

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ПОПЕРЕЧНИЙ ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 621. 9.022.2

Дослідження зони контакту черв'ячних фрез

Спеціальність 8.05050302 – інструментальне виробництво

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
магістр**

Київ – 2014

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник доцент, кандидат технічних наук
Солодкий Валерій Іванович
Національний технічний університет України
«КПІ», м. Київ, доцент кафедри інтегрованих
технологій машинобудування імені П.Р. Родіна

Рецензент кандидат технічних наук
Боголюб Ігор Сергійович
Інженер-механік «БМЗ «Прогрес»

Консультант з
охорони праці та
техніки безпеки кандидат технічних наук, доцент
Фоменко Ігор Олександрович
Національний технічний університет України
«КПІ», м. Київ, доцент кафедри охорони праці,
промислової та цивільної безпеки

Захист відбудеться „16” червня 2014 року об 14 годині на засіданні ДЕК кафедри інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к. 615-22

З дисертацією можна ознайомитись на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к. 611

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність досліджень.

У теперішній час в машинобудуванні при нарізуванні зубчастих коліс широко використовуються черв'ячні зуборізні фрези. Метод фрезерування зубів черв'ячною фрезою має ряд переваг в порівнянні з іншими методами зубонарізування, відноситься до числа найбільш трудомістких операцій механічної обробки металів. Недоліком черв'ячної фрези є нераціональне використання її ріжучих кромки, пов'язане з нерівномірним завантаженням зубів черв'ячної фрези. Причина такого використання ріжучих кромки закладена в самому методі роботи інструменту. Число зубів, які беруть участь в фрезеруванні порівняно невелика і умови роботи кожного зуба різні. Окремі ділянки ріжучих кромки завантажені нерівномірно.

У процесі фрезерування для кожного зуба черв'ячної фрези і на його окремих ділянках перерізу стружка різна. Також в процесі різання змінюються передні і задні кути ріжучих кромки черв'ячної фрези. Величина навантаження і кути різання відіграють велику роль в процесі зубонарізування і більшою мірою визначають умови роботи окремих ріжучих кромки.

Загальною і необхідною умовою роботи черв'ячних фрез є специфічне переміщення ріжучої кромки інструменту, щодо оброблюваної поверхні деталі, що забезпечує подачу ріжучої кромки в результаті обкатного руху.

Обкатні інструменти в більшості своїй застосовуються, як інструменти профілюючі. Поняття обкатний інструмент відповідає певному переміщенню різальних кромки в процесі обробки, створюваним обкатним рухом та утворюючи рух їх подачі.

Процес обкатної обробки - процес активного впливу ріжучої кромки на деталь із зміною форми, утворюючи лінійчатий контакт. Велике значення має форма і розміри зрізаного шару, установка інструменту в робоче положення, супроводжувана роботою різальних кромки, видаленням матеріалу та інше. Це показує, що процес обкатної обробки та умови роботи різальних кромки мають особливості, які повинні розглядатися не тільки з точки зору профілювання, а й з урахуванням умов різання. При аналізі, вивченні та проектуванні обкатних інструментів необхідно враховувати дві функції: по-перше, функцію ріжучого інструменту, розглядаючи процес різання, як при остаточному утворенні поверхні (профілюванні), так і при попередньому різанні, з урахуванням відповідних режимних та геометричних понять, як інструмент, що виконує певну роботу з видалення «зайвого» матеріалу з заготовки, якому повинні бути, передані відповідні властивості, що забезпечують його ріжучу здатність; і, по-друге, як інструмента

профільюючого, що забезпечує необхідну форму деталі, розглядаючи також процес, але при переважному значенні умов профілювання.

Разом з тим умови роботи обкатних інструментів порівняно з умовами роботи інших ріжучих інструментів також мають суттєві відмінності, що викликаються обкатним рухом. Ріжучі кромки більшості ріжучих інструментів, в процесі обробки, здійснюють, щодо оброблюваної деталі, порівняно прості рухи подачі з однаковою швидкістю усіх точок ріжучої кромки. Ріжучі кромки обкатних інструментів в процесі обробки здійснюють складний рух подачі з різними і мінливими в процесі обробки швидкостями. Розміри поверхні контакту ріжучих кромок і утвореної поверхні деталі, як у процесі попередньої обробки, так і при профілювання безперервно змінюються. Це в свою чергу спонукає до вивчення законів зміни навантаження на різних ділянках ріжучих кромок і залежностей зміни кутів різання від змінних факторів, що мають місце в процесі роботи інструменту.

