

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України «КПІ»**

**АНТОНІЮК АНТОН СЕРГІЙОВИЧ**

**УДК 621.715.4; 621.924.56; 681.2.084**

**Автоматизація контролю якості виготовлення засобів  
інструментального оснащення для пильгування труб**

Спеціальність 8.05050302 – інструментальне виробництво

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
магістр**

**Київ – 2013**

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

Рецензенти доктор технічних наук, професор  
**Петраков Юрій Володимирович**  
Національний технічний університет України «КПІ»,  
м. Київ, професор, завідувач кафедри технологій  
машинобудування

доктор технічних наук, професор  
**Зенкін Анатолій Семенович**  
Київський національний технологій і дизайну,  
м. Київ, професор, завідувач кафедри метрології,  
стандартизації та сертифікації.

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 „ 18 ” червня 2013 року об 14.00 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**

Для виготовлення високоякісних тонкостінних труб використовують метод холодного пільгування на оправці, який суттєво підвищує продуктивність виробництва за рахунок того, що стають непотрібними такі операції як, очистка, відпал, травлення, різка, правка. Велика кількість стадій пластичної деформації покращує округлість, гомогенність і якість поверхні безшовних труб.

Важливим елементом цього процесу є інструмент-оправка на якій здійснюється прокатку труб. Тому точність і якість обробки такого інструмента має бути високою.

Вирішальними факторами у виготовленні даного інструменту є точність, час та собівартість виготовлення. Ручний операційний та вихідний контроль інструменту потребує значного операційного часу, що є неприпустимим адже при малій серійності призводить до суттєвих економічних витрат.

Рішенням цього питання може стати автоматизація контрольно-вимірювального процесу та створення автоматизованої контрольно-вимірювальної установки, яку можна інтегрувати на найвідповідальнішу операцію технологічного процесу. Це суттєво спростить вихідний контроль, підвищить якість та продуктивність виробництва за рахунок того, що деталь буде контролюватися на фінішній операції без знімання її з верстату за такими параметрами як:

- Відхилення від форми в повздовжньому та поперечному перерізах;
- Радіальне биття.

### **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 і є частиною досліджень госпдоговірної тематики по темі №01092011/03/11 «Розроблення системи автоматизованого контролю для спеціального круглошліфувального верстату з ЧПК для шліфування оправок станів ХПТ»

**Мета і задачі дослідження** є підвищення продуктивності вимірювання на верстаті оправок для станів холодної прокатки труб, а також розробка навчальної вимірювальної системи аналогічного принципу дії.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

- Аналіз і проект інтегрованої системи вимірювання оправок для холодної прокатки труб, включаючи огляд контрольованих параметрів та принципів схем вимірювання
- Розробка автоматичної інтегрованої контрольної-вимірювальної системи на круглошліфувальному верстаті ЗЛКС12
- Проект контрольної-вимірювальної системи на базі приладу «Биениемер Б-10М»
- Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки

**Об'єкт дослідження** – забезпечення якості виготовлення засобів інструментального оснащення

**Предмет дослідження** – автоматизація контролю якості засобів інструментального оснащення.

**Методи дослідження** – Проведені дослідження базуються на принципах аналітичної геометрії, кваліметрії, теорії проектування інструменту, взаємозамінності та стандартизації, інформатики

### **Наукова новизна одержаних результатів**

1. Розроблений новий підхід до вимірювання інструменту-оправки, який передбачає вхідний проміжний та вихідний контроль та забезпечує суттєве підвищення продуктивності вимірювання за допомогою спеціальної контрольної-вимірювальної системи, інтегрованої з верстатом з ЧПК та стійкою ЧПК SIEMENS SINUMERIK 840D
2. Розроблено сукупність математичних залежностей, які дозволяють ефективно контролювати інструмент-оправку по параметрах відхилення форми та радіального биття та автоматично формувати масиви даних для повного та експрес консоллю.

### **Практичне значення одержаних результатів**

1. Розроблено алгоритми і програмне забезпечення для контролю інструменту-оправки на верстаті з ЧПК. Мова програмування – внутрішня мова стійки з ЧПК SINUMERIK 840D.
2. Розроблено проект модернізації пристрою «Биениемер Б-10М» для навчальних та дослідницьких цілей.

