

УДК 621.91.015

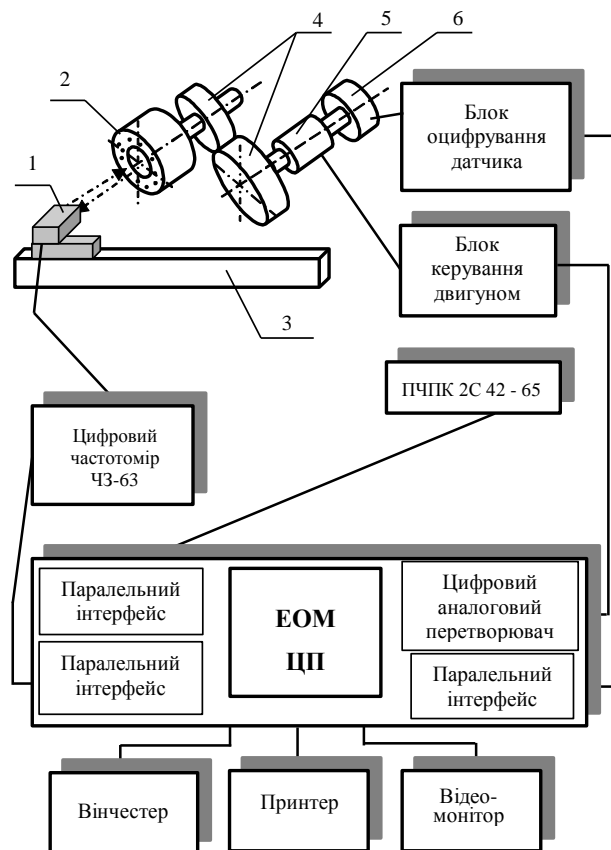
*КАЛЬЧЕНКО В.В., КАНД. ТЕХН. НАУК, ПАСОВ Г.В., КАНД. ТЕХН. НАУК,  
ЛЯСОТА В.Ю., АСИСТЕНТ*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ТОПОГРАФІЇ ШЛІФУВАЛЬНОГО КРУГА НА ВЕРСТАТІ**

В процесі шліфування поверхонь периферією та торцем круга слабкою ланкою, яка визначає продуктивність та точність обробки, є інструмент [1, 2]. Для прогнозування стійкості інструмента, особливо при шліфуванні деталей на верстатах з ЧПК, необхідно знати аналітичні залежності, які описують динаміку зміни макро- та мікрогеометрії робочої поверхні круга. Для дослідження топографії периферії шліфувального круга використовують [3] кругломір "TALYROND", на столі якого встановлюють інструмент. Профілографування робочої поверхні круга здійснюється за допомогою алмазної голки, яка закріплена на шпинделі кругломіра, вісь якого суміщена з віссю інструмента. Аналогічний спосіб профілографування торця круга наведено в праці [4]. До недоліків даного способу відноситься необхідність зйому круга з верстата, а також похибки топографії через вплив радіуса голки, яка торкається поверхні.

Для профілографування периферії та торця круга безпосередньо на верстаті моделі ВЗ-208-Ф3 запропоновано пристрій, який розташований поза зоною обробки, до якого за програмою підводиться інструмент для його контролю [5].

Для безконтактного профілографування торця алмазного круга поза верстатом запропоновано лазерний скануючий пристрій "Perthome ter S8 p" з лазерним датчиком моделі "FOCODYN" [4]. З метою безконтактного дослідження динаміки зміни топографії периферії та торця шліфувального круга безпосередньо на верстаті на базі універсального заточувального верстата моделі ВЗ-208-Ф3 створено комплекс вимірювальної апаратури. Структурна схема комплексу представлена на рисунку 1. Основою комплексу є персональний комп'ютер, який виконує функції координації роботи його складових частин, накопичення масивів даних вимірювань та їх обробку. В склад комплексу входить лазерна далекомірна головка оригінальної конструкції 1, яка закріплюється за допомогою спеціального кронштейну на столі верстата 3. Вимірювальний привод шпинделя верстата, також оригінальної конструкції, складається з електродвигуна постійного струму 5, беззворної зубчастої передачі 4, яка може розчіплюватись при експлуатації верстата, та датчика положення шпинделя 6.



