

ПОХИБКИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ В СИСТЕМАХ ОПЕРАЦІЙНОГО АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

Контроль розмірів деталей в процесі їх оброблення виконується за допомогою вимірювальних головок з спеціальною оснасткою, що механічно контактує з поверхнею контролю. Під час роботи в автоматичному режимі контактні елементи багатократно підводяться до деталей, і важливим технічним завданням є забезпечення точності позиціонування чутливих елементів у контрольному перерізі. В статті аналізуються причини виникнення похибок позиціонування вимірювальної оснастки для операцій круглого шліфування.

Ключові слова: вимірювальна оснастка, механічний контакт, поверхня, наконечник, похибка установки, зміщення

Контроль размеров деталей в процессе их обработки производится с помощью измерительных головок со специальной измерительной оснасткой, механически контактирующей с поверхностью контроля. При работе в автоматическом режиме контактные элементы многократно подводятся к деталям, и важным заданием является обеспечение точности позиционирования чувствительных элементов в контрольном сечении. В статье анализируются причины возникновения погрешностей позиционирования измерительной оснастки для операций круглого шлифования.

Ключевые слова: измерительная оснастка, механический контакт, поверхность, наконечник, погрешность установки, смещение

Control the size of the parts in the process of their processing is performed using the measuring heads with a special computer that mechanically in contact with the surface of the control. When working in automatic mode the contact elements often supplied to detail, and an important technical challenge is to ensure the accuracy of the positioning of the sensitive elements in the control section. The article analyses the causes of errors in the positioning of the measuring equipment for the operations circular grinding.

Keywords: snap measuring mechanical contact surface, tip, installation error, bias

Вимірювальна оснастка – важливий і відповідальний вузол приладу активного контролю, який контактує з поверхнею оброблення і від точності й надійності якого найбільше залежить результат вимірювання і, відповідно, точність оброблення. У сучасних системах активного контролю переважно використовується вимірювальна оснастка, дія якої ґрунтується на безпосередньому механічному контакті чутливих елементів з поверхнею деталі, розмір якої контролюється.

Відмінною особливістю оснастки для активного операційного контролю є її здатність працювати безпосередньо на шліфувальному верстаті, сприймати зміну розміру поверхні (у деяких випадках переривисту), яка швидко переміщується відносно чутливого контактного елемента та постійно перебувати під дією охолоджувальної емульсії, стружки та інших зовнішніх чинників, присутніх в робочій зоні верстату.

Для різних типів шліфувальних верстатів, різних схем контролю та у кожному окремому технологічному процесі може використовуватись механічна оснастка конкретного конструктивного виконання. Навіть "універсалізація" оснастки для промислових вимірювальних головок зводиться до комплектування схеми необхідної конфігурації з набору типових елементів, що встановлюються на базовому установочному вузлі. Слід відмітити, що найбільш поширеною областю застосування активного контролю є верстати для круглого шліфування: зовнішнього круглого шліфування – для валів, та внутрішнього круглого шліфування – для отворів.

Для вимірювання зовнішнього діаметра використовується ряд схем, які прийнято розрізняти по кількості контактних і базових наконечників, що контактують з поверхнею оброблення. У пристроях, які працюють за трьохконтактною схемою (рис. 1), скоба 8 оснащена жорстко зв'язаними з нею контактним 1 та базуючим 9 наконечниками, що опираються на поверхню оброблення та забезпечують строго визначене взаємне розташування осі деталі 2 і скоби. Другий контактний наконечник зв'язаний зі стержнем 5, що може переміщуватись відносно скоби 8. Зміна розміру D деталі сприймається відліковим пристроєм 7 або вимірювальним перетворювачем, наприклад, індуктивний, базовий елемент якого жорстко закріплений на скобі.

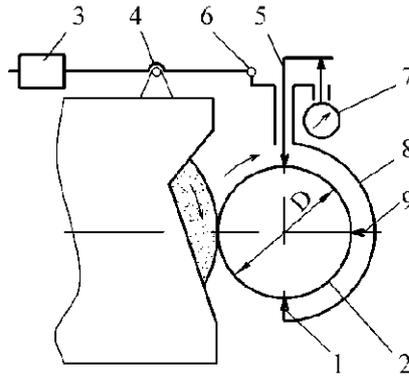


Рис. 1. Контроль зовнішнього діаметра за трьохконтактною схемою

У більшості випадків, скоба за допомогою ручного підвідного пристрою закріплюється на шліфувальній бабці верстата. Це зручно на верстатах-напівавтоматах, у яких установка деталі виконується вручну, а шліфувальна бабка відводиться на значну віддаль.

