

С.І. КОНДРАШОВ, д-р техн. наук, проф., зав. каф. НТУ "ХПІ";
І.В. ГРИГОРЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ "ХПІ";
А.С. БЕЛЄВЦОВА, студентка, магістр НТУ "ХПІ"

СИСТЕМА БЕЗДЕМОНТАЖНОГО ЛАЗЕРНОГО КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ТА ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ

У статті розглянуті питання побудови системи лазерного контролю геометричних величин і якості поверхні деталей. Був освітлений основний підхід до оцінки якості поверхні виробів, проведений аналіз можливих погрешностей системи.

В статье рассмотрены вопросы построения системы лазерного контроля геометрических величин и качества поверхности деталей. Был освещен основной подход к оценке качества поверхности изделий, проведен анализ возможных погрешностей системы.

In the article questions of the construction of the laser control system of geometric and surface quality of parts. Was covered basic approach to assessing the quality of the surface of products, the analysis of possible errors in the system.

Постановка проблеми. На машинобудівних підприємствах виникає проблема визначення геометричних розмірів деталі та її якості поверхні (рис.1). Дану проблему можна вирішити комплексно, якщо задіяти систему лазерного контролю геометричних розмірів та якості поверхні деталей. Основний підхід до оцінки параметрів поверхні виробів складається з двох етапів: безпосереднє сканування та розрахунок, тобто контроль геометричних розмірів деталі на площині включає в себе як сам принцип отримання зображення, так і спосіб обчислення отриманих даних після сканування об'єкта для розрахунку його реальних розмірів. Контроль якості поверхні, або шорсткості поверхні деталі, розкривається двобічно: як контроль двовимірної площини та контроль виробів складної форми, що входять до складу технологічних систем, тобто можуть визначатися межі контуру деталі.

Аналіз літератури. Пропонується використовувати дану систему лазерного контролю на метало оброблюваних станках. При такому варіанті використання до сумарної похибки буде входити похибка від неоднорідності повітряного шару через пари мастильно-охолоджувальних матеріалів і розігрітої деталі. У роботі [1] проведений аналіз роботи системи лазерного контролю і розглядається приблизна модель оптичної системи, але в ній не розглядаються можливі похибки даної вимірювальної системи, переваги її використання.

Метою статті є розвиток і удосконалення методів безконтактного контролю геометричних розмірів та якості поверхні деталі, при яких використовуються оптичні системи контролю.

Дані системи, як правило, реалізують два методи - тінювий і контроль у відбитому світлі. У першому випадку вимірюються розміри тіні від предмета, у другому - вимірюються амплітудно-фазові характеристики відбитого світла, за якими визначаються параметри контрольованої поверхні.

Метод оптичного контролю найбільшою мірою підходить для високоточного безконтактного вимірювання геометричних розмірів поверхонь деталей.

Принципова схема оптичного контролю геометрії поверхні (рис. 1) включає наступні елементи: 1 - джерело монохроматичного світла, 2 - дзеркала, 3 - лінзи, 4 - дифракційну решітку, 5 - коригувальне дзеркало, 6 - деталь, 7 - телевізійну камеру (ТВ), 8 - плату сполучення, 9 - комп'ютер. Дана система має високу ізоляцію від стороннього світла і пилу, низькочутлива до вібрації. Вільний доступ забезпечений тільки до місця встановлення деталі.

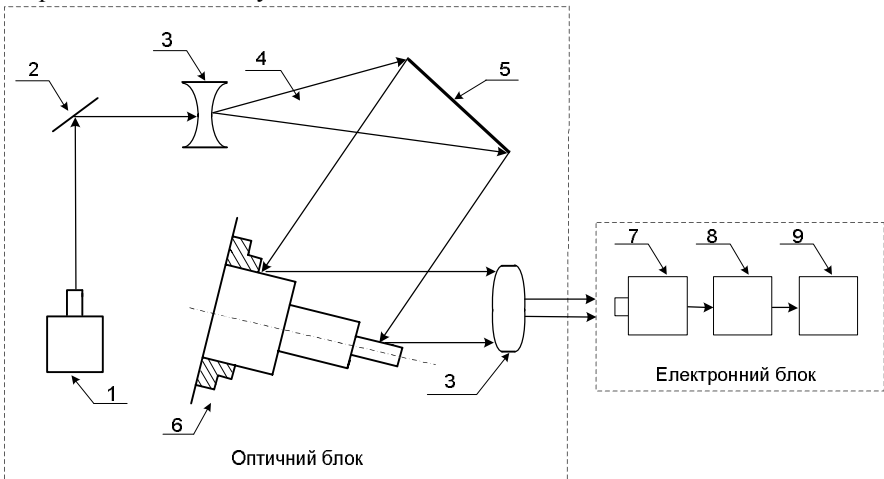


Рис. Оптична система контролю

Основою даного вимірювального приладу є система дзеркал і лінз. Принцип роботи системи лазерного контролю складається з наступних етапів. Об'єкт вимірювання встановлюється й жорстко закріплюється в спеціальному захоплюваному пристрої. Від джерела монохроматичного світла подається світловий пучок, який відображається від поверхні дзеркала для потрапляння на лінзу. Після надходження на лінзу пучок заломлюється і, відображаючись від коригувального дзеркала, освітлює досліджувану деталь. Освітлення деталі і являє собою сканування її поверхні і геометричних параметрів. Двоопукла лінза передає напрямлений світловий потік на телевізійну камеру, яка фіксує зображення у вигляді масиву чисел, елементи якого характеризують інтенсивність світлового потоку, що потрапляє на кожен елемент фотоматриці, а потім передає всі вихідні дані на ПК.