1 – далекомірна вимірювальна головка; 2 – шліфувальний круг; 3 – стіл верстата; 4 – вимірювальна зубчаста передача; 5 – електродвигун; 6 – датчик положення шпинделя

Рисунок 1 – Схема комплексу для вимірювання топографії шліфувального круга на верстаті

Вимірювання топографії шліфувального круга 2 за допомогою створеного комплексу здійснюється таким чином. Лазерна далекомірна головка 1 встановлюється в неробочій зоні столу верстата, в процесі роботи якого вона знаходиться за межами зони обробки. Для здійснення вимірювання стіл 3 разом з головкою переміщується у позицію вимірювання, в якій головка буде в безпосередній близькості до шліфувального круга 2. З'єднується зубчаста передача 4 вимірювального привода.

Для збереження можливості порівняння даних вимірювання, які виконані у різні моменти часу, положення з'єднання зубчастої передачі замаркровані, а вихід у вимірювальну позицію здійснюється за допомогою кінцевих вимикачів позиціонування.

В подальшому в програмну пам'ять верстата вводиться програма зміщення столу на один крок вимірювання. Потім запускається керуюча програма. Подальші вимірювання відбуваються під її керуванням.

Шпиндель верстата за допомогою вимірювального привода встановлюється у нульову точку першого треку вимірювання. Здійснюється вимірювання відстані від головки 1 до нульової точки шліфувального круга 2. Результати цього вимірювання заносяться у відповідну позицію масиву даних вимірювань. Потім за допомогою цифрового аналогового перетворювача (ЦАП) сигнал керування на переміщення круга подається у блок керування двигуном привода (БКД), який представляє собою підсилювач постійного струму.

Переміщення круга в наступну точку вимірювання відслідковується за допомогою датчика положення 6, який розташований на одній осі з двигуном. Інформація про переміщення за допомогою блока оцифрування датчика (БОД) зчитується в керуючу ЕОМ

комплексу. Після досягнення кругом 2 наступної заданої точки відбувається нове вимірювання.

Вимірювання здійснюються у всіх точках, які розташовані на колі першого треку. Потім керуюча ЕОМ за допомогою проміжного реле симулює натискання програмної клавіші верстата, яка запускає переміщення столу верстата до наступного треку. Таким чином, створений комплекс дозволяє отримати масив відстаней від далекомірної вимірювальної головки 1 до точок, які лежать на поверхні шліфувального круга 2.

Обробивши відповідним чином одержану інформацію, можна отримати уяву про форму робочої поверхні шліфувального круга та різних її перетинів.

Використання в розробленому комплексі лазерної далекомірної вимірювальної головки 1 оригінальної конструкції обумовлено специфікою умов вимірювань. Треба підкреслити велику відмінність відбиваючої здатності абразивних зерен навіть в межах однієї групи абразивів. Також треба зазначити великий діапазон світловідбиваючих властивостей зв'язки круга, яка використовується для формування шліфувальних кругів. Це, а також випадковий характер розподілу кутів орієнтації зерен абразиву у зв'язці, повністю виключає використання далекомірних головок з принципом дії, який базується на світловому пучку, що розходить. Підвищені вимоги до розміру кроку між точками виміру, а також до розмірної точності виключають можливість використання кутових далекомірних головок. Враховуючи вище сказане, в комплексі використано принцип вимірювання часу проходження світловим променем відстані до перешкоди.

Розроблений комплекс дозволяє здійснювати вимірювання топографії торця шліфувального круга (рисунок 1) та периферії (рисунок 2), не знімаючи його з верстата. Позначення на рисунку 2 аналогічні наведеним на рисунку 1.

Структура та принцип дії розробленої головки наведені на рисунку 3. Вимірювальна головка складається з двох однакових каналів, один з яких є еталонним. Кожен з двох вимірювальних каналів головки складається з лазерного світлодіода (СД), фотодіода (ФД), двох буферних підсилювачів (БП), тригеру Шмідта (ТШ) та двох фокусуєчих систем (ФС).

