

УДК 621.914.

О.А. Громовий, асист.
Житомирський інженерно-технологічний інститут

ЧИСТОВА ОБРОБКА ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ТОРЦЕВОЮ ФРЕЗОЮ З РЕГУЛЬОВАНОЮ СХЕМОЮ РІЗАННЯ

(Представлено к.т.н., доц. П.П. Мельничуком)

На основі експериментальних досліджень мікрогеометрії обробленої поверхні при чистовій обробці торцевою фрезею запропонованої конструкції визначені рекомендації щодо вибору режимів різання для досягнення раціональних експлуатаційних властивостей деталей.

I. В роботах [1–3] доведено, що чистова обробка торцевими фрезами, оснащеними полікристалічними надтвердими матеріалами (ПНТМ), задовольняє параметрам продуктивності і якості обробки і може використовуватись замість шліфування. Вивчені вплив режимів різання, типу інструментального і оброблюваного матеріалів, конструкцій фрез і геометрії різальних ножів на продуктивність і якість обробки.

Недоліком існуючих схем фрезерування є змінна шорсткість обробки за шириною фрезерування, що не дозволяє отримати мікрогеометрію оброблених поверхонь з заданими експлуатаційними властивостями.

Авторами [4] запропонований спосіб торцевого фрезерування, при якому зняття припуску здійснюється чорповими та чистовими різальними ножами, причому з метою зменшення похибок обробки найбільша частина припуску видаляється чорновими різальними ножами, які нерухомо закріплені відносно корпусу фрези і рухаються за коловою траєкторією, а чистовий припуск – різальними ножами, які розташовані в радіальному напрямку на найменшій відстані від осі фрези з найбільшим вильотом відносно чорнових різальних ножів і рухаються за прямолінійною траєкторією перпендикулярно до вектора подачі.

Використання запропонованої конструкції дозволяє:

- за рахунок ступінчастого розташування різальних ножів підвищити максимальну глибину різання і поєднати чорнові і чистові операції за один прохід;
- застосувати ножі із ПНТМ для забезпечення необхідної продуктивності і розмірної зносостійкості;
- здійснити рух чистового різального ножа за прямолінійною траєкторією перпендикулярно до вектора подачі заготовки і вирівняти шорсткість обробки за шириною фрезерування;
- застосуванням косокутної безвершинної геометрії ножів вирівняти знос вздовж різальної кромки.

За даними [5–6], експлуатаційні властивості деталей машин, такі як зносостійкість, корозійна стійкість, жорсткість, точність визначаються параметрами механічних властивостей матеріалу поверхневого шару, макро- і мікрогеометрії обробленої поверхні.

II. В роботі розглянуті питання впливу режимів різання на мікрогеометрію оброблених поверхонь при торцевому фрезеруванні спроектованим інструментом.

Вимірювання мікрогеометрії оброблених поверхонь проводилось на профілографі Talysurf 6 (Англія). Аналіз мікрогеометрії виконувався за наступними показниками:

- 1) $R_{H1} - R_{H5}$ – максимальна висота виступу (до западини профілю в довжині оцінки);
- 2) R_a – середнє арифметичне відхилення профілю;
- 3) R_y – максимальне значення серед R_H ;
- 4) R_v – максимальна глибина западини профілю нижче середньої лінії;
- 5) R_p – максимальна висота нерівностей профілю вище середньої лінії;
- 6) S_m – середній крок нерівностей профілю;
- 7) Δq – середній нахил профілю через довжину оцінки;
- 8) R_{sk} – міра симетричності відхилень профілю вздовж середньої лінії;
- 9) R_{ku} – радіус кривизни відхилень профілю вздовж середньої лінії;
- 10) S – середній крок місцевих виступів профілю;

11) t_p – опорний коефіцієнт – міра довжини опорної поверхні, виражена у відсотковому відношенні від довжини оцінки, де виступи профілю зрізані до лінії, яка паралельна до середньої лінії профілю.