Дана робота присвячена дослідженню розподілу навантаження зубців черв'ячних фрез, встановленню впливу технологічних факторів на поле контакту та формуванню рекомендацій стосовно вирішення цього питання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут» у відповідності з тематичним планом науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України

Мета і задачі дослідження: Дослідження форми і розмірів контактної області між інструментом і деталлю за різних умов формоутворення черв'ячними фрезами.

Основними задачами наукового дослідження є:

1. Провести аналіз літературних джерел по темі роботи.
2. Розробити методику визначення розмірів контактної області залежно від подачі для різних умов формоутворення.
3. Виконати дослідження форми і розмірів контактної області та провести порівняльний аналіз результатів, отриманих при різних умовах.

Об'єкт дослідження – обробка зубчатих евольвентних коліс черв'ячною фрезою.

Предмет дослідження – форма і розміри контактної області.

Методи досліджень. Дослідження характеру впливу технологічних факторів на поле контакту, що базується на теорії геометрії ріжучих інструментів, методах нарисної та аналітичної геометрії, математичному моделюванні та відображенні у вигляді алгоритмів, графічних залежностей в середовищі MathCAD.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті аналітичного та графічного визначення форми і розмірів контактної області при

зустрічному і попутному фрезеруванні встановлено залежності параметрів контактного поля від технологічних факторів. Вдалося знайти умови в яких параметри контактного поля є найбільш благо сприятливими при зубонарізуванні.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Розроблена методика визначення розмірів контактного поля в залежності від подачі на один оберт колеса при зустрічному фрезеруванні.

2. Розроблена методика визначення параметрів контактного поля в залежності від подачі на один зуб фрези при попутному фрезеруванні.

3. Розроблена методика аналітичного визначення параметрів контактного поля в залежності від кута установки черв'ячної фрези.

4. Сформульовано рекомендації щодо використання черв'ячних фрез.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися на XII Міжнародній науково-практичній конференції студентів «Інноваційні тенденції» та на загальноуніверситетській науково-технічній конференції молодих вчених та студентів, підсекція «Інтегровані технології машинобудування»

Публікації. По темі дисертаційної роботи опубліковано 1 статтю в науково-технічному журналі, 8 тез та участь у міжнародній студентській науково-практичній конференції.

Структура дисертації Дисертація складається з переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

Робота викладена на 143 сторінках друкованого тексту, містить список умовних позначень на 2 сторінках, 45 рисунків на 38 сторінках, 4 таблиці на 2 сторінках, список використаної літератури з 43 найменувань на 4 сторінках, додатки на 15 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет дослідження і задачі, які автор розв'язує у роботі.

У першому розділі проведено аналітичний аналіз огляду літератури, який дає можливість стверджувати, що існує безліч факторів опосередкованого та безпосереднього впливу на процес зубофрезерування і зону контакту, які потребують більш детального дослідження. Встановивши їхній характер впливу з'явиться можливість більш досконаліше керувати процесом зубофрезерування.

У другому розділі проведено дослідження характеру та параметрів контактного поля. Представлено загальну методику розрахунку довжини контактного поля та графічне визначення границь контактного поля.

Також розглянуто зміну параметрів контактного поля в залежності від умов формоутворення (зустрічне, попутне фрезерування), подачі та технологічних параметрів.

У **третьому розділі** представлена математична частина дослідження параметрів контактного поля, що проводилась в середовищі MathCAD 7.

Встановлена залежності довжини контактного поля від подачі на один оберт колеса та подачі на один зуб фрези при зустрічному фрезеруванні (рис.1, 2).

