

УДК 621.7

М.І.ПОДОЛЬСЬКИЙ, А.І. АБЛЯТИПОВ, І.В.ПРИСЯЖНЮК
Херсонський національний технічний університет**ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ ВІД
ТОВЩИНИ РІЗУЧОЇ ПЛАСТИНКИ З ТВЕРДОГО СПЛАВУ**

У роботі розглянута залежність температури різання від товщини твердосплавної пластинки при токарній обробці. Для дослідження у якості оброблюваного матеріалу були обрані сталь 40X та Г13Л, що оброблювались різцем оснащеним металокерамічною різучою пластинкою Т30К4. Дослідження показали, ступінь залежності величини тепла, поглинається інструментом при обробці від товщини твердосплавної різучої пластинки і коефіцієнта теплопередачі матеріалу заготовки і різучої пластинки. Експериментально визначений розподіл температури по об'єму пластинки.

Ключові слова: токарна обробка, температура різання, коефіцієнт теплопередачі, розподіл тепла.

М.И.ПОДОЛЬСКИЙ, А.И.АБЛЯТИПОВ, И.В.ПРИСЯЖНЮК
Херсонский национальный технический университет**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ ОТ
ТОЛЩИНЫ РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНКИ ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА**

В работе рассмотрена зависимость температуры резания от толщины твердосплавной пластинки при токарной обработке. Для исследования в качестве обрабатываемого материала были выбраны сталь 40X и Г13Л, которые обрабатывались резцом оснащенный металлокерамической режущей пластинкой Т30К4. Исследования показали, степень зависимости величины тепла, поглощаемой инструментом при обработке от толщины твердосплавной режущей пластинки и коэффициента теплопередачи материала заготовки и режущей пластинки. Экспериментально исследовано распределение температуры по объему пластинки.

Ключевые слова: токарная обработка, температура резания, коэффициент теплопередачи, распределение тепла.

M.I.PODOLSKY, A.I.ABLYATIPOV, I.V.PRYSYAZHNYUK
Kherson National Technical University**DEFINITIONS AND DEPENDENCE CUTTING TEMPERATURE DISTRIBUTION ON THE
THICKNESS OF THE CUTTING PLATE OF HARD ALLOYS**

In this work the temperature dependence of cutting thickness tipped tool and turning during processing. For the study of the material as steel were chosen H13L 40X and that machining cutter equipped with metal cutting plate T30K4. Studies have shown the degree of dependence of the heat absorbed by the processing tool on the thickness of carbide cutting plate and the heat transfer coefficient of the workpiece material and the cutting plate. Experimentally determined temperature distribution over the volume of the plate.

Keywords: turning, cutting temperature, heat transfer coefficient, heat distribution.

Постановка проблеми

Теплота при різанні розподіляється між стружкою, різцем, оброблюваної деталлю і навколишнім середовищем. Найбільше її кількість (близько 70-80%) несеться стружкою, в різець надходить 20-25%, в деталь - 4-9% і близько 1% - в навколишній простір [1]. Однак, хоча в різучий інструмент надходить порівняно невелика частка тепла, температура його нагрівання іноді досягає 900-1000 °С, що може призвести до втрати інструментом різучих властивостей та до зменшення його періоду стійкості.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Величина тепла, що минає в інструмент, а отже, впливає на його розмірні геометричні параметри, безпосередньо залежать від товщини і коефіцієнта теплопередачі різучої пластинки. Висока температура впливає на зносостійкість різучого інструменту, а також викликає його теплову деформацію, яка знижує точність обробки. Тому для підвищення стійкості різучих інструментів і якості обробки бажаний такий тепловий баланс, при якому частка тепла, що минає зі стружкою, була б по можливості більшою [2].

Є результати досліджень, де використані різучі пластини, які встановлювалися на державці, при цьому між опорною і різучою пластиною формували спеціальний інтерфейс, який поліпшує тепловідвід в

ріжучий інструмент. Також застосовувалися спеціальні теплопровідні пасти, що наносяться на передню поверхню різців [3]. Результати свідчать про істотне підвищення працездатності і надійності інструменту, оснащеного тангенціальними пластинами LNMX 301940 зі сплаву AT15S з підвищеною теплопровідністю твердого сплаву і покриття на основі системи Ti-TiN-TiAlN, розробленими для токарної обробки поверхні кочення колісних пар поїздів.

