

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

**БОРЧЕНКО ОЛЕКСАНЖО ІГОРОВИЧ**

**УДК 621.95.01 : 004.942**

**Підвищення працездатності шпонкових 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** доктор технічних наук, професор

**Равська Наталія Сергіївна**

Національний технічний університет України «КПІ»,  
м. Київ, професор кафедри інтегрованих технологій  
машинобудування імені П.Р. Родіна

**Рецензент** доктор технічних наук, професор

**Струтинський Василь Борисович**

Національний технічний університет України «КПІ»,  
м. Київ, професор кафедри конструювання  
верстатів та машин.

**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 „\_\_\_” червня 20\_\_ року об \_\_\_ 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 теми.** Однією з актуальних проблем в сучасному хімічному та нафто-хімічному машинобудування є підвищення стійкості різального інструмента, тому що сучасні сталі аустенітного класу мають високі фізико-механічні характеристики та, відповідно, низьку оброблюваність різанням, а трудомісткість процесу різання може становити до 50% від загальної.

Сучасна інструментальна промисловість пропонує високопродуктивний інструмент для обробки сталей аустенітного класу, в той час як стандартизована шпонкова фреза при обробці відповідного матеріалу має відносно низьку працездатність та стійкість. Ці недоліки роблять її не конкуренто спроможною у порівнянні з фрезами, що пропонується рядом західних фірм.

Підвищення ефективності виготовлення деталей з нержавіючих сталей, спрямованої на раціональне використання наявного обладнання та інструменту за рахунок пошуку оптимальних параметрів різальної кромки інструменту, в даний час є актуальним завданням для підприємств різних областей машинобудування.

Тому постає питання підвищити працездатність стандартизованих шпонкових фрез до рівня фрез, що пропонуються фірмами.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темпами. Магістерська дисертація виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут»

**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 кафедри інтегрованих технологій машинобудування.

**Мета та задачі дослідження.** Метою роботи є підвищення працездатності шпонкових стандартних фрез за рахунок визначення їх раціональної геометрії для обробки сталей аустенітного класу типу 12X18H10T.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз існуючих конструкцій шпонкових та кінцевих фрез для обробки нержавіючих сталей.
2. Дослідити геометричних параметрів шпонкових фрез в різних системах координат.
3. Визначити товщину срізаемого шару.

4. Розробити методику з вибору оптимальних геометричних параметрів.
5. Експериментально перевірити результати.

**Об'єкт дослідження.** Працездатність кінцевих фрез при обробці сталей аустенітного класу.

**Предмет досліджень**—шпонкові кінцеві фрези.

**Методи дослідження.** Виконані дослідження базуються на методах теорії проектування різальних інструментів, теорії різання матеріалів, нарисної та аналітичної геометрії, лабораторно-експериментальних досліджень.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вперше на основі досліджень геометричних та конструктивних параметрів шпонкових фрез по ГОСТ 16463-78 встановлено, що підвищення їх стійкості при фрезеруванні шпонкових пазів в сталях аустенітного класу залежить від геометричних параметрів цих фрез. Значення рекомендованих геометричних параметрів цих фрез не регламентується по ГОСТ.

На основі виконання цієї роботи повстає питання з розробки нового стандарту шпонкових фрез для обробки сталей аустенітного класу, стійкість яких буде на рівні фрез, що пропонуються західними фірмами виробниками.

**Практичне значення отриманих результатів.** Уточнена методика графічного та аналітичного визначення геометричних параметрів фрез, як на торцевій, так і циліндричній поверхні. Були визначені оптимальні геометричні параметри різальної кромки, що дозволило збільшити працездатність інструменту.

**Структура дисертації.** Дисертація складеться зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, додатків, списку використаних джерел із 24 найменувань. Основний текст дисертації викладено на 86 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 був проведений порівняльний аналіз існуючих конструкцій шпонкових та кінцевих фрез для обробки сталей аустенітного класу, а також наведенні їх геометричні параметри. У порівняльному аналізі наведенні, як фрези стандартизованих конструкцій, так і фрез зарубіжних фрез виробників. Також був проведений порівняльний аналіз їх геометричних параметрів, рекомендованих режимів різання. Метою цього аналізу було визначення, яка з наведених фрез має більш раціональну геометрію, за рахунок якої забезпечується більша працездатність інструмента. Після цього були розглянуті існуючі методи підвищення працездатності. Проаналізувавши сучасні методи підвищення працездатності інструмента, для подальших досліджень був обраний метод застосування більш раціональних параметрів різальної частини інструменту, як найбільш оптимальний.