Відомо [5], що при пружному контакті для металів при змащенні поверхонь тертя і при температурі до 100 °С інтенсивність зносу визначається ступенем пологості опорної кривої профілю β_R і деформаційним показником γ_R :

$$\beta_R = \frac{1}{2\nu + 1}, \quad (1)$$

$$\gamma_R = \frac{R_{max}}{R_{ku}}, \quad (2)$$

де ν – параметр, який знаходиться при апроксимації початкової ділянки опорної кривої профілю степеневу функцією виду [7]:

$$t_p(x) = bx^\nu. \quad (3)$$

Встановлено [5], що вплив нерівностей поверхні на корозійну стійкість деталей можна оцінити коефіцієнтом концентрації напруг α_R :

$$\alpha_R = b \cdot \left(\frac{R_a}{R_v} \right)^\nu \frac{R_p}{R_v}. \quad (4)$$

В роботі [7] показано, що аеро- і гідроопір поверхонь металевих деталей залежить від нерівностей профілю і тангенса кута нахилу бокової сторони профілю θ_R :

$$\theta_R = \text{tg}(\Delta q). \quad (5)$$

III. З метою вияву рівня впливу режимів різання на експлуатаційні характеристики оброблених чистою торцевою фрезою $\varnothing 320$ мм поверхонь і встановлення їх раціонального значення використовувався доведений до підвищених норм точності вертикально-фрезерний консольний верстат з ЧПУ ГФ2171С6.

Оброблювались заготовки розмірами 660×65×40, виготовлені із високоміцного чавуну ВЧ50-2 (НВ 180–250).

Інструмент відносно заготовки розміщувався за схемою, представленою на рис. 1.

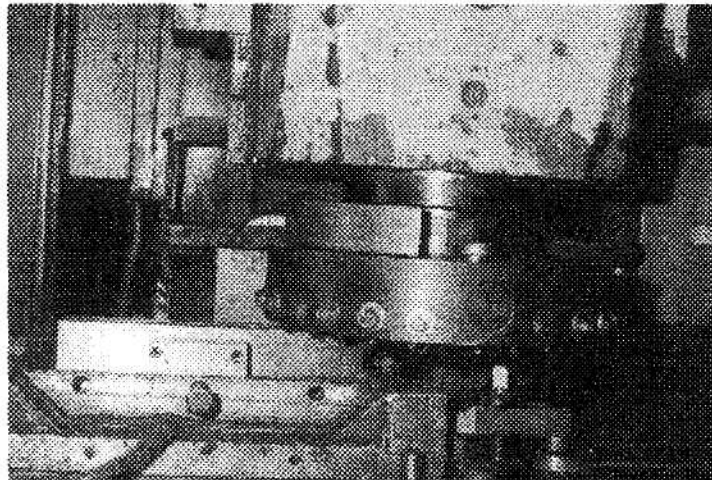


Рис. 1. Схема взаємного розташування інструмента і заготовки

Задана наступна геометрія різальних ножів торцевої фрези (рис. 2). Кут $\lambda = 42^\circ$.

Режими різання, при яких проводились дослідження, були наступними: 1) $v = 0.74 - 4.67$ м/с; $S = 0.1 - 0.3$ мм/об; $t = 0.75$ мм. Для отримання більш достовірних результатів обробка заготовок на однакових режимних параметрах дублювалася. Шорсткість обробки реєструвалася в 5 точках за шириною фрезерування.

За матеріал різальної частини ножів вибраний (ПНТМ) – гексаніт-Р.

В табл. 1 наведені параметри мікрогеометрії оброблених поверхонь і визначені за співвідношеннями (1–5) значення експлуатаційних показників для змінних режимів різання.