Результати обробки поверхні видаються комп'ютером у вигляді таблиць на екран і на друк. Відхилення геометричних параметрів даного вимірюваного об'єкта в усіх перетинах поверхні фіксуються і порівнюються з параметрами заданої комп'ютером моделі. Дані, отримані від вимірювальної системи, дозволяють коригувати траєкторію переміщення інструмента щодо деталі.

Масштабування зображень, що фіксуються на телекамери, може також виконуватися з використанням еталонної фігури, в якості якої може бути прийнята, наприклад, високоточна фасонна поверхня на захоплюваному пристрої робота. Зображення еталонної фігури фіксується в умовних одиницях. Знаючи розміри еталонної фігури в міліметрах, можна визначити масштаб для бази кріплення. При роботі з об'єктами випуклої форми необхідно враховувати властивість тривимірної аберації об'єктива. Час контролю і розрахунку однієї деталі визначається швидкістю комп'ютера [1].

Зображення в телекамері фіксується за (0,01- 0,001 сек.). Це зводить до мінімуму вплив механічних вібрацій і дозволяє отримати потрібну швидкість. Крім телекамери, система контролю (рис. 1) включає джерело освітлення, яке кріпиться на жорсткій базі таким чином, щоб світло від нього потрапляло на контрольований об'єкт.

Для контролю якості обробки поверхні (шорсткості поверхні) застосовується тільки спосіб контролю у відбитому світлі [1].

У процесі вимірювання беруть участь об'єкт і прилад. На результат вимірювання впливають зовнішні умови, при яких виробляються виміри. Кожен з цих факторів вносить похибки в результат вимірювання. При оптичних вимірюваннях існує 4 джерела похибок: похибки, що пов'язані з об'єктом вимірювання (шорсткість поверхні, якість виготовлення поверхні, розмір деталі, неоднорідність матеріалу, з якого виготовлена деталь), похибки, пов'язані з самою системою, похибки від приймачів випромінювання, похибки від нестабільності умов вимірювання. Запишемо формулу сумарної похибки, приймаючи до уваги, що дані похибки носять випадковий характер [3]:

$$\delta_{\Sigma}^2 = k\sqrt{\delta_{\text{ОВ}}^2 + \delta_{\text{СЛК}}^2 + \delta_{\text{ПВ}}^2 + \delta_{\text{УВ}}^2}, \quad (1)$$

де k - коефіцієнт, який при довірчій ймовірності $P=0,95$ дорівнює 1,1,

$\delta_{\text{ОВ}}$ - похибка об'єкта вимірювання,

$\delta_{\text{СЛК}}$ - похибка системи лазерного контролю,

$\delta_{\text{ПВ}}$ - похибка приймачів вимірювання,

$\delta_{\text{УВ}}$ - похибка від нестабільності умов вимірювання.

Висновки. Оптичні системи контролю в порівнянні з електромеханічними володіють більш високою швидкістю [1], тому в даний час перевага все

частіше віддається оптичним приладам безконтактного контролю. Вони багато в чому позбавлені перелічених недоліків, прості в реалізації, володіють великою універсальністю і швидкодією. Усі лазерно-вимірювальні процеси піддаються повній автоматизації.

За допомогою лазерного контролю геометричних розмірів і якості поверхні виробів можна з більшою точністю визначати недоліки і похибки цих виробів, що дасть змогу виявити «слабкі» сторони способів виробництва і можливість його удосконалення. Введення лазерного контролю дасть можливість підвищити якість продукції, зменшити вплив суб'єктивної похибки через використання інформаційних технологій на стадії контролю продукції, зменшити витрати підприємства через відсутність необхідності бракування неякісної продукції, тобто сприяє економічному розвитку підприємства.

Перспективи подальших досліджень. Принципова перевага голографічних методів контролю порівняно з іншими методами - практично повна відсутність вимог до поверхні об'єкту і до фізичних властивостей його матеріалу, а також можливість одночасного контролю значних (більше за 1 м^2) площ поверхні контролюваного об'єкта [2].

В наступній статті буде представлений математичний апарат, за допомогою якого відбуваються обчислення реальних розмірів вимірюваного об'єкта і визначення якості його поверхні: метод здійснення контролю складних поверхонь у складі технологічних систем та контроль шорсткості, тобто будуть розкриті математичні основи оптичних систем контролю.

Список літератури: 1. Афонин В.Л., Макушкин В.А. «Интеллектуальные робототехнические системы» //Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2009.-с. 208. 2. Катуплин В.А. «Перспективы применения газовых лазеров в технологических процессах»// Вестник Российской АН, 1982.-с.9. 3. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники// - К. : Высшая шкл. , 1983. – 455с.

Надійшла до редколегії 13.05.2012