

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

**КАРИЧКІВСЬКИЙ МИКОЛА ІГОРОВИЧ**

**УДК 62-233.3/9**

**Розробка зубчастого зачеплення з низьким рівнем шуму та інструменту  
для його виготовлення**

Спеціальність 8.05050302 – інструментальне виробництво

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
магістр**

**Київ – 2015**

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** кандидат технічних наук, доцент  
**Охріменко Олександр Анатолієвич**  
Національний технічний університет України «КПІ»

**Рецензенти** Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник  
**Кривошея Анатолій Васильович**  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.Н. Бакуля, національної академії наук України, м. Київ,

Доктор технічних наук, професор  
**Шевченко Олександр Віталійович**  
Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, кафедра конструювання верстатів і машин

**Консультант з охорони праці та техніки безпеки** **Лукияненко Анна Олегівна**  
Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, старший викладач кафедри охорони праці, промислової та цивільної безпеки

Захист відбудеться „16”червня 2015 року об 10:00 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** Робота зубчастих передач супроводжується вібраціями та шумом. Тому задача зменшення шуму є актуальним завданням сучасної інженерної механіки. Аналіз наукових джерел показав, що в даному напрямку проводились дослідження і отримані результати. Однак вплив передаточного відношення, профільної модифікації та різних видів зачеплення на рівень шуму досліджений недостатньо. Сучасний розвиток комп'ютерних технологій та програмного забезпечення дають можливість глибше і в повній мірі дослідити кінематику руху зачеплення, причини виникнення шуму та вплив миттєвого передаточного відношення.

Таким чином в дослідженнях розглядається евольвентне, синусоїдальне та модифіковане зачеплення. 3-D моделювання контакту зубчастих коліс – перспективний інструмент дослідження та аналізу миттєвого передаточного відношення. Однак у відомих роботах з даної теми не використовується. 3-D моделі дозволяють досліджувати кінематику руху та, на підставі аналізу даних, – миттєве передаточне відношення зубчастої передачі, що впливає на шум у зубчастому зачепленні.

Одним із перспективних напрямків є дослідження 3-D кінематичних моделей руху зубчастих коліс, впливу миттєвого передаточного відношення на рівень шуму зубчастої передачі, впливу модифікації профіля та різних видів зачеплення. Зменшення шуму при контакті зубчастих коліс та вплив миттєвого передаточного відношення з використанням кінематичних 3-D моделей є актуальним предметом дослідження та має велике практичне значення.

**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 .

**Мета і задачі дослідження:** Мета роботи полягає дослідженні миттєвого передаточного відношення та його вплив на шум в зубчастій передачі.

Для досягнення мети було поставлено **наступні задачі:**

1. Аналіз характеристик зубчастих передач і їх вплив на шум в зубчастому зачепленні.
2. Аналіз шумових характеристик різних видів зачеплень., одне з яких синусоїдальне.
3. Вплив корекції профілю евольвентного зачеплення на передаточну характеристику зачеплення і на шум передачі.
4. Розробка рекомендацій використання різних видів зачеплень для заміни евольвентних зубчастих коліс..
5. Розробка інструменту, технології для виготовлення зубчастих коліс з новим зачепленням для заміни їх в шестирінчастих насосах.

**Об'єкт дослідження** – зубчасті передачі, евольвентне і неевольвентне зачеплення зуборізний інструмент.

**Предмет дослідження** – миттєве передаточне відношення і його вплив на шум зубчастої передачі.

**Методи дослідження.** Виконані дослідження базуються на методах теорії проектування різальних інструментів, теорії різання матеріалів, математичного моделювання.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

Аналіз, дослідження шумових характеристик різних видів зубчастих зачеплень, одне з яких синусоїдальне, вплив корекції профіля на шум зубчастого зачеплення. Встановлено вплив миттєвого передаточного відношення на рівень шуму, розроблені рекомендації для використання різних видів зачеплень, інструмент для обробки циліндричних зубчастих коліс з низьким рівнем шуму.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати досліджень дозволяють зробити заміну зубчастих коліс в шестерінчастому насосі на менш шумні.

