

враховуючи швидкі темпи розвитку новітніх технологій у сфері електроніки та композитних матеріалів.

### Література:

1. Електронний ресурс: <http://surl.li/nrqht>.
2. Електронний ресурс: <http://surl.li/ntszn>.
3. Електронний ресурс: <http://surl.li/ntttt>.
4. Електронний ресурс: <http://surl.li/ntuld>.
5. Електронний ресурс: <http://surl.li/ntwvl>.
6. Електронний ресурс: <http://surl.li/ntwwx>.
7. Електронний ресурс: <http://surl.li/ntwyc>.

*Науковий консультант: доцент кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула, к.т.н. Ярита О.О.*

Литвинов Ілля Олексійович, студент групи АПМ-51-23  
Рябисько Владислав Олексійович, студент групи АПМ-51-23  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## ПІДВИЩЕННЯ РОЗМІРНОЇ СТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ АБО РЕМОНТІ ДЕТАЛЕЙ

**Анотація:** Особливо актуальне підвищення розмірної стійкості інструмента для обробки заготовок із нержавіючих, жароміцних сталей і сплавів, швидкості різання яких у кілька разів менше, а відлучаєма шорсткість поверхні гірше, ніж у заготовок зі середньовуглецевих сталей. У цьому випадку важливою умовою підвищення точності й продуктивності є використання високостійких різальних інструмент: широких і чашкових різців, чистових спеціальних різців й ін. [1].

Серед факторів, що визначають точність обробки деталей, варто вважати розмірне зношування, що обумовлює вихід розмірів деталей за межі припустимих відхилень, і розмірну стійкість інструменту. Розмірна стійкість є не тільки критерієм працездатності інструмента, (але й комплексною характеристикою технологічного процесу, тому що вона залежить від ріжучих властивостей інструмента і умов виконання операції [1, 2].

**Мета і завдання:** визначити фактори технологічного процесу обробки поверхні деталі які підвищують розмірну стійкість як комплексну характеристику технологічного процесу.

### Результати теоретичних і експериментальних досліджень

Розмірну стійкість інструмента можна визначити через шлях, пройдений їм у металі заготовки  $L$ , і швидкість різання  $v$  [1, 3]:

$$T_p = \frac{L}{v}$$

При початковому зношуванні  $h_H = 0$ , що може бути отримане при якісному заточенні й доведенні інструменту,

$$L = \frac{10^3 h_0}{h_0} \quad (1)$$

Тоді розмірна стійкість

$$T_p = \frac{10^3 h_0}{h_0 v} \quad (2)$$

Використовуючи формулу (1), можна встановити загальну залежність  $v = f(T, t, s)$  приватні залежності виду  $v = f(T)$ ,  $v = f(t)$  і  $v = f(s)$ , оцінити ріжучі властивості інструмента й умови виконання операції.

При обробці заготовок зі середньовуглецевої сталі найбільшу розмірну стійкість мають різці зі сплавів Т15К6 і Т30К4; [3, 4]при цьому різці зі сплаву Т15К6 менше піддані викрашуванню, а різці зі сплавів Т30К4 і Т60К6 мають невелику міцність і тому їх можна використати при спокійній роботі й малих перетинах стружки; при обробці заготовок із сірого чавуну різцями зі сплавів ВК3, ВК4, ВК8 найбільшою зносостійкістю володіє різець зі сплаву ВК4.

Результати зіставлення сплавів по відносному зношуванню наведені нижче:

Сплави.....	ВК6	ВК6М	Т5К10	Т15К6	Т30К4
Відносне зношування $h_0$ в мкм/км.	21,3	17,4	20	20,3	15,7

Залежність розмірного зношування від шляху різання різцями з різних твердих сплавів наведено на рис. 1.

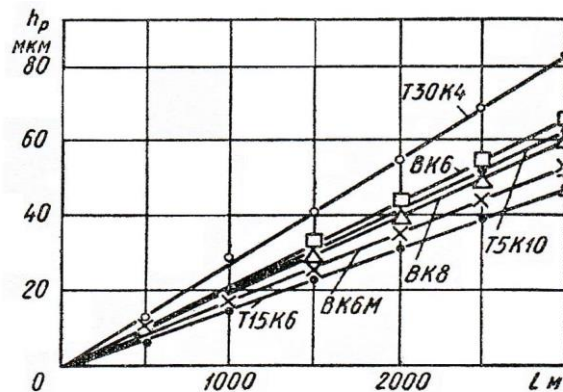


Рисунок 1 - Залежність розмірного зношування  $h_p$  від шляху різання  $L$  різцями з різних твердих сплавів

У тих випадках, коли розмірне зношування обумовлює величину погрішності форми деталі, довгі вали, і глибокі отвори при обточуванні і розточуванні виходять конусними, а площини після стругання і фрезування розташовуються до базових поверхонь під деякими невеликими кутами.

