

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни **"Теорія різання"**
для студентів спеціальності **"Технологія машинобудування"**

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни
"Теорія різання" для студентів спеціальності "Технологія
машинобудування". Полтава: Полтавський національний
технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2006.-23 с.

Укладач: С.Г. Ясько, маг. інж. мех., асистент,
О.В. Бондар, маг. інж. мех., асистент.

Відповідальний за випуск: зав. кафедри технології
машинобудування А.В. Васильєв, канд. техн. наук, доцент.

Затверджено радою університету
Протокол №___від" "____2006 р.

Редактор _____

Коректор _____

ВСТУП

Дані методичні вказівки призначені для полегшення самостійного виконання студентами лабораторних робіт з теорії різання.

Представлений комплекс лабораторних робіт містить у собі найважливіші розділи дисципліни, що вивчається. Виконання цих робіт дозволяє студентам експериментально вивчити основні закономірності процесу різання, а також одержати практичні навички в проведенні наукових досліджень.

У методичних вказівках визначена мета, дані теоретичні передумови, зміст, порядок виконання кожної лабораторної роботи й література для підготовки досліджуваного матеріалу.

У кожній лабораторній роботі наведено перелік питань для самоперевірки, без чіткого з'ясування яких не можна виконувати експериментальну частину роботи.

Студент повинен з'являтися на заняття підготовленим до майбутньої роботи, він повинен заздалегідь вивчити матеріал майбутньої роботи з даних методичних вказівок і рекомендованої літератури, а також продумати хід виконання лабораторної роботи. Готовність кожного студента до лабораторного заняття перевіряє викладач. Непідготовлені студенти до роботи не допускаються.

По закінченні кожної роботи оформляється звіт. Графіки, ескізи й схеми акуратно виконуються у звіті за допомогою креслярських інструментів, таблиці креслять під лінійку, по осях координат графіків вказуються величини, що відкладають, і їх розмірність, на графіки чітко наносяться всі експериментальні точки й по них проводяться криві. Наприкінці звіту по кожній лабораторній роботі повинен бути наведений обґрунтований аналіз отриманих результатів.

На першому лабораторному занятті студент зобов'язаний вивчити інструкцію з техніки безпеки й розписатися про це в спеціальному журналі.

ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ РОБОЧОЇ ЧАСТИНИ РІЗЦІВ

Мета роботи - ознайомитися з основними типами різців, особливостями їхніх геометричних параметрів, із приборами й методикою контролю заточення різців, із впливом геометричних параметрів різців на умови різання; виміряти геометричні параметри основних типів різців і скласти ескізи різців.

1.1 Інструменти й наочні приладдя

1. Кутоміри настільні.
2. Кутоміри універсальні.
3. Лінійки масштабні.
4. Штангенциркулі.
5. Радіусоміри.
6. Різці токарські - прохідні, підрізні, відрізні, різьбові.
7. Набір різців різних типів для вивчення та ескізування.
8. Плакати із зображенням геометричних параметрів різців і кресленням різця.

1.2 Загальні положення

У практиці металообробки застосовуються різноманітні види різального інструменту. Однак, незважаючи на індивідуальні особливості, всі різальні інструменти мають багато спільного. Єдність геометричних і конструктивних елементів інструментів обумовлено єдиними закономірностями процесу різання.

Для того щоб інструмент міг видалити припуск із заготовки, вони повинні переміщатися відносно один одного. При цьому відбуваються так звані робочі рухи: головний рух (або рух різання) і рух подачі. Сукупність робочих рухів визначає траєкторію відносного робочого руху.

Під головним мають на увазі такий рух, при якому відбувається перетворення шару, що зрізується у стружку. Рух подачі дозволяє поширити процес різання на нові ділянки заготовки, що підлягають обробці. Швидкість руху різання в багато разів перевищує швидкість руху подачі.

Робочі рухи можуть бути обертальними й поступальними. У процесі зняття припуску на деталі розрізняють наступні поверхні: оброблювана, оброблену й поверхня різання. Остання є перехідною між двома першими.

Найпоширенішими різальними інструментами і одночасно найбільш простими по конструкції є різці; вони входять як елемент в усі різальних інструмент, тому геометрія різальних інструмент буде розглянута на прикладі токарського прохідного різця.

1.2.1 Будова токарного різця

Геометричні параметри різального інструменту доцільно розглядати на прикладі токарського прямого прохідного різця, оскільки ці параметри в основному відповідають таким для інших різальних інструментів.

Токарний прямий прохідний різець (рисунок 1.1) має ріжучу частину А і приєднувальну частину Б, що служить для закріплення різця в різцетримачі. Ріжуча частина має наступні елементи: передню поверхню 1, по якій сходить стружка; головну задню поверхню 2, звернену до поверхні різання заготовки;

Звернену до обробленої поверхні допоміжну задню поверхню 3, заготовки; ріжучу кромку 4, утворену перетинанням передньої і головної задньої поверхонь; допоміжну кромку 5, утворену перетинанням передньої і допоміжної задньої поверхонь, і вершину різця 6, утворену перетинанням головної і допоміжної ріжучих кромки.

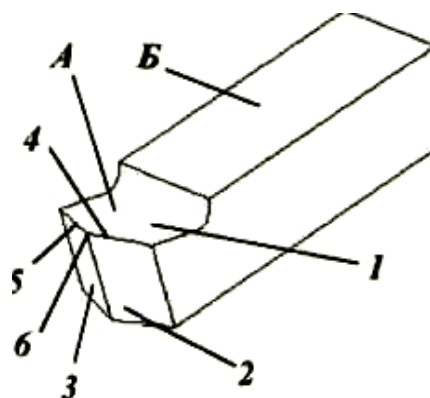


Рисунок 1.1 -Елементи різця

Інструмент заточують по передній і задній поверхнях. Для визначення кутів, під якими розташовуються поверхні ріжучої частини інструмента відносно один одного, уводять статичну систему координат (рисунок 1.2) з ряду площин.

1.2.2 Координатні площини різця

Основна площина $P_{осн}$ - координатна площина, проведена через основу або вершину різця перпендикулярно напрямку швидкості головного руху.

Площина різання $P_{різ}$ - координатна площина, дотична до ріжучої кромки й перпендикулярна основній площині.

Головна січна площина $P_{г.с.}$ - координатна площина, перпендикулярна лінії перетинання основної площини й площини різання.

Допоміжна січна площина $P_{в.с.}$ - площина, перпендикулярна до проєкції допоміжної ріжучої кромки на основну площину.

1.2.3 Статичні кути різця

Кути різання в статиці – розглядають виходячи з умов, що вісь різця перпендикулярна осі заготовки, вершина різця знаходиться на рівні осі заготовки, здійснюючи тільки головний рух різання (без подачі).

Головний передній кут γ вимірюють у головній січній площині між лініями її перетину з передньою поверхнею й основною площиною.

Головний задній кут α вимірюють у головній січній площині між лініями її перетину з головною задньою поверхнею й площиною різання.

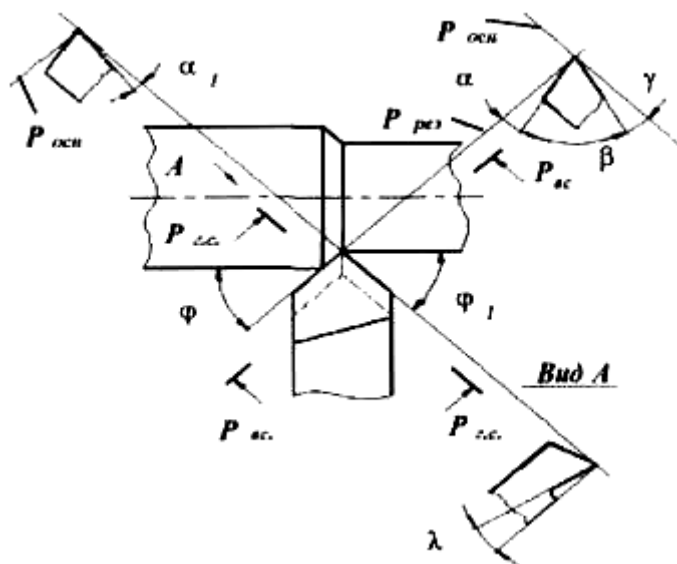


Рисунок 1.2 - Січні площини й кути різця в статиці

Допоміжний задній кут α_1 вимірюють у допоміжній січній площині між лініями її перетину з допоміжною задньою поверхнею й вертикальною площиною.

Головний кут у плані φ - це кут в основній площині між площиною різання й напрямком руху подачі.

Допоміжний кут у плані φ_1 - кут в основній площині між проекцією допоміжної ріжучої кромки на основну площину й напрямком, зворотним руху подачі.

Кут нахилу ріжучої кромки λ - кут у площині різання між ріжучою кромкою й основною площиною.

Кут загострення вимірюється в головній січній площині між лініями її перетину з передньою й головною задньою поверхнями. Згідно даним вище визначеними, $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$, звідки $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$.

На рисунок 1.3 показаний приклад креслення прямого прохідного різця із зазначенням його розмірів у буквах.

Якщо різці мають більш складну форму ріжучої частини (криволінійні передня й задня поверхні, фаска на ріжучій кромці, закруглення вершини різця), то геометричні елементи таких різців додатково вказують, як на рисунок 1.4.

1.2.4 Вплив кутів різця на умови різання

Головний передній кут γ сильно впливає на різання. З його збільшенням зменшується деформація шару, що зрізується, тому що інструмент легше врізається в матеріал, знижуються сили різання й витрата потужності, поліпшуються умови сходу стружки, підвищується якість обробленої поверхні. Збільшення кута γ знижує міцність інструменту, збільшує його зношування через викришування й погіршення відведення тепла. При обробці заготовок із

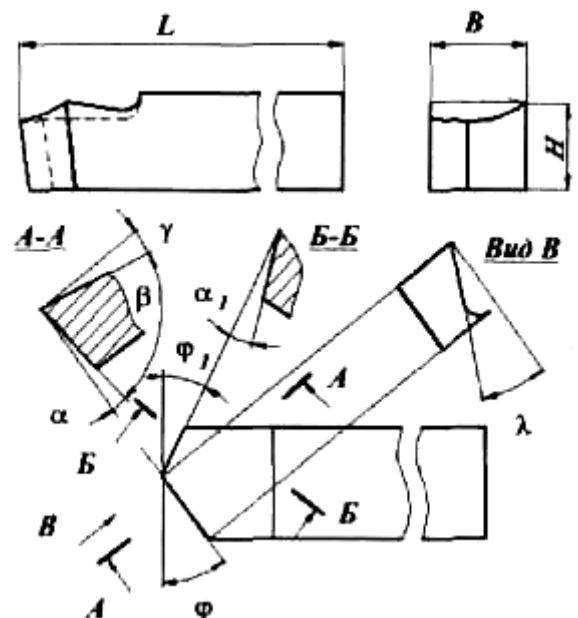


Рисунок 1.3 - Ескіз різця

крихких і твердих матеріалів для підвищення міцності й стійкості різців призначають менші кути γ , іноді навіть негативні, а при обробці м'яких і грузлих матеріалів кут γ збільшують до 10...20°.

Головний задній кут α служить для зниження тертя між головною задньою поверхнею інструменту й поверхнею різання заготовки, що зменшує зношування інструменту по головній задній поверхні.

Збільшення головного заднього кута знижує міцність інструменту, тому при обробці грузлих і м'яких матеріалів застосовують різці з більшими кутами α , а при обробці крихких і твердих матеріалів, а також при великому перерізі шару, що зрізується, вибирають менші кути. Для різних умов обробки кути α призначають у межах 6...12°.

Допоміжний задній кут α_1 знижує тертя між допоміжною задньою поверхнею й обробленою поверхнею заготовки.

