

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПИЛ ІЗ НЕРІВНОМІРНИМ КРОКОМ ЗУБІВ

Розглянуто новий спосіб виготовлення пил з нерівномірним кроком зубів, який базується на попередній обробці дискових пил обкатними фрезами з нерівномірним кроком зубів на універсальних зубофрезерних верстатах, що значно удосконалює технологічний процес виготовлення пил та зменшує витрати шліфувального матеріалу.

В даний час пили широко використовуються в усіх галузях промисловості, а зокрема, в деревообробці, металургії (наприклад, труби ріжуться тільки дисковими пилами) і т.д.

Прогресивним й найбільш продуктивним методом обробки пил з нерівномірним кроком зубів є виготовлення їх вишліфовуванням на верстатах із ЧПК. Але цей метод призводить до великих витрат шліфувального матеріалу. Тому, з метою зменшення витрат інструментального матеріалу й удосконалення технології виготовлення пил, був розроблений спосіб попередньої обробки пил з нерівномірним кроком зубів на універсальних зубофрезерних верстатах дисковою обкатною фрезею з нерівномірним кроком зубів.

Фасонні обкатні фрези проектують із невеликим числом зубів Z_0 , що, відповідно до проведених досліджень [1], коливається від 4 до 10.

При обробці виробу з числом зубів Z обкатна фреза і заготовка обертаються навколо своїх осей (рис. 1). При повороті фрези на один зуб заготовка також повертається на один зуб. Для фрези, що має Z_0 зубів, будемо мати:

$$\frac{\omega_1}{\omega_0} = \frac{Z_0}{Z_1} = U,$$

де ω_1 – кутова швидкість обертання пили; ω_0 – кутова швидкість обертання фасонної обкатної фрези.

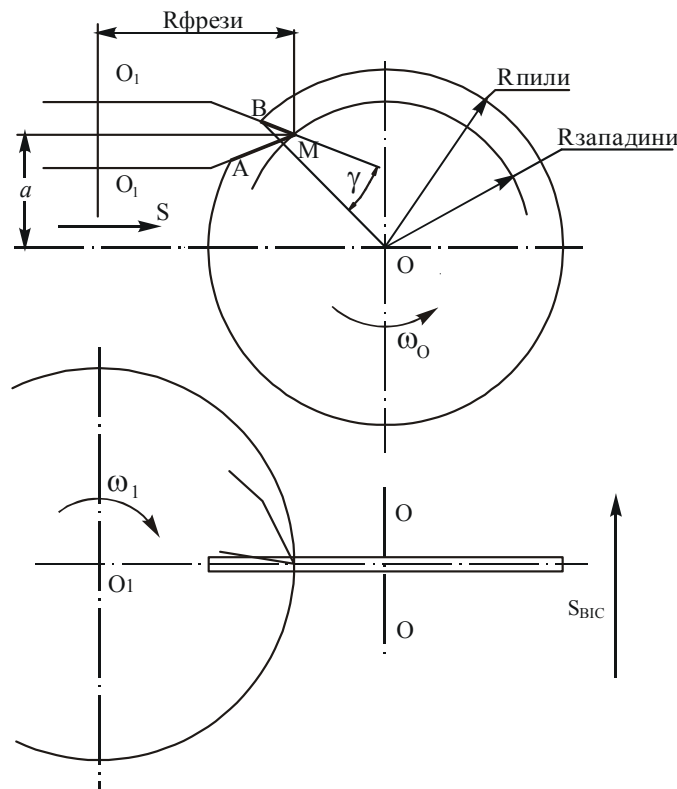


Рис. 1. Схема установки інструменту відносно заготовки: де a – зсув осей обкатної фрези і заготовки; $R_{пили}$ – радіус заготовки (пили); $R_{западини}$ – радіус западини оброблюваного зуба; γ – передній кут заготовки (пили); S – подача обкатної фрези; $S_{вс}$ – осьова подача заготовки

Відповідно до написаної рівності, кути повороту обкатної фрези і пили пов'язані залежністю:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = \frac{Z_0}{Z_1} = U,$$

де ε_1 – кут повороту пили за певний проміжок часу; ε_0 – кут повороту фасонної обкатної фрези, що відповідає оберту пили на кут ε_1 .

