

УДК 621.891

Д.М.Бондаренко, В.А.Ковальов

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛІНІЙНИХ ДАТЧИКІВ ФІРМИ HEIDENHAIN

Сучасні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) повинні в першу чергу забезпечувати точність, надійність, необхідну продуктивність і стабільність.

Для гарантування плавного і точного керування переміщеннями виконавчих органів верстати оснащують датчиками положення з високою розпізнавальною здатністю по всіх координатних осях.

На сьогоднішній день однією з передових фірм на світовому ринку по розробці і виготовленню датчиків лінійних та кутових переміщень, датчиків обертання і пристроїв цифрової індикації та систем числового програмного керування є фірма HEIDENHAIN, що поставляє свою продукцію виробникам верстатів та автоматизованого обладнання і має свої представництва більш ніж в 50 країнах світу. Висока якість продукції забезпечується використанням спеціального виробничого обладнання та засобів вимірювання. Обладнання, що необхідне для виготовлення і вимірювання лінійних та кутових шкал а також копіювальні пристрої розроблюються і виготовляються на власному виробництві, що дозволяє знаходити і реалізовувати рішення нестандартних задач в короткі терміни.

Однією з основних складових вимірювальних приладів фірми HEIDENHAIN є прецизійні шкали з поділками у вигляді штрихової сітки з періодом від 0,25 до 10мкм. Поділки наносяться спеціальним методом, складаються із штрихів та зазорів, профіль яких з рівними і чіткими краями з мінімальними похибками, що гарантує високу точність вимірювальних пристроїв з цими шкалами. До того ж ці шкали нечутливі до механічних та хімічних впливів, вібрацій, механічних навантажень і мають необхідну температурну стабільність.

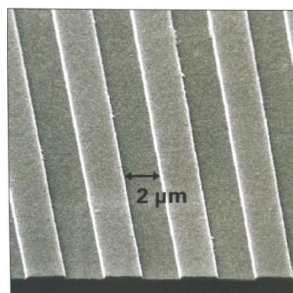


Рис.1. Прецизійна шкала з поділками у вигляді штрихової сітки

Поділки наносяться спеціальними методами, що розроблені інженерами фірми HEIDENHAIN.

Прецизійні шкали, що виконані методом DADUR, виготовляються шляхом нанесення тонкого шару хрому на носій із скла або склокераміки. Точність поділок знаходиться в межах мікрометрів та вище.

Шкала, що виготовляється методом AURODUR, складається із рефлектуючих золотих штрихів та витравлених матових зазорів на носіях із спеціальної сталі.

Шкала, що виготовляється методом METALLUR, має практично гладку поверхню завдяки особливій оптичній структурі із рефлектуючих золотих шарів, що забезпечує її нечутливість до забруднення.

В трьохмірних решітках, що мають особливі властивості і виготовлені за спеціальними технологіями, ширина поділок знаходиться в межах від кількох мікрометрів до чверті мікрметра.

Метод SUPRADUR дозволяє виготовляти поділки, що виглядають як і трьохмірні фазові решітки, але мають гладку поверхню, завдяки чому вони не чутливі до забруднень.

При використанні методу MAGNODUR в якості носія шкали використовується магнетизований сплав сталі, що дозволяє спеціальною магнітною голівкою наносити сильні магнітні поля протилежної полярності і створювати штрихи позитивної та негативної полярності з періодом біля 400мкм. Перераховані методи створення вимірювальних шкал дозволяють забезпечувати високу точність вимірювання при їх використанні у відповідних пристроях. Так, шкала типу DADUR використовується в закритих та відкритих датчиках лінійного переміщення, розроблених для металорізальних верстатів.

Датчики лінійних переміщень визначають положення лінійної вісі без додаткових механічних передавальних елементів. Датчиком визначається похибка переміщення виконавчого органу по лінійній вісі і коректується системою керування верстатом.

Такий спосіб дозволяє уникнути впливу різних джерел похибок:

- похибки позиціонування, що викликана нагріванням кульково-гвинтової пари (КГП);
- похибки внаслідок зазорів у кульково-гвинтовій парі;
- кінематичної похибки внаслідок похибки монтажу кульково-гвинтової пари.

Сучасні верстати працюють з високими швидкостями і при високих режимах різання, що викликає підвищення температури в закритому робочому просторі верстата та великі динамічні навантаження, і повинно враховуватися при розробці та використанні лінійних датчиків.

В ідеальному випадку термічні властивості датчика повинні відповідати термічним властивостям вимірюваного об'єкту. При змінах температури датчик повинен відповідним чином розтягуватись або стискатись і ці зміни повинні бути повторюваними, що і враховано у лінійних датчиках фірми HEIDENHAIN. Носії шкали мають визначені коефіцієнти теплового розширення, що дозволяє підібрати датчик для кожного конкретного випадку використання у верстаті.

Для забезпечення ефективної роботи в умовах динамічних навантажень виконавчих органів верстата лінійні датчики також характеризуються високою жорсткістю в напрямку вимірювань, а невелика маса рухомих частин датчика гарантує його високі динамічні властивості.

Використання високоякісних матеріалів для виготовлення окремих елементів датчиків та конструктивні особливості дозволяють забезпечувати їх довговічність і точність на протязі усього терміну експлуатації верстатів, де лінійні переміщення по осях досягають значних величин. Так, при експлуатації металообробних верстатів з ЧПК величини цих переміщень можуть складати більше 3000км за рік. В закритих лінійних датчиках відсутній безпосередній контакт між шкалою та елементом зчитування, а в захисний кожух, при необхідності, може подаватися стиснене повітря для надійного захисту від забруднення. Захист сигналу від впливу зовнішніх джерел досягається екрануванням.

