

**ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ТУРБИНЫХ ЛОПАТОК НА ФРЕЗЕРНОМ  
СТАНКЕ С ЧПУ**  
**FEATURES OF PROCESSING OF TURBINE FLOORS ON THE CNC FRESHEET**  
**ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ТУРБІНИХ ЛОПАТОК НА ФРЕЗЕРНОМУ СТАНКУ З  
ЧПУ**

Научный руководитель - каф. «Металлорежущие станки, метрология и сертификация»,  
канд. техн. наук Зелинский С. А., Зелінський С. А., Zelinsky S. A.

Студент - Юдин В. В., Юдін В. В., Yudin V.V.

**Аннотация** : Развитие украинского машиностроения, выход продукции отечественных предприятий на международный рынок, сегодня немислим без создания высокопроизводительных и конкурентоспособных технологических машин, металлообрабатывающих станков и комплексов. Современное состояние, станков отечественного производства по конкурентоспособности отстает от требований мирового рынка, поэтому первостепенной задачей являются вопросы создания принципиально новой наукоемкой продукции, соответствующей уровню мировых достижений. Создание такого рода оборудования требует интеграции последних достижений науки и техники в единых технологических комплексах, как правило, дорогостоящих, поэтому вопросы гарантированного качества наукоемкой продукции становятся, чуть ли не первоочередными. Эта проблема становится еще более актуальной в связи со вступлением Украины в ВТО и предстоящим членством в ЕС .

**Ключевые слова:** Уровень качества, конструкторские и технологические задачи, однотипные детали, технические решения, фрезерования с ЧПУ, финишная обработка.

**Abstract:** The development of Ukrainian engineering, the output of domestic enterprises' products on the international market, is unthinkable today without the creation of high-performance and competitive technological machines, metal-working machines and complexes. The current state of domestic production machines for competitiveness lags behind the requirements of the world market, so the primary task is to create fundamentally new science-intensive products corresponding to the level of world achievements. The creation of such equipment requires the integration of the latest achievements of science and technology in unified technological complexes, as a rule, expensive, so the questions of the guaranteed quality

of science-intensive products become almost the first ones. This problem becomes even more urgent in connection with Ukraine's accession to the WTO and forthcoming membership in the EU.

**Key words:** level of quality, design and technological problems, the same type of parts, technical solutions, CNC milling, finishing processing.

**Анотація:** Розвиток українського машинобудування, вихід продукції вітчизняних підприємств на міжнародний ринок, сьогодні немислимий без створення високопродуктивних і конкурентоспроможних технологічних машин, металообробних верстатів і комплексів. Сучасний стан, верстатів вітчизняного виробництва за конкурентоспроможністю відстає від вимог світового ринку, тому першочерговим завданням є питання створення принципово нової наукомісткої продукції, яка відповідає рівню світових досягнень. Створення такого роду обладнання вимагає інтеграції останніх досягнень науки і техніки в єдиних технологічних комплексах, як правило, дорогих, тому питання гарантованої якості наукомісткої продукції стають, мало не першочерговими. Ця проблема стає ще більш актуальною у зв'язку зі вступом України до СОТ і майбутнім членством в ЄС.

**Ключові слова:** Конструкторські та технологічні задачі, однотипні деталі, технічні рішення, фрезерування з ЧПУ, фінішна обробка, рівень якості.

Рівень якості у великій мірі залежить від комплексного підходу до вирішення конструкторських і технологічних завдань, що відповідають конкурентоспроможності на міжнародному ринку, який визначає вимоги не тільки до конкретного виробу, а й практично до всіх етапів розробки, виробництва будь-якого виду продукції.

Тому традиційна методологія інженерного проектування і створення об'єктів нової техніки, яка формувалася тривалий час, передбачала поліпшення лише «внутрішніх» особливостей машини (продуктивність, надійність, довговічність і т.д.) в умовах сучасних ринкових відносин вже не може дати бажаного результату.

Проблеми створення конкурентоспроможної техніки не можна сьогодні зводити до сукупності локальних задач, кожна з яких можна було б уявити в вузьких традиційних постановках інженерного проектування. Тепер такого роду завдання необхідно вирішувати системним підходом, системним аналізом створюваного об'єкта, який передбачає єдиний ідеологічний план, що зв'язує всі фази в ціле, починаючи від

дослідницької опрацювання до виготовлення і експлуатації машини.

Фінішна обробка складнопрофільних деталей, що застосовуються в авіаційній і ракетно-космічній техніці, завжди представляла складну інженерну задачу і не тільки на увазі різноманіття конструктивних варіантів такого роду виробів, але і відсутність технологій силового взаємодії в зоні контакту «інструмент-оброблювана деталь» на рівні чутливості організму людини. Це є величезним недоліком існуючих технологій, так як присутність «людського фактора в процесі виготовлення однотипних деталей, що мають аеродинамічний профіль, не може гарантувати якості, необхідного для таких відповідальних і необхідних у великих кількостях виробів.