**Публікації та доповіді на конференціях** По темі магістерської дисертації опубліковано 3 друковані роботи, з них 1 стаття видані в спеціалізованих наукових виданнях, затверджених ВАК України.

**Структура дисертації** Складеться з чотирьох основних розділів на 81 сторінці рукописного тексту на яких наведено 58 рисунків, 19 таблиць та 4 додатка.

## 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 було проведено аналіз конструкції оправки як інструменту першого порядку в процесі холодного пільгування труб.

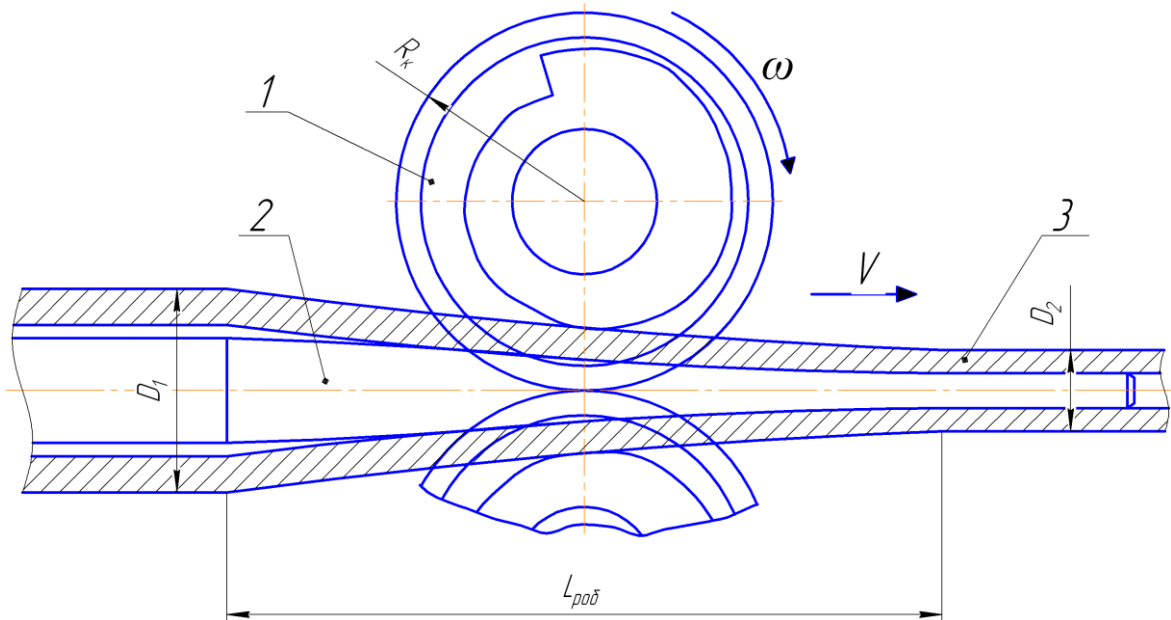


Рис. 1 процес пільгування на оправці:  
1 – калібр 2 – оправка 3 – заготовка(труба)

Проаналізовано хімічний склад та фізико механічні властивості матеріалу оправки. ДСТУ 2498-94, згідно з яким виконується контроль геометричних параметрів, виділенні параметри по яким слід контролювати інструмент-оправку зокрема : радіальне биття, відхилення форми повздовжнього перерізу, огранка. Наведені основні схеми вимірювання цих параметрів та прилади, що мають застосовуватись для контролю цих параметрів.

У другому розділі розглянуто конструкції оправок станів ХПТ та КРВ з технічним вимогами та таблицею контролю для різних протяжних станів. Для всіх оправок виділенні основні конструктивні елементи та зону контролю. Розроблено узагальнений технологічний процес на виготовлення інструмента-оправки з схемою циклу правки абразивного круга по фасонній поверхні.

Розроблено принципову та реалізовану схему вимірювання на модернізованому круглошліфувальному верстаті з інтегрованою контрольно-вимірювальною системою.