Головний кут у плані φ істотно впливає на стійкість різального інструменту й на шорсткість обробленої поверхні. Зі зменшенням кута φ знижується шорсткість поверхні, збільшується довжина активної частини головної ріжучої кромки (ширина зрізує шару, що) і зменшується товщина зрізує шару, що, що приводить до зниження теплового й силового навантажень на різець і, отже, до зменшення зношування інструменту. Однак при малих кутах φ різко зростає радіальна складова сили різання, що приводить до прогину заготовки. При цьому можливо виникненню вібрацій, що погіршує якість обробленої поверхні й підвищує зношування інструменту. Кут φ призначають від 30 до 90°. При обробці заготовок малої твердості кут φ беруть близьким до 90°.

Допоміжний кут у плані φ_1 служить для зменшення тертя допоміжної задньої поверхні інструменту об оброблену поверхню. Зі зменшенням кута φ_1 знижується шорсткість обробленої поверхні, збільшується міцність вершини різця й знижується його зношування. Для прохідних різців при обробці

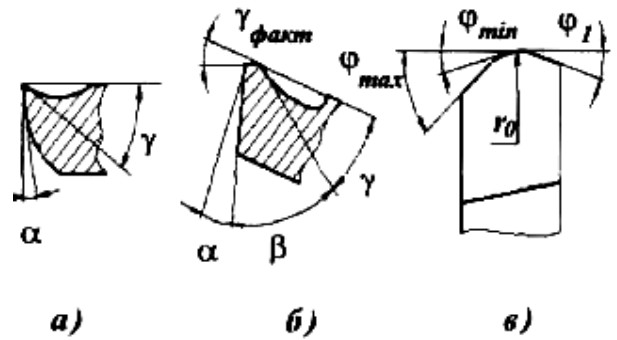


Рисунок 1.4 - Різці із криволінійними поверхнями (а), з фаскою (б) і округленими ріжучою кромкою і вершиною (в)

твердих заготовель без врізання беруть $\varphi_1 = 5...10^\circ$, а при обробці заготовок малої твердості й роботі із врізанням - $30...45^\circ$.

Кут нахилу головної ріжучої кромки λ визначає напрямок сходу стружки: при $\lambda = 0$ стружка сходить перпендикулярно головній ріжучій кромці, при позитивному куті λ стружка сходить убік обробленої поверхні, а при негативному - до оброблюваної поверхні. Позитивний кут λ слугує також для зміцнення ріжучої кромки, тому що в момент врізання різця ударні сили приходяться не на вершину різця, а на більше міцне місце ріжучої кромки, вилучене від вершини. При чистовій обробці приймати кут λ позитивним не рекомендується, тому що стружка може намотуватися на заготовку й дряпати оброблену поверхню. При чистовій обробці беруть кут λ до -5° , а при чорновій - до $+5^\circ$.

Кут заострення β визначає форму клина головної ріжучої крайки. Чим менше кут β , тим легше урізається інструмент в оброблюваний матеріал, але тем менш міцним буде різець. Тому при обробці м'яких і грузлих матеріалів кут β зменшують, а при обробці твердих і крихких - збільшують. Зі зменшенням кута β погіршуються також умови тепловідводу від ріжучої крайки й підвищується зношування різця.

Значення кутів α й γ змінюються в процесі різання при установці вершини різця вище або нижче осі заготовки, а кути в плані φ и φ_1 залежать від розташування осі різця щодо осі заготовки. Так, при зовнішнім обточуванні установка вершини різця вище осі заготовки веде до збільшення переднього кута γ і зменшенню заднього кута α , а при установці вершини різця нижче осі заготовки, навпаки, кут γ зменшується, а кут α зростає. При розточенні внутрішньої поверхні картина зі зміною кутів γ и α змінюється на зворотну.

1.2.5 Кінематичні кути різця

У процесі різання передній γ і задній α кути змінюються, тому що змінюється положення координатних площин. Кути в цьому випадку виміряються в кінематичній системі координат, орієнтованої в напрямку швидкості результуючого руху різання з урахуванням подачі. Основна площина $P_{осн}$ буде перпендикулярна напрямку вектора результуючої швидкості. Змінюється й положення площини різання $P_{різ}$. Внаслідок цього задній кут α зменшується, а передній кут γ збільшується. У

прохідного упорного різця ці кути змінюються на величину кута μ : $\alpha_K = \alpha - \mu$; $\gamma_K = \gamma + \mu$. Кут μ можна визначити із прямокутного трикутника: $tg\mu = \frac{S}{\pi D}$, де S - подача, D - діаметр заготовки. Якщо ж напрямок подачі не збігається з головною січною площиною ($\varphi \neq 90^\circ$), то кут μ у цій площині визначається по формулі:

$$tg\mu_\varphi = tg\mu \cdot \sin\varphi = \frac{S}{\pi D} \sin\varphi, \text{ тобто}$$

$$\mu = \arctg\left(\frac{S}{\pi D} \cdot \sin\varphi\right). \text{ Звідси кінематичні кути:}$$

$$\alpha_K = \alpha - \mu = \alpha - \arctg\left(\frac{S}{\pi D} \cdot \sin\varphi\right); \quad \gamma_K = \gamma + \mu = \gamma + \arctg\left(\frac{S}{\pi D} \cdot \sin\varphi\right).$$

Для звичайних умов обробки зміни кутів незначні й ними можна знехтувати, але при обробці з більшими подачами й при нарізуванні різьби зміна кутів α й γ буде істотним, що необхідно враховувати при виготовленні різців. Наприклад, у різьбового різця задній кут α з боку напрямку руху подачі збільшують на $3...5^\circ$.

1.2.6 Основні типи різців

Різці класифікуються по наступних ознаках:

- а) по роду роботи - токарні, стругальні, довбальні;
- б) по виду обробки - прохідні (прямі й упорні), підрізні, розточувальні (для наскрізних і глухих отворів), відрізні, різьбові;
- в) по напрямку подачі - праві й ліві;
- г) за формою голівки і її положенню відносно державки - прямі, відігнуті, відтягнуті, вигнуті;
- д) по способі кріплення ріжучої частини - цільні, складові, з напайкою або механічним кріпленням пластинок;
- е) по роду матеріалу ріжучої частини - швидкорізальні, твердосплавні, мінералокерамічні, оснащені надтвердими матеріалами (алмазом, ельбором і ін.);
- ж) по перетині державки - прямокутні, квадратні, круглі.

1.2.7 Контроль геометричних параметрів різців

Габаритні розміри різця вимірюють масштабною лінійкою й штангенциркулем, а кутомірні параметри - настільним і універсальним кутомірами.

Передній кут γ , задні кути α й α_1 , кут нахилу головної ріжучої кромки λ вимірюють за допомогою настільного кутоміра спеціальної конструкції. При вимірі переднього й заднього кутів різець встановлюють на плиті так, щоб площина вимірювального сектора розташовувалася у відповідній січній площині різця. При цьому ніж шаблона підводить до зіткнення з потрібною гранню різця, а величина кута відлічується по шкалі сектора. Для виміру кута λ ніж шаблона підводить до зіткнення з головною ріжучою кромкою різця.

Головний і допоміжний кути в плані φ и φ_1 визначають за допомогою універсального кутоміра, а радіус при вершині різця - за допомогою радіусоміра.

1.3 Питання для самоперевірки

1. Який устрій прохідного токарського різця?
2. Які поверхні, кромки й вершини є на ріжучій частині токарського різця?
3. Охарактеризувати координатні площини різця.
4. Указати кути заточення різця.
5. Як вимірюють головний передній кут?
6. Як вимірюють головні й допоміжний задні кути різця?
7. Охарактеризувати головний і допоміжний кути різця в плані.
8. Що таке кут нахилу головної ріжучої кромки?
9. Як вимірюють і розраховують кут загострення токарського різця?
10. Які дані вказують на кресленні різця?
11. Як впливає на умови різання головний передній кут різця?
12. Як впливає на різання головні й допоміжний задні кути різця?
13. Який вплив головного й допоміжного кутів у плані?
14. Як кут нахилу головної ріжучої кромки впливає на умови різання?
15. Яка роль кута загострення різця?
16. Як змінюються кути α й γ при установці вершини різця вище й нижче осі заготовки при її обточуванні?

17. Як змінюються кути α й γ при установці вершини різця вище й нижче осі заготовки при її розточуванні?

18. Як зміняться кути φ і φ_1 якщо вісь різця не буде перпендикулярна осі заготовки?

19. Як змінюються при гострінні кути α й γ при $\varphi=90^\circ$?

20. Як визначити величину кінематичних кутів α й γ , якщо $\varphi \neq 90^\circ$?

21. По яких ознаках класифікують різці?

21. Які геометричні параметри різців визначаються лінійними й кутовими розмірами?

22. Які кути різця визначають настільним і універсальним кутомірами?

1.4 Порядок виконання роботи

По наявним у лабораторії експонатам ознайомитися з різними типами різців.

Скласти схему обробки заготовки декількома типами різців (за вказівкою викладача).

Зробити ескізи двох заданих різців у всіх необхідних проекціях і перетинах.

Зробити виміри геометричних параметрів і габаритних розмірів різців різних типів і занести результати вимірів у таблицю протоколу.

За результатами роботи оформити звіт.

1.5 Література

[1], с. 30...49; [1], с. 115...120; [3], С. 60...73.

Лабораторна робота 2

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ

Мета роботи - ознайомитися з методикою визначення температури різання способом природної термопари; дослідити залежність температури різання від елементів режиму різання; вивчити вплив температури різання на умови різання.

2.1 Обладнання, прилади, матеріали

1. Токарний верстат типу 16К20.
2. Спеціальний різець із наплавленням із твердого сплаву.
3. Потенціометр для виміру термо-ЕРС.
4. Сталева заготовка діаметром 40...60 мм.
5. Ізольююча прокладка.
6. Плакат із графіком залежності термо-ЕРС природної термопари сталь-твердий сплав від температури.

2.2 Загальні положення

Температура різання - один з основних фізичних показників процесу різання, тому що вона визначає припустимі значення швидкостей різання, стійкість інструменту, точність обробки й т.д. Тому вивчення теплових явищ має велике практичне значення.

Експериментально встановлено, що майже вся робота деформації, чинена при різанні, переходить у теплоту. Причинами утворення теплоти є пружні-пластичні деформації в зоні стружкоутворення, тертя стружки об інструмент і інструменту по поверхні заготовки.

Джерела утворення теплоти: Q_1 - механічна робота, витрачена на пластичну деформацію й руйнування металу при стружкоутворенні; Q_2 - робота сил тертя стружки на передній поверхні леза різця; Q_3 - робота сил тертя заготовки по задній поверхні леза інструменту; Q_4 - робота, витрачена на пластичну деформацію матеріалу перед площиною сколювання.

Напрямки відводу теплоти: q_1 - нагрівання стружки, що утвориться; q_2 - нагрів металу ріжучої частини різця; q_3 - нагрівання оброблюваної заготовки; q_4 - відвід тепла в

навколишнє середовище через випромінювання або за рахунок нагрівання або пароутворення охолодженої рідини.

Тепловий баланс різання характеризує рівність теплоти, що виділяється в зоні різання, і теплоти, що виділяється за той же проміжок часу. Рівняння теплового балансу виглядає таким чином:

$$Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=q_1+q_2+q_3+q_4$$

Відносна величина складових теплового балансу залежить від умов різання й особливо від швидкості різання. У середньому Q_1 становить 75...80% всієї прибуткової частини балансу, Q_2 - 18...22%, Q_3 - 2...3,5% і Q_4 - не більше 0,5%. З видаткових частин теплового балансу найбільшої (68...75%) є теплота q_1 , що відводить нагрітою стружкою; частка теплоти q_2 , що відводить різцем, становить 2...5%; теплота q_3 , що йде на нагрівання заготовки, не перевищує 2...8%; теплота q_4 , що відводить у навколишнє середовище, сильно знижується з ростом швидкості різання й становить 9...24%. Застосування при різанні охолоджувальних середовищ може істотно змінювати співвідношення видаткових частин теплового балансу.