До недоліків запропонованого способу можна віднести складності, пов'язані з необхідністю постійного контролю і підтримки необхідної товщини контактної шару, що обмежує впровадження даного методу для практичного застосування.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є визначення залежності зміни величини теплоти різання, що передається до державки різця від товщини ріжучої пластинки з металокерамічного твердого сплаву, а також вивчення закономірності розподілу температури по об'єму ріжучої пластинки, що в свою чергу може бути використано для розробки дієвих рекомендацій по підвищенню теплопередачі системи.

Викладення основного матеріалу дослідження

Одним з можливих шляхів інтенсифікації тепловідведення із зони різання є зменшення товщини твердосплавних пластинок різця в разі, коли теплопровідність твердого сплаву нижче теплопровідності матеріалу державки (наприклад, для твердого сплаву Т30К4 коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,04$ кал/смсек $^{\circ}\text{C}$, а для сталі 40Х $\lambda=0,092$ кал/смсек $^{\circ}\text{C}$).

Загальний коефіцієнт теплопровідності різця з тонкої твердосплавної платівкою можна розрахувати, користуючись поняттям про еквівалентному коефіцієнті теплопровідності $\lambda_{\text{ек}}$, яка характеризує теплофізичні властивості багат шарової стінки, що складається з n пластин різної товщини і різних матеріалів

$$\lambda_{\text{ек}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \delta_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}},$$

де δ_i - товщина кожного шару;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності кожного шару.

Розглянемо залежність температури різання від товщини твердосплавної пластинки при точінні сталі (рис.1).

Товщина пластинки - 3; 1.5; 0.7; 0,2 мм. Випробування проводилися одним різцем з послідовним зі шліфуванням шару твердого сплаву. Геометричні параметри різців такі: $\gamma = 0^{\circ}$, $\alpha = 12^{\circ}$, $\varphi = 45^{\circ}$, $\phi_1 = 20^{\circ}$, $\lambda = 0^{\circ}$.

Матеріал твердого сплаву-Т30К4. Перетин державки 10*16 мм, матеріал державки-сталь 40.

Матеріал оброблюваної заготовки - сталь 40Х, та високомарганцева легована сталь Г13Л-135.

Швидкість різання - 350 м/хв. Глибина різання 0,2 мм, подача - 0,1 мм/об.

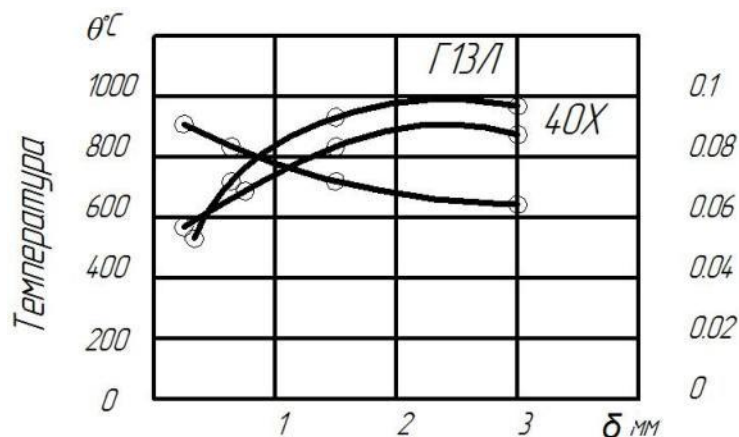


Рис. 1. Залежність температури різання при точінні сталей 40Х і Г13Л і еквівалентного коефіцієнта теплопровідності різця від товщини твердосплавних пластинок

Температура різання вимірювалася за допомогою природної термопари. Знімання електрорушійної сили з заготовки, що обертається проводився ртутним струмомірачем. Для запобігання впливу паразитних термопар ЕРС від твердого сплаву різця відводився через стовпчик з того ж матеріалу. Величина ЕРС вимірювалася багато граничний світловим гальванометром типу 167311.

На малюнку, крім кривих температури різання, показана крива еквівалентного коефіцієнта теплопровідності різця, при різній товщині твердосплавної пластинки. Якщо позначити товщину твердосплавної пластинки h , а товщину всього різця H ,

$$\lambda_{\text{ЭК}} = \frac{H}{\frac{h}{\lambda_{\text{п}}} + \frac{H-h}{\lambda_{\text{д}}}},$$

де: $\lambda_{\text{п}}$ і $\lambda_{\text{д}}$ - відповідно коефіцієнти теплопровідності пластинки і державки.