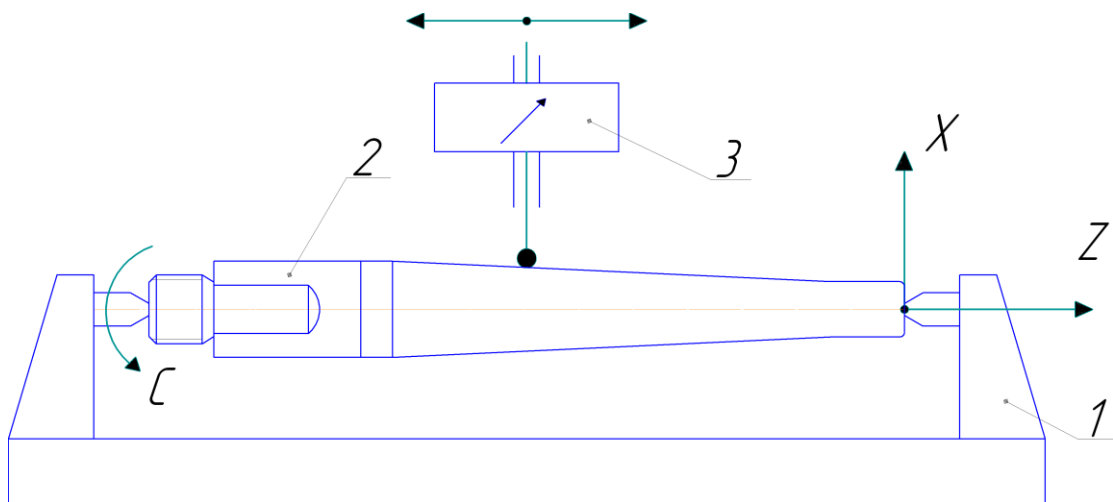


Рис. 2 – Принципова схема вимірювання  
 1 – технологічна оснастка; 2 – вимірювальна деталь; 3 – контрольно-вимірювальний пристрій.

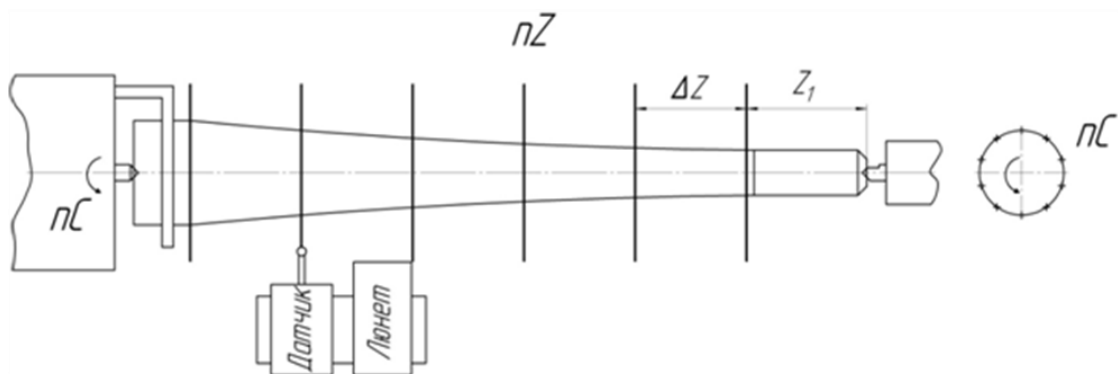


Рис. 3 – Реалізована схема вимірювання

Яка складається з прецизійного датчика лінійного переміщення фірма HEIDENHAIN, та системи керування верстатом на базі стійки ЧПК SINUMERIK 840D. Інтегрована система базується на керованому люнеті.