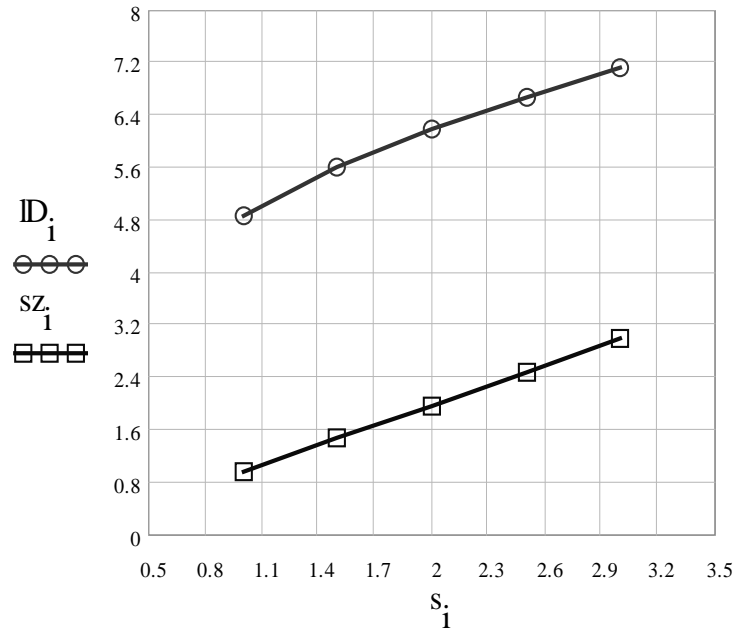


Рис.1. Залежності довжини контактного поля та подачі на один зуб фрези від подачі на один оберт колеса при зустрічному фрезеруванні

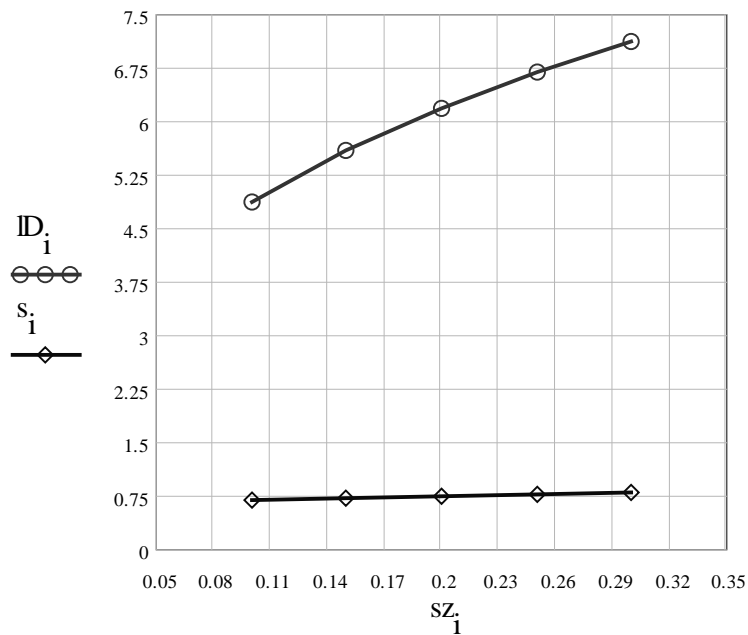


Рис.2. Залежності довжини контактного поля та подачі на один оберт колеса від подачі на один зуб фрези при зустрічному фрезеруванні

Проведено визначення параметрів довжини контактної області та подачі на один оберт колеса в залежності від подачі на один зуб фрези при попутному фрезеруванні та аналітичне визначення границь крайніх точок контактної області черв'ячної фрези та зубчатого колеса при обробці.

Було встановлено залежність довжини контактної області від кута установки черв'ячної фрези (рис.3).

