

УДК 623.451:519.6

Коцюба Н. І., наук. кер. Глоба О. В. к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: [kocubanazar1991@yandex.ru](mailto:kocubanazar1991@yandex.ru), [g\\_a\\_v@ukr.net](mailto:g_a_v@ukr.net)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЗОВНІШНЬОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ З ТИТАНОВОГО СПЛАВУ

В умовах сучасного виробництва фрезерування контурних деталей з титанових сплавів є однією з найпоширеніших операцій механічної обробки, особливо в авіаційній промисловості. Актуальність виконаного дослідження визначається тим, що незмінний зріст вимог до підвищення якості та точності.

При обробці на верстатах з ЧПК деталей на перший план виступає пружні стискання системи СПД. Самою податливою ланкою системи СПД – це кінцева фреза на долю якої приходить 95% похибок системи. Звідси вигин фрези  $\Delta$  вздовж ширини фрезерування під дією вертикальної сили надає значний вплив на точність обробки (рис. 1). Який негативно впливає на конструкцію літального апарату, а саме збільшує загальну масу конструкції літального пристрою що тим самим призводить до неекономного використання палива.

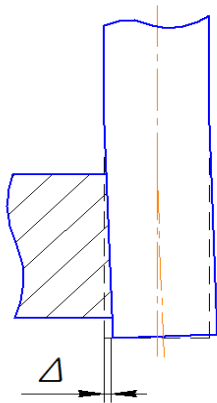


Рис. 1. Схема відгинання фрези

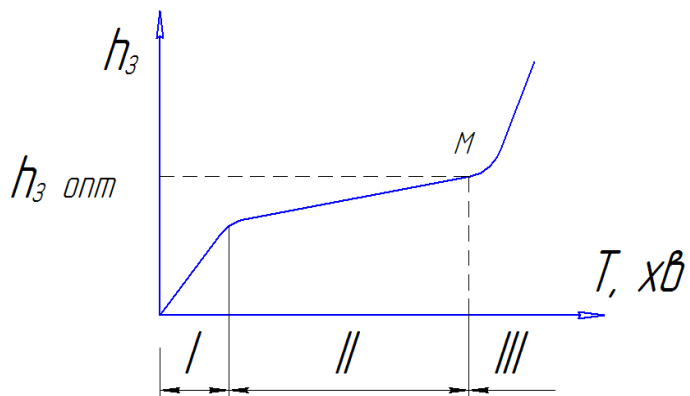


Рис. 2. Діаграма зносу

Також на якість поверхні впливає зношування інструмента, при вивченні розмірного зношування при чистовій обробці показало що його процес не піддається строго лінійному закону (рис. 2).

На першій ділянці період роботи інструмента супроводжується підвищеним розмірним зношуванням (I ділянка). Час роботи не тривалий декілька хвилин, а шлях різання зазвичай не перевищує 1000 м.

Другий період характеризується нормальним зношуванням (II ділянка). Шлях різання на цій ділянці досягає 30000 м. ця ділянка прямолінійна і проходить під невеликим кутом до осі абсцис.

Третя ділянка з швидким зношуванням інструмента через короткий проміжок часу призводить до руйнування інструмента.

З практичної точки зору на виробництві для обробки титанових сплавів використовують притуплення. Це робиться для того щоб уникнути період припрацювання. Існує безліч методів утворення радіусів, одним з таких є MAO (метод магнітно – абразивної обробки). MAO забезпечує формування кромки практично з ідеальною формою радіуса без концентраторів напружень, які можуть бути причиною руйнування під час експлуатації, покращення шорсткості робочих елементів інструмента в 2 рази, при цьому позитивно впливає на фізико – механічні характеристики поверхневого шару оброблюваних виробів. При цьому можна отримати зміцнення поверхневого шару глибиною 120 – 170 мкм з мікротвердістю поверхневої зони до 11,3 ГПа.

Так як кінцеві фрези на чистових операціях мають невеликий діаметр, то вони являються менш жорсткими. При дії сил різання виникають їх великі пружні деформації. Сила різання складається з двох складових одна співпадає з вектором швидкості  $P_0$  – колова сила, друга розташована в площині перпендикулярно до вектору швидкості і в площині сходу стружки,  $P_r$  – радіальна сила. Розглянемо умови роботи фрези з зустрічною подачею на рис. 3 показано сили з якими зуб фрези діє на заготовку. Знайшовши рівнодіючу сили  $P_0$  і  $P_r$ . Розклавши по двох напрямках  $P_s$  – сила подачі і напрямку, перпендикулярно напрямку подачі  $P_n$  – сила відгинання, отримуємо три рівнодіючі сили.

