

## **Розробка ефективних технологій на основі сучасних автоматизованих систем керування якістю виготовлення виробів приладобудування**

### **Разработка эффективных технологий на основе современных автоматизированных систем управления качеством изготовления изделий приборостроения**

### **Development of effective technologies based on modern automated operating systems of quality control instrument manufacturing products**

- 1. Номер державної реєстрації теми - № 0113U0022960, НТУУ «КПІ» - 2653-п.**
- 2. Науковий керівник -** д.т.н., проф. Румбешта В.О., Румбешта В.А., Rumbeshta V. O.
- 3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Створено систему технічного діагностування процесу механічної обробки деталей точінням на верстаті з ЧПК, що дозволяє в автоматичному режимі контролювати параметри якості цього процесу, отримувати від нього всю необхідну інформацію про технічний стан і приймати автоматично необхідні рішення. Розроблено загальну методологію діагностування, встановлено параметри якості процесу точіння, а також вибрано параметр-супутник як діагностичну ознаку, яка відповідає процесу обробки і відображає технічний стан цього процесу і обладнання, на якому він реалізується. За результатами досліджень створено дослідний зразок системи діагностування на основі токарного верстата з ЧПК типу ТПК-125М, надано практичні рекомендації щодо впровадження систем технічного діагностування на підприємствах.

Розв'язано задачу підвищення продуктивності процесу фрезерної обробки кінцевими фрезами корпусних деталей, які мають велику кількість поверхонь складного профілю, з забезпеченням необхідної точності та заданих параметрів якості поверхневого шару шляхом розробки адаптивної системи керування процесом різання. Запропоновано структурну та функціональну схему керування процесом обробки та наведено її передавальну функцію, обґрунтовано вибір устаткування для практичної реалізації системи керування процесом фрезерування, створено експериментальний зразок адаптивної системи керування якістю фрезерної обробки тонкостінних деталей та розроблено практичні рекомендації її впровадження в приладобудівному виробництві.

**(рос.)**

Создана система технического диагностирования процесса механической обработки деталей точением на станке из ЧПУ, которая позволяет в автоматическом режиме контролировать параметры качества этого процесса, получать от него всю необходимую информацию о техническом состоянии и принимать автоматически необходимые решения. Разработана общая методология диагностирования, установлены параметры качества процесса точения, а также выбран параметр-спутник как диагностический признак, который отвечает процессу обработки и отображает техническое состояние этого процесса и оборудование, на котором он реализуется. За результатами исследований создан опытный образец системы диагностирования на основе токарного станка из ЧПУ типа ТПК-125М, предоставлены практические рекомендации относительно внедрения систем технического диагностирования на предприятиях.

Решена задача повышения производительности процесса фрезерной обработки концевыми фрезами корпусных деталей, которые имеют большое количество поверхностей сложного профиля, с обеспечением необходимой точности и заданных параметров качества поверхностного слоя путем разработки адаптивной системы управления процессом резания. Предложена структурная и функциональная схема управления процессом обработки и приведена ее передаточная функция, обоснованно выбрано оборудование для практической реализации системы управления процессом фрезерования, создан экспериментальный

образец адаптивной системы управления качеством фрезерной обработки тонкостенных деталей и разработаны практические рекомендации ее внедрения в приборостроительном производстве.

**(англ.)**

Created the system of technical diagnostic process machining turning on machine tool with numerical program control, allowing you to automatically control the quality parameters of the process, to obtain from him all necessary information about the technical condition and automatically make the necessary decisions. The general methodology for diagnosing, set parameters as turning process, and selected satellite as a diagnostic feature that meets processing and displays the technical condition of the process and the equipment on which it is implemented. According to the research created a prototype system diagnostics based CNC lathe type TPK-125M, practical recommendations for implementation of technical diagnostics in the workplace.