Крім обертальних рухів, при обробці здійснюється повільний рух подачі. При обробці прямозубих деталей рух подачі буде прямолінійно-поступальним, а при обробці гвинтових канавок – гвинтовим рухом. Рух подачі призводить до ковзання поверхні деталі "самої по собі" і не впливає на характер контактування вихідної інструментальної поверхні та поверхні деталі.

Фасонні обкатні фрези, що аналізуються, проектують на основі вихідної інструментальної поверхні з лінійним контактом із поверхнею деталі.

При визначенні вихідної інструментальної поверхні розглядається відносний рух інструменту і заготовки без урахування руху подачі. Як відомо, два взаємозалежних обертання призводять до гвинтового руху. Поверхня деталі з прямими зубами обмежується площинами, одна з яких є передньою площиною оброблюваного інструмента (пили). Друга площина є потиличною площиною. З погляду роботи інструмента, важливо забезпечити правильну обробку передньої площини й одержати необхідний передній кут γ . Точність обробки потиличної площини допускається менша. Тому при проектуванні фасонних обкатних фрез можна приблизно визначати профіль фрези, сполученої з потиличною площиною. Передню ж площину необхідно сформуванати точно.

Як було сказано вище, у будь-який момент часу передня площина щодо інструменту (фасонної обкатної фрези) робить миттєвий гвинтовий рух. Відомо, що при гвинтовому русі площини характеристикою буде пряма лінія. Іншими словами, у будь-який момент часу інструментальна поверхня та передня площина оброблюваного інструмента будуть дотикатися один одній по прямій лінії – характеристиці.

Проектуючи фасонні обкатні фрези за різальну кромку, що формує передню площину інструменту, яка виготовляється, доцільно прийняти характеристику, що спрощує профілювання такого інструмента. Крім того, геометрично точна обкатна фасонна фреза в цьому випадку буде мати прямолінійну різальну кромку, що спрощує технологію їх виготовлення та переточування інструменту у процесі експлуатації. Прямолінійна різальна кромка може бути виконана твердосплавною, що, у порівнянні зі швидкорізальним інструментом, дозволяє підняти продуктивність обробки.

Як і інші обкатні інструменти, обкатні фасонні фрези забезпечують високу точність по кроку, що залежить від точності зуборізного верстата, на якому обробляються заготовки.

Для того, щоб одержати нерівномірний крок зубів на оброблюваному інструменті, обкатна фасонна фреза проектується також із нерівномірним кроком зубів. Величина нерівномірності колового кроку зубів фасонної обкатної фрези залежить від необхідної нерівномірності кроку зубів оброблюваного інструменту. Будемо вважати, що колові кроки зубів оброблюваного інструменту будуть дорівнювати ε_{11} , ε_{12} , ε_{13} , ε_{14} . Тоді колові кроки фасонної обкатної фрези розраховуються в такий спосіб:

$$\varepsilon_{01} = \frac{\varepsilon_{11}}{U}; \varepsilon_{02} = \frac{\varepsilon_{12}}{U}; \varepsilon_{03} = \frac{\varepsilon_{13}}{U}; \varepsilon_{04} = \frac{\varepsilon_{14}}{U}.$$

Розглянемо обробку передньої площини деталі (рис. 2, а), положення якої характеризується переднім кутом γ . Профіль деталі *ABC* вважаємо відомим. Для того, щоб обробити задану деталь без відхилень від креслення та виконати необхідні умови формоутворення, повернемо деталь навколо її осі до положення, зображеного на рис. 2, б. положення передньої площини, профіль якої *AB*, у результаті повороту йде під кутом φ . Кут η повороту деталі навколо її осі в цьому випадку дорівнює:

$$\eta = \varphi + \gamma.$$

Кут φ при проектуванні фрези задається такої величини, щоб забезпечити сприятливу геометрію різальної частини. Обкатна фасонна фреза проектується як фреза із затилованим зубом. Як відомо, задній кут у нормальному до різальної кромки перетині у фасонної затилованої фрези досить сильно залежить від кута в плані φ . При малих значеннях кута φ задній кут у нормальному перетині близький до нуля. Для того, щоб на обох кромках, що оброблюють ділянки *AB* і *BC* профілю, одержати однакові задні кути, доцільно проектувати фрезу із симетричним профілем і вибирати кут φ рівним $0,5\theta$. Зсув *a* фрези з центру буде дорівнювати:

$$a = 0,5D \sin(\varphi + \gamma) - H \sin \varphi,$$

де *D* – діаметр оброблюваної деталі; *H* – висота оброблюваної канавки, вимірюваної по передній площині.