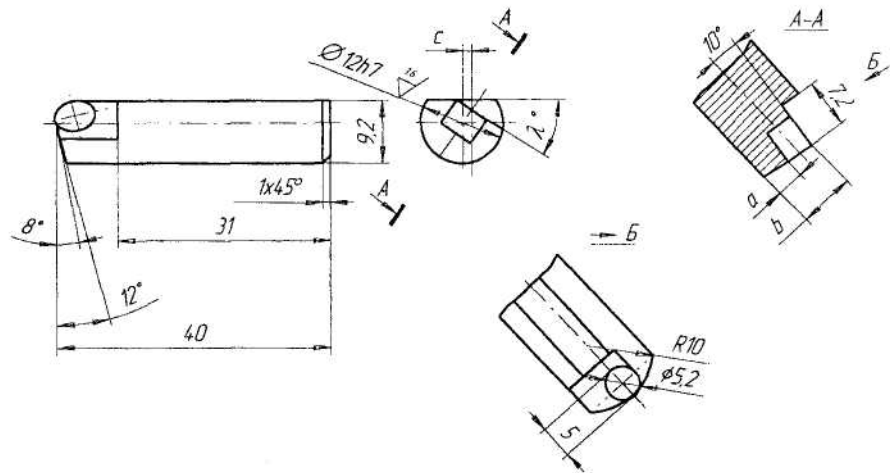


Рис. 2. Геометричні параметри різальних ножів

Таблиця 1

v , М/с	S , ММ/ОБ	t , ММ	R_a , МКМ	R_y , МКМ	R_p , МКМ	R_v , МКМ	R_{ku} , МКМ	γ_R	b	ν	α_R	θ_R	β_R
2,37	0,1	0,75	1,87	14,8	6,7	5	4,4	3,36	1,31	1,74	0,05	0,30	0,22
2,37	0,2		2,41	13	7,9	5,1	2,3	5,65	0,48	1,71	0,04	0,26	0,23
2,37	0,3		2,73	14,3	7,8	6,5	2,4	5,96	0,74	1,54	0,07	0,30	0,25
3,71	0,1	0,75	1,38	9,1	3,6	5,6	2,9	3,14	1,82	1,75	0,04	0,25	0,22
3,71	0,2		1,74	9,9	5,2	5,2	2,6	3,81	1,13	1,86	0,04	0,26	0,21
3,71	0,3		1,8	11	5,6	6,3	2,7	4,07	1,24	1,85	0,04	0,27	0,21
4,67	0,1	0,75	1,1	7,2	3,8	4,3	2,7	2,67	1,82	2,2	0,03	0,22	0,19
4,67	0,2		1,36	8,8	3,5	6,3	3	2,93	2,82	2,12	0,03	0,23	0,19
4,67	0,3		1,48	8,7	4,9	4,8	2,8	3,11	1,72	2,37	0,03	0,25	0,17