На конструктивній схемі закритого датчика видно, що елемент зчитування переміщується вздовж шкали без контакту з нею завдяки використанню фотоелектричного способу зчитування.

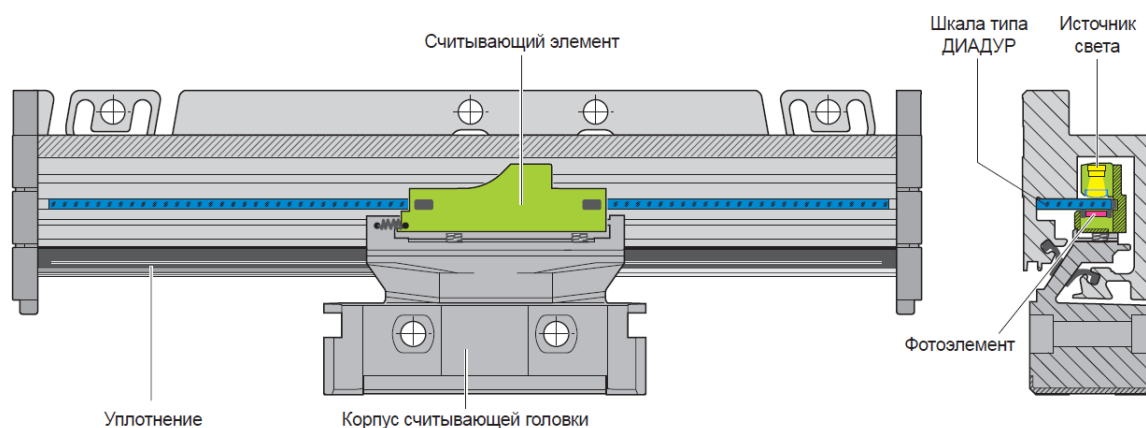


Рис.2. Принципова схема закритого лінійного датчика LS 183

Спосіб фотоелектричного зчитування дозволяє розпізнавати штрихи шириною в декілька мікрметрів і генерувати вихідний сигнал з дуже малим періодом. В лінійних датчиках використовують два методи зчитування: метод відображення для періодів штрихів шкали 20мкм та 40мкм і інтерферентний метод для дуже малих періодів штрихів (8 мкм, наприклад).

При експлуатації лінійних датчиків фірми HEIDENHAIN використовують абсолютний або інкрементальний метод вимірювання.

При абсолютному методі вимірювання після включення апаратури зразу ж стає доступним абсолютне значення положення вісі в даний момент, яке може бути зчитано відповідною системою зчитування. Інформація про фактичне положення зчитується із закодованої спеціальним чином шкали.



Рис. 3. Шкала абсолютного лінійного датчика

В інкрементальному методі вимірювання шкала складається тільки з одного ряду рівномірних штрихів. Дані про положення отримуються шляхом розрахунку окремих інкрементів (кроків вимірювання) відносно вибраної нульової точки, в якості якої на шкалі використовується окремий ряд штрихів, що несуть референтну мітку. Референтна мітка має такий же період сигналу як і інкрементальний сигнал. Щоб встановити заново або відновити нульову точку необхідно проїхати референтну точку.

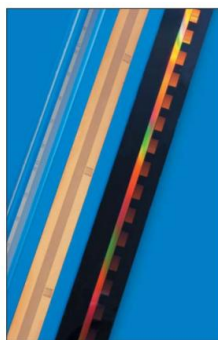


Рис. 4. Шкали інтерферентних датчиків

В самому невигідному варіанті для перетину референтної мітки необхідно проїхати більшу частину вимірюваної відстані. Щоб зменшити цю ділянку більшість датчиків мають кодовані референтні мітки – це додатковий ряд штрихів, що має багато референтних міток на різній відстані одна від іншої. Система керування визначає положення вже після проходження двох сусідніх міток, що складає всього декілька міліметрів.

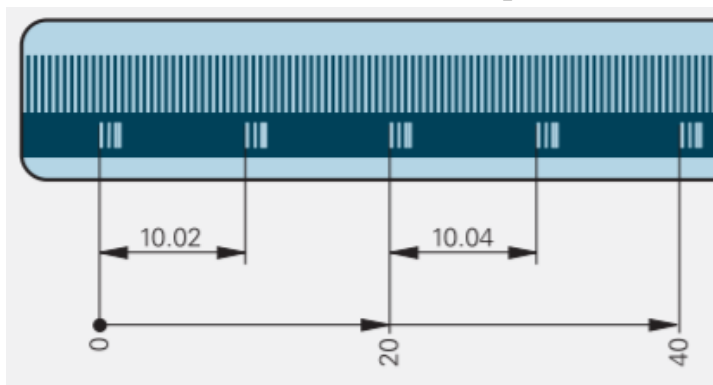


Рис. 5. Схематичне представлення інкрементальної шкали з кодованими референтними мітками

Нульова точка в кодованих датчиках також визначається розрахунком інкрементів між двома референтними мітками за розробленою окремою методикою.

Офіційний сайт Heidenhain [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.heidenhain.ru/fileadmin/pdb/media/img/350457-R3_Lieferuebersicht_ru.pdf