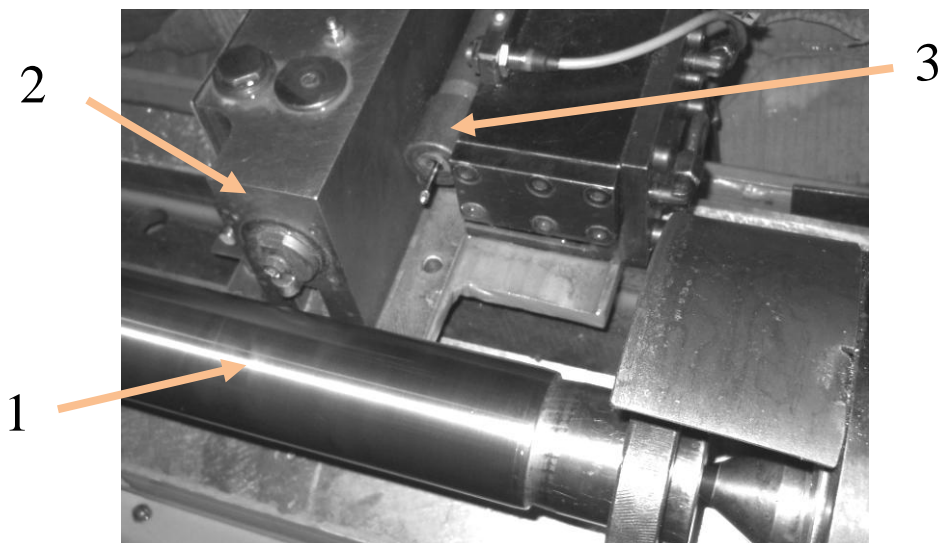


Рис. 4 – Люнет з інтегрованим датчиком лінійного переміщення  
 1 - заготовка, 2 - люнет, 3 - датчик лінійного переміщення

Цикл контролю працює певним алгоритмом який складеться з вхідного, проміжного та вихідного контролю в результаті система генерує два протоколи вимірювання один з яких переглядається на екрані стійки , а другий оброблюється на ПК.