У другому розділі були проведені розрахунки геометричних параметрів шпонкової фрези графічним та аналітичним методами в статичній та кінематичній системах координат. Дослідження проводились, як для торцевої, так і для циліндричної поверхонь фрези. Приклад розрахунків наведений на рис.1 та рис. 2. Для геометричних параметрів, що розраховувались в кінематичній системі координат, були побудовані діаграми зміну кутів вздовж різальної кромки для обох фрез, що розглядались.

Отримані данні біли використані для розрахунку товщині зрізаємого шару для торцевих та циліндричних зубців. Розрахунок шару, що зрізаються, також, проводився в статичній та кінематичній системі координат. Для більш зручного порівняння були побудовані діаграму завантаження різальної кромки.

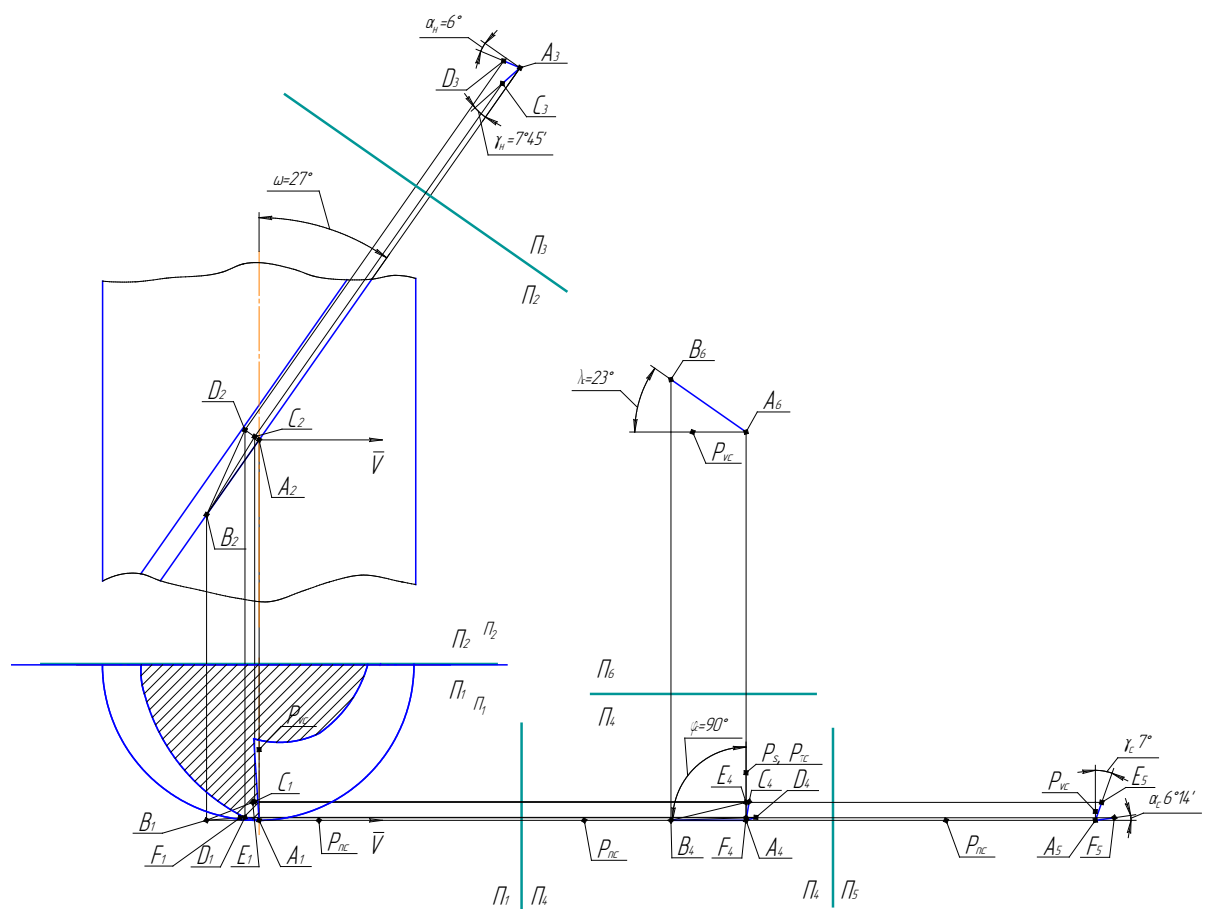


Рис. 1. Графічне визначення геометричних параметрів шпонкової фрези на циліндричній поверхні.

