

УДК 621.91

**СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТІВ З КРУГОВОЮ РЕЖУЧОЮ КРОМКОЮ****Мелконов Г.Л. Глазунов Я.І.****THE RESISTANCE OF TOOLS WITH CIRCULAR CUTTING EDGE****Melkonov G.L. Glazunov Ya.I.**

*Розглянутий процес контролю за стійкістю чашкового різця протягом певного часу роботи. Запропоновані технологічні показники, які є критеріями зносу інструменту. Розроблена методика проведення експериментальних досліджень. Надані результати проведених стійкісних випробувань. За проведеними випробуваннями зроблені висновки. Завдяки підвищенню стійкості інструменту можливість підвищити швидкість різання. Підвищення швидкості різання добре позначилося на продуктивності та на вартості операції. Побудований графік залежності величин износу задньої поверхні від часу роботи.*

**Ключові слова:** стійкість чашкового різця, види зносу, час роботи, технологічні параметри.

**1. Введення** Підставою для вибору установки режимів різання є вимоги до якості обробленої поверхні, а також до стійкості будь-якого різального інструменту і, зокрема, чашкового.

Стійкість різального інструменту - це здатність зберігати працездатність різучого леза на протязі певного періоду часу. Стійкість різального інструменту істотно впливає на економічні показники обробки - продуктивність і вартість операції.

**2. Аналіз літературних даних і формулювання мети** Аналіз літературних джерел [1, 2] показав, що застосування інструментів з круговою кромкою, що обертається, веде до значного підвищення періоду стійкості і, як наслідок, до підвищення продуктивності процесу обробки.

В основі таких змін лежить заміна тертя ковзання на тертя кочення між заготовкою, що оброблюється, стружкою та інструментом.

Результатами виконаних досліджень вищенаведених авторів стало те, що стійкість чашкового інструменту зросла в десятки й більше разів.

Разом з підвищенням стійкості інструменту з'явилася можливість підвищити швидкість різання. Підвищення швидкості різання сприятливо позначилося на продуктивності та вартості операції. Продуктивність зросла, а ціна операції знизилася. В основі підвищення стійкості чашкового інструменту лежить збільшення довжини леза. Обертання ін-

струменту сприяє активному тепловідведенню температури з поверхні інструменту.

Дослідження, які були проведені останнім часом, вказують на те, що загальноприйняті степеневі залежності між стійкістю інструмента, режимами різання, геометрією різучого леза і іншими параметрами, в зв'язку з розширенням номенклатури оброблюваних матеріалів і розвитком верстатного парку, виявляються непридатними. Тому з'явилася проблема встановлення нових залежностей, які відповідають сучасним вимогам.

Виходячи з вищевикладеного, можна сформулювати мету даної статті: визначення залежності періоду стійкості різального леза чашкового різця від часу його роботи до періоду стійкості.

**2. Методика проведення експериментальних досліджень** Методика проведення експериментальних досліджень передбачає обґрунтування обраного напрямку досліджень, програму конкретних експериментів, оцінку точності і достовірності отриманих даних, виведення емпіричної залежності стійкості інструменту від часу роботи. З огляду на вищевикладене, необхідно задатися наступними умовами для режимів різання, які під час проведення експерименту будуть постійними. Значення величин режимів різання вибиралися з літературних джерел [1 - 3, 4], а також в ході проведення попередніх експериментів. У цих експериментах критерієм вибору найбільш сприятливих режимів різання служили мінімальні значення висоти та шорсткості обробленої поверхні.

Результатом цієї роботи є наступні режими різання:  $V = 100 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$ ;  $S = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ ;  $t = 0,4 \text{ мм}$ . Одним з важливих параметрів, які впливають на процес обробки, є кут схрещування осей оброблюваної заготовки і інструмента  $\gamma = 37^{\circ}$ . В якості виробу, що оброблюється, був прийнятий карданний вал шахтового насоса. Карданний вал є нежорсткою деталлю ( $L > 10d$ ) і одночасно виконує відповідальну роль в конструкції насоса. Тому дуже важли-

во виготовити його відповідно до вимог креслення. Для виготовлення карданного валу використовувалася заготовка зі сталі марки 40Х діаметром 45 мм, довжиною 410 мм. Креслення карданного валу наведено на рис. 1.



Рис. 1. Креслення карданного валу

Заготовку карданного валу обробляли чашковим інструментом, який представляє собою твердосплавну пластинку марки Т15К10, з зовнішнім діаметром ріжучого леза 32 мм, завтовшки 10 мм, з кутом нахилу бічної (задньої) поверхні  $6^\circ$ . Цей інструмент використовувався виключно для чистової операції (рис. 2).