У випадку шліфування з поздовжньою подачею, скоба закріплюється на столі верстату, щоб виключити відносне переміщення скоби і деталі вздовж її осі, що може вплинути на точність вимірювання. Тут діаметр деталі вимірюється в одному перерізі вздовж її осі. Конструкція пристрою для установки трьох контактної скоби на верстаті (рис. 1) забезпечує необхідні ступені вільності для її самоустановлення на поверхні деталі завдяки наявності шарнірів 4 і 6. Підтискання наконечників 1 і 9 до поверхні деталі забезпечується вантажем 6 або спіральною пружиною підвідного пристрою.

До переваг трьохконтактної схеми слід віднести незалежність показів вимірювального пристрою від зміни взаємного положення деталі та конструктивних вузлів верстату через те, що вимірювальні пристрої базуються безпосередньо по контрольній поверхні деталі. В якості відлікових пристроїв можна використовувати порівняно прості вимірювальні головки та індикатори з механічною передачею, так як конструкція скоби дозволяє без особливих утруднень винести ці головки із зони оброблення, що виключає їх забруднення та вплив інших виробничих чинників.

До недоліків схеми слід віднести складність автоматизації приведення вимірювальної скоби у робоче положення, необхідність у значній величині ходу для введення і виведення скоби під час зміни деталей на верстаті, вплив відхилень форми деталі (овальність, хвилястість) на точність вимірювання.

У пристроях, що працюють по двох контактній схемі (рис. 2), контактні наконечники 1 і 3 закріплені на каретках (важелях) 5 і 6, що дозволяють наконечникам відслідковувати зміну розміру D деталі 2. З однією з кареток зв'язаний відліковий пристрій 4, а з другою – упор 7.

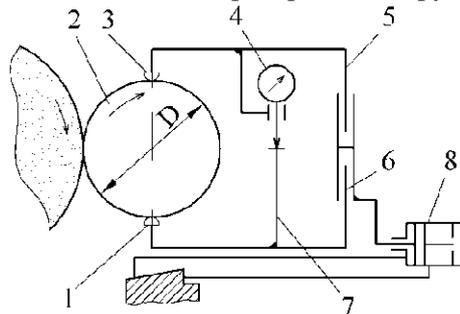


Рис. 2. Контроль зовнішнього діаметра за двохконтактною схемою

За такої схеми випадкові переміщення деталі по лінії вимірювання, викликані силами різання або тепловими деформаціями, не впливають на результат контролю. Вплив переміщення деталі перпендикулярно до лінії вимірювання значним чином усувається за рахунок зменшення сили різання в кінці оброблення. Двохконтактні скоби за допомогою підвідного пристрою 8 закріплюються переважно на столі верстату і за допомогою цих скоб контролюється деталь в одному перерізі. Прямолінійна траєкторія вводу і виводу пристрою дозволяє спростити автоматизацію цих рухів.

Двохконтактні вимірювальні схеми отримали найбільше поширення на автоматичних шліфувальних верстатах для зовнішнього і внутрішнього оброблення.

Похибки у двохконтактній вимірювальній оснастці можуть виникнути через нестабільність положення контактних наконечників на контрольній поверхні. Ці похибки включають систематичну та випадкову складові. Систематична складова пов'язана початковим неправильним положенням

вимірювальної оснастки відносно деталі, а випадкова – з нестабільністю її підводу до поверхні контролю. Систематична складова компенсується під час налагодження оснастки на розмір.

Похибки в зоні контакту чутливих елементів з поверхнею найчастіше виникають від зміщення й перекосів контактних наконечників, зокрема, під час контролю циліндричних поверхонь.