Чим менше товщина твердосплавної пластинки, тим більше еквівалентний коефіцієнт теплопровідності наближається до коефіцієнта теплопровідності матеріалу державки. Для пластинки товщиною 3 мм, $\lambda_{\text{ЭК}} = 0,066$ кал/смсек $^{\circ}\text{C}$, а для 0,2 $\lambda_{\text{ЭК}} = 0,09$ кал/см сек $^{\circ}\text{C}$.

Зменшення товщини твердосплавної пластинки з 3 до 0,2 мм при обробці сталі 40X знижує температуру різання на 35%, а при обробці сталі Г13Л - на 50%. Як видно з малюнка, температура різання при точінні сталі 40X знижується прямо пропорційно підвищенню еквівалентного коефіцієнта теплопровідності. Різниця в зниженні температури різання при обробці сталі 40X і Г13Л пояснюється низьким коефіцієнтом теплопровідності останньої.

Збільшення тепловідводу через різець викликає зміна температури в різних ділянках зони різання. При точінні конструкційної сталі відбудуться зміни температур майже по всьому поперечному перерізі стружки завдяки високій теплопровідності конструкційної сталі. Значна частина тепла стружки перейде в різець. При точінні жароміцної сталі, що має низьку теплопровідність (0,031 кал/смсек $^{\circ}\text{C}$), збільшення тепловідведення через різець викличе лише різке зниження температури в тонких шарах стружки, прилеглих до різця. Кількість тепла, яке перейде від стружки в різець відносно незначна. Отже, зниження температури різця буде більш відчутним, ніж при точінні конструкційної сталі.

Зменшення температури різання при точінні сталі 40X на 250 $^{\circ}\text{C}$ є переконливим доказом ефективності запропонованого методу. Доречно нагадати, що застосування мастильно-охолоджувальної рідини зменшує температуру різання всього лише на 50-130 $^{\circ}\text{C}$ [4].

Значне зниження температури різання позитивно позначається на зносостійкості різального інструменту. Відомо, що зміна коефіцієнта теплопровідності різця викликає зміна періоду його стійкості за такими орієнтовними співвідношенням [1]:

$$\frac{T}{T'} = \left(\frac{\lambda p}{\lambda' p'} \right)^{1.6}$$

Зменшення товщини твердосплавної пластинки знижує міцність різця, тому даний спосіб зменшення температури різання застосуємо в тих випадках, коли зусилля різання незначні. Наприклад, при чистовому точінні чавуну і сталі зусилля різання знаходяться в межах 1-5 кг.

Таким чином, коефіцієнт теплопровідності λ чинить менший вплив на величину температури вздовж ріжучої кромки, ніж механічні характеристики оброблюваного матеріалу. Зі збільшенням коефіцієнта теплопровідності інструментального матеріалу температура на ріжучій кромці зменшується, але, в той же час, характер зміни температури вздовж ріжучої кромки не залишається постійним.

Проведений аналіз розподілу температури за об'ємом ріжучої пластини за допомогою чотирьох термоіндикаторів фарб з різними температурними переходами показав, що температура на задніх поверхнях уздовж ріжучої кромки має змінний характер (рис.2).

Параметри процесу різання:

Матеріал заготовки - Сталь 45. Матеріал різця – Т30К4,

Геометричні параметри різця $\varphi = 45^{\circ}$, $\gamma = 0^{\circ}$, $\alpha = 12^{\circ}$, $r = 0,8$ мм;

Режими різання: $V = 160$ м/хв, $t = 1,3$ мм, $S = 0,39$ мм/об.

Для більш повного порівняльного уявлення температурних полів на поверхнях СМП, були показані ізолінії температур 230 $^{\circ}$, 456 $^{\circ}$, 510 $^{\circ}$, 570 $^{\circ}$ на одній моделі (рис.3).

З малюнка видно, що зі зменшенням температури переходу лінія кордонів ділянок стає більш плавною. Картини ізотерм, отриманих як з експериментальних досліджень, так і за допомогою числового розрахунку показали, що температура уздовж ріжучої кромки прилеглих задніх поверхонь має змінне значення, при тому, що теплофізичні характеристики на вигляд кривої розподілу температури не впливають. Відведення теплоти на передній поверхні забезпечується за рахунок стружки, а відсутність стоку теплоти в заготовку спостерігається на допоміжній різальній кромці.