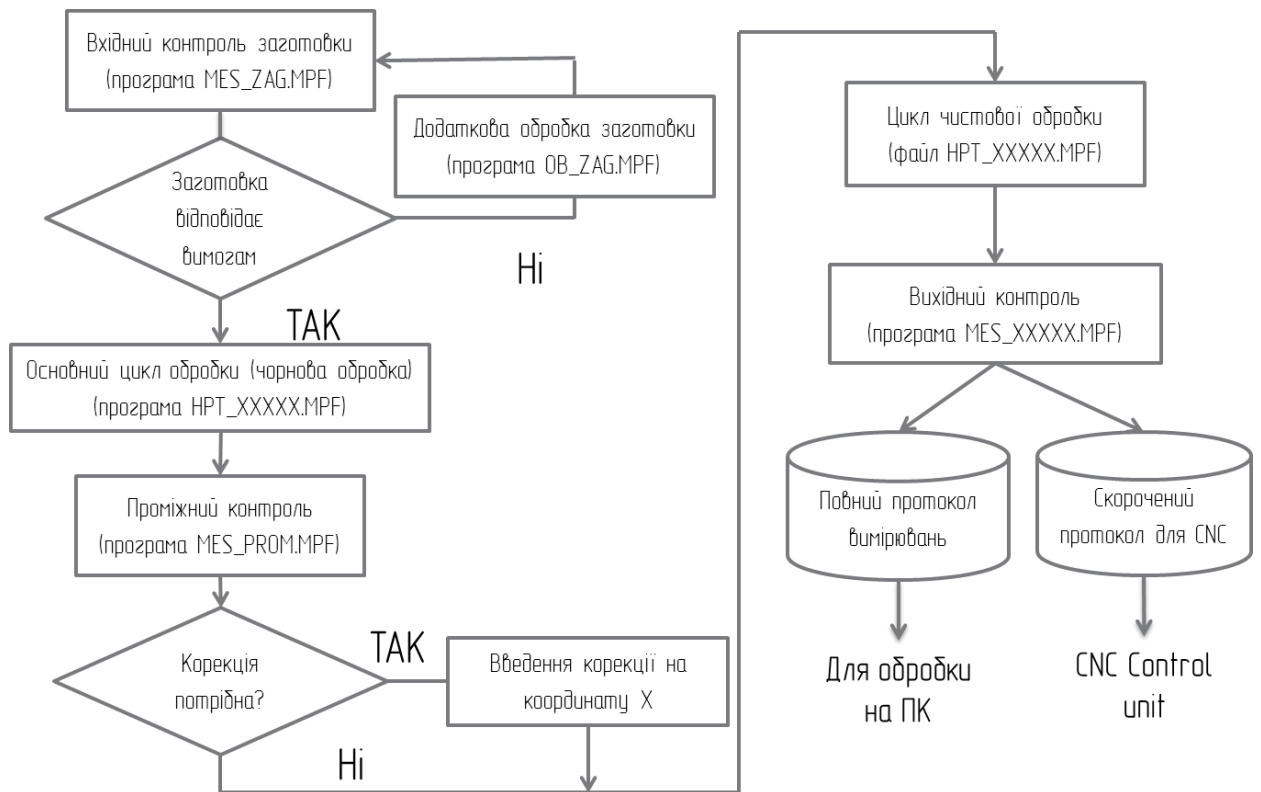


Рис. 5 – Алгоритм циклу шліфування

Математичні залежності для оброблення результатів вимірювань реалізовані мовою програмування SINUMERIK 840D

$$Z = (-VZ1 - VNPZ * VDZ) \quad (1)$$

$$VDRAS = D_{min} + (D_{max} - D_{min} - L_{роб} \cdot 2tg\alpha) \cdot \left( \left( \frac{L_n - L_0}{L_{роб}} \cdot n \right) + (L_n - L_0) \cdot 2tg\alpha \right) \quad (2)$$

$$MESDIAM = \sum_{i=1}^{VNC} MESZ_i, \quad MESZ_i = - (\$VA\_IM2[C1] + R29) \quad (3)$$

$$VOTKL = VDRAS - (MESDIAM * 2) / VNC. \quad (4)$$

$$VBIEN = VMAXD - VMIND, \quad (5)$$

$$VDSR = (VD1 + VD2 + VD3) / 3, \quad (6)$$

$$VDOVAL = VDDMAX - VDDMIN, \quad (7)$$

Представлено методику аналізу повного масиву контрольованих даних в MS Excel, зокрема кругло грами радіального биття та радіального биття вздовж оправок.