Solved the problem of improving process performance end mills Milling case parts, which have a large number of complex surface profile with providing the required accuracy and quality parameters of the surface layer by developing adaptive control system during the cutting process. The structural and functional circuit processing and process control are its transfer function, the choice of equipment for the practical implementation of process control systems milling, established experimental model adaptive control system quality milling thin-walled parts and practical recommendations for its implementation in instrument-making industry.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

1. Патент на корисну модель № 81327 UA МПК В23В 25/00. Пристрій для вимірювання сили різання при токарній обробці. /Симута М.О., Сергієнко О.А. Заявл. 15.01. 2013 № U 2013 00537. Опубл. 25.06.2013. Бюл. №12, 2013.

2. Патент на корисну модель № 83409 UA МПК G01N 3/56. Спосіб визначення зносостійкості конструкційних матеріалів. /Вислоух С.П., Волошко О.В., Барандич К.С. Заявл. 04.03. 2013 № U 2013 02677. Опубл. 10.09.2013. Бюл. №17, 2013.

3. Патент на корисну модель №87048 UA МПК G01N 3/59/ Спосіб визначення відносної оброблюваності матеріалів. / Вислоух С.П., Волошко О.В., Барандич К.С., Філіппова М.В. Заявл. 24.05.2013. № U 2013 064456. Опубл. 27.01.2014. Бюл.№ 2, 2014.

4. Свідоцтво на реєстрацію авторського права на твір: «Комп'ютерна програма «Автоматизована система обробки технологічної інформації «Analisys» № 49337 від 27.05.2013 року. / Вислоух С.П., Роговий О.М., Волошко О.В.

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Розробка відповідає світовому рівню.

Вперше створено загальну методологію автоматичного діагностування процесу токарної обробки на токарному верстатах з ЧПК, встановлено діагностичні ознаки якості даного процесу з використанням віброакустичного сигналу.

Вперше запропоновано адаптивну систему керування якістю обробки фрезеруванням корпусних деталей складної конструктивної форми шляхом аналізу поточної інформації про стан технологічного процесу, математичного моделювання та прогнозування параметрів обробки.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок.**

Застосування розроблених автоматичної системи діагностики й керування якістю токарної обробки деталей та адаптивної системи керування процесом фрезерування з використанням математичного моделювання й прогнозування параметрів обробки дозволяє знизити собівартість обробки деталей в 1.2 – 1.3 рази за рахунок автоматичного контролю точності обробки деталей, підвищити продуктивність виконання операцій в 12 –1.4 рази за рахунок динамічного корегування режимів обробки і, як наслідок, скорочення часу обробки при забезпеченні необхідної якості обробленої поверхні, продовжити час роботи інструменту в 1.2 – 1.4 рази до його зношення за рахунок роботи в оптимальних режимах.

## **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Отримані результати роботи можуть бути використані на приладо- та машинобудівних підприємствах України, в тому числі й м. Києва (ВАТ “Науково-виробничий комплекс “Завод автоматики ім. Г.І. Петровського”, ВО ім. Корольова, ВО „Більшовик”, НВК „Арсенал”, ВО „Радар”, „Буревісник”, ДАХК „Артем” та ін.) при впровадженні високих технологій при виготовленні деталей.

## **8. Стан готовності розробки.**

Створено дослідний зразок системи діагностування на основі токарного верстата з ЧПК типу ТПК-125М, створено експериментальний зразок адаптивної системи керування якістю фрезерної обробки тонкостінних деталей та розроблено практичні рекомендації їх впровадження в виробництві.

Розроблені при виконанні даної НДР система автоматичної діагностики процесу токарної обробки деталей на верстатах з ЧПК та адаптивна система керування процесом фрезерної обробки деталей складної форми готові до впровадження на підприємствах машино- та приладобудування.

## **9. Існуючі результати впровадження.**

Виробнича апробація автоматичної системи керування та діагностики процесу токарної обробки деталей в механічному цеху ПАТ «Науково- виробниче об’єднання «Київський завод автоматики ім. Г.І Петровського» дозволило знизити собівартість обробки за рахунок автоматичного контролю точності обробки деталей, підвищити ресурс роботи обладнання при механічній обробці деталей за рахунок автоматичного попередження якісних показників якості процесу різання та запобіганню виникнення аварійних ситуацій, підвищити період стійкості використовуваного різального інструменту за рахунок моніторингу його розмірного зношення та відповідності його стану заданим умовам обробки.