**Публікації та доповіді на конференціях.** По темі магістерської дисертації опубліковано 1 друкована стаття англійською мовою.

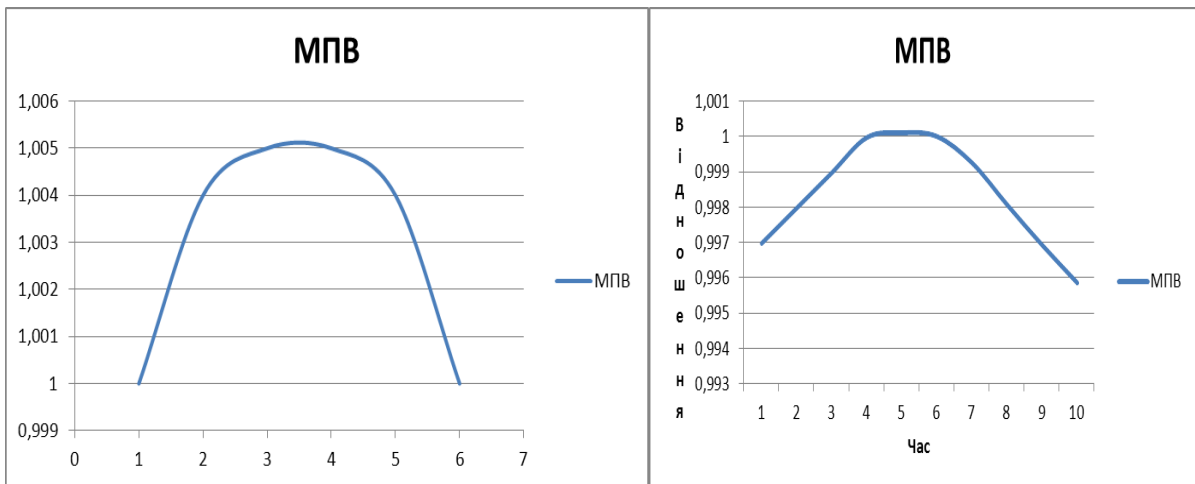
**Структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 24 найменувань, 1 додаток. Основний текст дисертації викладено на 74 стор. Повний обсяг становить 75 стор.

## 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** проаналізовані зубчасті зачеплення, встановлені параметри та характеристики різних видів передач. Встановлена залежність впливу миттєвого передаточного відношення на шум зубчастого зачеплення. Виконано аналіз існуючих сучасних комп'ютерних систем дослідження кінематики руху зачеплень

У **другому розділі** розроблено евольвентну, синусоїдальну та модифіковану зубчасту передачу. Визначено залежність рівня шуму від миттєвого передаточного відношення. Проведено аналітичний розрахунок параметрів профіля зубчастих зачеплень, миттєвого передаточного відношення. На основі аналізу розроблена нова циліндрична евольвентна модифікована передача з низьким рівнем шуму. Проведено моделювання, та встановлено, що при відповідній профільній модифікації, миттєве передаточне відношення може бути змінним, а корекція профіля позитивно впливає на звукові характеристики передачі. Доведено, що нове зубчасте зачеплення має менші акустичні характеристики у порівнянні з іншими передачами (графік 1,2).



Графік 1 Миттєве передаточне відношення евольвентної передачі

Графік 2 МПВ модифікованого зачеплення

У третьому розділі розроблено інструмент для обробки зубчастих коліс з низьким рівнем шуму (рисунок 2) та коліс з синусоїдальним профілем (рисунок 3).