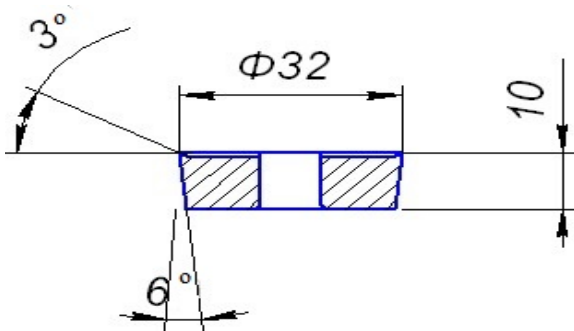


Рис. 2. Твердосплавна кругла пластинка

Стійкість чашкового інструменту контролювалася за двома параметрами: за діаметром твердосплавної пластини за ріжучим лезом і за паском зносу за задньою поверхнею. Контрольовані параметри представлені на рис. 3.

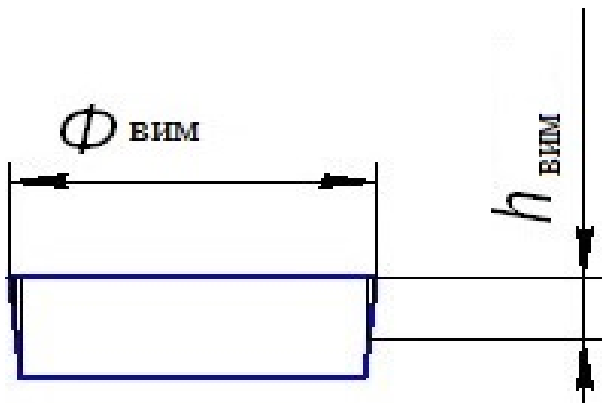


Рис. 3. Схема зносу твердосплавної чашкової пластини

В якості вимірювального інструменту використовувався штангенциркуль з годинниковим індикатором, з ціною поділки 0,1 мм, і інструментальний мікроскоп БМІ-1 з точністю розподілу до 0,005 мм.

**3. Результати проведених досліджень** Заготовка карданного валу, призначеного для чистової обробки, встановлювалася на токарному верстаті моделі 16К20. Один кінець затискався в патроні верстата, другий кінець підтискався центром задньої бабки. Чашковий різець встановлювався в центрах токарного верстата під кутом  $\gamma = 37^\circ$ . Режими різання встановлювалися відповідно до наведених у довіднику, які рівні  $V = 100 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$ ;  $S = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ ;  $t = 0,4 \text{ мм}$ . На чистову операцію витрачено  $t = 126 \text{ хв}$ . Заготованці повідомлялося обертання зі швидкістю 100 м/хв, в зону різання підводився чашковий різець і проводилася чистова обробка. Після завершення чистової операції деталь знімалася з верстата, а на її місце встановлювалася нова заготовка. Після кожної обробки деталі проводилися виміри ріжучого леза чашкового різця на предмет визначення зносу, а результати протоколювалися у табл. 1.

Проводилися заміри й приймалися середні значення діаметра ріжучого леза і ширини фаски задньої поверхні.

З огляду на той факт, що в даній роботі ставилася мета визначення часу, в перебіг якого чашковий різець буде зберігати працездатність, аналіз таблиці показав, що найменший знос чашки за діаметром задньої поверхні буде в діапазоні часу  $T = 10 \text{ хв} - 300 \text{ хв}$ . Понад 300 хв. настає катастрофічний знос. Критерієм зносу чашкового різця є якість обробленої поверхні - шорсткість, сили різання і температура різання.

За результатом проведених експериментів встановлено, що досягнення зносу фаски задньої поверхні  $h_{\text{зн}} = 0,85 - 1 \text{ мм}$  негативно позначилося на висоті мікронерівностей обробленої поверхні. З аналізу таблиці 1 і рисунка 4 видно, що шорсткість обробленої поверхні в початковий період точіння вала становила 1,6 мкм в часовому відрізьку від 20 хв до 200 хв. обробки, висота мікронерівностей залишалася практично незмінною і склала  $R_a = 2 \text{ мкм}$ .

За результатами проведення досліджень побудовано графік залежності величини зносу задньої поверхні від часу роботи.