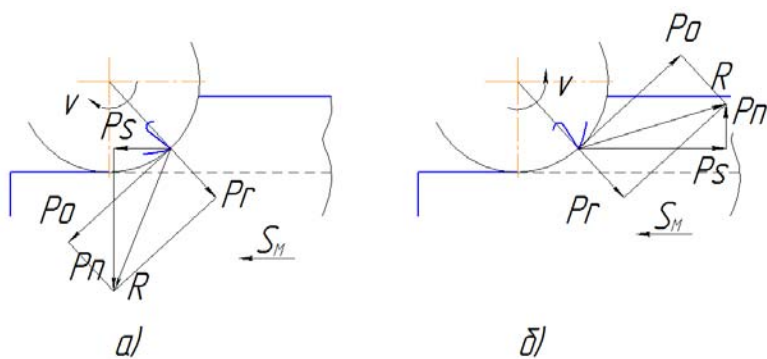


Рис. 3. Схеми сил різання при фрезеруванні

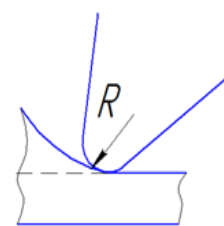


Рис. 4. Схема врізання зуба з нульової товщини

При попутному і зустрічному фрезеруванні змінюється сила, яка діє на деталь зі сторони інструменту. При попутному фрезеруванні зуб врізається на товщину рівну подачі на зуб і виходить на контакт з деталлю при нульовій товщині стружки (рис. 3. а). При зустрічному фрезеруванні різання починається при нульовій товщині зрізу і закінчується при максимальній (рис. 3. б).

# ІННОВАЦІЇ МОЛОДІ—МАШИНОБУДУВАННЮ

На відгинання фрези впливає сила  $P_n$ , врізання з нульової товщини рис. 4 є більш несприятливим, ріжуча кромка інструмента не являється абсолютно гострою. В момент врізання кромка не може різати, метал пластично деформується. Відповідно зростає сила різання, нагрів оброблюваної поверхні і інтенсивність нагрівання інструмента.

Для того щоб подивитись як впливає радіус, глибина і подача різання на відгинання фрези від заготовки та якість поверхні, виникла задача перевірки експериментальним методом. Було проведено дослідження, для якого вибрано чотири кінцеві фрези діаметром  $D=8$  мм:  $r_0$  – гостро заточена, інші три з різними радіусами заточки:  $r_1 \approx 10-5$  мкм,  $r_2 \approx 12-16$  мкм,  $r_3 \approx 18-20$  мкм. Із швидкорізальної сталі Р9К5, оброблюваний матеріал титановий сплав ВТ – 5. Режими різання в діапазоні: швидкість різання  $v=5-15$  м/хв, подача на зуб  $S_z=0.05-0.12$  мм/зуб, глибина різання  $t=0,5-2,0$  мм.

Нижче наведені результати відгинання фрези при подачі  $t=0,5$  мм,  $S_z=0.05$  мм/зуб і частотою обертання  $n=400$  об/хв. З отриманих графіків видно що при таких режимах при попутному фрезеруванні найменше значення відгинання буде при фрезеруванні третьою і другою фрезою рис. 5, при зустрічному найменша величину відгинання при фрезеруванні гостро заточеною фрезою рис. 6.

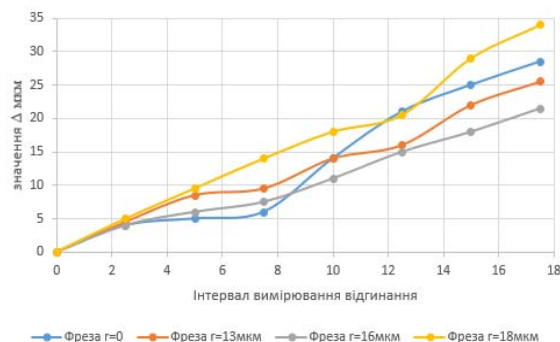


Рис. 5. Графік зміни величини  $\Delta$  при попутному фрезеруванні

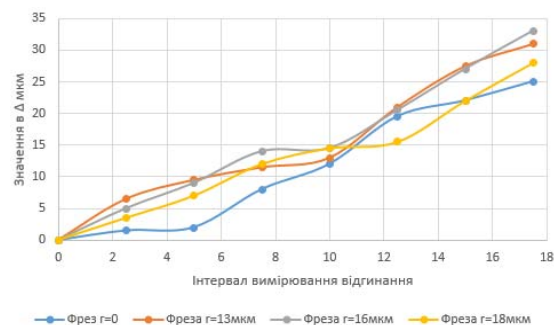


Рис. 6. Графік зміни величини  $\Delta$  при зустрічному фрезеруванні

З рис. 7 на якому зображений графік середніх значень шорсткості, на якому видно що при попутному фрезеруванні шорсткість краща. Слід відзначити як і при відгинанні кращий результат показали третя і друга фреза.