В результаті зміщення одного сферичного контактного наконечника з контрольного діаметра (рис. 3, а) виникне похибка:

$$\delta_d = d(1 - \cos \varphi) = e^2 / 2(R + r). \quad (1)$$

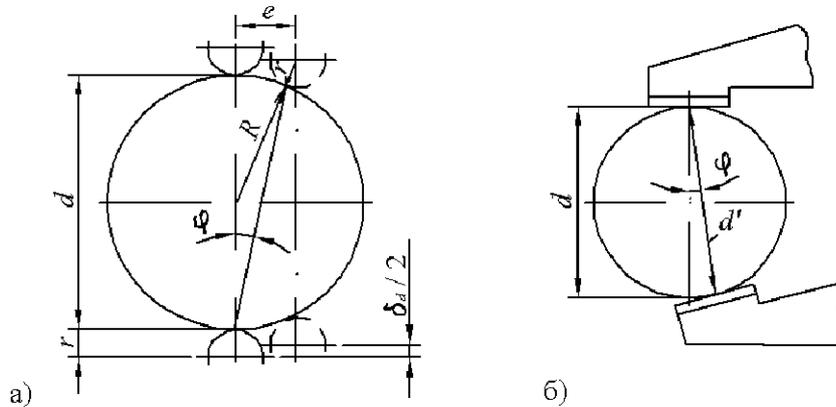


Рис. 3. Похибки, що виникають від зміщення контактних наконечників на контрольному перерізі: а – сферичні наконечники; б – ножові наконечники

Аналогічна похибка виникне і від непаралельності ножових наконечників (рис. 3, б).

У випадку зміщення двох наконечників з лінії вимірювання – початкова установка "по хорді" (рис. 3, а):

$$\delta_d = e^2 / (R + r). \quad (2)$$

З (2) видно, що за нестабільності підводу вимірювальної оснастки в робоче положення менше 10 мкм цією похибкою можна знехтувати.

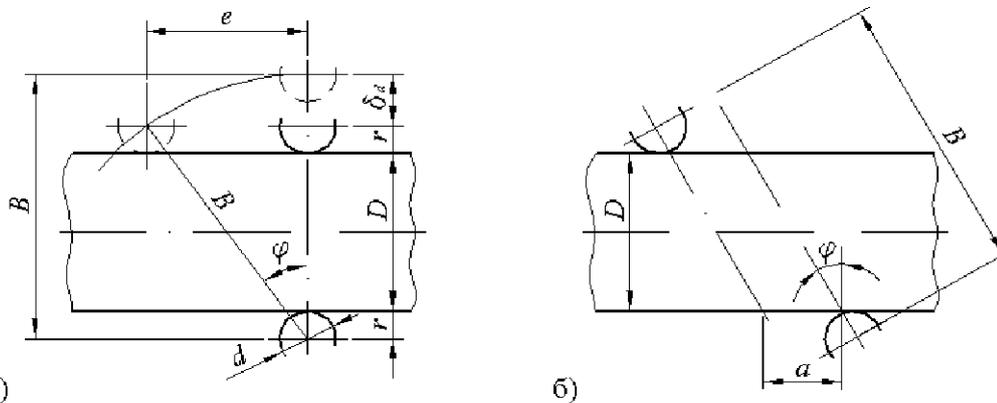


Рис. 4. Похибки позиціонування вимірювальних наконечників на циліндричній поверхні: а – від нахилу контактних наконечників; б – від нахилу і зміщення контактних наконечників

У випадку нахилу площини контролю – перекосу вимірювальних наконечників (рис. 4, а), виникає похибка, що визначається відношенням:

$$\delta_d = D(1 - \cos \varphi) / \cos \varphi = e^2 / 2(D + d). \quad (3)$$

Порівняно більші похибки виникають якщо виникає одночасний нахил обох вимірювальних наконечників і зміщення одного з них (рис. 4, б):

$$\delta_d = a\varphi + D(1 - \cos \varphi) / \cos \varphi. \quad (4)$$

У випадку контролю поверхонь отворів від зміщення наконечників з діаметральної площини або їх нахилі виникають похибки, аналогічні наведеним вище.