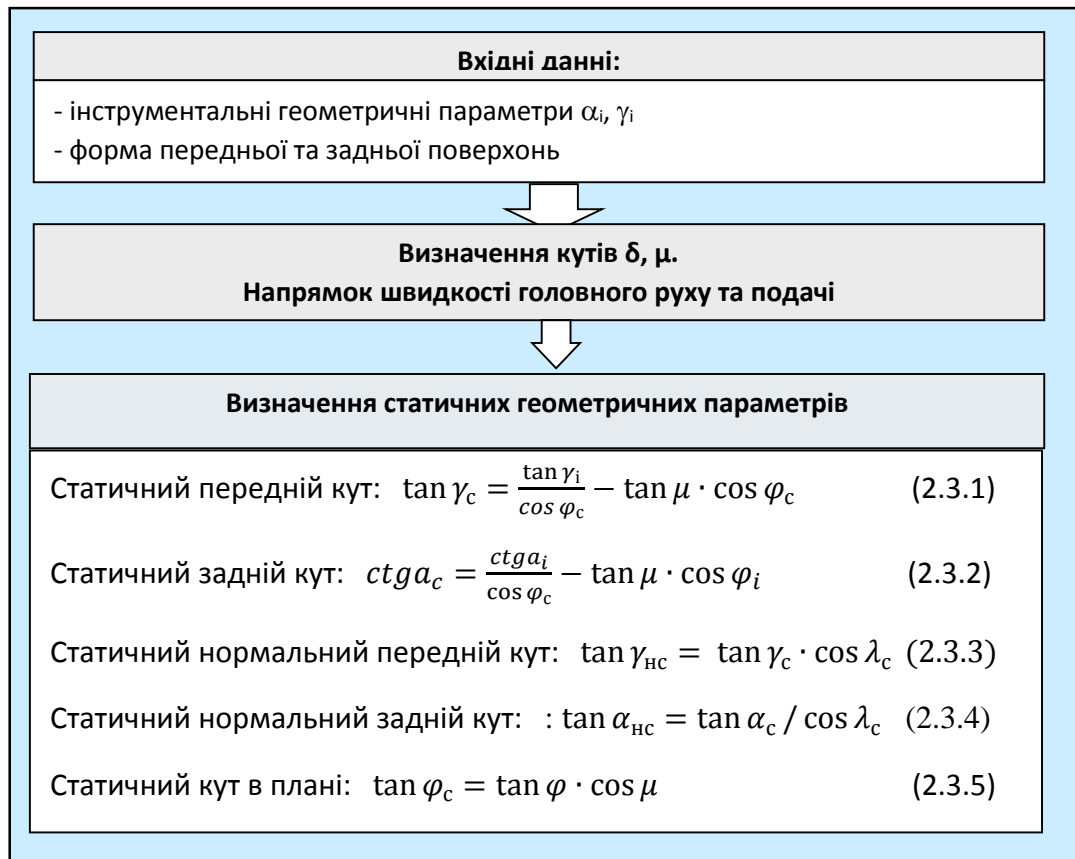


Рис 2. Завантаження циліндричної різальної кромки в кінематичній системі координат.

У третьому розділі було виконано перевірку результатів роботи шляхом лабораторно-експериментальних досліджень. Для цього був розглянутий вплив основних геометричних параметрів на стійкість фреза. На базі цих досліджень були обрані найбільш оптимальні геометричні параметри:

- Передній кут  $\gamma=10\dots12^\circ$
- Задній кут  $\alpha=17\dots22^\circ$
- Глибина канавки  $h_k=2,6$  мм
- Радіус закруглення канавки  $R=2$  мм
- Кут нахилу зубців  $\omega=20\dots25^\circ$

Також була описана загальна методика проведення експериментальних досліджень. Описана підготовка інструменту та заготовки (рис. 3, рис 4).



Рис. 3. Заточка фрези по передній поверхні

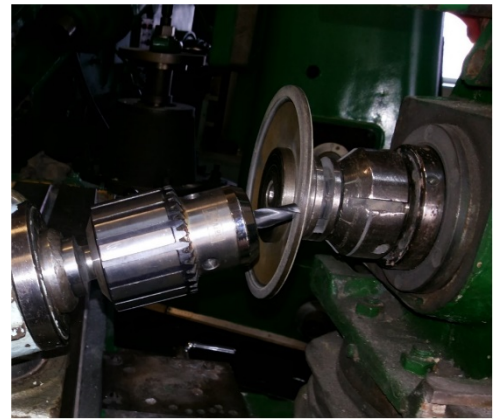


Рис. 4. Заточка фрези по задній поверхні

За результатами роботи були побудовані діаграми залежності стійкості шпонкової фрези від досліджуваних геометричних параметрів та діаграма загального підвищення стійкості інструмента (рис. 5). За результатами проведених досліджень було встановлено підвищення стійкості фрези на 55%.