Залежність температури різання від умов обробки обумовлена не тільки кількістю теплоти, що виділяється, але й умовами відводу тепла, на які впливають фактори умов обробки. Нижче розглянутий вплив на температуру різання деяких умов обробки.

1. Швидкість різання. Зі збільшенням швидкості різання зростає робота різання, а, отже, і загальна кількість тепла, що виділяється. Однак у зв'язку зі зменшенням частки тепла, що переходить у різець, кількість тепла, що передається різцю, зростає менш інтенсивно, чим швидкість різання. Одночасно погіршуються умови передачі тепла різцю, тому що зменшується ширина контакту стружки з передньою поверхнею. Все це приводить до того, що температура різання з ростом швидкості безупинно зростає, але інтенсивність росту увесь час уповільнюється. Експерименти з надвисокими швидкостями (20000...70000 м/хв) показали, що навіть при різанні високоміцних матеріалів процес різання протікає практично без теплообміну й температура різання становить усього 30...60°C.

2. Ширина й товщина шару, що зрізується. Підвищення ширини й товщини шару, що зрізується, збільшує площу й обсяг матеріалу, що зрізується. При цьому зростають робота різання й кількість тепла, що виділяється в одиницю часу, що

приводить до підвищення температури різання. Причому підвищення температури йде більш інтенсивно при збільшенні товщини шару, що зрізується, тому що в цьому випадку площа контакту стружки з передньою поверхнею різця буде менше й теплопередача більше напружена. Крім того, більша частина тепла в цьому випадку буде виділятися поблизу від вершини різця. Виходячи з викладеного, для зниження температури різця варто працювати з можливо більшим співвідношенням ширини шару, що зрізується, до його товщини. При гостро заточеній вершині різця вплив глибини різання на температуру настільки невелике, що іноді їм зневажають.

3. Передній кут робить на температуру різання найбільший вплив із всіх геометричних параметрів різця. Зі збільшенням переднього кута знижується ступінь деформації шару, що зрізується, робота деформації й, отже, кількість тепла, що виділяється, але одночасно погіршуються умови відводу тепла, тому результуючий вплив залежить від діапазону переднього кута. Спочатку з ростом переднього кута температура знижується, а після досягнення куту γ оптимального значення починає зростати. Аналогічно на температуру різання впливає задній кут.

4. Головний кут у плані. Зі збільшенням кута φ тепловиділення трохи знижується, тому що зменшується усадка стружки й робота різання. Але одночасно погіршуються умови відводу тепла, тому що зменшується довжина робочої ділянки ріжучого леза. Вплив останнього настільки великий, що незважаючи на деяке зниження тепловиділення, температура різання зростає у всьому діапазоні збільшення кута φ .

5. Радіус при вершині різця. Зі збільшенням r трохи зростає усадка стружки, робота деформації й тепловиділення, однак при цьому значно поліпшуються умови відводу у зв'язку зі збільшенням ширини зрізу й ростом маси вершини різця. У результаті цього збільшення радіуса вершини різця приводить до зниження температури різання.

6. Властивості оброблюваного й інструментального матеріалів. Зі зростанням міцності й пластичності оброблюваного матеріалу за інших рівних умов збільшується робота деформації й кількість теплоти, що виділяється. Умови відводу тепла залежать від теплопровідності як оброблюваного, так і інструментального матеріалів: чим вище коефіцієнти

теплопровідності, тим краще приділяється тепло із зони стружкоутворення й тим нижче температура різання. Крім того, температура залежить також від умов тертя між різцем, стружкою й заготівлею. Чим вище коефіцієнт тертя, тим більше тепла виділяється на контактних поверхнях і тем вище буде температура різання.

Способи вимірювання температури різання: за допомогою термопар (штучних і природних), термофарб, квітів мінливості, оптичний і ін. Найбільш точним і розповсюдженим є спосіб термопар.

При штучній термопарі беруть два дротики з різних сплавів, наприклад, хромель-копелеву термопару, ізолюють її від стінок отвору слюдою, спай термопару вставляють в отвір, просвердлений у потрібнім місці інструменту, і в процесі різання приладом вимірюють термо-ЕРС. Для переведення термо-ЕРС у градуси термопару градуують. Цей спосіб дає можливість визначити температуру в будь-якій точці тіла різця, але виміряти безпосередньо температуру нагрівання ріжучої крайки неможливо.

Щоб визначити температуру нагрівання ріжучої кромки різця, використовують природну термопару. Суть такої термопару полягає в тому, що різнорідними сплавами термопару служать матеріали різця й оброблюваної заготівки, у яких при нагріванні в зоні різання виникає термоЕРС, пропорційна температурі в максимально нагрітій точці контакту матеріалів різця й заготівки.

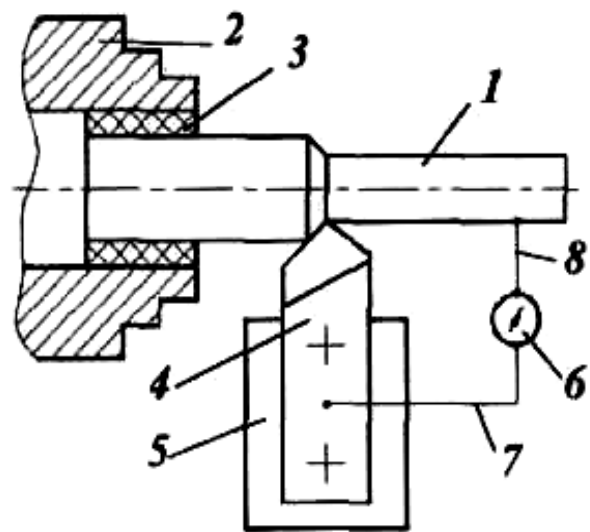


Рисунок 2.1- Схема вимірювання за методом природної термопару

По способі природної термопару (рисунок 2.1) заготівка 1 з вуглецевої сталі ізолюється від патрона 2 прокладкою 3. Різець 4 з напайкою з металокерамічного твердого сплаву також ізолюється від різцетримача прокладкою 5. Вимірювальний прилад 6 провідниками 7 і 8 з'єднаний з тілом різця й оброблюваною заготівкою. Для забезпечення електричного

контакту провідника 8 з обертовою заготівкою застосовується металева або вугільна щітка. Показання приладу за допомогою графіка або таблиці переводяться в градуси по Цельсію.

Виміри температури в зоні різання й теплові розрахунки дозволили визначити розподіл температури в стружці, заготівці й інструменті. Максимальна температура в стружці спостерігається в прикордонному шарі того відрізка опорної поверхні, яким вона ковзає по контактній поверхні різця. Ізотерма з максимальною температурою віддалена від вершини різця на відстань 0.5... 1,5 мм. У тілі оброблюваної заготівки максимальна температура встановлена в місці контакту заготівки із задніми поверхнями інструменту. Рівень цієї температури невеликий у порівнянні з температурою нагрівання стружки (до 200°C проти 900°C у стружці). Температурне поле різця показує, що ізотерми з максимальною температурою 900°C мають вигляд витягнутого еліпса, розташованого уздовж контакту з оброблюваною поверхнею й поблизу від її. У міру видалення від фактичної ріжучої кромки температура різця плавно знижується.

Теплоутворення негативно впливає на процес різання. Нагрівання інструменту до високих температур (800...1000°C) викликає структурні перетворення в його матеріалі, зниження твердості й втрату ріжучої здатності. При нагріванні відбувається зміна геометричних розмірів інструменту, що викликає відхилення розмірів і форми оброблених поверхонь. Нагрівання заготівки також викликає зміну її розмірів. Через тверде закріплення на верстаті заготівка деформується. Температурні деформації інструменту, пристроїв, заготівки й верстата змінюють глибину різання, знижують точність форми й розмірів деталей. Відхилення форми зростає у зв'язку з тим, що температурне поле змінне по об'єму заготівки. Температурні погрішності варто враховувати при налагодженні верстатів, особливо автоматів і напівавтоматів. Неприємності при різанні можуть виникати й від надмірного нагрівання стружки. При нагріванні до температури вище 900°C метал стружки розм'якшується настільки, що стружка втрачає необхідну міцність і твердість, починаючи осідати під дією власної ваги на різці й супорті верстата. Осідаючий метал накопичується в розпечену грудку, що може приварюватися до різця, створюючи аварійну ситуацію. Тому, вибираючи режими різання, не можна допускати нагрівання стружки вище 900°C.

Шляхи зниження температури різця: подача в зону різання мастильно-охолодних рідин (або газів), поліпшення відводу тепла від леза інструменту шляхом збільшення перерізу тіла різця й підвищення теплопровідності його матеріалу (легування Мо, Со, Ті), застосування інструменту з водоохолоджуючими каналами.

2.3 Питання для самоперевірки

1. Які джерела утворення теплоти при різанні?
2. Яке співвідношення між складовими частинами джерел теплоти?
3. Які фактори сприяють збільшенню теплоти різання?
4. Які напрямки відводу теплоти різання?
5. Як виглядає рівняння теплового балансу при різанні?
6. Як залежить температура від швидкості різання?
7. Як впливають на температуру різання ширина й товщина шару, що зрізується?
8. Який вплив переднього й заднього кутів на температуру різання?
9. Як впливає на температуру головний кут у плані?
10. Який вплив на температуру радіуса заокруглення вершини різця?
11. Як впливають на температуру різання властивості матеріалів різця й заготівки?
12. Якими способами визначають температуру різання?
13. У чому сутність штучної термопари?
14. Яка сутність природної термопари?
15. Температуру яких частин різця можна виміряти способами штучної й природної термопари?
16. Як розподіляється температурне поле стружки?
17. Яке температурне поле різця?
18. Як нагрівається при різанні заготівка?
19. Як впливає теплотворення на умови різання?
20. Як впливає нагрівання інструменту на точність обробки?
21. У чому складається недолік надмірного нагрівання стружки?
22. Які способи відводу тепла із зони різання?
23. Як знизити температуру нагрівання ріжучої частини інструменту?

2.4 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з роботою на верстаті й порядком визначення температури різання по способі природної термопари.

2. Зібрати схему для вимірювання температури різання.

3. Гостро заточеними різцями із твердосплавними пластинами провести три серії експериментів.

У першій серії встановити вплив на температуру швидкості різання, задаючись не менш ніж 8-10 різними швидкостями при однаковій глибині різання й подачі.

У другій серії досліджувати вплив подачі при постійній глибині й швидкості різання. Задати 6-8 подач.

У третій серії вивчити вплив глибини різання на температуру при постійних значеннях швидкості й подачі.

4. Всі показання гальванометра й параметрів режиму різання занести в таблицю й перевести в градуси за графіком.

5. За експериментальними даними побудувати графіки залежності температури від швидкості різання, подачі й глибини різання.

6. Обґрунтувати отримані результати й зробити висновки.

7. Оформити звіт про пророблену роботу.

2.5 Література

[1], С. 108...120;

[2], С. 130...134;

[3], с. 150...168

СИЛА І ПОТУЖНІСТЬ РІЗАННЯ

Мета роботи - вивчити умови появи сили різання, залежність її величини від різних факторів, вплив сили різання на умови різання, способи розрахунку сили різання, розкладання сили різання на складові, ознайомитися з методами експериментального визначення сили різання, придбати практичні навички у визначенні складові сили різання й установити залежність їх від деяких параметрів геометрії різця й елементів режиму різання.

