

ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертацію і автореферат дисертації Апаракіна Антона Руслановича «Підвищення ефективності чистового черв'ячного зубофрезерування циліндричних зубчастих коліс за рахунок зміни схеми різання», яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук з спеціальності 05.03.01 – «Процеси механічної обробки, верстати та інструмент»

1. Актуальність теми дисертації

В машинобудуванні широке впровадження отримали зубчасті передачі. Вимоги до продуктивності обробки зубчастих коліс та точності їх виготовлення постійно зростають. В практиці використовують різні зуборізні інструменти, серед яких найбільше використовують черв'ячні зуборізні фрези. Багато дослідників проводили роботи з удосконалення конструкцій черв'ячних зуборізних фрез, підвищення продуктивності обробки і точності зубчастих коліс, що нарізаються. Проте до сьогоднішнього часу черв'ячні фрези, що використовуються в промисловості не є інструментом з раціональною схемою різання, тому що процес різання таким інструментом відбувається в складних умовах де форма зрізаемого шару має фасонну форму і переважають малі товщини, що приводить до затирання леза цього інструменту в процесі роботи. Виходячи з цього тема дисертаційної роботи Апаракіна А.Р. у якій вирішуються задачі підвищення працездатності черв'ячних фрез за рахунок зміни схеми різання є актуальною.

Дисертаційна робота Апаракіна А.Р. виконувалась згідно з планом науково-дослідної роботи Центральноукраїнського національного технічного університету м. Кропивницький, за темою "Теоретичне та експериментальне дослідження черв'ячно-контурного зубофрезерування зубців шестерень гідравлічних машин" (номер державної реєстрації №0116U001974. Об'єм роботи відповідає встановленим нормам. Результати дисертації опубліковано в 11 працях, з них 3 друковані праці у фахових наукових виданнях України, за результатами роботи отримано 4 патенти на винахід.

2. Новизна досліджень і отриманих результатів

Наукова новизна розглянутої дисертаційної роботи є в наступному:

Запропонована математична модель процесу зубофрезерування вирішення задачі дослідження взаємодії різальної кромки з поверхнями різання при їх співпадінні ті не співпадінні з вихідною інструментальною поверхнею;

Вперше запропоновано на основі розробленої математичної моделі взаємодії леза інструмента з заготовкою при зубофрезеруванні наукові положення зі створення інструменту з рівномірним завантаженням різальної частини по площі знімаемого шару матеріалу;

Запропонована динамічна модель процесу контурного зубофрезерування, як одномасова коливальна консервативна система та досліджені її характеристики.

3. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці загальної методики та алгоритмів з проектування черв'ячних зуборізних фрез контурного зубофрезерування з раціональним завантаженням різальної частини.

Розроблена методика визначення геометричних форм одиничних зрізів та закономірності їх розподілення під час обробки при черв'ячно-коловому зубофрезеруванні.

Технічна документація по проектуванню та виготовленню черв'ячних фрез, що працюють методом черв'ячно-коловому зубофрезерування передана на підприємство АТ «Гідросила», м. Кропивницький.

4. Достовірність основних висновків та результатів роботи

Достовірність основних висновків та результатів дисертаційної роботи підтверджується чіткою постановкою задач, що розв'язуються, прийнятими обґрунтуваннями сучасних методів теоретичних досліджень, результатами експериментальних досліджень розроблених нових фрез у виробництві.

5. Оцінка змісту дисертації, її завершеності та відповідності встановленим вимогам

Дисертаційна робота Апаракіна А.Р. складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний текст дисертації викладений на 202 аркушах, включає 38 таблиць, 99 рисунків, 15 додатків, список використаних джерел із 140 найменувань.

У **вступі** належним чином обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету та задачі дослідження, відображено наукову новизну і практичну цінність роботи, наведено відомості щодо апробації роботи та публікації за темою дисертації.

В **першому** розділі наведено ґрунтовний аналіз літературних даних щодо сучасних проблем черв'ячного зубофрезерування. Проведено огляд основних світових промислових конструкцій черв'ячних фрез, проаналізовано їх особливості та область застосування. Розглянуті основні геометричні та фізичні явища процесу зубофрезерування, проведено аналіз сучасного обладнання для зубофрезерування циліндричних коліс.

За результатами критичного аналізу літературних даних сформульовано мету та визначено основні завдання досліджень.