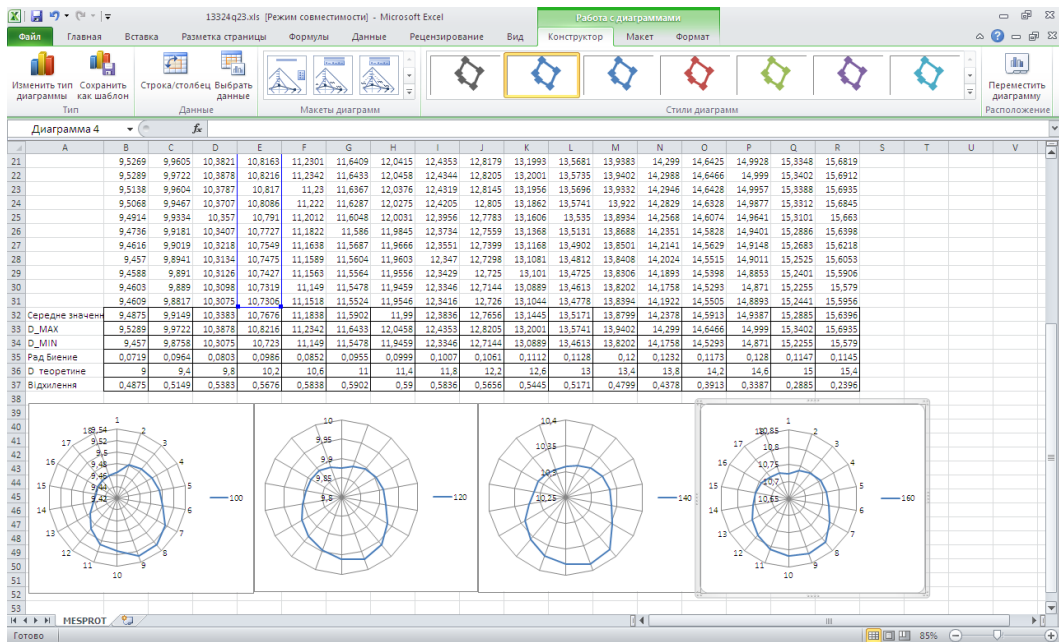


Рис. 6 – Круглограми радіального біття

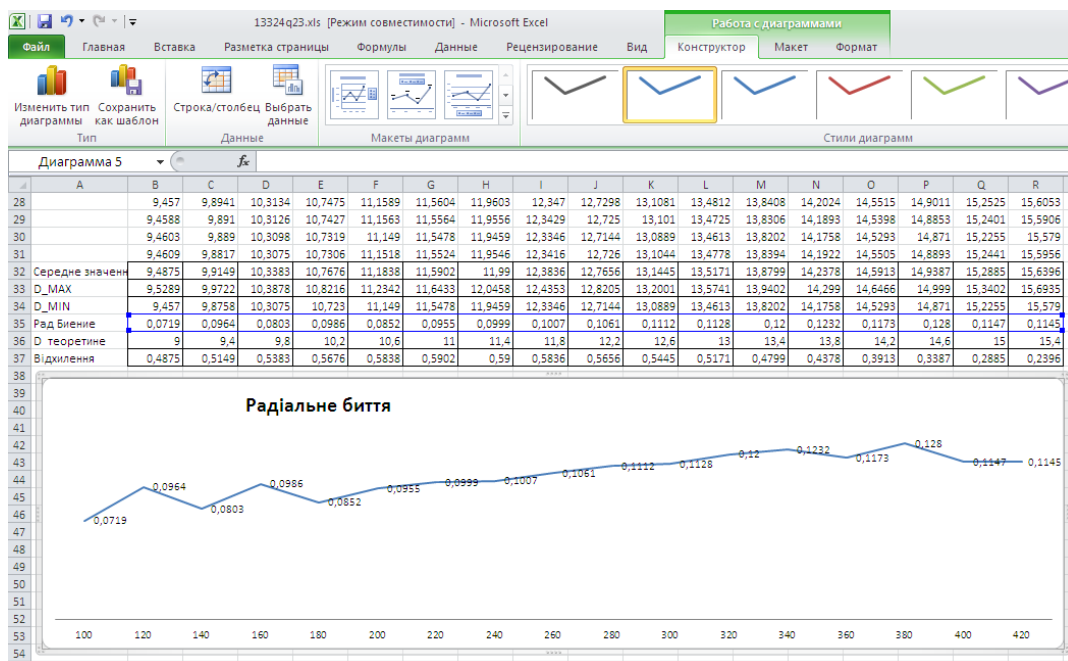


Рис. 7 – Діаграма радіального біття вздовж оправки

У третьому розділі приведений проект модернізації приладу для вимірювання радіального біття зубчастих коліс «Биенимер Б-10М» в універсальну контрольно-вимірювальну систему для вимірювання деталей обертання складної форми та профілю. В проекті розглянуті основні вузли які підлягають модернізації та визначені вузли які вносять в процес вимірювання найбільшу похибку. В розділі наведені рекомендації та пропозиції по розширенні технологічних можливостей вимірювального приладу.

У четвертому розділі приведена охорона праці та техніка безпеки небезпечних і шкідливих виробничих факторів, діючих при роботі з



абразивним інструментом. 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. Розглянуті норми щодо організації робочого місця, його освітлення, мікроклімату, тощо.

## **ВИСНОВКИ**

1. Вивчення та аналіз конструктивних особливостей оправки-інструменту для процесу пільгування труб дозволив виявити зону контролю для всіх оправок та сформулювати перелік контрольованих параметрів .
2. Розроблена принципова схема вимірювання для інтегрованої системи для встановлення на круглошліфувальний верстат яка повною мірою забезпечує точність вимірювання по всій довжині деталі.
3. Розроблений алгоритм циклів та програмне забезпечення для роботи контрольно-вимірювальної системи на верстаті в автоматичному режимі який написаний на мові програмування стійки ЧПК. Це дозволило реалізувати протокол експрес контролю для відображення на екрані стійки та повного контролю для оброблення його на ПК.
4. Розроблений проект модернізації прибору для вимірювання радіального биття зубчастих коліс зовнішнього та внутрішнього зчеплення «Биениемер Б-10М» в координатно-вимірювальний прилад для вимірювання геометричних параметрів тіл обертання.