3.1 Обладнання, прилади й матеріали

1. Токарний верстат.
2. Набір спеціальних різців.
3. Пристосування для установки спеціального різця й індикаторів годинного типу.
4. Індикатори годинникового типу - 2 шт.
5. Прес Брінелля.
6. Штрихові інструменти - штангенциркуль, масштабна лінійка.
7. Круглі заготовки зі сталей різної твердості.

3.2 Загальні положення

Силами різання називаються сили опору оброблюваного матеріалу робочому руху леза різального інструменту.

Джерелами виникнення сили різання є: опір оброблюваних матеріалів пластичній деформації стружкоутворення, опір деформованого матеріалу руйнуванню в місцях виникнення нових поверхонь, опір стружки, що зрізується, вигину й зламу, сили тертя на лезі, передній і задній поверхнях.

Розподіл тиску оброблюваного матеріалу на передній і задній поверхнях інструменту нерівномірно. Найбільший тиск діє поблизу головної ріжучої кромки. Далі воно плавно убуває до нуля: на передній поверхні - до місця припинення контакту зі стружкою, на задніх поверхнях - до місць припинення контакту цих поверхонь із поверхнею різання й обробленою поверхнею.

Ширина контакту стружки з передньою поверхнею залежить від пластичності матеріалу заготовки. При обробці крихких матеріалів вона дещо більше глибини різання, а для пластичних металів може перевищувати глибину різання в 1,5...3,0 рази.

Звичайно для розрахунків прогину заготовок і потужності різання використовують не питомий тиск металу на інструмент, а результуючу силу різання P_D . Точку прикладання сили P_D встановлюють залежно від розв'язуваного завдання: при дії сили на різець її відносять до вершини різця, при віднесенні сили різання до заготовки точкою її прикладання вважають коло найбільшого радіуса заготовки. Більш обґрунтовано відносити силу різання до середини фактично ріжучої частини кромки.

Для зручності розрахунків результуючу силу різання P_D розкладають на її складові. Проекція сили різання P_D на вісь x , паралельну осі заготовки, називається осьовою складовою P_x , що діє в напрямку подачі. Проекція сили P_D на вісь y - це радіальна складова P_y , вона згинає заготовку в горизонтальній площині. Проекція сили P_D на вісь z - вертикальна (головна) складова сили різання, по якій провадиться розрахунок потужності різання.

Співвідношення між складовою сили різання не є постійним. Воно залежить від кутів заточення різця, ступеня його зношування, глибини різання й подачі, радіуса закруглення вершини різця й інших факторів. Звичайно прийнято вважати, що $P_x = (0,2...0,3) P_z$, $P_y = (0,3...0,4) P_z$.

Для розрахунків, поряд з повним рівнянням сили різання, використовують спрощену формулу $P = k_p \sigma_B f_H$ кН, де $k_p \sigma_B$ - коефіцієнт різання, що складається з коефіцієнта k_p (для сталей $k_p = 2,3...2,8$) і межі міцності σ_B , ГПа; f_H - перетин шару, що зрізується, мм². У ряді випадків замість σ_B зручніше використовувати твердість за Брінеллем. При цьому для сталі $\sigma_B \approx 0,31HB$.

Величина сили різання сильно залежить від багатьох факторів. При обробці пластичних матеріалів сила різання тим більше, чим більше кут різання δ , у той же час при обробці крихких матеріалів (чавун, бронза) цей кут на силу різання практично не впливає. Зі зменшенням головного кута в плані φ навантаження на різець зростає й навпаки. З ростом кута λ нахилу ріжучої кромки складові сили різання P_z і P_x зростають, а P_y - зменшується. Спостерігається неоднозначний вплив на навантаження швидкості різання. Звичайно спочатку зі

збільшенням швидкості різання навантаження на різець зростає, а потім у міру подальшого збільшення швидкості різання - плавно знижується. Істотно зменшуються сили різання при використанні мастильно-охолоджувальних засобів. Затуплення різця приводить до різкого підвищення сили різання, особливо її радіальної складової P_v .

Потужність, безпосередньо витрачена на процес різання, називається ефективною потужністю, що розраховується по формулі $N_e = 60Pv$, де N_e - потужність, кВт; P - діюча сила різання (при точінні - P_z), кН; v - швидкість різання, м/хв. Потужність електродвигуна $N_{дв} = N_e / \eta$, де η - к.к.д. кінематичних ланцюгів верстата.

Експериментальне визначення сили різання здійснюють за допомогою гідравлічних, ємнісних, тензометричних і механічних динамометрів. Найбільш прості у виконанні й безвідмовні в роботі механічні динамометри торсіонного й іншого типів. Недоліком таких пристроїв є неможливість здійснити автоматичний запис зміни сили різання в часі.

У даній лабораторній роботі використовується механічний метод визначення складових P_z і P_x сили різання.

Сутність

методу полягає в тому, що з масивної, що закріплюється в різцетримачі частини різця консольно виступає круглий стрижень різця діаметром $d=16$ мм і довжиною $l=80$ мм. На відстані x від вершини різця в спеціальних гніздах кутика, жорстко з'єднаного з масивною

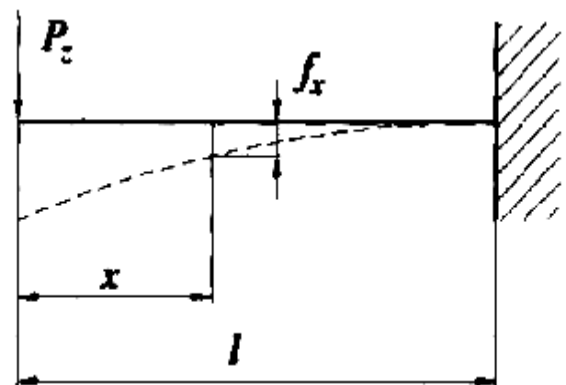


Рисунок 3.1 - Схема вигину консольної частини різця

частиною різця, установлені два індикатори годинного типу, що вимірюють величину відхилення осі консольної частини різця під дією складових сили різання (рисунок 3.1).

Під дією складової P_z (або P_x) сили різання консольна частина різця прогинається. Величина прогину на відстані x від вершини різця може бути визначена по рівнянню:

$$f_x = \frac{Pl^3}{6EI} \left(2 - 3\frac{x}{l} + \frac{x^3}{l^3} \right), \quad (1)$$

де f_x - прогин осі різця в місці установки індикатора, см;

P - вимірювана складова сили різання, Н;
 l - довжина консольної частини різця, см;
 E - модуль нормальної пружності сталі, $E=2 \cdot 10^6$ Н/см²;
 I - момент інерції круглого перерізу консольної частини різця,

$$I = \pi d^4 / 64, \text{ см}^4.$$

Якщо датчик годинного індикатора встановити на середині довжини консольної частини різця ($x=0,5l$), то рівняння (1) прикмет більше простий вигляд:

$$f_x = \frac{5Pl^3}{48EI} \cdot \text{Звідки} \quad P = \frac{48EIf_x}{5l^3}.$$

3.3 Питання для самоперевірки

1. Що називається силою різання?
2. Які джерела виникнення сили різання?
3. Як розподіляється тиск матеріалу на поверхнях різця?
4. На які складові розкладають силу різання?
5. Яке співвідношення між складовими силами різання?
6. Як впливають складові сили різання на умови різання?
7. Як орієнтовно розрахувати силу різання?
8. Як визначити потужність при різанні?
9. Як впливають на складові сили різання основні параметри заточення різця й елементи режиму різання?
10. Яка залежність сили різання від застосування змащувально-охолоджуючих засобів?
11. Як дослідним шляхом визначити силу різання?
12. У чому складається сутність визначення сили різання за допомогою гідравлічного, ємнісного й тензометричного динамометрів?
13. Які механічні способи визначення сили різання?
14. Указати сутність способу вигину консольної частини різця.
15. Як розрахувати вертикальні й горизонтальні складові сили різання по вигину різця?
16. Як за допомогою тарування можна підвищити точність визначення сили різання?

3.4 Порядок виконання роботи

1. За допомогою штангенциркуля й масштабної лінійки виміряти довжину й діаметр консольної частини обраного різця, а також відстань від вершини різця до точки упору датчика годинникового індикатора.

2. Установити різець із кутиком і індикаторами на різцетримачі токарського верстата й настроїти шкалу індикатора на нульову позначку.

3. Закріпити в патроні верстата досліджувану заготовку.

4. Наладнати верстат і різець на обраний режим різання.

5. Включити верстат і при сталому режимі його роботи визначити по шкалі індикатора величину прогину f_x різця у вертикальній площині.

6. Те ж саме проробити й для прогину в горизонтальній площині.

7. Виконати аналогічні дослідження з іншими режимами різання (наприклад, задати 4...5 швидкостей різання), а також з різцями, що мають інші геометричні параметри (кути φ , δ , λ). Дані записати в таблицю.

8. Користуючись формулою (2), виконати необхідні розрахунки складових сил різання.

9. Оформити звіт і зробити висновки про пророблену роботу.

3.5 Література

[1], С.95... 108; [2], с. 122...126;

[3], с. 108...149.

Лабораторна робота 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ШАРУ, ЩО ЗРІЗУЄТЬСЯ, ПРИ РІЗАННІ

Мета роботи - вивчити умови утворення стружки при різанні металів, різні типи стружок залежно від умов різання, ознайомитися зі способами визначення усадки стружки, із впливом наростоутворення на умови різання; дослідити залежність усадки стружки від деяких факторів.

4.1. Обладнання, інструменти, матеріали

1. Токарний верстат моделі 16К20.
2. Сталеві, чавунні й бронзові заготовки.
3. Прокідні різці із пластинками із твердих сплавів.
4. Мікрометри.
5. Штангенциркулі.
6. Масштабні лінійки.

4.2. Загальні положення.

Різання є складним фізичним процесом, при якому виникають пружні й пластичні деформації. Цей процес супроводжується тертям, тепловиділенням, наростоутворенням, усадкою стружки, наклепом обробленої поверхні й зношуванням інструменту.

4.2.1. Процес утворення зливальної стружки

Процес стружкоутворення вивчають у перерізі головної січної площини. Мікроструктурні й інші дослідження стружок свідчать про те, що між шаром, що зрізується, і стружкою існує зона OA_0A_n (рисунок 4.1) первинної деформації, що має форму клина з вершиною на лезі інструменту й названа зоною стружкоутворення. Ліворуч початкової її границі (лінія OA_0) перебувають недеформовані зерна матеріалу зрізу, а праворуч кінцевої границі (лінія OA_n) - зерна матеріалу, що належать стружці.

Проходячи по траєкторії свого руху зі швидкістю різання v відносно інструменту, зерно послідовно перетинає поверхні зсуву OA_0 , OA_1 , OA_2 і т.д., додатково деформуєчись. У точці N

здійснюється остання зсувна деформація, а зерно здобуває швидкість рівну швидкості руху стружки V_c .