При подальшій обробці висота мікронерівностей змінювалася від  $R_a = 2 \text{ мкм}$ . до  $R_a = 20 \text{ мкм}$ . Коли чашкові різці з обробки карданних валів відпрацьовували 300 хв., наступав катастрофічний знос. Розмір фаски задньої поверхні склав  $h_{\text{зн}} = 1,7 - 2 \text{ мм}$ , що призвело до катастрофічного зносу. Висота мікронерівностей досягла  $R_z = 51 \text{ мкм}$ . Аналогічна картина спостерігалася і при дослідженні залежності сили різання і температури від тимчасового зносу чашкового різця. Найменші значення сили різання і температури були при  $t = 220 \text{ хв}$ , потім спостерігалася підвищення до  $t = 320 \text{ хв}$ . Із досягненням часу роботи більше 300 хв. ці показники різко зростали і досягли  $P_y = 1600 \text{ Н}$ ,  $Q^0 = 713^\circ$ . Це також свідчить про катастрофічний знос чашкового різця. В процесі проведення експериментальних досліджень залежність зміни висоти шорсткості обробленої поверхні, сили різання і температури від зносу чашкового різ-

ця за діаметром не встановлено. Аналізуючи проведені експериментальні дослідження, можна зробити припущення, що стійкість інструменту  $S$  від часу роботи  $T$  буде представлятися в загальному ді:  $S = f(t)$ . Провівши аналіз таблиці, представленої на рис. 1, і графіка, побудованого за даними з таблиці 1, можна зробити висновок, що крива підпорядковується наступному закону:

$$h_{зм} = \sqrt{T}, \quad (1)$$

тобто буде представляти із себе криву, наближено нагадуючи гіперболу.

Таблиця 1

**Результати вимірювань зносу чашкового різця за діаметром різального леза і зносу фаски задньої поверхні**

№ п/п	Час роботи різця $T$ , хв	Знос за діаметром $D_{вим}$ , мм	Величина зносу $\Delta D = D - D_{вим}$ , мм	Знос задньої поверхні $h_{вим}$ , мм	Шорсткість звор. Поверхні $R_a$ і $R_z$ , мкм	Складова сила різання $P_y$ (Н)	Температура в зоні різання $Q^0$
1	10	32	-	-	$R_a=1,6$	800	300
2	20	31,97	0,03	0,1	$R_a=1,6$	800	300
3	40	31,94	0,06	0,2	$R_a=1,6$	800	300
4	60	31,9	0,1	0,3	$R_a=1,6$	800	310
5	80	31,7	0,3	0,37	$R_a=1,6$	810	310
6	100	31,58	0,42	0,42	$R_a=1,7$	810	320
7	120	31,52	0,48	0,5	$R_a=1,79$	850	330
8	140	31,47	0,53	0,56	$R_a=1,82$	870	370
9	160	31,4	0,6	0,61	$R_a=1,88$	900	390
10	180	31,3	0,7	0,68	$R_a=2$	930	415
11	200	31,3	0,7	0,71	$R_a=2,5$	980	447
12	220	31,25	0,75	0,75	$R_a=2,5$	1050	493
13	240	31,1	0,9	0,8	$R_z=15$	1120	515
14	260	31,1	0,9	0,85	$R_z=18$	1190	534
15	280	31,1	0,9	0,89	$R_z=20$	1200	600
16	300	31,1	0,9	1	$R_z=25$	1280	620
17	320	31	1	1,3	$R_z=30$	1350	643
18	340	29	3	1,7	$R_z=38$	1410	670
19	360	28	4	2	$R_z=51$	1600	713

