_{p.g.} - \theta_{пл}(1 - e^{-qv})}{e^{-qv}}. \quad (6)$$

Величинами k_s і k_γ можна знехтувати, так як вони близькі до одиниці.

Оптимальна температура нагріву може бути невисокою. При обробці вельми міцного титанового сплаву вона дорівнює тільки 350°C . Це пояснюється конкуруючою дією зниження питомої контактної напруги (тиску), неперервне зниження із зростанням температури нагріву і немонотонною екстремальною зміною товщини заторможення шару. Так, якщо при температурі нагріву 350°C він становив 26-30 мкм, то при температурі 700°C вже тільки 7-8 мкм. При цьому виникала можливість контакту між матеріалом різального інструменту і стружкою, що інтенсифікували як абразивне, так і адгезійне зношування. При виборі температури підігріву слід мати на увазі можливі незворотні фазові або структурні перетворення в оброблюваному матеріалі.

КУЛИК Богдан Миколайович – аспірант кафедри металорізальних верстатів і систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- обробка плоских поверхонь деталей машин з підігрівом оброблюваної поверхні.