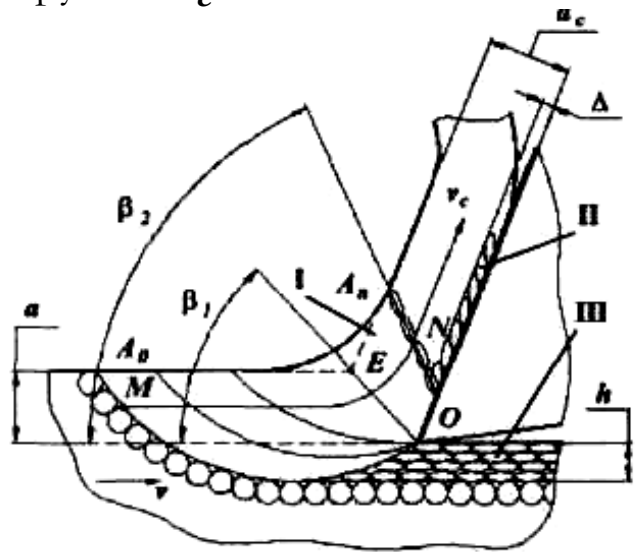
При швидкостях різання, застосовуваних на практиці, границі OAO і OAn зближаються. Це дозволяє вважати, що зсувна деформація локалізується в дуже тонкому шарі, а сімейство поверхонь ковзання вироджується в єдину поверхню, прийнятту в першому наближенні за площину OE , що проходить через лезо й точку перетинання зовнішніх поверхонь шару, що зрізується, і стружки.

Цю площину називають умовною площиною зсуву. Її положення стосовно вектора швидкості різання характеризують кутом зсуву β_1 (рисунок 4.1). В умовній площині зсуву діють максимальні напруження, під дією яких відбувається відділення елементів шару, що зрізується, від основної маси металу.

У результаті деформації в зоні стружкоутворення зерна металу змінюють свою первісну округлу форму й витягаються в певному напрямку, утворюючи текстуру яка характеризується кутом β_2 .

Шар, що зрізується, перетворившись у стружку й прагнучи рухатися по нормалі до умовної площини зсуву, випробовує велике тертя в місці контакту з передньою поверхнею. При цьому зерна матеріалу в шарі стружки Δ , що примикає до контактної сторони, додатково деформуються й втрачають свою орієнтацію (кут β_2), вигинаючись убік, зворотний руху стружки. Так виникає зона вторинної деформації стружки. Ступінь деформації в цій зоні дуже велика: вона може в 20 і більше раз перевищувати величину деформації в першій зоні. Чим інтенсивніше тертя по передній поверхні, тим більша ступінь деформації в зоні вторинних деформацій.

Наявність другої зони деформації приводить до нерівномірності кінцевої деформації стружки по її товщині. На



більшій частині товщини стружки ступінь деформації зерен однакова, а в шарі товщиною Δ спостерігається різке збільшення ступеня деформації.

Третя зона деформації (рисунок 4.1) виникає в зоні контакту задніх поверхонь інструменту з поверхнею різання. Товщина деформованого шару h на обробленій поверхні й ступінь його деформації визначаються оброблюваним матеріалом і умовами контакту різця із заготівкою. Чим більше радіус закруглення леза, менше величина задніх кутів інструменту, м'якше оброблюваний матеріал, більше товщина шару, що зрізується, тим більше товщина деформованого шару на обробленій поверхні. Зниження швидкості різання й зменшення переднього кута γ також збільшують глибину наклепанного шару.

Зміцнення обробленої поверхні за рахунок наклепу корисно при чистовій обробці, тому що при цьому підвищується втомна витривалість деталей. Підвищення твердості поверхні при чорновій обробці небажано.

4.2.2 Види стружок і їх характеристика

При різанні металів утворюються наступні стружки: зливна, сколювання й надламу.

Зливна стружка - це суцільна стрічка із гладкою блискучою зовнішньою (прирізцевою) поверхнею, внутрішня сторона стружки матова зі слабо вираженими пилкоподібними зазублинами. Вона утвориться при різанні пластичних матеріалів з більшими швидкостями різання, з малою товщиною шару, що зрізується, і більшим переднім кутом інструменту.

Стружка сколювання із зовнішньої сторони гладка, а на внутрішній стороні має яскраво виражені зазублини - окремі елементи, з'єднані між собою в стрічку. Така стружка характерна для обробки металів середньої твердості, при малих швидкостях різання, з великою товщиною шару, що зрізується, малими передніми кутами.

Стружка надламу утвориться при обробці крихких матеріалів. Під дією сил відбувається надлам і руйнування металу. Утворюються дрібні різноманітних форм і розмірів шматочки, не пов'язані або слабо пов'язані між собою. Оброблена поверхня при утворенні такої стружки виходить шорсткуватою, із зазублинами й виривами.

Змінюючи умови різання, можна одержати різні види стружок. При підвищенні швидкості різання, збільшенні переднього кута інструменту, зменшенні товщини шару, що зрізується, для більшості сталей стружка сколювання перетворюється в зливну.

Зливна стружка сходить у вигляді довгих смуг або спіралей. Вона намотується на механізми верстата, інструмент і оброблювану заготовку, утруднюючи роботу й ушкоджуючи оброблену поверхню деталі. Така стружка займає великий обсяг і захаращує цех. Вона особливо неприпустима для верстатів-автоматів. Тому застосовують різні способи дроблення стружки. Наприклад, на передній поверхні різців роблять спеціальні канавки, порожки, установлюють стружколоми, застосовують вібрацію подачі.

4.2.3 Усадка стружки

У результаті пластичної деформації розміри шару, що зрізується, змінюються. Довжина стружки стає коротше довжини шляху, пройденого різцем по обробленій поверхні, а товщина стружки - більше товщини шару, що зрізується. Тому що при утворенні зливної стружки в основному спостерігається плоский деформований стан, розширення стружки незначне.

Зміна розмірів стружки в порівнянні з розмірами шару, що зрізується, називається усадкою стружки, що характеризується трьома коефіцієнтами:

коефіцієнтом укорочення стружки $k_l = L/L_c$

коефіцієнтом стовщення стружки $k_a = a_c/a$

й коефіцієнтом збільшення ширини стружки $k_b = b_c/b$.

Звичайне збільшення ширини стружки невелике ($k_b = 1,05 \dots 1,15$). Так як об'єм пластично деформованого матеріалу не змінюється, то $abL = a_c b_c L_c$ і при $b = b_c$ отримаємо $k_l = k_a$. У тих випадках, коли довжину стружки виміряти важко, k_l визначають по співвідношенню площ перетинів стружки й шару, що зрізується.

Чим менше усадка стружки, тим менше пластична деформація металу, більше сприятливі умови стружкоутворення й менша витрата потужності на різання.

На усадку стружки впливають механічні властивості матеріалу заготовки, передній кут інструменту, товщина шару, що зрізується, і подача, швидкість різання й наявність СОЖ. При різанні пластичних матеріалів усадка більше, ніж при різанні крихких. Наприклад, при різанні чавуну $k_l = 1,5 \dots 2,5$, а при

різанні сталі $k_f=2...6$. З зменшенням кута γ усадка стружки збільшується, а з підвищенням швидкості різання - зменшується. Збільшення глибини різання й подачі знижує усадку.

4.2.4. Умови контакту на передній поверхні різця

Умови контакту стружки з різцем впливають на процес деформації металу в зоні зсуву, на характер і інтенсивність зношування інструменту, на якість обробленої поверхні.

Процес тертя на передній грані протікає при високих температурах (до 1000 і більше $^{\circ}\text{C}$) і високих питомих тисках (1000...4000 МПа). При ковзанні стружки по передній поверхні різця відбувається зовнішнє й внутрішнє тертя. Зовнішнє тертя при різанні зустрічається рідко, тільки в тих випадках, коли на передній поверхні є плівки хімічних сполук. При різанні без охолодження наявність оксидних плівок можливо при дуже низьких швидкостях різання.

При високих швидкостях різання оксидні плівки не встигають повністю відновлюватися, утворюються ділянки хімічно чистої поверхні, тертя супроводжується захопленням. Напруга зовнішнього тертя стає більше опору пластичному зсуву стружки, нижній шар стружки гальмується об передню поверхню, а вище лежачі шари будуть рухатися відносно один одного.

За певних умов різання на передній грані інструменту затримується частина оброблюваного матеріалу, що має форму клина й стає як би частиною інструменту. Вона одержала назву наросту.

Наріст утвориться в результаті застійних явищ, що відбуваються в контактному шарі стружки. Внаслідок захоплення й пластичної деформації в застійній зоні відбуваються відрив шарів металу стружки й накладання їхній один на одного. Наріст періодично зривається й знову відновлюється. При зриві він частково залишається на обробленій поверхні, частково несеться стружкою. Ознакою наявності наросту при різанні є лускатий характер контактної поверхні стружки й наявність налипів на обробленій поверхні.

Метал наросту деформований більше, ніж метал стружки. У результаті твердість наросту в 2-3 рази вище твердості стружки й оброблюваного матеріалу, тому наріст виконує функції різального інструменту.

Утворення наросту пов'язане з температурою різання. При різанні сталей найбільш інтенсивне утворення наросту спостерігається при 300°C. при різанні чавунів - при 250...300°C. Повне припинення наросту утворення збігається з температурою 550...600°C, коли внаслідок нагріву металу створюються умови, несприятливі для захоплення.

Частота зривів і відновлення наросту визначає стабільність процесу; вона залежить від швидкості й температури різання й обчислюється частками секунди. У зоні максимального наросту при 300°C частота зривів наросту найменша.

У зв'язку з тим, що наріст виконує функції різального інструменту, стружка сходиться по його передній грані, утвориться фактичний передній кут, відмінний від кута заточення інструменту. Величина переднього кута впливає на інтенсивність утворення наросту: чим менше кут γ , тим інтенсивніше утвориться наріст. При $\gamma = 45^\circ$ наріст не утвориться.

Найбільший вплив на наросту утворення робить швидкість різання. При найнижчих швидкостях різання, коли встигає утворитися оксидна плівка, наріст не утвориться. З підвищенням швидкості різання наросту утворення підсилюється, досягає максимуму при 300°C и далі знижується. Коли за рахунок підвищення швидкості різання температура досягає 600°C, утворення наросту припиняється.

При наявності наросту змінюється форма передньої поверхні різця. збільшується передній кут ν . Це полегшує стружкоутворення, зменшує нагрівання ріжучого леза. Наріст захищає ріжучу крайку від стирання стружкою, що сходиться.

Нестабільність наросту по висоті приводить до істотного збільшення шорсткості обробленої поверхні, може викликати вібрацію різця. Наріст позитивний при чорновій і негативний при чистовій обробці.

Способи боротьби з наросту утворенням - збільшення швидкості різання, збільшення переднього кута γ , застосування мастильно-охолодних засобів, ретельне доведення поверхонь леза для зниження коефіцієнта тертя.

4.2.5 Способи визначення усадки стружки

1. Вимір довжини шляхи різця l і довжини отриманої стружки l_c . Усадку вивчають при точінні спеціальної заготовки із двома поздовжніми пазами шириною c , у які запресовані бруски з того

ж матеріалу для поділу стружки. При цьому довжина шляху, пройденого різцем, становить $l = \frac{\pi}{2}D - c$.

На стружці за допомогою гнучкого елемента (дроту діаметром 0,25 мм) вимірюють довжину l'_c по гладкій поверхні й довжину l''_c - по вільній стороні. Середня довжина $l_c = (l'_c + l''_c)/2$.

Усадку стружки розраховують зі співвідношення l до l_c .

2. Вимірювання параметрів стружки. Для виміру товщини користуються мікрометром зі спеціальним наконечником, столиком і індикатором або інструментальним мікроскопом.

Знаючи величини подачі S і глибини різання t , можна розрахувати товщину й ширину перерізу зрізу по формулах:

$$a = S \sin\varphi; \quad b = t / \sin\varphi, \quad \text{де } \varphi - \text{головний кут у плані.}$$

При відсутності розширення усадка стружки по товщині визначається відношенням a_c до a .

3. Ваговий метод, у якому для визначення усадки стружки використовується співвідношення площ поперечного переріза стружки й шару, що зрізується:

$$\xi = \frac{a_c \cdot b_c}{ab}$$

Методика роботи полягає в наступному. Від досліджуваної стружки відламується шматочок довільної довжини l_c і зважується.