Для зменшення зношування подібні заготовки обробляють широкими різцями, які забезпечують одержання заданої точності форми й шорсткості,

тому що, працюючи з більшими подачами, вони на тих же поверхнях проходять менші шляхи різання й тому мають менші розмірні зноси. Наприклад, відношення конусності для випадку, якщо подача  $s_1$  була при роботі гострим різцем, а подача  $s_2$  - при використанні широкого різця, буде

$$\frac{\Delta R_1}{\Delta R_2} = \frac{s_2}{s_1}.$$

Отже, похибка форми зменшується в стільки разів, у скільки подач при роботі широким різцем більше подачі при гострінні гострим різцем.

Стійкість чашкових різців вище, ніж звичайних стрижневих, внаслідок більшої довжини ріжучої кромки й збільшення кута нахилу  $\lambda$  в чашкового різця. Зменшення кута в плані  $\varphi$  у вершини чашкового різця сприяє зменшенню шорсткості, а кругла форма ріжучої кромки забезпечує однакову шорсткість всієї поверхні у випадку обробки фасонної деталі. Чашкові швидкорізальні різці з діаметром чашки 10 - 100 мм, укріплені на пружних державках, можна використати для гостріння точних жолобників; такі різці усувають дроблення, зменшують шорсткість і не фарбують при наявності місць підвищеної жорсткості.

Різець для чистової обробки заготовок із нержавіючих сталей [2, 3] показаний на (рис. 2). На державці 1 різця встановлена не переточуємо пластина 2, що закріплена клином 3. Ріжуча кромка пластини розташована в площині перпендикулярної до підстави державки різця й дотичної до обробленої поверхні. У цій площині кромка розташована щодо горизонталі під кутом  $60^\circ$ . Таким чином, шар металу знімається ріжучою кромкою без участі вершини різця; це створює можливість відновлення затупленої ділянки ріжучої кромки, що дозволяє підвищити розмірну стійкість інструмента, не збільшивши шорсткість обробленої, поверхні.

Режим різання, що рекомендує, при гострінні даним різцем  $t=0.1$  мм  $s=0.1 \div 0.15$  мм на оберт;  $v=100$ , м/хв; при цьому стійкість інструмента становить не менш 60 хв, а шорсткість поверхні перебуває в межах 7 - 8-го класів чистоти.

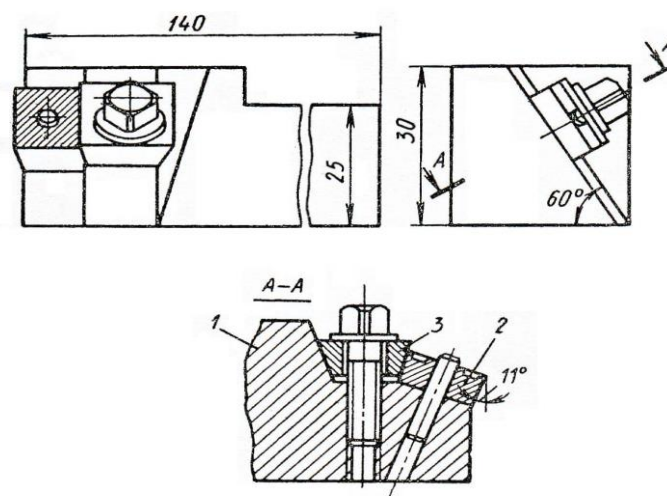


Рисунок 2 - Чистовий різець для гостріння заготовок із нержавіючих сталей

Підвищення розмірної стійкості пов'язано і із установленням оптимальних параметрів ріжучої частини інструмента. Оптимальні геометричні параметри залежать від властивостей оброблюваного й інструментального матеріалів, вимог до точності обробки й шорсткості поверхні. Тому для забезпечення високої розмірної стійкості і продуктивності обробки в кожному окремому випадку необхідно визначати оптимальні геометричні параметри ріжучої частини інструмента. Наприклад, при чистовому гострінні заготовки зі сталі Х18Н9Т твердосплавними різцями величина оптимального переднього кута  $\gamma$ , що визначається міцністю й жорсткістю оброблюваного матеріалу й міцністю інструментального матеріалу, дорівнює  $10^\circ$ .