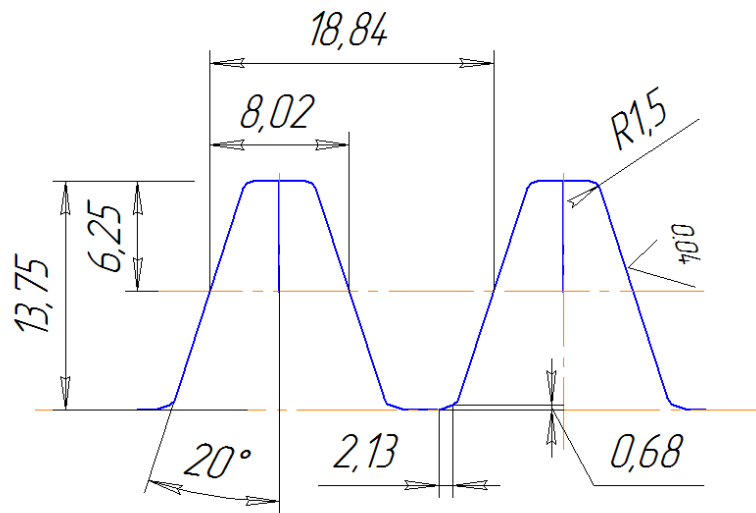


Рис. 2 Профіль червячної фрези для нарізання модифікованих зубчастих коліс з низьким рівнем шуму.

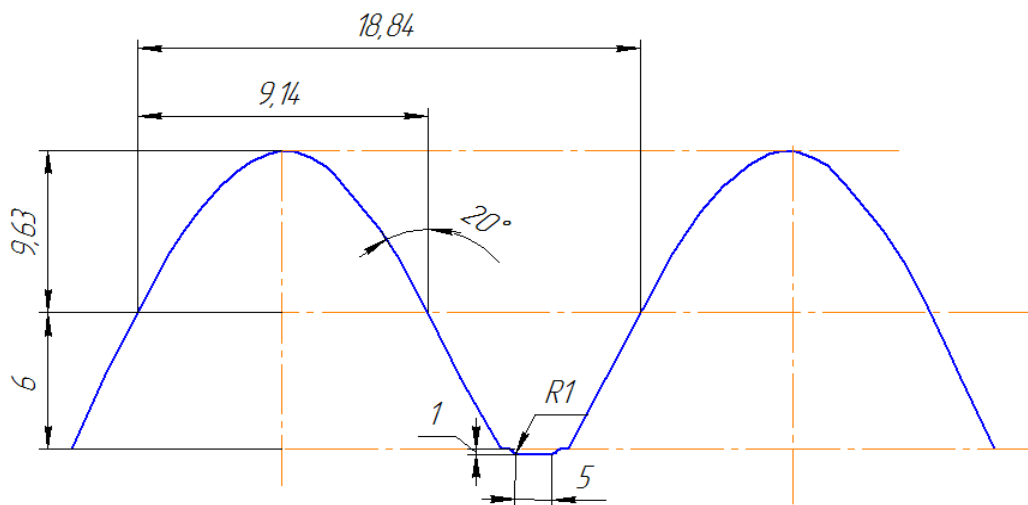


Рис. 3 Профіль червячної фрези для нарізання синусоїдальних коліс.

Встановлено, що нове зачеплення має нижчий рівень шуму у порівнянні з іншими відомими зачепленнями. Інструмент для обробки коліс спрофільований та розроблений у відповідності з теорією формоутворення поверхонь

Таблиця 1. Порівняння результатів моделювання

Довжина сталої величини (мм)	Довжина модифікації (мм)	Модуль МПВ
0,25	0,1	0,0065
0,25	0,05	0,0024
0,25	0,1	0,0031
0,25	0,15	0,005
0,25	0,2	0,54
Довжина сталої величини (мм)	Довжина модифікації (мм)	Модуль МПВ
0,25	0,1	0,0005
0,25	0,05	0,0025
0,25	0,1	0,004
0,25	0,15	0,005
0,25	0,2	0,0004

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.