Так, від зміщення одного наконечника з лінії вимірювання (рис. 5) виникає похибка:

$$\delta_d = e^2 / 2(R - r). \quad (5)$$

Від зміщення двох наконечників:

$$\delta_d = e^2 / (R - r). \quad (6)$$

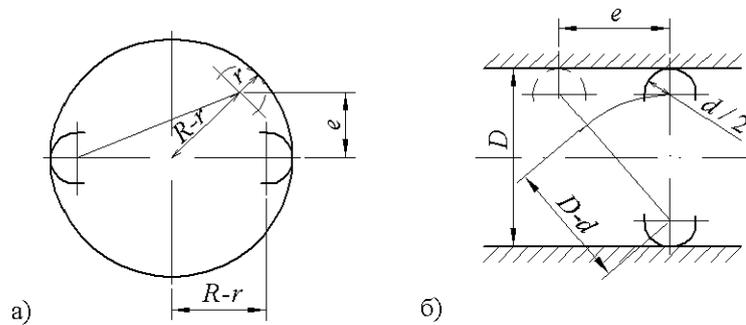


Рис. 5. Похибки позиціонування вимірювальних наконечників в процесі контролю отворів: а – похибки зміщення по периметру отвору; б – похибки зміщення по лінії вимірювання

У випадку нахилу площини розташування наконечників відносно вертикальної площини (рис. 5, б) виникає похибка:

$$\delta_d = e^2 / 2(D - d). \quad (7)$$

Як видно з наведених відношень, у більшості випадків вказані похибки є величинами 2-го порядку малості, але їх необхідно враховувати на етапах проектування пристроїв для підведення та орієнтації вимірювальної оснастки у робочому положенні.

Вимірювальна оснастка приладів активного контролю комплектується, як правило, уніфікованими змінними утримувачами та вимірювальними наконечниками.

На рис. 6 показано комплект утримувачів і наконечників для контролю діаметра валів на круглошліфувальних верстатах.

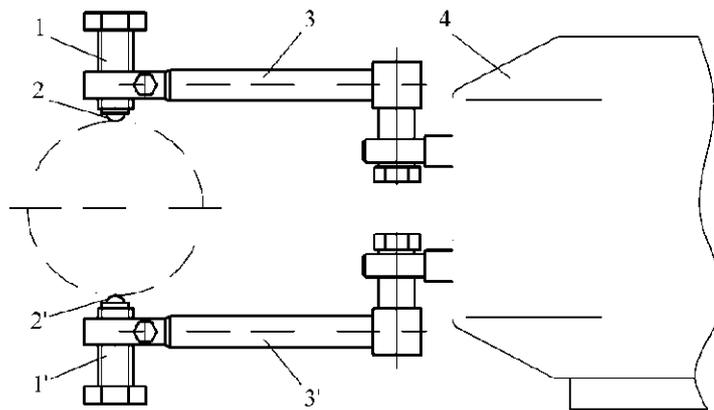


Рис. 6. Комплект вимірювальної оснастки для вимірювання зовнішнього діаметра: 1 – утримувач; 2 – алмазний наконечник; 3 – важіль; 4 – головка вимірювальна

Утримувачі закріплюються на кінці важеля, що виступає з вимірювальної скоби чи головки, а на іншому кінці утримувача встановлюється вимірювальний наконечник. Типові утримувачі розробляються для кожної схеми контролю і залежно від форми та розташування поверхонь. Згідно до експлуатаційних вимог утримувачі повинні бути легкими і міцними. Для цього їх часто пустотілими з тонкостінних трубок. Основна вимога до наконечників – висока зносостійкість. Тому наконечники виготовляються з твердих сплавів або їх оснащують штучними чи природними алмазами.

Знос вимірювальних наконечників від механічного контактного тертя під час вимірювання приводить до систематичної похибки $\delta_{км}$. Величина його залежить від використаного матеріалу для наконечників, значення вимірювального зусилля, швидкості переміщення контрольної поверхні та часу контакту з поверхнею. Наконечники вимірювальної оснастки виготовляються з твердих сплавів, природних алмазів та синтетичних полікристалевих алмазів.

Під час роботи приладів на автоматичних круглошліфувальних верстатах наконечники з твердого сплаву зношуються після початкового припрацювання на 2 – 4 мкм протягом зміни, а виготовлені з доведених алмазів – на 0,2 – 0,5 мкм протягом зміни. Якщо протягом зміни виконується 3 – 4 підналагодження, похибка від зносу практично компенсується і може не враховуватись.