Метою теоретичних досліджень параметрів процесу фінішної обробки профілю пера турбінної лопатки шліфуванням є встановлення основних закономірностей між режимами обробки, геометрією інструменту, матеріалу, з якого він виготовлений, а також умовами забезпечення і т.д. якісної поверхні робочої частини лопатки без порушення хіміко-механічних властивостей, а так же точністю, шорсткістю поверхні, з урахуванням конструктивних і технологічних особливостей лопатки (тонкостінні, складність профілю, небезпека пріжогов при обробці).

Крім того, виникає необхідність встановити максимально можливу продуктивність за умови отримання заданих норм точності. Слід зазначити, що зазначені завдання складні, і шляхи їх коректного рішення, придатного для практичної реалізації, поки не знайдені.

Аналіз впливу умов фінішної обробки лопатки на теплові явища в процесі різання

На появу місцевих пріжогов оброблюваних поверхонь, мікротріщин, залишкові напруги т.д. найбільший вплив робить висока температура, що розвивається в зоні контакту шліфувального круга з вихідною крайкою, що обумовлено її тонкостенністю і малою жорсткістю.

Тому вважаємо лімітуючим фактором гранично допустиму температуру в зоні обробки вихідний кромки.

З огляду на особливості процесу фінішної обробки шліфуванням (малий обсяг матеріалу, що знімається, низька теплопровідність обробного інструменту, відсутність відводу тепла і МОР), можна прийняти, що вся енергія різання перетворюється в теплову, яка повністю переходить в оброблювану деталь і шліфувальний круг.

Аналіз численних літературних джерел і періодичних видань, представлених, в першу чергу, журналом «Мехатроніка, автоматизація, управління», показав, що найбільш близьким по вирішуваних проблемах варто Мехатронні робот-верстат моделі «Зростання 300» конструкції маєш РАН, який призначений для фінішної обробки пера лопаток газових і парових турбін.

Створення цієї мехатронної машини викликано необхідністю стабілізації геометричних параметрів і якості поверхні лопаток, що визначають вібраційні і шумові характеристики, а також автоматизації важких і шкідливих для здоров'я людини технологічних операцій.

Відмінною особливістю вищезначених верстата є відсутність в ньому традиційних лінійних напрямних, все формотворчих руху в ньому реалізуються Мехатронні модулями обертального типу.

Не кажучи вже про вартість такого роду обладнання, автори відзначають ряд його істотних недоліків, що проявилися при впровадженні верстата в реальне виробництво:

1. Складність системної інтеграції, необхідність додаткового часу для аналізу і пошуку несправностей.
2. Большая трудомісткість обслуговування і програмування машини в порівнянні з традиційним обладнанням.
3. Складність і необробленість процедури калібрування машини.
4. Необхідність знань як в області верстатів з ЧПУ, так і промислових роботів для навчання персоналу методиці програмування.
5. Неоднорідність (анізотропія) характеристик машини в різних областях робочої зони.

Мехатроніка є виключно динамічно розвиваються напрямком сучасної науки, техніки і технології. Головне завдання мехатроніки складається в створенні інтелектуальних машин і рухомих систем, які мають якісно новими функціями і властивостями.

При реалізації ідеї створення принципово нових верстатів і систем був знайдений цілий ряд технічних рішень, які реалізовані на початку в винаходи, а потім і діючих машинах, які показали дійсно видатні технологічні можливості такого роду техніки.

Маючи можливість управління силовими параметрами процесу фінішної обробки профілю пера турбінної лопатки за допомогою перепрограммируемой запобіжної муфти, неважко пов'язати рівняння з формулою і отримати залежність зусилля притиску інструменту до виробу від кута повороту останнього.

### **Література**

1. Барбашов Ф.А. Фрезерные работы. М.: Высшая школа, 1986. - 234 с.
2. Бердников Л.Н. Выбор инструментального материала при прерывистом резании. В сб. Современные достижения в механообрабатывающем и сборочном производстве, СПб. М.: Машиностроение. 1986. - 179 с.
3. Богнов И.С., Бердников Л.Н. Прогрессивная технология обработки профильной части лопаток мощных паровых и газовых турбин. Л.: Машиностроение, 1974. - 327 с.
4. Васильков Д.В, Вейц В.Л, Лонцих П.А. Динамика технологической системы-при обработке маложестких заготовок. — Иркутск: ИУ, 1994. -98 с.
5. Васильков Д.В., Дмитревская Ю.С. Взаимодействия модулей инструментальной системы при фрезеровании .-СПб.: ИМаш, 2003- С. 41 50.