Тоді
$$a_c \cdot b_c = \frac{G}{\gamma \cdot l_c} \cdot 10^3,$$

де G - маса стружки, мг;

γ - питома вага оброблюваного матеріалу, г/см³;

l_c - довжина стружки, мм.

Тому що $ab = St$, формула для визначення усадки стружки приймає вид:

$$\xi = \frac{G}{\gamma \cdot l_c \cdot S \cdot t} \cdot 10^3$$

4.3 Питання для самоперевірки

1. Який механізм утворення стружки при різанні?
2. Що таке площина зсуву при різанні?
3. Що таке текстура стружки?
4. Указати три зони деформації металу при різанні.
5. Як впливає наявність другої зони деформації на розподіл деформації по перерізі стружки?
6. Як впливає третя зона деформації на стан обробленої поверхні?
7. Назвіть види стружок при різанні.
8. Що таке зливна стружка і які умови її утворення?
9. Охарактеризуйте стружку сколювання й умови її утворення.
10. При яких умовах утвориться стружка надламу?
11. У чому недоліки зливної стружки і які способи її дроблення?
12. Що таке усадка стружки?
13. Що являють собою коефіцієнти усадки стружки?
14. Як розрахувати коефіцієнт укорочення без довжини стружки?
15. Які фактори впливають на величину усадки стружки?
16. Які умови контакту стружки з різцем?
17. Що таке нарід при різанні?
18. Як впливає нарід на умови різання?
19. Яка динаміка утворення наросту?
20. Які умови сприяють утворенню наросту?
21. У чому складається користь і шкода наросту?
22. Які способи боротьби з наростоутворенням?
23. Указати способи визначення усадки стружки.
24. Як визначити коефіцієнт укорочення стружки?
25. У чому сутність вагового методу визначення усадки стружки?

4.4 Порядок виконання роботи

1. По наявним у лабораторії експонатам ознайомитися з основними типами стружок.

2. Провести експерименти по дослідженню впливу режимів різання й геометрії різця на ступінь деформації шару, що зрізується.

Досліди проводити на токарському верстаті при поздовжньому гострінні.

Стружка повинна бути зливна, а гостріння - без вібрацій.

Вивчити вплив на усадку стружки швидкості різання (від 3 до 150 об/хв), подачі (починаючи з 0,07 мм/об), глибини різання (до 3...4 мм) і переднього кута (5 різців з відмінністю переднього кута на 5...8°). Різання повинне бути без наросту, а різці точно встановлені на осі заготовки.

Усадку стружки визначати по двох відрізках стружки й при розбіжності результатів не більше ніж на 10% знаходити середнє арифметичне із двох значень. При більшій розбіжності число вимірів збільшують. Спосіб визначення усадки вказує викладач.

3. Зобразити графічно залежність усадки стружки від параметрів режиму різання й величини переднього кута різця.

4. Проаналізувати отримані результати, дати обґрунтоване тлумачення встановленого експериментом впливу досліджуваних факторів на ступінь деформації шару, що зрізується.

5. Замалювати окремі типи стружок із зазначенням умов їхнього утворення.

6. За результатами роботи оформити звіт і зробити висновки.

4.5 Література

[1],с.64...95: [2], С.120...122; [3], С.74...112.

Лабораторна робота 5

ЗНОШУВАННЯ Й СТІЙКІСТЬ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

Мета роботи - вивчити причини й характер зношування різальних інструментів, способи визначення зношування, вплив технологічних параметрів різання, особливо швидкості різання, на стійкість різального інструменту.

5.1 Обладнання, інструменти, матеріали

1. Токарний верстат типу 16К20.
2. Сталеві заготовки підвищеної твердості.
3. Набір однакових прохідних різців.
4. Мікроскоп для визначення величини зношування.
5. Секундомір і годинники.

5.2 Загальні положення

Однією з основних характеристик працездатності різального інструменту є його стійкість, тобто є здатність опору зношуванню. Зношування інструменту при різанні відбувається в результаті тертя стружки об передню поверхню й поверхні заготовки об задні поверхні інструменту. Тертя відбувається при високих температурах і великих контактних тисках.

Механізм зношування інструменту дуже складний. Тут має місце абразивний, адгезійний, дифузійний і окисний процеси. Всі ці види зношування тісно зв'язані між собою й впливають у цілому на зношування інструменту. Питома вага кожного із цих видів зношування залежить від властивостей контактуючих матеріалів і умов їхньої взаємодії (насамперед від швидкості різання).

Абразивне зношування відбувається в результаті дряпання й стирання окремих ділянок поверхонь інструменту твердими включеннями, що перебувають в оброблюваному матеріалі (наприклад, частки цементиту в сталі). Контактні поверхні інструменту можуть також дряпати частки наросту, що

періодично руйнується, твердість якого в кілька разів перевершує твердість оброблюваного матеріалу.

Адгезійне зношування відбувається в результаті дії сил молекулярного (атомного) зчеплення - адгезії, що виражається в схоплюванні поверхневих шарів різального інструменту з оброблюваним матеріалом під дією високого тиску, температури й рухомого контакту. Частки матеріалу вириваються з поверхні інструменту й несуться зі стружкою.

Дифузійне зношування відбувається в результаті розчинення інструментального матеріалу в оброблюваному. Взаємному дифузійному розчиненню сприяє висока температура, більші пластичні деформації й схоплювання в контакті. При цьому відбувається дифузія окремих елементів хімічної сполуки інструментального матеріалу, наприклад, вуглецю, кобальту, вольфраму, титана. Найбільше активно дифузійному зношуванню піддаються тверді сплави, що працюють при високих швидкостях різання, коли температура контактних шарів перевищує 900...950°C.

Окисне зношування пов'язане з корозією металів в умовах активного охолодження зони різання й газонасичення. Відбувається руйнування поверхневих шарів шляхом утворення оксидів і роз'ятрювання зерен у сполученні із дряпанням і стиранням.

У результаті зношування на поверхнях інструменту утворюються: площадка висотою h_3 на задній поверхні й лунка довжиною l , шириною b і глибиною δ на передній поверхні (рисунки 5.1,а). При зношуванні задньої поверхні можуть бути площадки: рівновеликої висоти (рисунки 5.1,б), змінної висоти (рисунки 5.1,в), місцевого зношування (рисунки 5.1,г), зношування вершини різця (рисунки 5.1,д), комбінованого зношування (рисунки 5.1,ж). Часто зустрічається одночасне зношування передньої й задньої поверхонь.

Початок зношування завжди супроводжується збільшенням радіуса заокруглення вершини й ріжучих кромek інструменту за рахунок мікрОВикрошування.

Зношування по задніх поверхнях переважає при обробці крихких матеріалів і при обробці пластичних матеріалів з малою товщиною шару, що зрізується (менше 0,1 мм) і з низькими швидкостями різання. Зношування інструменту по головній задній поверхні змінює його лінійні розміри в радіальному

напрямку, що приводить до зменшення глибини різання й зміні розмірів обробленої поверхні. Радіальне зношування $h_p = h_3 \operatorname{tg} \alpha$, де α - задній кут.

Зношування по передній поверхні переважає при обробці пластичних матеріалів з товщиною шару, що зрізується, більше 0,5 мм і високої швидкості різання без охолодження. У міру зношування різця довжина лунки l збільшується, ширина перемички між лункою й ріжучою кромкою зменшується, і ріжуча крайка руйнується. Для відновлення необхідної геометрії інструмент заточують заново.

Час різання новим або відновленим інструментом від початку різання до відмови називають періодом стійкості різального інструменту. Критерій відмови різального інструменту визначається залежно від вимог до обробки при виконанні конкретної технологічної операції. Наприклад, на операціях попередньої обробки з невисокими вимогами до шорсткості поверхні й точності розмірів за критерій відмови можуть бути прийняті гранично припустимі значення зношування інструменту по задній поверхні.

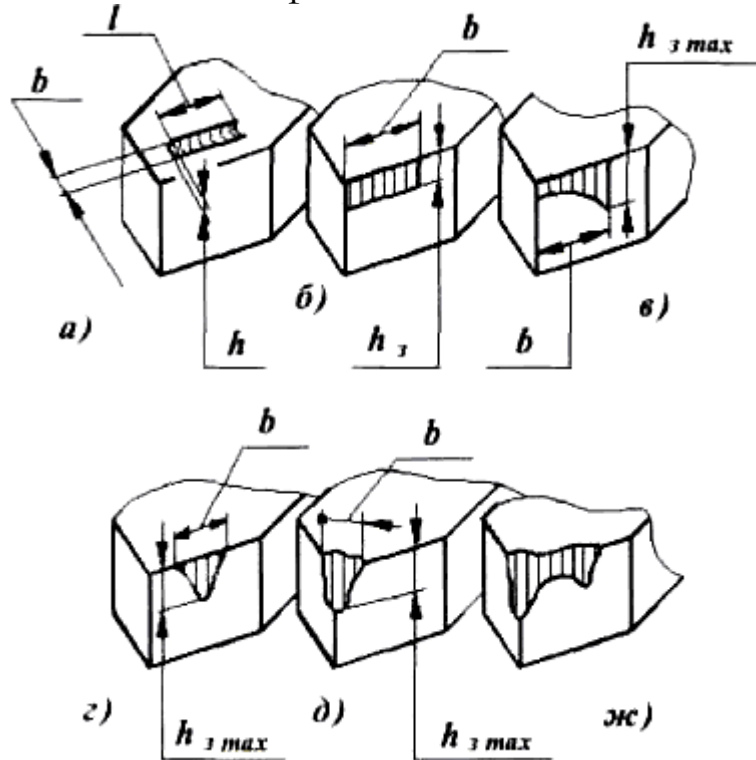


Рисунок 5.1– Ознаки зношування різців

За критерій затуплення інструменту (окремий випадок критерію відмови) приймають припустиму висоту площадки зношування по задній поверхні h_3 .

Зношування інструменту в часі відбувається нерівномірно. Криву залежності h_3 від часу роботи інструменту (рисунок 5.2) можна розділити на три періоди: 1 - період припрацювання, у якому відбувається стирання виступаючих часток поверхні інструменту; 2 - період нормального зношування (зношування пропорційне часу роботи); 3 - період катастрофічного зношування. Величину $h_{3,2}$ відповідній точці В перегині кривої зношування, називають оптимальним зношуванням. Наприклад, при обробці звичайних конструкційних сталей різцями із твердих сплавів це зношування становить $h_3=0,8...1,0$ мм, а при обробці жароміцних сплавів $h_3=0,5...0,6$ мм. При чистовій обробці встановлений технологічний критерій затуплення. Інструмент вважається зношеним, коли шорсткість поверхні й точність її розмірів перестають відповідати заданим технічним умовам.

Стійкість інструменту залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного й інструментального матеріалів, геометричних параметрів інструменту, режиму різання, умов обробки. Найбільший вплив робить швидкість різання. Чим вона вище, тим швидше починається катастрофічне зношування, що викликано зростанням температури в зоні різання.

Чим вище швидкість різання, тим менше стійкість різців з інструментальних сталей. Для твердосплавних інструментів ця залежність має більш складний характер (рис.5.3). Зоною раціонального використання твердого сплаву є ділянка, розташована вправо від максимальної стійкості.