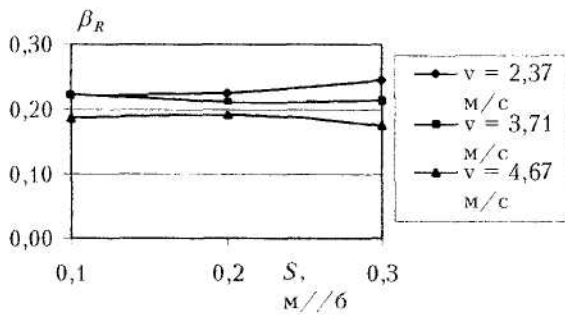


Рис. 3. Вплив режимів різання на експлуатаційний показник β_R

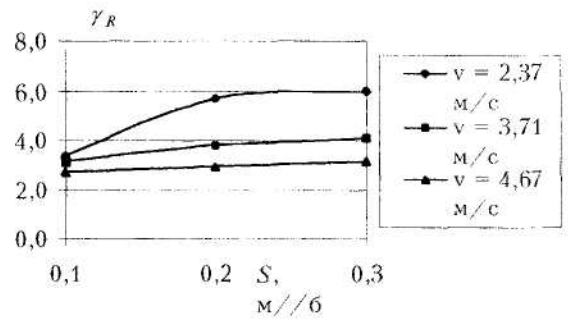


Рис. 4. Вплив режимів різання на експлуатаційний показник γ_R

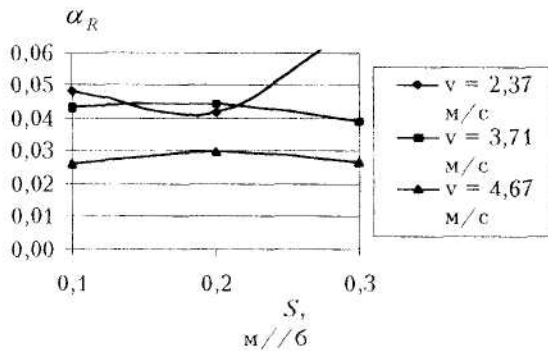


Рис. 5. Вплив режимів різання на експлуатаційний показник α_R

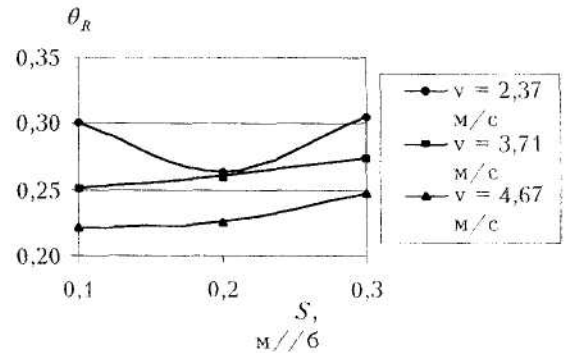


Рис. 6. Вплив режимів різання на експлуатаційний показник θ_R

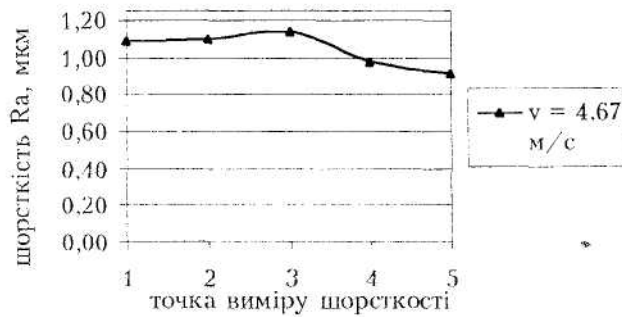


Рис. 7. Шорсткість обробленої поверхні R_a в напрямку, перпендикулярному до вектора подачі заготовки

несуттєво залежить від подачі на оберт S , мм/об.

Аналіз графіка, представленого на рис. 6, показує, що найкраще значення експлуатаційного показника θ_R отримане для $v = 4,67$, $S = 0,1$ мм/об, при $t = const = 0,75$ мм.

Дані, представлені на рис. 7, свідчать, що шорсткість обробленої поверхні R_a в напрямку, перпендикулярному до вектора подачі заготовки, розподілена більш рівномірно порівняно з обробкою торцевою фрезою стандартної конструкції. Середнє квадратичне відхилення значень R_a не перевищує 0,03 мкм.

Висновки

В результаті проведених досліджень запропонована методика визначення режимів різання для отримання раціональних мікрогеометрій оброблених фрезеруванням поверхонь, що дозволяє покращити експлуатаційні властивості деталей машин: зносостійкість, корозійну стійкість, жорсткість.

В ході роботи отримана стабільна шорсткість поверхні вздовж ширини обробки за рахунок використання лінійної траєкторії різання чистовим ножем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Выговский Г.Н., Мельничук П.П. Конструкции и эксплуатация торцевых фрез с ножами из сверхтвердых материалов // Тяжелое машиностроение. – 1999. – Вып. 6. – С. 25–27.
2. Выговский Г.М., Мельничук П.П., Громовий О.А. Розрахунок сил різання при обробці деталей ступінчастими торцевими фрезами косокутного різання // Вісник ЖІТІ. – 1999. – № 11 / Технічні науки. – С. 56–66.
3. Выговский Г.М., Мельничук П.П., Громовий О.А. Використання кінематичних схем різання при чистовому торцевому фрезеруванні // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 13 / Технічні науки. – С. 26–31.
4. Способ плоского фрезерования торцевыми фрезами: Декларационный патент на винахид 40156 А Украина, В23С3/00. / Г.М. Выговский, О.А. Громовий, В.Ю. Лоев, П.П. Мельничук (Україна). – № 2000074236; заявлено 17.07.2000; опубл. 16.07.2001, Бюл. № 16.
5. Дунин-Барковский И.В., Карташова А.Н. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности. – М.: Машиностроение, 1978. – 232 с.
6. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комболов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
7. Дунин-Барковский И.В., Тупеев С.Х. Спектры неровностей обработанной поверхности и их влияние на долговечность турбины ГТД // В кн.: Повышение ресурса работы авиационных деталей технологическими средствами. – М.: Машиностроение, 1964. – С. 72–107.

ГРОМОВИЙ Олексій Андрійович – аспісент кафедри "Технологія машинобудування та конструювання технічних систем" Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- обробка металів різанням;
- моделювання технологічних процесів.

Подано 15.12.2001

На рис. 3–6 показані графіки зміни експлуатаційних параметрів β_R , γ_R , α_R , θ_R в залежності від подачі і швидкості різання.

Дані графіків 3, 4 показують, що інтенсивність зносу суттєво залежить від режимів різання, на яких проводиться обробка. Найменша інтенсивність зносу досягнута для $v = 4,67$, $S = 0,1$ мм/об, при $t = const = 0,75$ мм.

Графік, наведений на рис. 5, дозволяє зробити висновок, що коефіцієнтом концентрації напруг α_R , який характеризує корозійну стійкість деталей, найменший для $v = 4,67$ м/с і