

# ЕФЕКТИВНЕ ШЛІФУВАННЯ ВПАЛИХ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ ТОРЦЕМ АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТА

Рудик А.В., Рудик В.А.

Чернігівський національний технологічний університет

**Вступ та актуальність досліджень.** Інтенсифікація процесу обробки шліфуванням поверхонь обертання при покращенні продуктивності, якості та енергозбереженні є проблемою актуальною для сучасного вітчизняного шліфування. Дана проблема може бути вирішеною при використанні торцевого шліфування заправленим конічним чашковим кругом на верстатах з ЧПК. Це дає можливість з метою підвищення ефективності процесу шліфування керувати геометрією контакту за рахунок зміни відстані між осями обертання деталі та інструмента.

Підвищення продуктивності шліфування пояснюється збільшенням розмірів контакту у напрямках як обертання деталі, так і осьової подачі, які визначаються змінними Ейлеревими радіусами кривизни поверхні круга, та більш раціональним підведенням припуску. Покращення якості забезпечується розподіленням функцій вздовж профілю інструменту з виділенням чорнової та захищених чистової та фінішної ділянок у околі базової точки.

Крім того, за рахунок наближення радіусів кривизни у напрямку осьової подачі можливо або забезпечити її збільшення, або кількість проходів, що впливає на якість обробки. За рахунок кінематики процесу отримують шорсткість у вигляді сітки, покращується динаміка процесу за рахунок зменшення незбалансованої маси інструменту, що здійснює коливання, збільшенням демпфування через зростання розмірів контакту, а самі коливання спрямовані під кутом до поверхні, яку оброблюють. Енергозбереження може бути поясненим зменшенням втрат холостого ходу та можливим спрощенням приводу для меншого за розмірами інструмента.

Проблемою шліфування криволінійних поверхонь займалися Кальченко В.І., Родін П.Р. та ряд інших авторів. В наукових роботах, присвячених подібній тематиці, вказувалося, що керування орієнтацією інструмента здатне значно підвищити продуктивність та якість обробки; інструментом простої геометричної форми можна виготовляти при простих відносних рухах складні поверхні. Однак на ефективність значною мірою впливають його форма та кінематика формоутворення. Ці питання у сучасній літературі мають лише часткове рішення. Авторами даної статті було запропоновано новий спосіб захищений патентом України [1].

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є створення та дослідження нового вискоелективного способу шліфування поверхонь обертання торцем абразивного інструмента. Дослідження мети досягалося математичним моделюванням обробки, створенням програм розрахунку та порівнянням результатів, що отримані різними розрахунковими методиками.

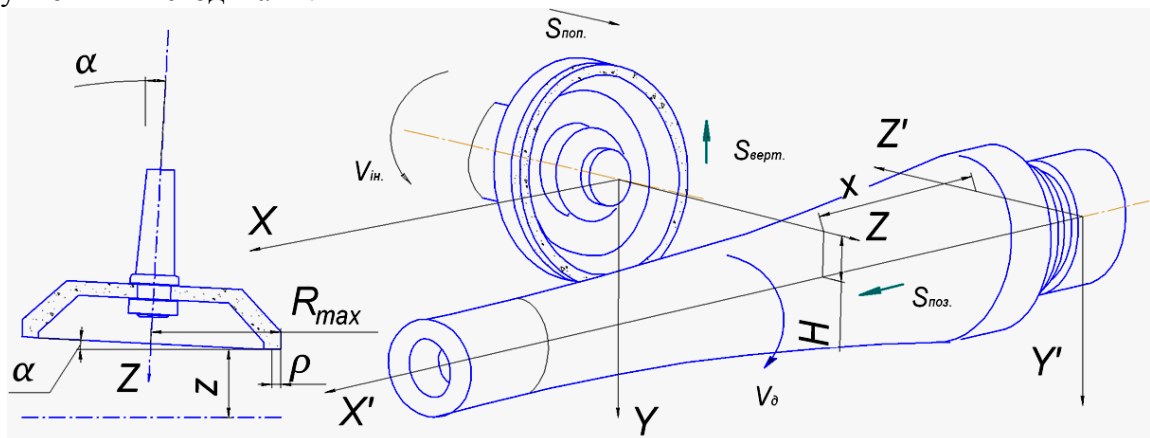


Рисунок – Наладка верстату на обробку фасонної поверхні за рахунок зміни відстані  $H$  між осями