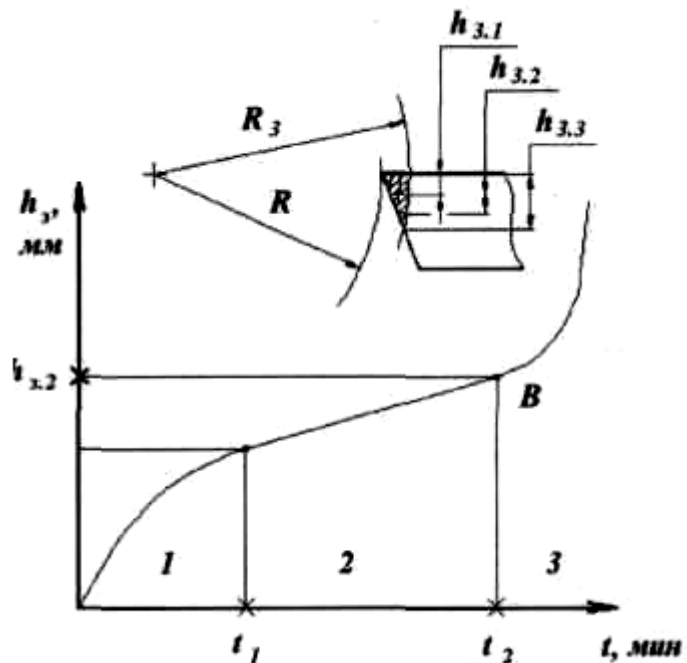


Рисунок 5.2 – Залежність величини зношування різця від часу роботи

Тому залежність між швидкістю різання й стійкістю можна також виразити спадаючою кривою. Установлено, що між швидкістю різання v і часом стійкості T при заданих критеріях затуплення інструменту, подачі й глибині різання існує така залежність.

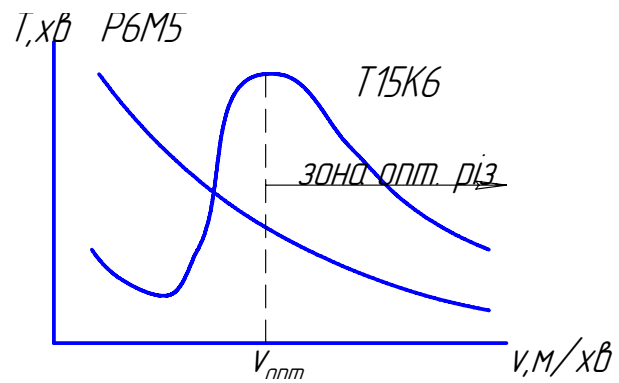


Рисунок 5.3 – Залежність стійкості інструменту від швидкості різання

$$v_1 \cdot T_1^m = v_2 \cdot T_2^m \dots = c_v$$

У загальному виді ця залежність виражається формулою

$$v = \frac{c_v}{T^m},$$

де T - стійкість у хвилинах при швидкості різання v м/хв. Коефіцієнт c_v і показник відносної швидкості m залежать від властивостей оброблюваного й інструментального матеріалів, площі шару, що зрізується, умов охолодження й ін. При точінні c_v становить від 40 до 250, а m - від 0,1 до 0,4 (визначають по довідниках). Дане рівняння є частковим випадком загальної залежності

$$v = \frac{c_v}{T^m \cdot S^{y_v} \cdot t^{x_v}}$$

де S й t - подача й глибина різання, а y_v й x_v -- показники ступеня при цих величинах.

5.3 Питання для самоперевірки

1. Які умови роботи різального інструменту?
2. У чому сутність абразивного зношування?
3. Яка сутність адгезійного зношування?
4. Що таке дифузійне зношування інструмента?
5. Яка сутність окисного зношування?
6. Із чого починається зношування інструмента?

7. Які види зношування різального інструменту?
8. Які зовнішні прояви зношування інструмента?
9. Як проявляється зношування по передній і задній поверхнях?
10. При яких умовах переважає зношування по передній і задній поверхнях?
11. Що таке період стійкості різального інструменту?
12. Що таке критерій відмови інструмента?
13. Що таке технологічний критерій затуплення?
14. Як кількісно оцінюють величину зношування?
15. Як виглядає залежність величини зношування від часу роботи різального інструменту?
16. Від чого залежить стійкість інструмента?
17. Як залежить стійкість інструмента від швидкості різання?
18. Приведіть формулу залежності швидкості різання від періоду стійкості інструмента.
19. Від чого залежать й як визначаються коефіцієнт c_v й показник m у формулі $v = \frac{c_v}{T^m}$?
20. Які наслідки зношування інструмента по задній головній поверхні?

5.4 Порядок виконання роботи

1. По наявним у лабораторії експонатам і плакатам вивчити види зношування різців по передній і задній поверхнях.
2. Заескізувати у зошиті основні види зношування різців.
3. За допомогою мікроскопа зробити вимір кількісних показників зношування різців і занести дані виміру в таблицю.
4. За експериментальним даними залежності періоду стійкості різців при рівновеликому зношуванні визначити коефіцієнт c_v і показник m по формулі $v = \frac{c_v}{T^m}$. У табл. 5.1 наведені приклади результатів експериментів для двох різців при зношуванні $b_3 = 0,3$ мм.

Таблиця 5.1 – Періоди стійкості T_1 і T_2 двох різних різців (із твердого сплаву й швидкорізальної сталі) при обробці сталевих заготовок із різними швидкостями різання

Швидкість різання v , м/хв	100	80	70	60	40	20	10
T_1	5.88	15.5	25.1	93.5	224	-	-
T_2	-	-	1.38	3.16	5.62	30.2	178

Для знаходження величини c_v й m прологарифмуємо рівняння $v = \frac{c_v}{T^m}$. Одержимо $lgv = lgc_v - mlgT$. Останній вираз є рівняння прямої лінії в логарифмічних координатах, де показник ступеня m - тангенс кута нахилу прямої до осі абсцис. Визначивши величину m , по рівнянню $v = \frac{c_v}{T^m}$, можна розрахувати коефіцієнт c_v : $c_v = v \cdot T^m$, або після логарифмування $lgc_v = lgv + mlgT$.

Розв'язання по знаходженню величини c_v і m можна виконати аналітично. Однак для наочності рекомендується побудувати графіки $v=f(T)$ у звичайних і логарифмічних координатах. Для кожної підгрупи студентів за вказівкою викладача розраховуються показники c_v і T для одного досвіду.

5. Визначити період стійкості інструмента для заданої викладачем швидкості різання, що відрізняється від тих, які були досліджені в експерименті, наприклад $v=50$ м/с. Розрахунок рекомендується робити по формулі $lgv_x = lgc_v - mlgT_x$ з якої:

$$lgT_x = \frac{lgc_v - lgv_x}{m}$$

6. За результатами роботи оформити звіт.

5.5. Література

[1], С. 120...152;

[2], С. 134...137;

[3], с. 174...225.

ВПЛИВ УМОВ РІЗАННЯ НА ЯКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ

Мета роботи - вивчити показники якості обробленої поверхні, а також вплив на нього режимів різання, геометрії різального інструменту, матеріалів заготовки й інструмента й т.п., набути навички практичного визначення шорсткості обробленої поверхні залежно від умов різання.

6.1 Обладнання, прилади, матеріали

1. Токарний верстат типу 16К20.
2. Профілометр.
3. Еталони шорсткості поверхні при точінні.
4. Сталеві заготовки.
5. Набір різців з різними кутами φ і φ_1 і радіусом округлення вершини різця.

6.2 Загальні положення

Надійність роботи деталей і вузлів машини в значній мірі залежить від якості оброблених поверхонь. Якість поверхні визначає її корозійну стійкість, зносостійкість, втомну витривалість, міцність зчеплення покриттів, точність посадок деталей, що сполучають, і т.п.

У поняття якості поверхні входить цілий ряд характеристик, що визначають як геометричні параметри поверхні, так й її фізико-механічні властивості.

Фізико-механічні властивості поверхневого шару характеризуються глибиною й ступенем зміцнення (наклепу), а також величиною й знаком залишкових напружень.

Глибина зміцненого шару може досягати 0,4 мм і більше. З ростом подачі вона збільшується, а з ростом швидкості різання - зменшується. Твердість зміцненого шару може бути у два рази вище твердості основного металу заготовки.

Залишкові напруження в поверхневому шарі обробленої деталі можуть бути як розтягуючими, так і стискаючими. В останньому

випадку вони підвищують зносостійкість й втомну витривалість деталей.

Геометричні параметри обробленої поверхні характеризуються наступними відхиленнями від геометричної форми: мікрогеометрією (бочкоподібність, конусність, овальність, неплоскощинність і т.д.) і мікрогеометрією (шорсткість і хвилястість).

Критерієм для умовного розмежування шорсткості й інших відхилень форми поверхні слугує відношення кроку S і висоти нерівностей R_z ; при $S/R_z < 50$ - шорсткість поверхні; при $S/R_z = 50 \dots 1000$ - хвилястість; при $S/R_z > 1000$ - макрогеометричні відхилення.

Погрішності геометричної форми повинні укладатися в допуск на розмір відповідно до заданої точності деталей. Для всіх діапазонів розмірів встановлено 19 квалітетів, що мають номери 01, 1, 2...16, 17. Орієнтовна застосовність квалітетів така: квалітети 01...7 - допуски засобів виміру; 4...12 - допуски розмірів у посадках; 12...17 - допуски невідповідальних розмірів (у не сполучних або в грубих з'єднаннях).

Однієї з основних геометричних характеристик якості поверхні деталей є її шорсткість, обумовлена сукупністю нерівностей поверхні з відносно малими кроками на базовій довжині l .

Шорсткість поверхні, спрямовану перпендикулярно до руху різання, називають поперечною, а в напрямку різання поздовжньою.

Причинами утворення шорсткостей на обробленій поверхні є складний відносний рух інструмента й заготовки, а також наявність кутів у плані в різального інструменту. Тому при різанні на обробленій поверхні завжди залишаються гребінці, висота H яких визначає шорсткість поверхні (рисунок 6.1).

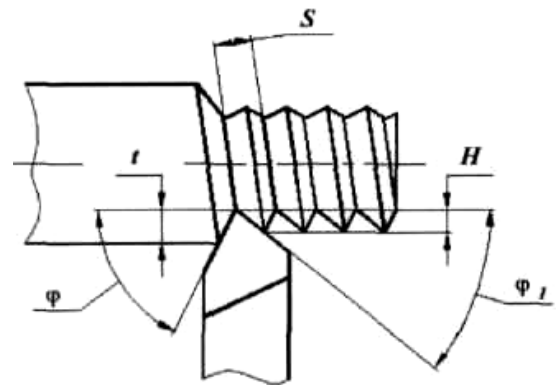


Рисунок 6.1– Залишковий переріз шару, що зрізується, на оброблюваній поверхні

Чим більше величина H , тим більше шорсткувата оброблена поверхня. У свою чергу, висота H залежить від величини головного кута в плані φ (рисунок 6.2,а), від допоміжного кута в плані φ_1 (рисунок 6.2,б), від величини подачі S (рисунок 6.2,в) і радіуса заокруглення вершини різця r_0 (рисунок 6.2,г). Як видно з рисунок 6.2, висота H залишкового перерізу збільшується від H^1 до H^3 з ростом головного кута в плані від φ^1 до φ^3 , допоміжного кута в плані від φ_1^1 до φ_1^3 і подачі від S^1 до S^3 .

Навпаки, збільшення радіуса заокруглення вершини різця від $r_0^1=0$ до r_0^3 викликає зменшення висоти залишкового перетину.

Розгляд впливу зазначених параметрів на висоту H дозволяє зробити висновок, що для одержання менш шорсткуватих поверхонь необхідно обробляти заготовку з меншими кутами φ і φ_1 і можливо більшим радіусом скруглення вершини різця r_0 .

На шорсткість обробленої поверхні впливає цілий ряд інших факторів.