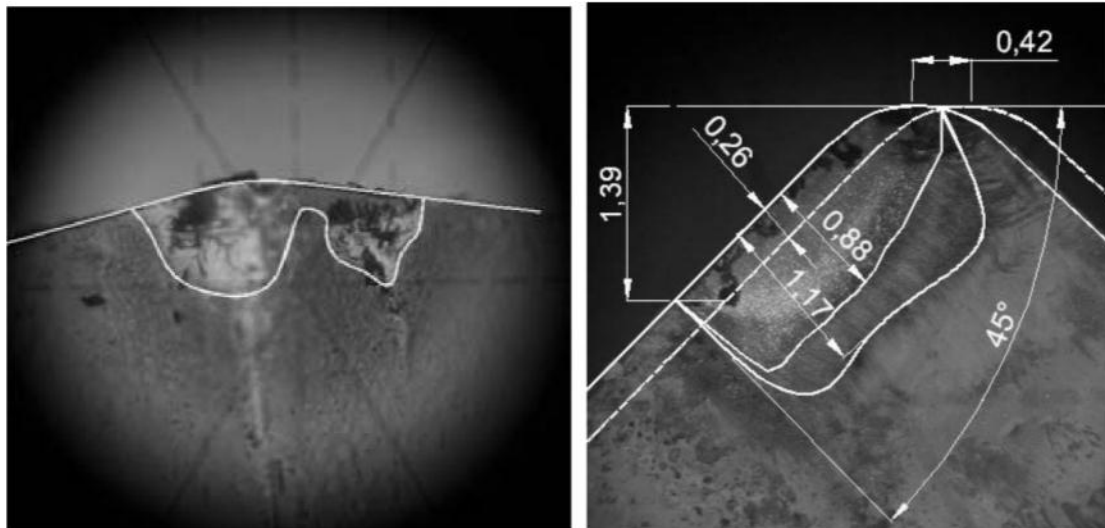


Рис.2. Ізотерма термоіндикаторної фарби ТВК №14 ТУ 6-09-79-76 з температурою колірною переходу $T_{пер} = 570^{\circ}C$

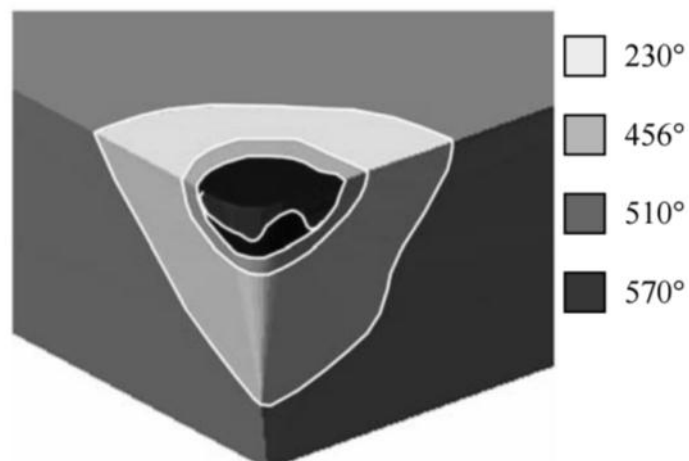


Рис.3. Експериментально встановлений розподіл температури по об'єму ріжучої пластини

Висновки

Збільшення еквівалентного коефіцієнта теплопровідності різця вдвічі може привести при інших рівних умовах до підвищення стійкості інструменту від 1,5 до 3 разів.

Як показали проведені нами дослідження, при товщині 0,3-0,4 мм міцність різця не порушується навіть при невеликих ударах, викликаних наявністю на оброблюваній поверхні різного роду канавок і отворів. Велике значення для міцності різця з тонкою пластинкою має якість доведення передньої поверхні. Недопустимі глибокі мікротріщини та шорсткість.

Також встановлено, що при великій товщині пластинки спостерігається більший нагрів задньої поверхні внаслідок близького розташування джерела нагріву та відносно великій відстані до поверхні державки.

Список використаної літератури

1. Лашнев С.І., Юлика М.І. Проектування ріжучої частини інструментів: Машинобудування, 1980. - 206 с.
2. Прогресивні технологічні процеси в автобудуванні: Механічна обробка, збірка / Під. ред. проф. С.М. Степашкіна -М .; Машинобудування, 1980-320 с.
3. Пути снижения теплонапряженности режущего клина при колесотокарной обработке. Куликов М. Ю., Попов А.Ю.,Флоров А.В. Известия высших учебных заведений. Выпуск № 4 (32) / 2014
4. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. - М.: Машиностроение, 1990. – 288с.
5. Філіпов Г. Р. Ріжучий інструмент.-Л. ; Машинобудування. 1981. - 211 с.