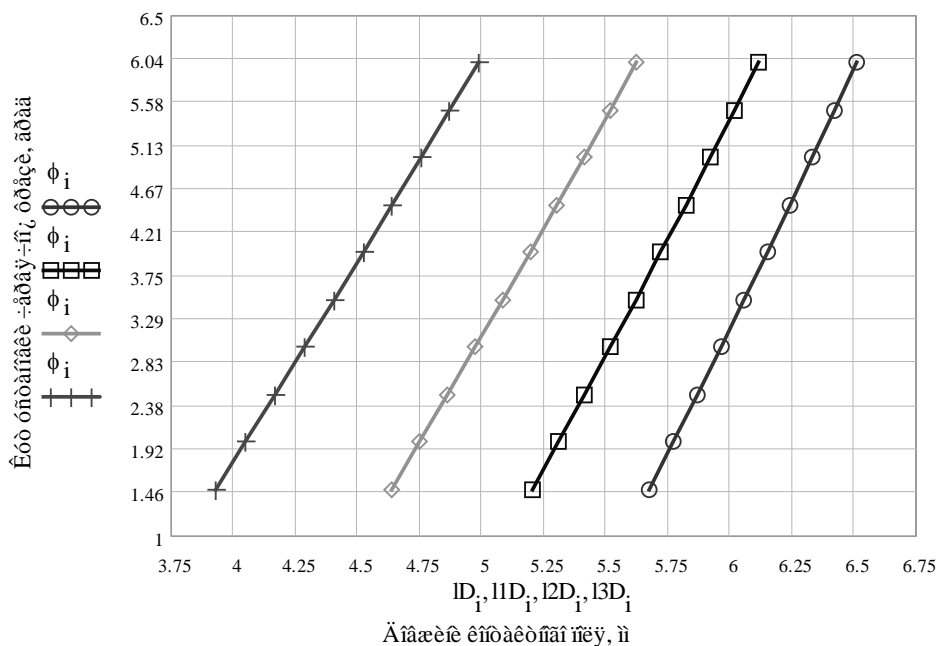


Рис.3. Залежність довжини контактної області від кута установки черв'ячної фрези при $r = 20$ мм.

Аналіз проведених розрахунків показав, що в умовах дослідження довжина контактної області збільшується від 4,871мм. до 7,131 мм. при зміні величини подачі на зуб від 0,1 мм./зуб до 0,3 мм./зуб.. Отже, зміна величини подачі у 1,5 рази викликає зміну довжини контактної області у 3 рази.

Встановлено, що попутне фрезерування дає можливість застосовувати більші подачі на один оберт колеса (при однаковій подачі на зуб фрези) за рахунок більш сприятливого розташування контактної області (основа контактної області розширена), що сприяє більш рівномірному розподілу навантаження на зубці фрези уздовж її осі.

З аналізу результатів розрахунків за отриманими залежностями впливає, що при збільшенні кута установки фрези в 6 разів довжина контакту зменшується в 1,5 рази, з підвищенням подачі 2,5 рази довжина контакту підвищується в 1,5 рази та при обробці коліс з різним діаметром процес різання проходить краще при обробці коліс великого діаметру.

У четвертому розділі приведена методика виявлення та аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, діючих при роботі в робочому приміщенні розглянуті загальні вимоги щодо використання комп'ютерів в приміщеннях. Розроблені рекомендації для збереження

здоров'я оператора ПК, наведені можливі фактори ураження та методи запобігання їм. Розроблені заходи щодо зниження можливої дії шкідливих і усуненню небезпечних чинників при роботі за ПК. Детально розглянуті норми щодо організації робочого місця, його освітлення, мікроклімату, тощо.

У п'ятому розділі сформульовано загальні висновки та рекомендації.

ВИСНОВКИ

Аналіз результатів теоретичного дослідження виявив, що для підвищення продуктивності фрезерування евольвентних зубчатих коліс необхідно збільшити довжину контактної області інструмент-деталь, що дозволить ввести в процес формоутворення найбільшу кількість активних зубів фрези.

Також слід зазначити, що із збільшенням розмірів зони контакту завантаження ріжучих елементів розподіляється більш рівномірно і на велику площу. Це призводить до зниження завантаженості кожної конкретної ділянки інструменту. У той же час, збільшення зони контакту дозволяє мати більш рівномірний знос всього інструменту в цілому.

Результати аналізу зони контакти залежно від напрямку подачі (попутна, або зустрічна) показали, що попутне фрезерування є більш доцільним, оскільки забезпечує велику область зони контакту, що сприяє рівномірному зносу зубів черв'ячного інструменту. В той же час застосування попутного способу формоутворення пов'язано з труднощами технологічного характеру так як вимагає вживання спеціального устаткування.

Результати отримані в роботі дозволяють раціональніше використовувати сучасні черв'ячні фрези при формоутворенні зубчатих коліс.

Аналіз проведених розрахунків дозволяє сформулювати такі рекомендації, щодо підвищення продуктивності застосування черв'ячних фрез.

1. Для того, щоб збільшити довжину контактної області необхідно збільшити подачу на зуб фрези, подачу на оберт колеса та кут установки черв'ячної фрези зробити мінімально допустимим.

2. Проводити процес фрезерування коліс малого діаметру черв'ячними фрезами з якомога більшим діаметром.

СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ НА КОНФЕРЕНЦІЯХ

1. НТУУ «КПІ» загально-університетська конференція. Секція «Машинобудування», підсекція «Інтегровані технології машинобудування»; Назва доповіді – Вплив конструкційних параметрів на геометрію різальної частини торцевої фасонної фрези .; Автори - Поперечний О.В., Герасимчук О.М.

2. НТУУ «КПІ» загально-університетська конференція. Секція «Машинобудування», підсекція «Інтегровані технології машинобудування»; Назва доповіді – Дослідження зони контакту черв'ячної фрези та заготовки; Автори - Поперечний О.В., Солодкий В.І.