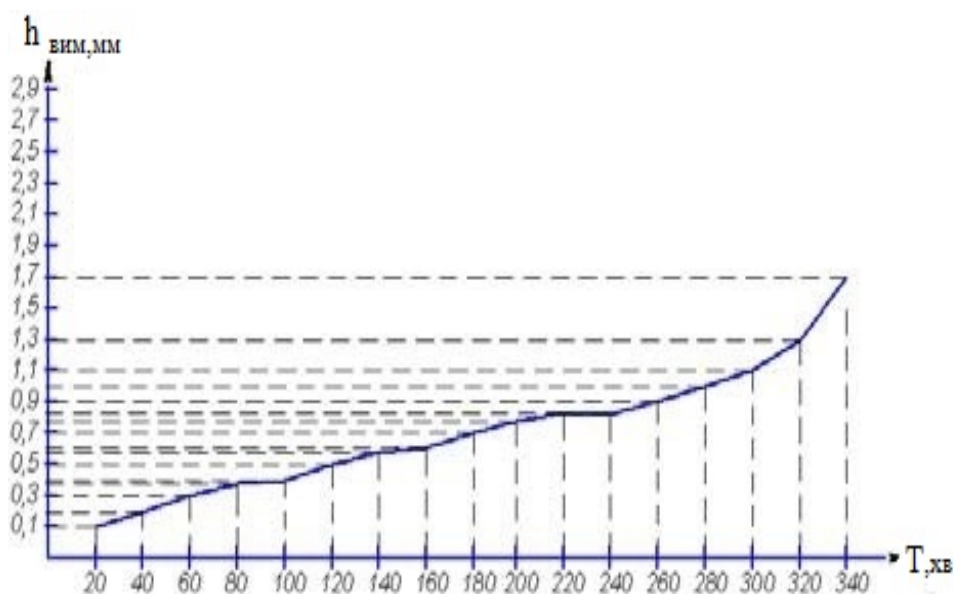


Рис. 4. Графік залежності зносу чашки  $h_{вим}$  від часу роботи  $T$

**Висновки.** Основною метою проведених експериментальних досліджень є встановлення залежності стійкості чашкового інструменту від часу безперервної експлуатації.

Критерієм зносу чашкового різця була поява матовою стрічки на задній поверхні. Зі збільшенням часу безперервної роботи чашкового різця ширина матовою стрічки збільшувалася.

За основу критеріїв зносу чашкового різця прийнятий технологічний показник - висота мікронерівностей обробленої поверхні карданного валу. Також досліджувався вплив величини зносу чашкового інструменту на такі параметри, як сила різання і температура різання.

Встановлено, що з плином часу від 0 хв до 220 хв величина зносу задньої поверхні була мінімальною і становила  $h_{\text{зн}} = 0,75$  мм, висота мікронерівностей дорівнювала  $R_a = 2,5$  мкм, сила різання коливалася в межах  $P_y = 800 - 980$  Н, температура різання  $Q^0 = 300 - 500^0$ . З подальшою експлуатацією чашкового різця  $t = 300$  хв фаска зносу досягла  $h_{\text{зн}} = 1$  мм; висота шорсткості  $R_z = 25$  мкм; сила різання  $P_V = 1280$  Н і температура в зоні різання  $Q^0 = 620^0$ . З подальшою експлуатацією чашкового різця наступав катастрофічний знос при  $t = 320$  хв і всі експериментальні показники досягли свого максимуму  $R_a = 51$  мкм;  $P_V = 1600$  Н;  $Q^0 = 713^0$ .

Подальше проведення експериментальних досліджень було недоцільним, тому що вже була б зона чорнового точіння, а не чистового.

Виведена емпірична залежність (1), яка дозволить визначити величину зносу задньої поверхні інструменту без проведення додаткових експериментальних досліджень.

### Література

1. Валиев Р.З. Развитие равноканального углового пресования для получения ультрамелкозернистых металлов и сплавов // - Металлы. - 2004. - №1. - С. 15-21.
2. Рааб Г.И. К вопросу промышленного получения объемных ультрамелкозернистых материалов // - Физика и техника высоких давлений. - 2004. Т.15. № 1. - С. 72-80.
3. Бейгельзимер Я.Е. Винтовая экструзия – процесс накопления деформаций: підруч. [для студ. вищ. нач. закл.] / Я.Е.Бейгельзимер, В.Н.Варюхин, Д.В. Орлов, С.Г. Сынков. – Донецк: ТЕАН, 2003. – 87с.
4. Beygelzimer Y. A new severe plastic deformation method: Twist Extrusion / Y. Beygelzimer, D. Orlov, V. Varyukhin // - Ultrafine Grained Materials II: «Proceed. of TMS (The Minerals, Metals & Materials Society)». – 2002. – P. 297-304.
5. Varyukhin V.N. High pressure effects in severe plastic deformation / V. N. Varyukhin, Y.Y. Beygelzimer, B.M. Efros, O.V. Prokof'eva, V.P. Pilyugin // - Физика и техника высоких давлений. - 2004. – том 14. - №4. - С. 9-18.
6. Синков С.Г. Технологические схемы процессов накопления больших пластических деформаций // - Вестник двигателестроения – 2007, - №2, - С. 146-149.
7. Прокоф'єва О.В. Оценка величины давления металла на стенки матрицы при винтовой экструзии / О.В. Прокоф'єва, Я.С. Бейгельзимер // - ВІСНИК Домбаської державної машинобудівної академії -2005, - №1, - С.57-61.
8. Прокоф'єва О.В. Влияние профиля сечения матрицы на параметры винтовой экструзии / О.В. Прокоф'єва, Я.С. Бейгельзимер // - Физика и техника высоких давлений. - 2005. – том 15, - №4. - С. 65-71.
9. Пат. 64346 України, МПК В21С25/00 Матрица для зміцнення матеріалу при багаторазовому пресуванні /В.А. Тітов, М.С. Тривайло, Н.К. Злочевська, Е.В. Кондратюк, Г.І. Пейчев /заявл. 10.03.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл.21
10. Алексеев Ю.Н. Введению в теорию обработки металлов давлением прокаткой и резанием. - Харьков: ХГУ, 1969. - 108с