Залежно від якості заточення й доведення стійкість різального інструменту може змінюватися в 2 - 3 рази. На стійкість твердосплавних інструментів значно впливають шорсткість і форма ріжучої кромки [1, 4].

Шорсткість ріжучої кромки визначається шорсткістю робочих поверхонь інструмента. Оптимальна шорсткість (8 - 9-й класи чистоти) характерна тим, що період приробляння інструмента в цьому випадку скорочується до мінімуму. Тому інструменти, що працюють із товщиною зрізу більше 0,1 мм, недоцільно заточувати дрібнозернистими алмазними колами; спочатку застосовують кола ЧКК25 - 40 М1-СМ2К на режимі  $v_k = 18 \div 20$  м/сек;  $s_{np} = 1 \div 6$  м у хвилину;  $s_{non} = 0.02 \div 0.05$  мм на хід, а потім кола АЧКАС 63/50-АС 80/63 на органічному зв'язуванні з концентрацією алмазів 50 - 100% і режимі  $v_k = 25 \div 35$  м/сек;  $s_{np} = 1 \div 3$  м у хвилину;  $s_{non} = 0.01 \div 0.03$  мм на хід.

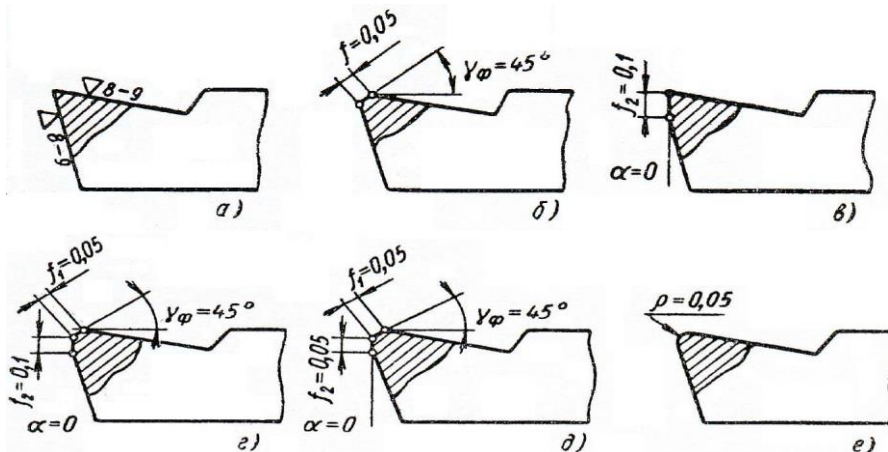
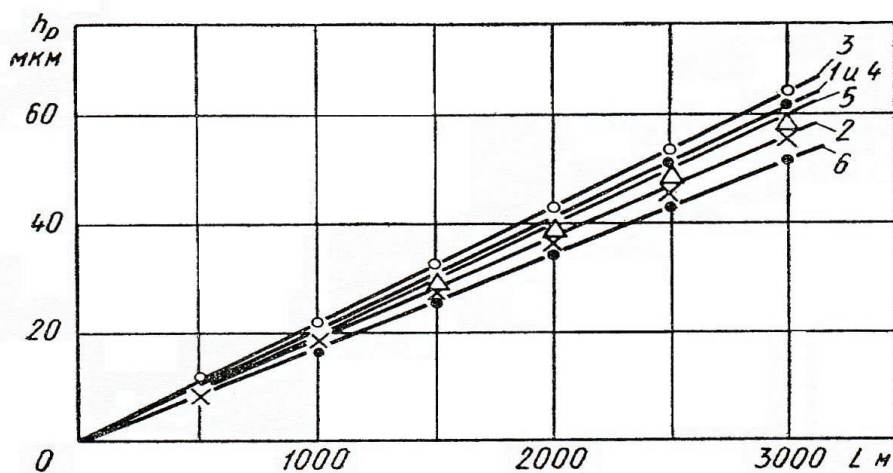


