

УДК 629.113

Веремчук О. А., к.т.н., старший викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

БЕЗКОНТАКТНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАНЬ ГЕОМЕТРИЧНИХ ВІДХИЛЕНЬ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Розглянуто основні методи визначення похибок форми деталей машин. Запропоновано прилад для реалізації безконтактного методу вимірювань геометричних відхилень поверхонь тіл обертання.

Ключові слова: технічні вимірювання, геометричні відхилення, похибки форми.

Деталі спряжень у виробництві набувають необхідних якостей відповідно до вимог технічної документації (форма, розміри і шорсткість поверхні, властивості матеріалів тощо). У процесі експлуатації деталі машин та механізмів втрачають свої початкові розміри, геометричну форму і властивості матеріалу, тобто зазнають змін, які пов'язані з різними пошкодженнями, наприклад нагрощадження втомленості, спрацювання поверхонь тертя, корозія, деформація.

Контроль, якому підлягають кожна машина, агрегат, вузол та деталь, має за мету визначення відповідності точності форми, взаємного положення та відносного переміщення спряжених поверхонь встановленим нормам. Ефективність всякого контролю тим вища, чим ближча відповідність результатів вимірювань контрольованих параметрів до їх дійсних значень.

Існують різні методи вимірювань геометричних відхилень поверхонь деталей машин. Під методом вимірювання розуміють сукупність використовуваних вимірювальних засобів та умов вимірювань. Вони поділяються на прямий, непрямий, диференційований, комплексний, контактний та безконтактний методи.

Основними видами контрольних робіт для забезпечення потрібної якості техніки є контроль точності розмірів, форми і взаємного розташування поверхонь деталей, різьби, зубчастих коліс тощо.

До відхилень форми, взаємного положення та відносного переміщення відносять непрямолінійність, неплосчинність, непаралельність, овальність, конусність, ограновування, биття (радіальне, осьове і торцеве) та ін.

Типові схеми вимірювання радіального, осьового і торцевого биття,

співвісності та співпадання осей обертання наведені на рис. 1.

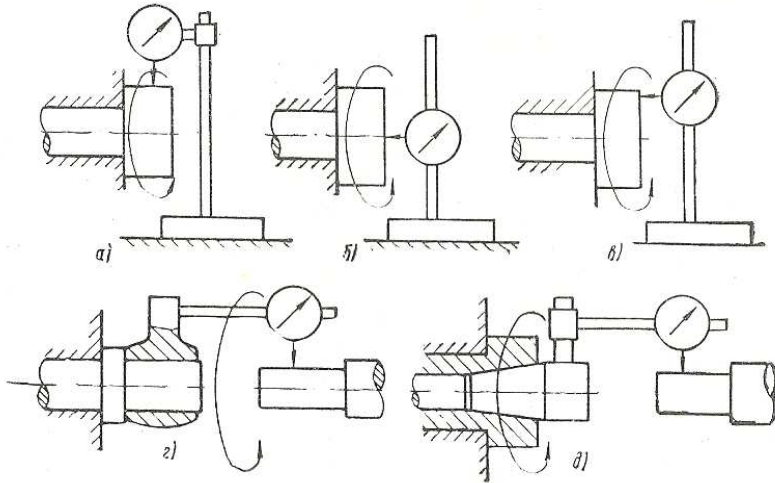


Рис. 1. Контроль точності деталей типу вал:
а) радіального биття , б) осьового биття , в) торцевого биття,
з) співвісності , д) співпадання осей обертання

Як видно з рис. 1, найбільшого розповсюдження набув контактний метод вимірювання геометричних відхилень поверхонь тіл обертання з допомогою індикатора годинникового типу, який разом з простотою та високою точністю результатів має такі недоліки:

1. Спрацювання вимірювального інструменту у місцях контакту з деталлю.
2. У деяких випадках проведення вимірювань контактним методом може бути небезпечним.

Усунути перераховані недоліки можливо шляхом застосування приладу для безконтактного вимірювання геометричних відхилень поверхонь деталей машин, схема якого наведена на рис. 2.

Будова та робота приладу полягає у наступному. Із стабілізованого джерела живлення 1 електрична енергія надходить у випромінювач 2, який являє собою трубку з відполірованою внутрішньою поверхнею для забезпечення добрих відбивних властивостей та високої сконцентрованості світлового пучка. Всередині трубки розташований світлодіод інфрачервоного випромінювання для уникнення впливу

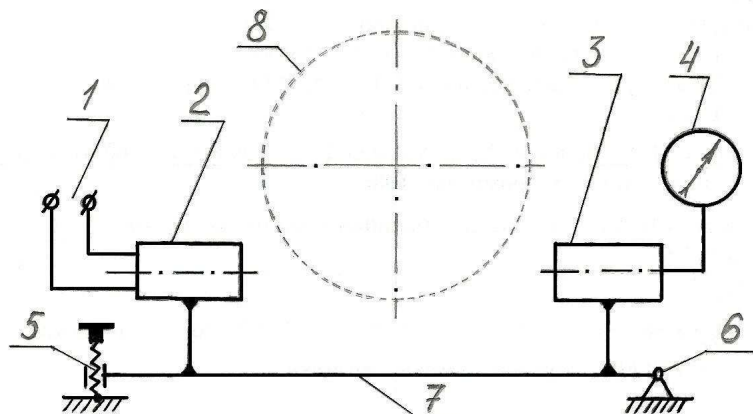


Рис. 2. Принципова схема приладу для безконтактного вимірювання геометричних відхилень поверхонь деталей машин:
 1 – джерело живлення; 2 – випромінювач; 3 – фотоприймач; 4 – пристрій індикації;
 5 – регулювальний гвинт; 6 – шарнірна опора;
 7 – поворотна рамка; 8 – контур деталі

освітленості робочого місця на покази приладу при проведенні вимірювань. Строго співвісно з випромінювачем 2 на поворотній рамці 7 знаходиться фотоприймач 3, який являє собою таку ж саму відполіровану всередині трубку з фотоелементом інфрачервоного спектру. Для налаштування приладу призначений регулювальний гвинт 5, за допомогою якого поворотна рамка 7 може повертатись навколо шарнірної опори 6 з метою орієнтування світлового пучка відносно контуру деталі 8. При провертанні деталі та за наявності геометричних відхилень її поверхні частина світлового пучка прориватиметься крізь контур 8 у фотоприймач 3 і потраплятиме на фотоелемент, електричний сигнал з якого подається на пристрій індикації 4.