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши різні види зубчастих зачеплень, встановлено залежність рівня шуму від миттєвого передаточного відношення.
2. Досліджено вплив різних видів зачеплення на миттєве передаточне відношення.
3. Розроблено нове зубчасте зачеплення з низьким рівнем шуму..
4. Підтверджено зниження рівня шуму від роботи розробленого зубчастого зачеплення. Розроблено моделювання та методика моделювання кінематичних процесів зубчастої передачі, проаналізований вплив профільної модифікації на миттєве передаточне відношення.
5. Проведено аналіз теоретичних та змодельованих досліджень. Розроблені рекомендацій щодо впровадження нового зубчастого зачеплення у експлуатацію.
6. На основі даних моделювання та розрахунків спроектовано профіль ріжучого інструменту для обробки зубчастих коліс з низьким рівнем шуму та синусоїдального профілю.
7. Обгрунтовано причини виникнення шуму в зубчастих насосах.

## СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ

1. Каричківський М.І. Застосування CAD/CAM систем у інструментальному виробництві НТУУ «КПІ», збірник тез доповідей студентів кафедри іноземних мов 2012.

### АНОТАЦІЯ

**Каричківський М.І. Розробка зачеплення з низьким рівнем шуму та інструменту для його виготовлення.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 8.05050302 – інструментальне виробництво. – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут. – Київ, 2015

На основі аналізу сучасних методів дослідження розроблено та спроектовано зачеплення з низьким рівнем шуму. За допомогою комп'ютерного моделювання зубчастого зачеплення доведено вплив миттєвого передаточного відношення на рівень шуму зубчастої передачі.

Проведено моделювання різних видів профілів в зачепленні. Встановлено вплив модифікації профіля на рівень шуму. Розроблено інструмент для обробки зубчастих коліс з синусоїдальним та модифікованим профілем.

За результатами досліджень запропоновані рекомендації, що до заміни стандартного евольвентного зачеплення на зачеплення з модифікованим профілем і низьким рівнем шуму.

**Ключові слова.** Шестирінчастий насос, шум, зубчасте зачеплення, миттєве передаточне відношення, профільна модифікація, синусоїдальне зачеплення, черв'ячна фреза, профілювання.

### АННОТАЦИЯ

**Каричковский Николай Игоревич Разработка зацепления с низким уровнем шума и инструмента для его изготовления.**

Диссертация на соискание ученой степени магистра по специальности 8.05050302 – инструментальное производство. – Национальный технический университет Украины „Киевский политехнический институт. – Киев, 2015

На основе анализа современных методов исследования разработано и спроектировано зацепление с низким уровнем шума. С помощью компьютерного моделирования зубчатого зацепления доказано влияние мгновенного передаточного отношения на уровень шума зубчатой передачи.

Проведено моделирование разных видов профилей в зацеплении. Выяснено влияние модификации профиля на уровень шума. Разработано инструмент для обработки зубчатых колес с синусоидальным и

модифицированным профилем.

По результатам исследований предложены рекомендации по внедрению зацепления с низким уровнем шума вместо стандартных эвольвентных колес.

**Ключевые слова.** Шестеренчатый насос, шум, зубчатое зацепление, мгновенное передаточное отношение, профильная модификация, синусоидальное зацепление, червячная фреза, профилирование.

## ABSTRACT

### **Karychkivskyy Nikolay Developing links with low noise and tools for its manufacture**

MSc thesis by specialty 8.05050302 – Tool Production. – National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. – Kyiv, 2015

Developing links with low noise and tools for its manufacture.

On the basis of current research methods developed and designed engagement with low noise. Using computer modeling toothing brought instant impact Gear ratio for noise gear.

The modeling of different types of profiles engagement. The effect of modifying the profile to noise. A tool for processing of gears and modified sinusoidal profile.

According to the research proposed recommendations to replace the standard involute gears to mesh with the modified profile and low noise.

**Keywords.** gear pump, noise, gear meshing, the instantaneous gear ratio, profile modification, sinusoidal gearing, worm mills, profiling