У **другому** розділі описано методи та методики, що використовувалися при експериментальних та теоретичних дослідженнях. Визначені основні принципи теоретичного дослідження енергоємності зубофрезерування. Розроблена методика дослідження похибок поверхні зубчастого колеса за рахунок зміни схеми різання таким інструментом. Розроблена методика експериментального дослідження формоутворення евольвентного профілю при черв'ячно-контурному зубофрезеруванні. Визначені основні параметри розроблюваного інструменту і зубчастих коліс для експериментальних досліджень.

У **третьому** розділі наведено результати математичного моделювання процесу зубофрезерування. Запропонована модель підтверджує, що можливо досягти підвищення точності за рахунок рівномірного розподілення площі зрізаемого шару матеріалів за цикл обробки. Проведено теоретичний аналіз силового навантаження при черв'ячно-контурного зубофрезерування у порівнянні з класичним зубофрезерування циліндричними фрезами.

У **четвертому** розділі на основі розроблених методів та методик ті результатів теоретичних досліджень експериментальні дослідження процесу черв'ячно-контурного зубофрезерування.

Проведено дослідження шорсткості поверхні, що обробляється, отримано математичну модель впливу сил різання на шорсткість поверхні. Досліджено вплив на точність параметрів зубчастого вінця при черв'ячно-контурному зубофрезеруванню розробленим інструментом.

Практично доведено підвищення точності параметрів зубчастого вінця і можливість використання розробленого інструменту для чистового зубофрезерування зубчастих вінців.

У п'ятому розділі представлено результати розробленої концепції технології зубообробки для умов гнучкого виробництва з використанням основних положень розробленим автором черв'ячно-контурного зубофрезерування з використанням запропонованого інструменту, що є вирішенням важливої науково-практичної задачі.

Дисертаційна робота містить науково обґрунтовані та раніше не захищені наукові положення, якісний експериментальний матеріал і достовірні, чітко сформульовані висновки, що в сукупності може бути охарактеризовано як успішне вирішення наукової проблеми.

6. Зауваження по роботі

- Так як дані фрези відносяться до інструменту «постійної» установки, доцільно було б в роботі розглянути вплив переточування фрез на точність профілю зубчастих коліс, що оброблялись та зміни геометричних параметрів шару матеріалу, що зрізається;

- В роботі в п. 3.4.2 Аналіз процесу формоутворення традиційного чистового черв'ячного зубофрезерування на базі комп'ютерної моделі кінематики зубофрезерування, та в п. 3.6.2 Аналіз процесів формоутворення черв'ячно-контурного зубофрезерування на базі комп'ютерної моделі кінематики зубофрезерування приводиться аналіз параметрів зрізаємого шару матеріалу тільки для двох постійних значень параметрів зубчастих коліс, табл. 2.2, табл. 2.8 чи досліджувались в роботі зміни цих параметрів від модуля і числа зубів нарізаємих коліс;

- В роботі приводяться терміни «при дотичній ГРК різця до оброблюваної поверхні» та «при нормальній ГРК різця до оброблюваної поверхні», що позначають різні схеми обробки проте це не зовсім вірно, так як при дотику двох поверхонь при формоутворенні профілю зубчастого колеса нормалі цих поверхонь завжди будуть співпадати, можливо треба було якось змінити ці назви;

- В роботі мають місце певні редакційні похибки.

7. Загальні висновки

Зроблені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку роботи. Дисертація Апаракіна А.Р. «Підвищення ефективності чистового черв'ячного зубофрезерування циліндричних зубчастих коліс за рахунок зміни схеми різання» є закінченою науково-дослідною роботою, що містить нові оригінальні рішення актуальної науково-технічної задачі підвищення працездатності черв'ячних зуборізних фрез та точності зубчастих коліс, що нарізаються, за рахунок створення фрез з раціональним завантаженням різальної частини, що має важливе значення для різних галузей машинобудування.

Вважаю, що робота «Підвищення ефективності чистового черв'ячного зубофрезерування циліндричних зубчастих коліс за рахунок зміни схеми різання»

повністю відповідає вимогам пунктів 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567; її зміст відповідає паспорту спеціальності 05.03.01 – Процеси механічної обробки, верстати та інструменти, а її автор Апаракін А.Р. заслуговує присудження науковою ступеня кандидата технічних наук за відповідною спеціальністю.

Офіційний опонент:

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені

Ігоря Сікорського»,

м. Київ, МОНУ, професор кафедри

«Конструювання машин», д.т.н.

Олександр ОХРИМЕНКО

Підпис офіційного опонента,

Олександра ОХРИМЕНКА ЗАСВІДЧУЮ

Учений секретар КПІ ім. Ігоря Сікорського



Валерія ХОЛЯВКО