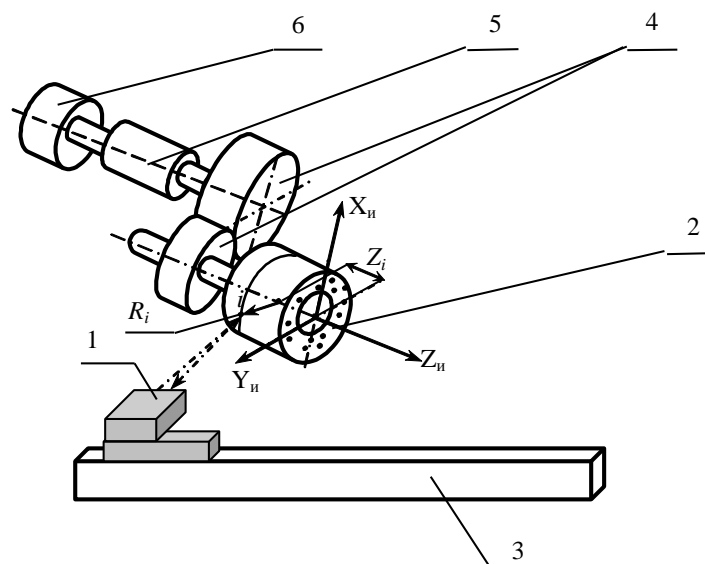


Рисунок 2 – Схема розташування комплексу для вимірювання топографії периферії шліфувального круга

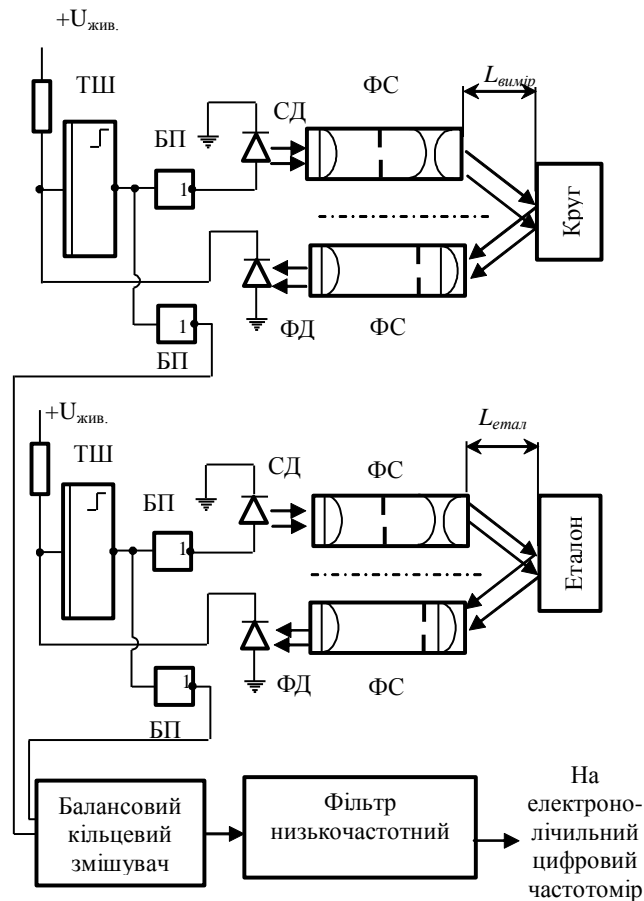


Рисунок 3 – Схема головки перетворювача “відстань – частота”

Працює головка таким чином. У відсутності фотоструму у фотодіоді тригер Шмідта встановлює на виході логічну одиницю. Підсилений буферним підсилювачем сигнал подається на лазерний світлодіод та викликає генерацію імпульсу лазерного випромінювання. Сфокусований за допомогою об’єктива світловий промінь проходить шлях від лазерного світлодіода до перешкоди та назад – до фотодіода. Досягнувши фотодіода, він викликає появу фотоструму та перевертає тригер в стан логічного нуля, що виключає світлодіод. Відсутність світлового потоку перевертає тригер в стан логічної одиниці і так далі. Таким чином, отримуємо послідовність імпульсів, період яких залежить від відстані між головкою та перешкодою, що відбиває світло.

Для підвищення швидкодії електронної частини головки тригер Шмідта та буферні підсилювачі виконані з дискретних НВЧ елементів. При обраній базовій відстані між головкою та об’єктом вимірювань  $l_0 = 100$  мм частота генерації каналу складає близько 1 ГГц.