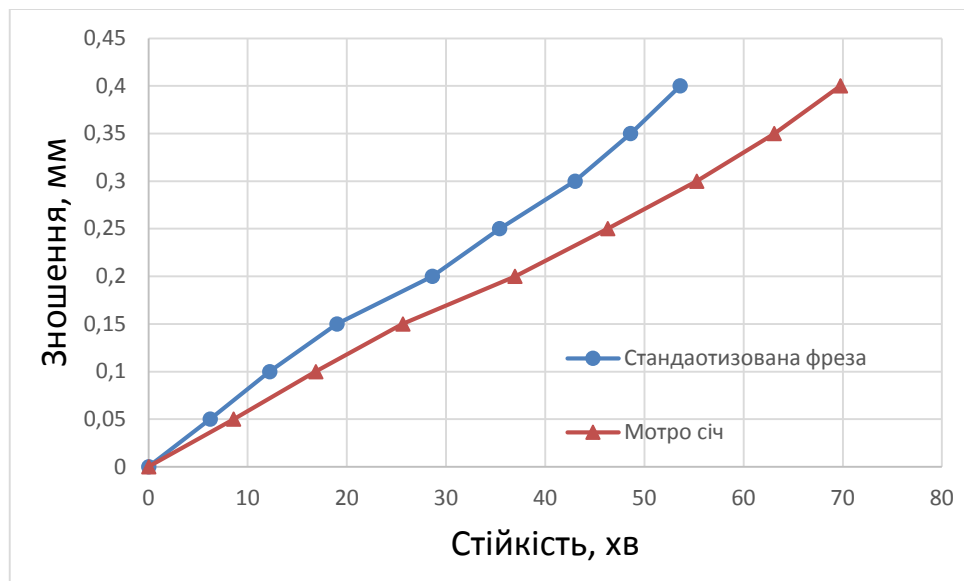


Рис. 5. Діаграма збільшення стійкості фрези.

У четвертому розділі були розглянуті основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ

Равська Н.С. Аналіз конструкції та геометрії шпонкових фрез. [Текст] / Н.С. Равська, О.І Борченко // Загальноуніверситетська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, присвячена Дню науки. – К., 2014. – С.11.

### АНОТАЦІЯ

#### **Борченко О.І. Підвищення працездатності шпонкових фрез.**

Проаналізувавши сучасні методи підвищення працездатності метало-різального інструмента, зокрема кінцевих фрез, порівнявши їх переваги та недоліки, для вирішення питання підвищення працездатності було обрано метод зміни геометричних параметрів на більш оптимальні.

В дисертації приведений порівняльний аналіз геометричних параметрів та рекомендованих умов експлуатації фрез. Проведений аналітичний розрахунок геометричних параметрів інструменту та аналіз завантаження різальних кромки інструменту.

Проведено лабораторно-експериментальну перевірку результатів роботи було встановлено, що більш оптимальні геометричні параметри різальної кромки здатні підвищувати працездатність шпонкових фрез на 20%.

**Ключові слова.** Шпонкові пази, працездатність інструмента, кінцеві фрези, геометричні параметри інструменту, товщина срізу.

### АННОТАЦИЯ

#### **Борченко А.И. Повышение работоспособности шпоночных фрез.**

Проанализировал современные методы повышения работоспособности металлопластиковые режущего инструмента, в частности концевых фрез, сравнил их преимущества и недостатки, для решения вопроса повышения



работоспособности был выбран метод изменения геометрических параметров на более оптимальные.

В диссертации приведен сравнительный анализ геометрических параметров и рекомендованных условий эксплуатации фрез. Проведенный аналитический расчет геометрических параметров инструмента и анализ загрузки режущих кромок инструмента.

Проведено лабораторно-экспериментальную проверку результатов работы было установлено, что более оптимальные геометрические параметры режущей кромки способны повышать работоспособность шпоночных фрез на 20%.

**Ключевые слова.** Шпоночные пазы, работоспособность инструмента, концевые фрезы, геометрические параметры инструмента, толщина среза.

## ABSTRACT

**Borchenko A.I. Increase efficiency of keyways cutter.**

After analyzing the current methods for improving performance of metal- cutting tools, including end mills, comparing their strengths and weaknesses, to address the issue of increasing efficiency were choosing method of changing the geometrical parameters in more optimal.

The dissertation is a comparison analysis of the geometrical parameters and the recommended operating conditions mills. Analytical calculation of geometrical parameters of the instrument and analyzing the cutting edges of the tool.

A laboratory experimental verification of performance and installation, more optimal geometric parameters of the cutting edge can increase efficiency of mills by 20%.

**Keywords.** Dowels grooves, performance tools, end mills, tool geometry parameters, depth shearing.