3. XI міжнародна науково-технічна конференція. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Назва доповіді – Геометричні параметри черв'ячних фрез; Поперечний О.В., Солодкий В.І.; Місце проведення - Україна м. Краматорськ. Дата проведення: 06.06.2013

4. XII міжнародна студентська науково-практична інтернет конференція. Наука і техніка: інноваційні тенденції/Інновації в інженерії. Назва доповіді – Дослідження геометричних параметрів в точках контакту інструмента та деталі; Автори - Поперечний О.В., Солодкий В.І.; Місце проведення - Україна м. м. Києві пр. Перемоги 37, корпус 7. Дата проведення: 08.04.2014

5. Фахове видання: Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Донбаська державна машинобудівна академія.; Назва статті – Зміна кутів різання при обробці деталей черв'ячною фрезою. Автори - Поперечний О.В., Солодкий В.І.

6. НТУУ «КПІ» загально-університетська конференція. Секція «Машинобудування», підсекція «Інтегровані технології машинобудування»; Назва доповіді – Контактне поле черв'ячної фрези; Автори - Поперечний О.В., Солодкий В.І.

7. НТУУ «КПІ» загально-університетська конференція. Секція «Машинобудування», підсекція «Інтегровані технології машинобудування»; Назва доповіді – Проблеми формоутворення черв'ячними фрезами; Автори - Поперечний О.В., Солодкий В.І.

8. НТУУ «КПІ» загально-університетська конференція. Секція «Машинобудування», підсекція «Інтегровані технології машинобудування»; Назва доповіді – загальні питання конструювання черв'ячних фрез; Автори - Поперечний О.В., Герасимчук О.М.

АНОТАЦІЯ

Поперечний О.В. Дослідження зони контакту черв'ячних фрез.

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 8.05050302 – інструментальне виробництво. – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут. – Київ, 2014.

Аналіз результатів теоретичного дослідження виявив, що для підвищення продуктивності фрезерування евольвентних зубчатих коліс необхідно збільшити довжину контактної області інструмент-деталь, що дозволить ввести в процес формоутворення найбільшу кількість активних зубів фрези. Встановлено, що характер завантаження зубців визначається характером і розміром контактної області. Виходячи з цього була розглянута методика визначення розмірів контактної області залежно від подачі для різних умов.

Результати отримані в роботі дозволяють раціональніше використовувати сучасні черв'ячні фрези при формоутворенні зубчатих коліс та запроваджені у виробництво для покращення умов процесу нарізання зубчатих коліс черв'ячними фрезами.

Ключові слова. Черв'ячна фреза, формоутворення, контактне поле, довжина, розмір

АННОТАЦІЯ

Поперечный А.В. Исследование зоны контакта червячных фрез.

Диссертация на соискание ученой степени магистра по специальности 8.05050302 – инструментальное производство. – Национальный технический университет Украины „Киевский политехнический институт. – Киев, 2014.

Анализ результатов теоретического исследования показал, что для повышения производительности фрезерования эвольвентных зубчатых колес необходимо увеличить длину контактного поля инструмент - деталь, что позволит ввести в процесс формообразования наибольшее количество активных зубьев фрезы. Установлено, что характер загрузки зубьев определяется характером и размером контактного поля. Исходя из этого была рассмотрена методика определения размеров контактного поля в зависимости от подачи для различных условий.

Результаты получены в работе позволяют рационально использовать современные червячные фрезы при формообразовании зубчатых колес и внедрены в производство для улучшения условий процесса нарезания зубчатых колес червячными фрезами.

Ключевые слова. Червячная фреза, формообразования, контактное поле, длина, размер.

ABSTRACT

Poperechnyi A.V. Investigation of the contact zone hobbing cutters.

MSc thesis by specialty 8.05050302 – Tool Production. – National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. – Kyiv, 2014.

Analysis of the results of theoretical research has shown that to improve performance milling involute gears need to increase the length of the contact field instrument - detail that allows you to enter into the process of forming the largest number of active tooth cutters. Established that the character is determined by the nature of the load teeth and the size of the contact field. Based on this technique was considered determine the size of the contact field, depending on the feed for different conditions.

Results obtained in the paper allow efficient use of modern hobbing cutters in forming gear wheels and put into production to improve the process of slicing cogwheels.

Keywords: hobbing cutter, shaping by, contact field, length, size.