З метою спрощення роботи з отриманим перетворювачем “відстань – частота” використаний другий еталонний канал головки. В ньому відстань між світловипромінювачем та світлоприймачем незмінна і встановлюється максимально близькою до межі робочого діапазону відстаней, які вимірюються.

Отримана послідовність імпульсів з вимірювального та еталонного каналів направляється на балансовий кільцевий змішувач (БКС). Після нього, за допомогою фільтру низьких частот (ФНЧ), виділяється сигнал різниці частот, який відповідає відхиленню довжини шляху вимірювального променя від еталонного.

Далі виділений сигнал подається на вимірювальний вхід цифрового електроннолічильного частотоміра ЧЗ-63, який має цифровий двійниковий вихід, що дозволяє підключити його через паралельний інтерфейс до керуючої ЕОМ комплексу.

З метою прогнозування періоду стійкості шліфувального круга розраховують знос  $i$ -тої його точки згідно з [6] за виразом:

$$I_i^k = \int_{T_0} \frac{C_{qi} \cdot Q_{yd}(i)^m}{K_\alpha \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_i} dt, \quad (1)$$

де  $C_{qi}$  – коефіцієнт, що дорівнює швидкості зносу при  $Q_{yd} = 1$  (визначається експериментальним шляхом для кожної  $i$ -тої ділянки круга);

$Q_{yd}(i)$  – питомий об'єм металу, який знімається в межах  $i$ -тої точки профілю круга з деталі, що оброблюється;

$K_\alpha$  – коефіцієнт, що враховує перекриття ріжучих кромки;

$R_i$  – радіус  $i$ -тої точки круга;

$T_0$  – час обробки деталі в межах  $i$ -тої точки профілю круга.

Знос при обробці партії з  $n$  деталей  $I_{in}$  повинен бути меншим за допустимий  $I_{i\text{ доп.}}$ , тобто:

$$I_{i\text{ доп.}} - I_{in} \leq \frac{1}{3} \delta_{обр.}, \quad (2)$$

де  $\delta_{обр.}$  – допуск на обробку.

Аналіз наведених вище формул (1) – (2) дозволяє передбачати кількість деталей у партії, після якої потрібно вимірювати профіль круга та профілювати його в автоматичному режимі.

Використання наведених вище оригінальних та серійних приладів і пристроїв дозволило отримати вимірювальний комплекс, який може виконувати виміри поверхонь периферії та торця шліфувального круга, не знімаючи його з верстата з точністю  $\delta = 0,002$  мм, мінімальний крок між точками вимірювання у треку складає  $\Delta_1 = 0,002$  мм, мінімальний крок між вимірювальними треками  $\Delta_2 = 0,002$  мм. Цей комплекс дає можливість автоматизувати процес шліфування партії різноманітних деталей в режимі “безлюдних технологій”.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кальченко В.І., Пасов Г.В., Кальченко В.В., Рудик А.В.. Профілювання та знос орієнтованого круга при шліфуванні торців деталей, що не обертаються // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту, 2000. – № 10. С. 5 – 13.
2. Кальченко В.В., Рудик А.В., Пасов Г.В., Лясота В.Ю.. Заточення торцевих фрез на верстатах з ЧПК з урахуванням зносу // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту, 2001. – № 12. С. 89 – 95.
3. Кальченко В.И. Исследование формообразования криволинейных поверхностей трубопрокатных валков качающимся кругом: Диссертация... канд. техн. наук. – М., ЭНИМС, 1972. – 251 с.
4. Грабченко А.И. Расширение технологических возможностей алмазного шлифования. Харьков: Вища шк., Изд-во при Харьк. ун-те, 1985. – 183 с.
5. Кальченко В.І., Лясота В.Ю., Кальченко В.В. Знос профілю орієнтованого шліфувального круга та його контроль. Вісник Чернігівського технологічного інституту. – Чернігів: ЧТІ, 1998. – № 6, с. 197 – 205.
6. Федорович В.А., Русанов В.В., Ковалец М., Янковяк М. Новые возможности изучения параметров режущего рельефа алмазных кругов. // Высокие технологии: развитие и кадровое обеспечение. Материалы XI международного научно-технического семинара, 12 – 17 сентября 2001 г. – Харьков – Алушта: НТУ “ХПИ”, – 2001. с. 214 – 222.