Метрологічні характеристики системи активного контролю значною мірою залежать від принципу відслідковування інформативного параметру та конструктивних особливостей пристрою передачі цього параметру на первинний перетворювач вимірювальної головки.

Точність позиціонування вимірювальних наконечників на поверхні залежить не тільки від схеми контролю і виконання вимірювальної оснастки, але й від цілого ряду зовнішніх чинників, включно з технологічними режимами оброблення та ступенем автоматизації операції, що вимагає обов'язкового регламентування кількості підналагоджень технологічної системи протягом зміни.

Інформаційні джерела

1. Соболев М.П., Этингф М.И. Автоматический размерный контроль на металлорежущих станках. Смоленск, "Ойкумена", 2005. – 300 с.
2. Сорочкин Б.М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 365 с.
3. Активный контроль в машиностроении: Справочник / Под. ред. Е.И. Педа. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978, – 352 с.

УДК 622.24.051.55

Р.С. Яким¹, д.т.н., Ю.Д. Петрина², д.т.н., І.С. Яким²

¹Дрогобицький державний педагогічний університет ім. Івана Франка.

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ШАРОШОК З ТВЕРДОСПЛАВНИМ ПОРОДОРУЙНІВНИМ ОСНАЦЕННЯМ ДЛЯ ТРИШАРОШКОВИХ БУРОВИХ ДОЛІТ

Експериментально обґрунтовано вибір інструменту та оптимальні параметри процесу свердління отворів під твердосплавні вставні зубки у вінцях шарошок бурових доліт діаметром 244,5 мм. Встановлено вплив характеру розподілу твердості в тілах вінців шарошок доліт 244,5 ОК-ПГВ-D26 на величину розбивки отворів під вставні твердосплавні зубки. Встановлено модель, що дозволяє визначати оптимальні вимоги до розподілу значень твердості по перерізу вінця шарошки (від поверхні у серцевину), на глибину отворів під вставні зубки. Рекомендується здійснювати контроль плавок долатної сталі 14ХНЗМА на регламентовані значення прогартовування, а також підвищувати якість операцій захисту вінців від цементації та операцій термообробок.

Ключові слова: свердління, розвірчування, отвір, вінець шарошки, твердість

Експериментально обґрунтовано вибір інструмента и оптимальные режимы процесса сверления отверстий под твердосплавные вставные зубки в венцах шарошек буровых долот диаметром 244,5 мм. Установлено влияние характера распределения твердости в телах венцов шарошек долот 244,5 ОК-ПГВ-D26 на величину разбивки отверстий под вставные твердосплавные зубки. Установлено модель, что позволяет рассчитывать оптимальные требования к распределению значений твердости по сечению вена шарошки (от поверхности в сердцевину), на глубину отверстий под вставные зубки. Рекомендуется осуществлять контроль плавок долатной стали 14ХНЗМА на предписанные значения прокаливания, а также повышать качество операций защиты венцов от цементации и операций термообработок.

Ключевые слова: сверление, развертывание, отверстие, венец шарошки, твердость.

The choice of tools and optimal parameters of the process of holes drilling for inserted hard-alloyed teeth in the rolling-cutter teeth rows of rock bits with the diameter equal to 244,5mm are experimentally based. The influence of hardness pattern in the bodies of rolling-cutter teeth rows of 244,5 ОК-ПГВ-D26 rock bits on the value of holes planning for inserted hard-alloyed teeth is also determined. The model, that allows to define the optimal requirements for distribution of hardness values along the section of rolling-cutter teeth row (from the surface into the heart) to a depth of holes for inserted teeth, is found. It is recommended to do a test of 14ХНЗМА rock bit steel melting for regulated values of harden ability and also increase the quality of protection operations of rolling-cutter teeth rows against carburizing and heat treatment operations.

Keywords: drilling, reaming (boring), hole, rolling-cutter teeth row, hardness.

Постановка проблеми. Сучасні вимоги до буріння свердловин ставлять перед долотним виробництвом комплексні вимоги щодо якості бурових доліт. Поміж існуючими конструкціями бурових доліт найскладнішими у виготовленні є тришарошкові з вставним породоруйнівним оснащенням. Однією з проблем у виготовленні таких доліт є забезпечення якості шарошок із