Для визначення функціональної залежності між величиною дефекту h та площею прориву світлового пучка S приймемо допущення, що останній має форму сегмента (рис. 3).

У такому випадку площа сегмента буде дорівнювати різниці площ сектора S_{OAB} та трикутника $S_{\Delta OAB}$:

$$S = S_{OAB} - S_{\Delta OAB} \quad (1)$$

У свою чергу площі сектора та трикутника дорівнюють:

$$S_{OAB} = \frac{\pi \cdot r^2}{360} \alpha \quad (2)$$

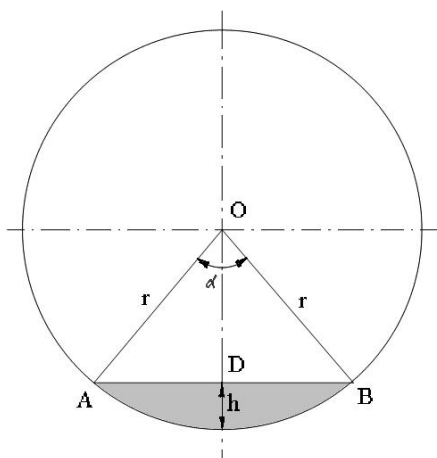


Рис. 3. Розрахункова схема для визначення залежності $S=f(h)$

Згідно рис. 3, $\sin(\alpha/2) = AD/AO = AD/r$, а $AD = \sqrt{r^2 - (r-h)^2}$, тоді:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{2rh - h^2}}{r}, \Rightarrow \alpha = 2 \arcsin\left(\frac{\sqrt{2rh - h^2}}{r}\right). \quad (5)$$

Підставивши отримане значення α з виразу (5) у вираз (4), отримаємо функціональну залежність між величиною дефекту h та площею прориву світлового пучка S :

$$S = \frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\pi}{90} \arcsin\left(\frac{\sqrt{2rh - h^2}}{r}\right) - \sin\left(2 \arcsin\left(\frac{\sqrt{2rh - h^2}}{r}\right)\right) \right). \quad (6)$$

За отриманою залежністю та відомими характеристиками фотоелемента можна побудувати графік переводу показів пристрою індикації у виміряну величину дефекту h , хоча дану операцію можливо виконати прямим таруванням з наступним нанесенням шкали лінійної величини пристрою індикації, що значно спростить технічні вимірювання.

Перед початком вимірювань необхідно регульовальним гвинтом 5 (див рис. 2) забезпечити прорив частини світлового пучка крізь контур деталі 8. Провертаючи деталь, знаходимо найнижчу точку контуру за мінімальними показами пристрою індикації 4. Після цього регульовальним гвинтом 5 потрібно вивести світловий пучок за контур деталі до досягнення нульових показів пристрою індикації 4. При подальшому провертанні деталі прилад фіксуватиме геометричні відхилення у межах даного перерізу. Переміщуючи прилад вздовж деталі, можна

$$S_{\text{ДОАВ}} = \frac{1}{2} r^2 \sin \alpha, \quad (3)$$

де r – радіус світлового пучка.

Отже, площа прориву світлового фронту складає:

$$S = \frac{\pi \cdot r^2}{360} \alpha - \frac{1}{2} r^2 \sin \alpha. \quad (4)$$

Як видно з виразу (4), для визначення залежності $S=f(h)$ необхідно встановити зв'язок між величинами h і α .

вимірювати величину дефектів по довжині, таких як конусність, сідловатість, бочкоподібність та інших.

Систематичний контроль машин, агрегатів, вузлів та деталей у значній мірі забезпечує їх якість, повну відповідність вимогам нормативно-технічної документації на всіх етапах виробництва, експлуатації та ремонту, що, у свою чергу, визначає їх придатність до використання.

1. Технология машиностроения. Специальная часть / Б. Л. Беспалов, Л. А. Гейзер, И. М. Колесов, Н. Г. Латышев, С. Н. Соловьев, Д. В. Чарнко. – М. : Машиностроение, 1965. – 456 с. 2. Канарчук В. С. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 3. Ремонт автотранспортних засобів : підручник / В. С. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. – К. : Вища шк., 1994. – 599 с.

Рецензент: д.т.н., професор Кравець С. В. (НУВГП)

Veremchuk O. A., Candidate of Engineering, Senior Lecturer (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

NONCONTACT METHOD OF MEASURING THE GEOMETRICAL SURFACE DEVIATION MACHINE PARTS

The main methods of determining the shape errors of machine parts. Proposed instrument for the implementation of contactless measurement method deviations geometric surfaces of solids of revolution.

Keywords: technical measurements, geometric deviation error form.

Веремчук А. А., к.т.н., старший преподаватель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

БЕСКОНТАКТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Рассмотрены основные методы определения погрешностей формы деталей машин. Предложен прибор для реализации бесконтактного метода измерений геометрических отклонений поверхностей тел вращения.

Ключевые слова: технические измерения, геометрические отклонения, погрешности формы.