Рисунок 3 - Форми і розміри фасок головної ріжучої кромки інструмента

Вплив форми і розміру фасок  $f_1$  і  $f_2$  на розмірне зношування різця було вивчено при поздовжнім гострінні заготовки зі сталі Х18Н9Т різцем зі сплаву ВК8, що мали наступні форми і розміри ріжучої кромки: гострозаточену (рисунок 4.8):  $f_1 = 0,05$  мм й  $\gamma_\phi = 45^\circ$  (рисунок 4.8 б);  $f_2 = 0,1$  мм й  $\alpha = 0$  (рисунок 4.8 в);  $f_1 = 0,05$  мм;  $\gamma_\phi = 45^\circ$   $f_2 = 0,1$  мм й  $\alpha = 0$ ;  $f_1 = 0,05$  мм;  $\gamma_\phi = 45^\circ$   $f_2 = 0,05$  мм й  $\alpha = 0$  і округлену з  $\rho = 0,05$  мм. Режим різання при цьому був наступний:  $t = 0,5$  мм;  $s = 0,11$  мм на оберт;  $v = 50$  м/хв на довжині шляху 3000

м. Результати експериментів наведені на (рисунку 3). На всіх різцях при алмазному заточенні і виконань фасок алмазним бруском відсутнє початкове зношування, але інтенсивність розмірного зношування різна. Найменше розмірне зношування має різець із округленою ріжучою кромкою. Інтенсивність зношування такого різця залежить від відношення товщини зрізу і до радіуса округлення  $\rho$ . Оптимальні значення радіусів зкруглення визначаються з умов:  $\frac{a}{\rho} = 2 \div 3$  при  $a \leq 0,1$  мм і  $\frac{a}{\rho} = 5 \div 6$  при  $a > 0,1$  мм. Трохи більше розмірне зношування мають різці з фаскою  $f_1 = 0,05$  мм й  $\gamma_\delta = 45^\circ$  (рисунок 4) однак така фаска зміцнює ріжучу кромку й сповільнює утворення зазубрин; цю фаску просто наносити на інструмент і контролюють її розмір і форму.

При чистовій обробці заготовок із вуглецевих, легованих і загартованих сталей, жароміцних сталей і сплавів твердосплавними різцями для забезпечення максимальної розмірної стійкості інструмента і продуктивності обробки необхідно встановити оптимальне сполучення подач і швидкостей різання. Використовувані для цього відомі стійкосні випробування відрізняються великою трудомісткістю і металоємністю.



1 - гострозаточений різець; 2 -  $f_1 = 0,05$  мм,  $\gamma_\delta = 45^\circ$ ; 3 -  $f_2 = 0,1$  мм і  $\alpha = 0$ ;  
 4 -  $f_1 = 0,05$  мм,  $\gamma_\delta = 45^\circ$ ;  $f_2 = 0,1$  мм і  $\alpha = 0$ ; 5 -  $f_1 = 0,05$  мм,  $\gamma_\delta = 45^\circ$ ;  
 $f_2 = 0,05$  мм і  $\alpha = 0$ ; 6 - округлена ріжуча кромка з  $Q = 0,05$  мм

Рисунок 4 - Залежність розмірного зношування від форми й розміру фасок

Розглянутий вище новий метод прискореного визначення розмірного зношування інструмента при одночасній зміні параметрів режиму різання дозволяє встановити оптимальне сполучення подачі й швидкостей різання, що забезпечує одержання заданої точності й скорочення основного часу Щоб

погодити вибір режимів різання з одержуваною шорсткістю поверхні, варто виміряти висоту нерівностей при подачах і швидкостях різання.

При обробці поверхонь більших розмірів доводиться знаходити інші способи чистової обробки, що дозволяють підвищити розмірну стійкість інструмента. До числа таких способів варто віднести обробку «по гребінцях». При використанні цього способу заготовлюють за два переходи: попередньо звичайним прохідним різцем з  $t = 4 \sim 5$  мм й  $s = 1 \div 1,5$  мм на оберт й остаточно широким різцем із забірною частиною, що має кут у плані  $\varphi = 10-4-15^\circ$  з  $s = 14 \div 16$  мм на оберт і глибиною різання, меншої висоти гребінців, що залишилися після першого переходу на 0,1 - 0,15 мм або більше цієї висоти на 0,04 - 0,05 мм. У першому випадку після попередньої обробки залишаються канавки глибиною 0,1 - 0,15 -мм, які можна використати як масляні «кишені» або як фактор, що сприяє кращому ущільненню прокладок між дотичними деталями; при використанні цього способу основний час скорочується в 20 разів. У другому випадку забезпечується висока точність форми (втулка, що має  $d = 740^{+0,09}$  мм й  $l = 2000$  мм, була оброблена з овальністю 0,02 і конусністю 0,02), шорсткість 6 - 7-го класів чистоти неможливість виключення з технологічного процесу дорогої операції - хонінгування; економія при обробці однієї втулки склала 32 г [4].