### References

1. Valiev R.Z. Journal of Metallurgy, 2004. no 1. pp. 15-21.
2. Raab G.I. Journal of Fizika i tehnika vysokih davlenij, 2004. Vol.15. no 1. pp. 72-80.
3. Beygelzimer J.E., Varjuhin V.N., Orlov D.V., Synkov S.G. Vintovaja jekstruzija – process nakoplenija deformacij [Twist extrusion - process for deformation accumulation] Donetsk, 2003. 87p.
4. Beygelzimer Y., Orlov D., V. Varyukhin V. Journal of Ultrafine Grained Materials II: Proceed. of TMS (The Minerals, Metals & Materials Society). 2002., pp. 297-304.
5. Varyukhin V. N. Beygelzimer Y.Y, Efros B.M., Prokof'eva O.V., Pilyugin V.P. Journal of Fizika i tehnika vysokih davlenij 2004. vol. 14. no 4. pp. 9-18.
6. Sinkov S.G. Journal of Vestnik dvigatelestroenija. 2007, no 2. pp. 146-149.
7. Prokof'eva O.V. Beygelzimer Y.Y HERALD of the Donbass State Engineering Academy. 2005. no 1, pp.57-61.
8. Prokof'eva O.V. Beygelzimer Y.Y Journal of Fizika i tehnika vysokih davlenij. 2005. vol. 15. no 4, pp. 65-71.
9. V.A. Titov, M.S. Trivajlo, N.K. Zlochevs'ka, E.V. Kondratjuk, G.I. Pejchev matricja dlja zmicennja materialu pri bagatorazovomu presuvanni [A matrix is for strengthening of material at the frequent pressing] Patent Ukraїni no 64346 10.11.2011
10. V.A. Titov, M.S. Trivajlo, N.K. Zlochevs'ka, E.V. Kondratjuk, G.I. Pejchev matricja dlja zmicennja materialu pri bagatorazovomu presuvanni [A matrix is for strengthening of material at the frequent pressing] Patent Ukraїni no 64346 10.11.2011

### Мелконов Г.Л., Глазунов Я.И. Стойкость инструмента с круговой режущей кромкой

*Рассмотрен процесс контроля за стойкостью чашечного резца в течении определенного времени работы. Предложены технологические показатели, являющиеся критериями износа инструмента. Разработана методика проведения экспериментальных исследований. Представлены результаты проведенных стойкостных испытаний. По проведенным исследованиям сделаны выводы. С повышением стойкости инструмента и за счет этого появилась возможность повысить скорость резания. Повышение скорости резания благоприятно сказалось на*

производительности и стоимости операции. Построен график зависимости величины износа по задней поверхности от времени работы.

**Ключевые слова:** стойкость чашечного резца, виды износа, время работы, технологические параметры.

**Melkonov G. L., Glazunov Y.I. The resistance of tools with circular cutting edge**

*The process of monitoring the resistance of the Cup cutter for a certain amount of time. The proposed process indicators are criteria of tool wear. The technique of experimental studies. Presents results of tests of. According to research findings. With increased tool life and because of this it has been possible to increase the cutting speed. The higher speeds have a positive impact on the performance and cost of operation. We plot the values of flank wear with time. Derived an empirical relation (1) will determine the amount of flank wear of the tool without the necessity of additional experimental studies. Further experimental research was inappropriate because it would already be area rough turning and not finishing. The methodology of experimental studies*

*provides a rationale for the chosen directions of experimental research or specific experiments, evaluate the accuracy and reliability of received data, output the empirical dependence of tool life from time to time.*

**Key words:** vitality bowl cutter, wear, work, technological options.

**Мелконов Григорій Леонідович** – к.т.н., доцент кафедри машинобудування, верстатів та інструментів Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. E-mail: G.melkonov78@gmail.com

**Глазунов Ярослав Ігорович** – студент IV-го курсу Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, групи ММ-151. E-mail: Yaroslav7888@gmail.com

Рецензент: д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

Стаття подана 20.12.2018.