Застосування адаптивної системи керування при обробці тонкостінних корпусних деталей із алюмінію кінцевими фрезами на ПАТ «Науково- виробниче об’єднання «Київський завод автоматики ім. Г.І Петровського» дозволило підвищити продуктивність виконання операцій за рахунок зміни режимів обробки, скорочення часу обробки при забезпеченні необхідної якості обробленої поверхні, продовжити час роботи інструменту до його зношення за рахунок роботи в оптимальних режимах, скоротити час фрезерування основних поверхонь, що в виробництві дозволить зменшити загальні витрати на виготовлення деталей

Основні положення роботи впроваджено в навчальний процес при викладанні курсів «Управління якістю продукції в приладобудуванні» (підготовлено новий розділ «Адаптивні системи контролю якості виробів приладобудування») та «Діагностика роботи технологічного обладнання» (підготовлено новий розділ «Автоматична система діагностики процесу токарної обробки»), а також внесені відповідні зміни в лекційні матеріали на курсах підвищення кваліфікації інженерів-технологів й в післядипломному навчанні. За даними курсами підготовлено відповідні цикли лабораторних робіт. Підготовлено до захисту дві кандидатські дисертації.

## **10. Назва організації, телефон, E-mail**

НТУУ “КПІ”, приладобудівний факультет, кафедра виробництва приладів,  
454-94-75, [vp@kpi.ua](mailto:vp@kpi.ua)

## **11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки**

1. Румбешта В.А., Гнатейко Н.В., Симута Н.А. Моделирование потери динамической устойчивости процесса механообработки. /Вісник НТУУ «КПІ», серія «Приладобудування», № 41, 2013. – С. 88-94.

2. Роговой А.Н., Выслоух С.П., Волошко О.В. Система автоматизированной обработки технологической информации. /Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування . – 2013. – Вип. 45. – С.157-166.
3. Антонюк В.С., Гнатейко Н.В., Катрук О.В. Динамічні резонансні явища в технологічній оброблюваній системі при фрезеруванні. /Международный научно-технический сборник «Резание и инструмент в технологических системах». –Харьков, НТУ "ХПИ" – 2013, Выпуск 83. – С. 24-31.
4. Барандич Е.С., Выслоух С.П. Влияние механической обработки деталей на их усталостную прочность. / Майбутній науковець – 2013 : матеріали всеукр. Науково- практ. Конф. 6 грудня 2013р., м. Сєверодонецьк. – Сєверодонецьк , 2013. – С. 57-59.
5. Antonyuk V.S.,Vysloukh S.P. Information technology in deciding of technological problems in instrument macing and mashine engineering. /Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні : [збірник наукових праць] / відповідальний редактор. З. А. Стоцько. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013– (Вісник / Національний університет "Львівська політехніка" ; № 760). – С. 101-105.
6. Румбешта В.А., Симута Н.А., Лычко С.Н. Акустический тракт виброакустической системы технической диагностики процессов резания. /Электронный журнал «Интеонет-технологий». – М.: 2013, №6. – С. 2/6–6/6.
7. Румбешта В.А., Гнатейко Н.В. Исследование динамической устойчивости процесса резания металлов. /Науковий журнал «Вісник КНУТД», №6, 2013. – С. 91–94.
8. Румбешта В.А., Гнатейко Н.В., Штефан Н.Л. Противофазовая динамическая стабилизация процесса механообработки. / Наук. журнал «КНУТД». – К.: КНУТД, №1, 2014. – С. 48-52.
9. Гнатейко Н.В., Румбешта В.О., Катрук О.В. Аналіз динамічних явищ в технологічній системі при фрезеруванні корпусних деталей. / Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. №1 (75) 2014. С.132-139.