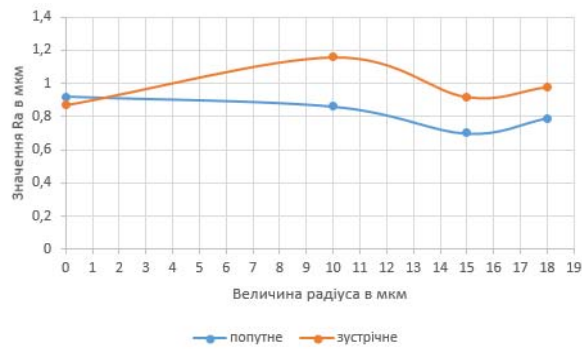


Рис. 7. Графік середніх значень шорсткості при зустрічному і попутному фрезеруванні

Отже, можна зробити висновок що для даних режимів можна використовувати фрези з радіусом заточки в діапазоні від 10 до 16 мкм. При малих глибинах де радіус і глибина співпадають шорсткість гірша, а при збільшені глибини можливе зустрічне і попутне фрезерування. Для чистового фрезерування не рекомендується застосовувати зустрічне фрезерування так як воно супроводжується утворенням наросту рис. 9.

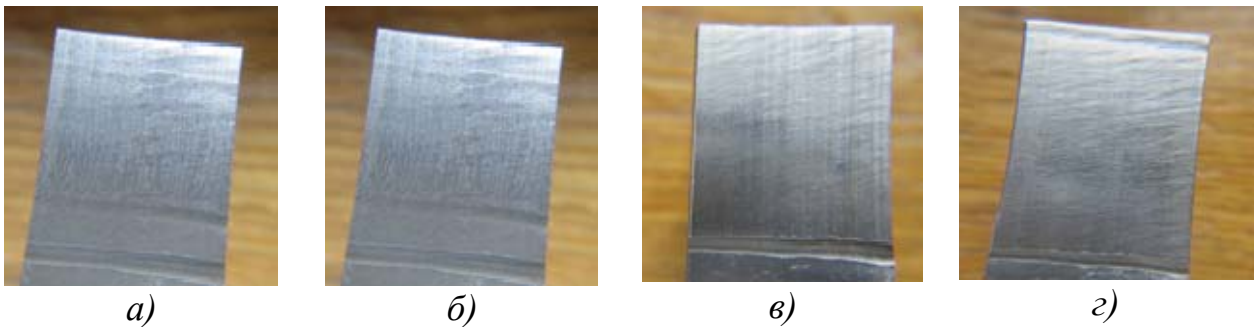


Рис. 8. Поверхня після попутного фрезерування

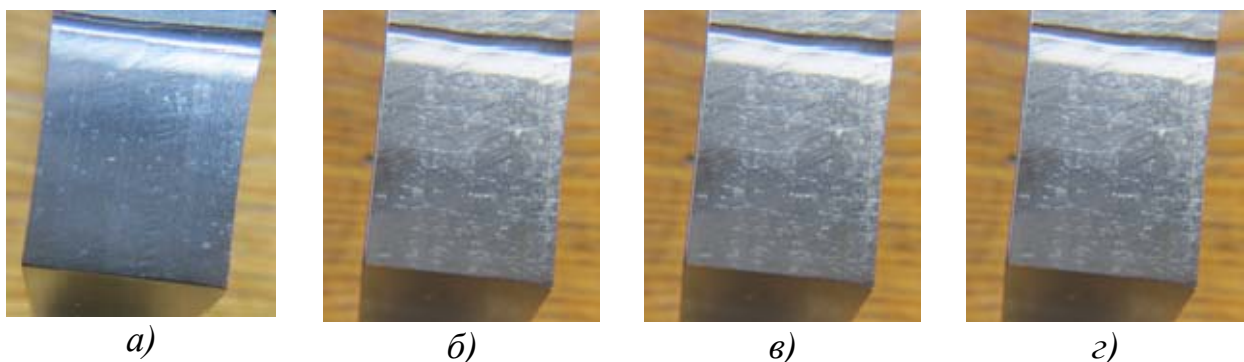


Рис. 9. Поверхня після зустрічного фрезерування

Список використаних джерел:

1. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов / Бобров В. Ф. – М. : Машиностроение, 1975. – 344с.
2. Розенберг, Ю. А. Резание материалов / Ю. А. Розенберг. - Курган : Зауралье, 2007. - 294 с