

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
*міжнародної науково-практичної онлайн конференції*  
*«Сучасні проблеми та перспективи розвитку*  
*машинобудування України»,*  
*присвяченої 20-й річниці з дня створення*  
*факультету конструювання та дизайну*  
*Національного університету біоресурсів і*  
*природокористування України*

**23-24 вересня 2021 року**

**м. Київ**

УДК 621.891

## МЕХАНІЧНА ОБРОБКА НАПЛАВЛЕНИХ ТВЕРДИХ ПОКРИТТІВ

*Ярош Я.Д., д.т.н., проф.*

*Яковчук Ю.В.*

*Росковинський Д.О.*

*Поліський національний університет, м. Житомир*

*E-mail: [yaroslav.yarosh76@gmail.com](mailto:yaroslav.yarosh76@gmail.com)*

Поєднання наплавлення з механічною обробкою при відновленні деталей сільськогосподарських машин дозволяє підвищити продуктивність операції і збільшити стійкість різального інструмента. Однак здійснювати поєднану обробку складно, оскільки для цього необхідно встановити оптимальну температуру наплавленого шару на початку різання і визначити залежність між швидкостями наплавлення і механічної обробки.

Розглянемо два варіанти механічної обробки наплавленого шару.

Перший варіант – здійснення механічної обробки твердосплавного шару різця відразу після завершення наплавлення і встановлення режимів різання, що відповідають механічній обробці.

Ріжучий інструмент на певній відстані приводом переміщається за плазмовою дугою і зрізує верхній шар наплавленого металу при швидкості, встановленої для плазмового наплавлення.

Переваги цього варіанту: використання в якості ріжучого інструменту звичайних токарних різців; простота настройки на режим різання; можливість механічної обробки товстих шарів, наплавлених в два-три проходи.

Недоліки: додаткові трудовитрати, низька ефективність механічної обробки тонких наплавлених шарів, внаслідок їх швидкого охолодження,

складність встановлення оптимальних швидкостей різання через зміну температури наплавленого шару з плином часу.

При використанні другого варіанту – спільної обробки – зазначені недоліки виключаються, проте ускладнюється кінематика різання. У зв'язку з цим для розробки технологічного процесу спільної обробки необхідний комплексний підхід, що пов'язує кінематичні й технологічні параметри обох операцій.

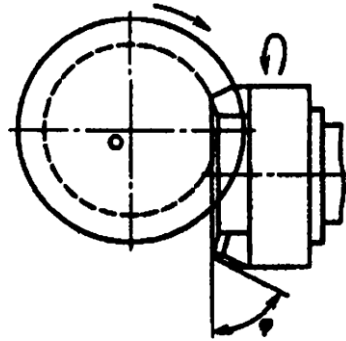


Рис. 1. Схема фрезоточіння циліндричної деталі

Для механічної обробки деталей типу тіл обертання з наплавленими шарами при малих швидкостях найбільш перспективні методи, засновані на принципі постійного переміщення леза. Їх відмінна риса – передача ріжучому інструменту примусового обертання з оптимальною окружною швидкістю.

Аналіз робіт показав, що для поєднання з наплавленням циліндричних деталей найбільш прийнятні ротаційне точіння з примусовим обертанням різальної чашки і фрезоточіння (рис. 3.1).

Ротаційне точіння з примусовим обертанням ріжучого елемента можна здійснювати за різними схемами різання, відповідно до яких передньою поверхнею можуть служити торець ріжучої чашки, зовнішня конічна або торцева гвинтова поверхня.

Відомо, що цей вид різання в даний час має обмежене застосування із-за таких основних причин: наявність в більшості робіт по ротаційному точінні рекомендацій стосовно тільки до напівчистої і чистої обробки циліндричних поверхонь; неможливість обробки деталей ступінчастою формою; складність конструкції інструменту, необхідність для його виготовлення спеціального устаткування і оснащення; необхідність забезпечення досить жорсткої системи верстат - пристосування - інструмент - деталь; порівняно велика витрата електроенергії для здійснення примусового обертання ріжучого елемента.

На підставі зазначених причин і результатів експериментально-виробничих випробувань можна зробити висновок про те, що застосування ротаційного точіння для обробки наплавлених поверхонь при відновленні зношених деталей сільськогосподарських машин недоцільно.

Інший високопродуктивний вид механічної обробки тіл обертання на токарних верстатах – фрезоточіння (рис. 1), при якому в якості ріжучого інструменту використовують торцеві фрезерні головки.

До теперішнього часу є результати лише теоретичних досліджень в області холодної обробки металів, які не розкривають можливостей зазначеного методу в повній мірі. З аналізу робіт, виконаних на цю тему, можна зробити висновок, що фрезерування тіл обертання на токарних верстатах торцевими фрезами засноване на схемі різання, зображеної на рис. 2.

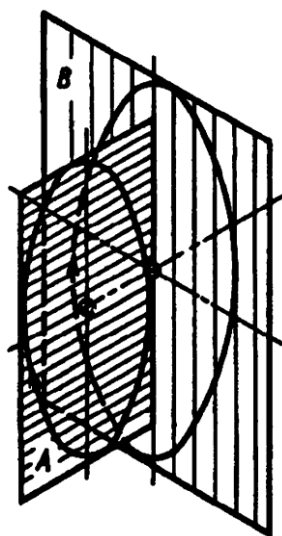


Рис. 2. Схема фрезерування тіл обертання торцевими фрезами

При фрезоточінні процес різання здійснюється в результаті одночасного обертання з різними кутовими швидкостями оброблюваної деталі А і ріжучого інструменту В (їх осі обертання взаємно перпендикулярні) при рівномірному прямолінійному русі ріжучого інструменту. Він може переміщатися уздовж осі обертання деталі по дотичній до оброблюваної деталі, рідше – вздовж осі фрези.

Перевага фрезоточіння тіл обертання на токарних верстатах в порівнянні з точінням – чергування процесу різання з відпочинком зуба фрези, під час якого температура його робочих поверхонь знижується. Під впливом теплового фактора механічні характеристики матеріалу зуба фрези при механічній обробці нагрітої деталі погіршуються менше в порівнянні з

характеристиками різця, що знаходиться в безперервному контакті з розігрітою поверхнею.

Головним рухом при фрезеруванні тіл обертання є обертання фрези. Подача на зуб на етапі врізання:

$$S_z = \pi D_3 n_3 / (z n_\phi \cos \alpha), \quad (1)$$

де  $D_3$  – діаметр заготовки, мм;  $n_3$  і  $n_\phi$  – частота обертання відповідно заготовки і фрези,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $z$  – число зубів фрези;  $\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії.

Максимальна товщина шару, що зрізається при фрезеруванні тіл обертання:

$$\delta_{\max} = \sqrt{\pi^2 (D_3 - f)^2 + S_0 \sin \varphi / (n_\phi z) \pi \varphi}, \quad (2)$$

де  $S_0$  – подача на оборот;  $\varphi$  – кут в плані головної різальної крайки.

З аналізу формули (2) випливає, що  $\delta_{\max}$  при інших рівних умовах залежить від  $S_0$  і  $n_3/n_\phi$ . Фрезоточінням можна з високою продуктивністю обробляти деталі типу вала на токарному верстаті. При цьому стійкість інструменту підвищується внаслідок рівномірного зношування по довжині ріжучої крайки зубів. Цей вид різання доцільно поєднувати з наплавленням, якщо швидкість обертання заготовки обумовлена режимом наплавлення, а залишкова теплота покращує умови різання.