**Результати досліджень.** Складена модель обробки заправленим конічним торцем на заточувальному верстаті з ЧПК мод. В3208Ф3 (рис.1), де необхідно забезпечити наступні відносні рухи: обертання деталі та інструмента, поздовжньої та поперечної подачі.

Для точного формоутворення ділянки поверхні деталі необхідно у точці контакту витримати рівність нахилу дотичних, відповідність діаметральних розмірів та накласти умови на радіуси кривизни деталі у осьовій площині та інструмента. Для обробки впалої ділянки профілю деталі в напрямку осьової подачі такими умовами є менші значення радіусу кривизни інструменту, що наближається до необхідного значення.

Ці вимоги можна забезпечити раціональним вибором діаметральних розмірів інструмента, зміною значень кута  $\alpha$ , що характеризує конус заправленого його торця, відносних поздовжньої та поперечної подачі.

З використанням матриць перетворення систем координат побудовані математичні 3D моделі поверхні круга, обробки та формоутворення на верстаті деталі з врахуванням значень поздовжньої та поперечної подачі. Вперше у явному функціональному вигляді отримано рівняння для знаходження швидкості підведення припуску по ділянках контакту у напрямку нормалі до поверхні інструмента [2,3]. Аналіз даного рівняння для вказаного способу обробки доводить раціональний характер зміни навантажень вздовж контакту порівняно з відомими та перспективними методами.

Графічне знаходження та аналіз рівняння характеристики, отриманого з попередньої моделі, довело можливість її лінеаризації, де коефіцієнти знаходять з використанням принципу Лежандра. Доведено, що їх значення залежить від кута правки  $\alpha$ , при цьому змінюється можливий характер графіку.

Таким чином, з достатньою для практики точністю можна спрощено визначити як характеристику, так і її похідні по криволінійних координатах заправленої на конус торцевої поверхні інструмента.

Далі через коефіцієнти квадратичної форми визначають косинус кута між характеристикою та твірною конічної поверхні та його Ейлереву кривизну у площині контакту, нахил характеристики до осі деталі та, відповідно, кривизну отриманої ділянки профілю.

Далі інтегруванням значень зміни міжосьової відстані можна для заданих значень кута правки та міжосьової відстані визначити характер можливої зміни профілю обробленої поверхні, який можна коригувати додаванням поперечної подачі.

**Висновки.** Матеріали теоретичних досліджень, розрахунків та їх порівняння доводять можливість значного збільшення ефективності обробки шліфуванням поверхонь обертання заправленим на конус торцем круга. Отримана система рівнянь дозволяє визначати товщину зрізів з метою навантаження інструмента до граничного рівня, що визначається різальною здатністю.

## ЛІТЕРАТУРА

1 Пат.№92147 Україна МПК (2014) В24В 5/04 Спосіб шліфування впалих поверхонь обертання конічною поверхнею торця абразивного інструмента Авт. Рудик А.В., Рудик В.А. Заявка на патент України №u201310754 В24В 5/04, пріоритет від 06.09.2013 власники патенту Рудик А.В., Рудик В.А..

2 Рудик А.В., Венжега В.І. Продуктивність вискоефективного поздовжнього та глибинного шліфування поверхонь обертання периферією та торцем орієнтованим абразивним інструментом //Вісник Чернігівського національного технологічного університету: Збірник – Чернігів: ЧНТУ, 2014.– Вип.№72.– С.76-80.

3 Рудик А.В., Рудик В. А. Шліфування впалих поверхонь обертання конічною поверхнею абразивного інструмента // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: Збірник – Чернігів: ЧДТУ, 2013.– Вип.№ 1 (63).– С.54-59.