## **СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ**

1. Якимчук Г.К.. Дослідження впливу дизайнерських отворів на деці музичних інструментів на рівень їх звукових коливань / А.К. Авромчук, А.С. Антонюк, О.А. Пливак, Г.К. Якимчук // Збірник наукових праць ЖДТУ. – 2011. - №11 - С.3 - 13.
2. Пасічник В.А. Автоматизація вимірювань геометричних параметрів оправок для пільгування труб на шліфувальному верстаті з ЧПК/ А.С. Антонюк, В.А. Пасічник // Загальноуніверситетська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, присвячена Дню науки. – К., 2012. – С.46-47.
3. Пасічник В.А. Модернізація вимірювального приладу «Биениемер Б-10М» / А.С. Антонюк, В.А. Пасічник // Загальноуніверситетська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, присвячена Дню науки. – К., 2013. – С.3.

## **АНОТАЦІЯ**

### **Антонюк А.С. Автоматизація контролю якості виготовлення засобів інструментального оснащення для пільгерування труб**

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 8.05050302 – інструментальне виробництво. – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут. – Київ, 2013

Для підвищення якості виготовлення засобів інструментального оснащення процесу пільгерування труб були проведено аналіз конструкції інструменту-оправки та технологія виготовлення. В результаті чого було розроблена та запропонована інтегрована система вимірювання яка було встановлено на модернізований круглошліфувальний верстат з стійкою ЧПК.

Для вимірювальної системи було розроблено алгоритм проведення вхідного, проміжного та вихідного контролю, а також програма для циклу правки шліфувального круга за спеціальною фасонною поверхнею. Таким чином операційний час на виготовлення оправки-інструменту суттєво зменшився. А якість виготовлення інструменту зросла.

Для учбових цілей був розроблений проект модернізації приладу для вимірювання радіального биття зубчастих коліс. В проекті розглянуті функціональні, конструктивні особливості та технологічні можливості приладу. З чого були зроблені висновки та представленні технічні рішення для проекту.

## **АННОТАЦИЯ**

### **Антонюк А.С. Автоматизация контроля качества изготовления средств инструментальной оснастки для процесса пильгерования труб**

Диссертация на соискание ученой степени магистра по специальности 8.05050302 – инструментальное производство. – Национальный технический университет Украины „Киевский политехнический институт. – Киев, 2013

Для повышения качества изготовления средств инструментальной оснастки процесса пильгерования труб были проведены анализ конструкции инструмента-оправки и технология изготовления. В результате чего было разработана и предложена интегрированная система измерения которое было установлено на модернизированный круглошлифовальный станок со стойкой ЧПУ.

Для измерительной системы был разработан алгоритм проведения входного, промежуточного и выходного контроля, а также программа для цикла правки шлифовального круга по специальной фасонной поверхностью. Таким образом операционное время на изготовление оправки-инструмента существенно уменьшился. А качество изготовления инструмента возросла.

Для учебных целей был разработан проект модернизации прибора для измерения радиального биения зубчатых колес. В проекте рассмотрены функциональные, конструктивные особенности и технологические

возможности прибора. С чего были сделаны выводы и представления  
технические решения для проекта.

### ***ABSTRACT***

#### **Antoniuc AS Automation of manufacturing quality control tools for process tooling pilgerovaniya pipes**

MSc thesis by specialty 8.05050302 – Tool Production. – National Technical  
University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. – Kyiv, 2013

Special analysis of construction of mandrel and technology of production  
were conducted to improve the quality of devices of instrumental provision of tube  
engineering process. As a result the integrated measurement system set on the  
modernized grinding workbench with stable CNC was developed and suggested.

The algorithm to perform entrance and exit control and a programme for  
wheel truing with the help of special profile surface were developed for  
measurement system. So the operation time for production of mandrel decreased  
And the quality of production of instrument increased.

For the training target the project of modernization of instrument for  
measuring radical beating of cog-wheel was developed. Functional and structural  
features and practically feasible abilities of the instrument are examined in this  
project. Thus conclusions and engineering solutions for the project are made.