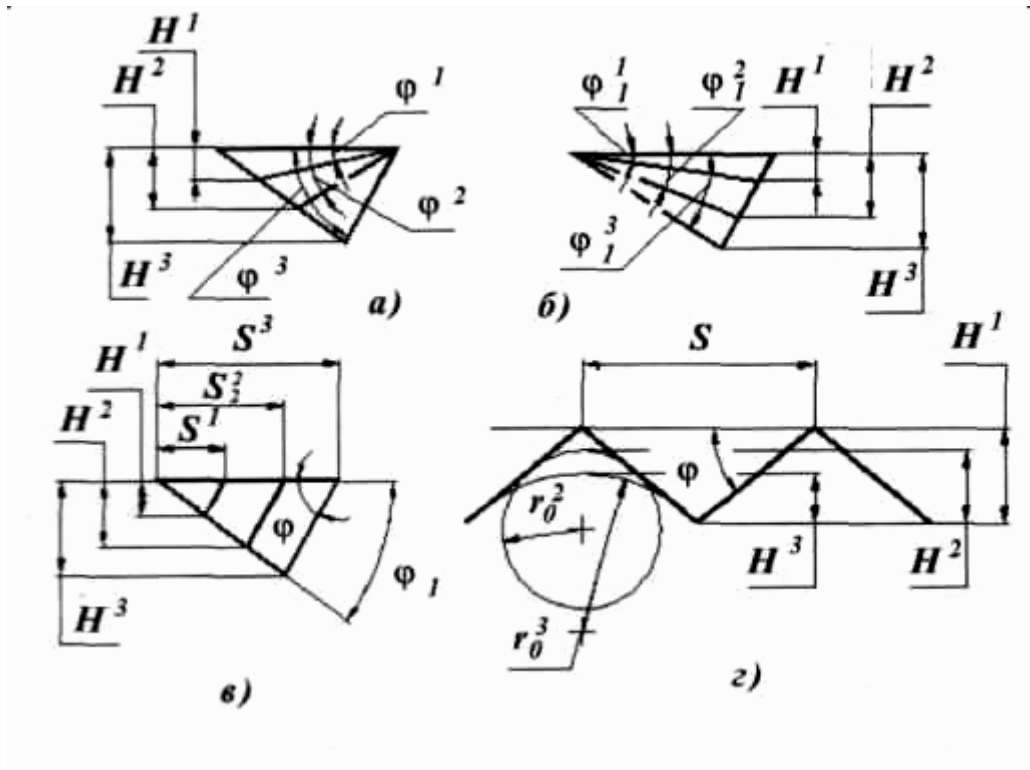


Рисунок 6.2 – Вплив параметрів φ , φ_1 , S , r_0 на розмір висоти H гребінців залишкового перетину

Вплив швидкості різання обумовлене головним чином процесами стружко- і наростоутворення. У зоні високіх швидкостей різання, коли наріст не утвориться, розміри нерівностей обробленої поверхні незначні. Зі збільшенням

швидкості різання інструментом із твердих сплавів (ТС) розміри нерівностей зростають і досягають максимального значення (рисунок 6.3, а); подальше підвищення швидкості різання зменшує наріст і знижує висоту шорсткості обробленої поверхні. У зоні високих швидкостей, коли наріст не утвориться, а глибина пластичного деформування металу незначна, шорсткість поверхні мінімальна.

Застосування мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) сприяє зниженню висоти нерівностей головним чином завдяки зменшенню тертя, полегшенню процесу стружкоутворення й зниженню наростоутворення.

Застосування надтвердого інструментального матеріалу (НІМ) з високою зносостійкістю й стабільністю процесу стружкоутворення визначає стабільно меншу висоту нерівностей поверхні в порівнянні з інструментом із твердого сплаву.

На рисунок 6.3 показано також вплив подачі S , кутів у плані φ (переднього φ і заднього φ_1) і радіуса заокруглення вершини різця r_0 на величину шорсткості обробленої поверхні. Видно, що збільшення подачі, переднього й заднього кутів у плані підвищує шорсткість, а збільшення радіуса заокруглення r_0 , навпаки, знижує її.

Глибина різання на шорсткість поверхні майже не впливає.

Матеріал заготовки робить на шорсткість обробленої поверхні істотний вплив. При обробці дуже грузлого й міцного металу виходить сильно деформована стружка, метал тягнеться за різцем і дає рвану поверхню, шорсткість поверхні підсилюється. Нерівна поверхня утворюється і при обробці низьковуглецевих сталей з феритною структурою. Найбільш чиста поверхня утвориться при обробці м'яких матеріалів із

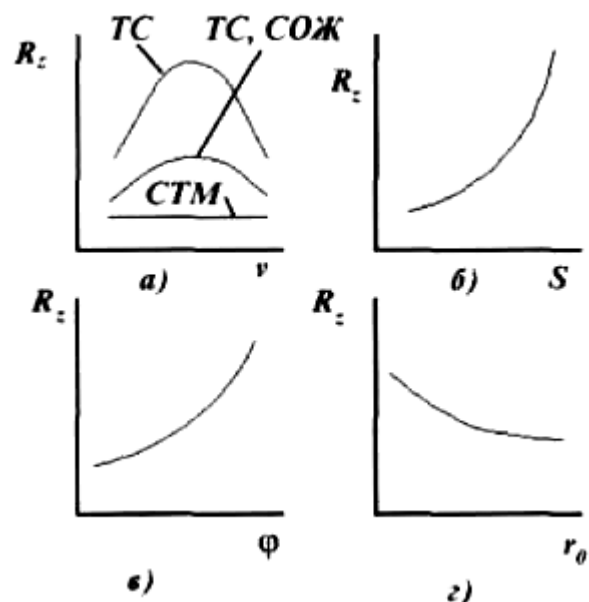


Рисунок 6.3 – Вплив параметрів v , S , φ , r_0 на шорсткість обробленої поверхні

дрібнозернистою структурою й неметалічними включеннями, коли зливна стружка переходить у стружку сколювання. Така стружка виходить при обробці сталей із присадками сірки й фосфору (автоматні сталі). Зі збільшенням твердості, як правило, підвищується чистота обробленої поверхні за рахунок зниження коефіцієнта тертя. У цьому ж напрямку діють мастильно-охолоджуючі рідини.

Матеріал різця також впливає на шорсткість обробленої поверхні. Цей вплив позначається насамперед через стан ріжучої кромки інструмента. Гладка гостра ріжуча кромка, що виходить при ретельному доведенні інструмента, дасть при різанні більш чисту поверхню. Чим вище однорідність структури й твердість матеріалу інструмента, менше його хімічна спорідненість із оброблюваним матеріалом, тим вище чистота обробленої поверхні.

При масовому виробництві для підвищення чистоти обробленої поверхні деталей з фібри, гуми, ізоляційних матеріалів, бронзи, латуні, легких сплавів доцільно застосовувати алмазні й ельборові різці.

Вплив вібрацій на якість обробки. При обробці заготовок на верстатах іноді виникають періодичні коливальні рухи (вібрації) елементів системи верстат-притосування-інструмент-заготівка. У цих умовах різання втрачає стійкість.

Колівання інструмента щодо заготівки різко знижують якість обробленої поверхні: шорсткість зростає; з'являється хвилястість; стійкість інструмента, особливо із твердих сплавів, різко знижується.

Причинами автоколивань системи верстат-притосування-інструмент-заготівка є: зміни сил різання й тертя на робочих поверхнях інструмента, нерівномірність перерізу металу, що зрізується, утворення й зриви наростів, пружні деформації заготівки й інструмента. Автоколивання можуть бути низькочастотними (50...500 Гц) і високочастотними (800...6000 Гц). Перші на обробленій поверхні заготовок викликають хвилястість, другі - дрібні брижі.

Виникнення автоколивання можна усунути, змінюючи режими різання й геометричні параметри інструмента, правильно встановлюючи заготівку й інструмент на верстаті, а також обробляючи заготівки на більших швидкостях різання.

Для зменшення автоколивань підвищують твердість системи верстат-пристосування-інструмент-заготівка, головним чином верстата й різального інструменту; зменшують масу коливальної системи (заготівки); застосовують віброгасителі.

Технологічна спадковість й якість обробленої поверхні. Під технологічною спадковістю розуміють перенос на готовий виріб у процесі його обробки погрішностей, механічних і фізико-хімічних властивостей вихідної заготівлі або властивостей і погрішностей, що сформувалися в заготівок на окремих операціях виготовлення виробу.

Прояв технологічної спадковості може привести як до поліпшення, так і до погіршення експлуатаційних властивостей деталей машин, тому важливо встановлювати зв'язки між методами обробки заготівок й їхнім впливом на якість обробленої поверхні готових деталей.

6.3. Питання для самоперевірки

1. Що входить у поняття якості обробленої поверхні?
2. Як впливає якість поверхні на надійність деталей?
3. Які причини появи на обробленій поверхні зміцненого шару?
4. Назвіть характер залишкових напруг на обробленій поверхні.
5. Що таке шорсткість поверхні?
6. Яка взаємозв'язок між точністю й шорсткістю поверхні?
7. Які причини появи шорсткості на обробленій поверхні?
8. Як впливають на шорсткість геометричні параметри різця?
9. Як впливають на величину нерівностей подача й глибина різання?
10. Яке вплив на чистоту поверхні швидкості різання?
11. Як впливає на чистоту й точність поверхні процес наростоутворення?
12. Який вплив мастильно-охолоджуючих рідин?
13. Як впливає матеріал заготівки на чистоту поверхні?
14. Який вплив матеріалу різального інструменту?
15. Укажіть причини появи вібрацій при різанні.
16. Як вібрації впливають на чистоту й точність поверхні?
17. Які способи усунення вібрацій?
18. Що таке технологічна спадковість при різанні?

19. Який вплив технологічної спадковості на якість поверхні готових деталей?

6.4. Порядок виконання роботи

1. Заготівку з вуглецевої сталі обробити гостро заточеним різцем (без заокруглення вершини різця) з різними швидкостями різання при постійній глибині різання й подачі. Оброблені ділянки закернити, записавши до протоколу № ділянки й швидкість різання.

2. Обробити ділянку заготівки при постійній швидкості й глибині різання, але з різною подачею.

3. Обробити ділянку заготівки іншим гостро заточеним різцем ($r_0=0$) з переднім кутом, що відрізняється, у плані φ .

4. Обробити заготівку різцем, у якого в порівнянні з різцем, застосованим у пунктах 1 й 2, збігаються всі геометричні параметри, крім радіуса заокруглення вершини різця. Цей різець має заокруглення вершини з радіусом $r_0 = 0,5$ мм.

5. По розсуду викладача допускається досліджувати вплив інших параметрів різання, не зазначених у пунктах 1...4.

6. Щоб уникнути переплутування ділянок по-різному обробленої поверхні рекомендується в ході експериментів заескізувати досліджувані заготівки із вказівкою умовних позначок місць розташування ділянок і способів їхньої обробки.

7. Визначити шорсткість поверхні на всіх оброблених ділянках за допомогою еталонів шорсткості й профілометра. Записати отримані результати в таблицю.

8. Побудувати графіки залежності шорсткості поверхні від досліджуваних параметрів різання.

9. Аргументовано обговорити отримані результати й зробити висновки по них.

10. Скласти звіт про пророблену роботу

6.5. Література

[1], с. 34,35,89...93;
с.465...485.

[2], с. 137...142;

[3],

7. Список літератури

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. - М.:Высшая школа.- 1985.
2. Дальский А.М., Гаврилюк В.С. и др. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение.- 1990.
3. Вульф А.М. Резание металлов. - Л.: Машиностроение, 1973.
4. Абрамов Ф.Н., Коваленко В.В. и др. Справочник по обработке металлов резанием. - К.: Техніка, 1983.
5. Ясько С.Г. Конспект лекцій з курсу «Теорія різання».-ПНТУ ім. Ю. Кондратюка.- 2006.