Мастильно-охолодні рідини (МОР) застосовують для підвищення стійкості інструмента, поліпшення якості обробленої поверхні й зменшення сил різання. Вибір МОР і способу їх підведення в зону різання визначається методом і конкретними умовами обробки та переважним видом зношування інструмента. Наприклад, найбільш ефективними охолоджувальними середовищами, що дозволяють підвищити швидкості різання на 20 - 25% при обробці заготовки зі сталі Х18Н9Т [4], необхідно вважати: 10%-ву масляну емульсію, що подається в зону різання під тиском 10 - 15 кгс/см<sup>2</sup>, з витратою 0,8 л/хв й 5%-ву масляну емульсію з 2% сульфозфрезола, використовувану поливом у кількості 10 л/хв; однак при швидкості різання  $v > 150$  м/хв ефект від застосування МОР різко знижується

## ВИСНОВОК

Розмірна стійкість це комплексна характеристика технологічного процесу, так як вона залежить від ріжучих властивостей інструмента. Розмірну стійкість інструмента можна визначити через шлях, пройдений ним по металу заготовки. На заготовках з великим діаметром пройдений шлях зменшується. Якщо термічно обробити заготовку то шлях пройдений по металу збільшиться. Також для підвищення розмірної стійкості використовують попередню (чорнову) обробку заготовки, різцем з широким загостреним кінцем, це дає можливість зберегти високу жорсткість деталі для подальшої чистової обробки. Також для підвищення розмірної стійкості використовують змащувально-охолоджуючі рідини, які подаються в зону різання, таким чином підвищують швидкість різання.

### Література:

1. Проектування технологій машинобудівного та ремонтного виробництва. Навчальний посібник. Подригало М.А., Полянський О.С., Дудукалов Ю.В., та інші, всього 6 осіб. Харків : ХНАДУ, 2019. – 308 с.
2. Гнучкі компютеризовані системи: проектування, моделювання, управління: Підручник \ Л.С. Ямпольський та ін. \ Житомир: ЖДТУ, 2005.- 690 с.
3. Дяченко С.С. Матеріалознавство: Підручник. / С.С. Дяченко, І.В. Дощечкі-на, А.О. Мовлян, Е.І. Плешаков. / За ред. С.С. Дяченко. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2007. – 440 с.
4. Дяченко С.С. Фізичні основи міцності та пластичності металів: Навчальний посібник / С.С. Дяченко – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2003. – 226 с.

Науковий консультант: Полянський О.С. проф. каф ТМіРМ.

Робота виконана в рамках студентського наукового гуртка кафедри ТМ і РМ «Підвищення безпеки використання колісних машин»

Токарев Владислав Максимович, студент групи АА 41-20

[dkflnjrfhtd@gmail.com](mailto:dkflnjrfhtd@gmail.com)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## ІННОВАЦІЇ В ОБЛАСТІ ПНЕВМОПІДВІСКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЕЙ ТА АВТОБУСІВ

Пневматичні пружні елементи (пневмоподушки або пневморесори) поступово витісняють сталеві ресори з конструкцій підвісок сучасних вантажівок, причепів і автобусів.

У 1955 р. концерн Continental AG першим у Європі почав розробку пневматики для підвісок автобусів і залізничних вагонів. Сьогодні практично неможливо собі уявити сучасну модель магістрального тягача без пневмоподушок та інтелектуальної підвіски, здатної підлаштовуватися під робочі умови, в міру необхідності змінюючи висоту підресореної частини транспортного засобу.

У пневмопідвісці пружні елементи з системою регулювання забезпечують змінну жорсткість, реагуючи на зміну навантаження.

Підвіска сучасного (вантажного) автомобіля та автобусів складається з трьох основних вузлів:

1. Пружні елементи, що сприймають динамічні навантаження між кузовом або рамою автомобіля і дорожнім полотном;
2. Елементи, що гасять коливання підвіски;
3. Вузол, що відповідає за стабілізацію автомобіля щодо площини дороги.

В ці ж роки цікава конструкція підвіски, з точки зору зниження навантаження кузова, застосована на автобусах фірм Ван-Холл (рис. 1, 2) і Вольво Б59 (рис. 3, 4). Якщо на автобусі Б59 напрямні пристрої, як підвіски керованих коліс, так і ведучих коліс виконані у вигляді трикутних підрамників (А-подібна тяга – 1), шарнірно приєднаних передньою частиною до рами автобуса, то в автобусі