

УДК 621.891

М.В.Копейкін, В.А.Ковальов

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

Конструктивні особливості та технічні характеристики датчиків обертання фірми HEIDENHAIN

Сучасні металорізальні верстати з ЧПК не можуть забезпечувати необхідну точність та продуктивність без використання датчиків лінійних переміщень, обертальних та кутових переміщень. Провідною фірмою на світовому ринку з розробки та виготовлення різноманітних датчиків та програмного забезпечення для верстатів з ЧПК є фірма HEIDENHAIN.

Датчики обертання цієї фірми використовуються для вимірювання швидкості обертання, а при монтажі на ходовому гвинті або кульково-гвинтовій парі – для визначення лінійних переміщень.



Рис. 1. Датчики обертання з муфтою статора фірми HEIDENHAIN

Датчики обертання своїм пустотілим валом встановлюються на вал приводу та закріплюються з боку ротора двома гвинтами або трьома ексцентриковими затискачами. Датчики із наскрізним пустотілим валом можна також закріплювати і з боку кришки.

Точність датчиків обертання залежить від наступних параметрів:

- радіального зміщення шкали;
- зміщення центру шкали відносно вісі підшипників;
- радіального биття підшипників;
- похибки, що викликана використанням з'єднувальної муфти;
- інтерполяційних відхилень при обробці сигналів.

У вимірювальних датчиках використовують оптичний метод зчитування – оптоелектронне сканування, використовуючи шкали з упорядкованими структурами, так званими штрихами, що наносяться на основу із скла або сталі.

Для вимірювання можуть використовуватися абсолютний або інкрементальний методи вимірювання.

При абсолютному методі вимірювання інформація про абсолютну координату зчитується по поділках шкали, що виконана у вигляді послідовно кодованої структури або у вигляді кількох паралельних доріжок.



Рис. 2. Градуйовані диски датчиків обертання

Сигнал з окремої інкрементальної доріжки інтерполюється для визначення поточного значення координати і одночасно використовується для генерації додаткового інкрементального сигналу.

У однообертних датчиків інформація про координату абсолютної точки повторяється при кожному новому оберті, а багатообертні датчики дозволяють додатково розрізняти і кількість обертів.

При інкрементальному методі вимірювання шкала представляє собою послідовність штрихів з однаковим періодом. Координата положення визначається шляхом підрахунку окремих інкрементів (штрихів) від нульової точки, що задана в будь-якому місці шкали.



Рис. 3. Градуйовані диски інкрементальних датчиків обертання

Оскільки для визначення положення необхідна нульова точка підрахунку, то на градуйованих дисках передбачена окрема доріжка з референтною міткою. Період сигналу референтної мітки співпадає з періодом інкрементального сигналу.

Таким чином, перед тим як буде відновлена або встановлена заново нульова точка, повинна бути пройдена референтна точка.

Інкрементальні датчики обертання з числом штрихів від 6000 до 10000 забезпечують точність роботи системи в межах ± 12 кутових секунд.

У абсолютних датчиків обертання з додатковими інкрементальними сигналами точність залежить від кількості штрихів (для 512 штрихів точність ± 60 кутових секунд а для 2048 - ± 20 кутових секунд).

Також необхідно враховувати, що ці дані отримані при нормальній температурі в 20° і повільному обертанні.

Датчики кутових переміщень фірми HEIDENHAIN мають високу точність (до кількох кутових секунд і вище). Зазвичай датчиками кутових переміщень називають датчики обертання з точністю $\pm 5''$ і вище з кількістю штрихів більше 10000. Датчики кутових переміщень використовують в тих випадках, коли необхідно забезпечити точність вимірювання кута в межах декількох кутових секунд (поворотні столи, поворотні головки, ділильні головки, прецизійні установки для вимірювання кутів, антени, телескопи та інше).

Точність датчиків кутових переміщень в межах від $\pm 5''$ до $\pm 0,4''$, а кількість штрихів від 10000 до 180000. Для інкрементальних датчиків крок вимірювання $0,018''$, а для абсолютних датчиків біля 536млн позицій на оберт.



Рис. 4 Датчики кутових переміщень фірми HEIDENHAIN

Датчики кутових переміщень реалізовані в декількох конструктивних варіантах.

Датчики з пустотілим валом, вбудованими підшипниками та муфтою статора RCN, RON та RPN мають хороші динамічні властивості. При кутових прискореннях муфта статора забезпечує компенсацію крутного моменту, що виникає внаслідок тертя в підшипниках. Ці датчики мають невеликі габарити. Пустотілий вал може мати діаметр до 100мм, що дозволяє прокладати в них кабелі при монтажі.

Датчики з вбудованими підшипниками ROD без з'єднувальної муфти використовують для великих обертів або, якщо передбачені великі допуски, при монтажі. Використання прецизійних муфт підвищує осьові допуски спряження до ± 1 мм.

Датчики без підшипників ERP та ERA призначені для використання на елементах верстата. Вони мають великий діаметр пустотілого вала (варіант зі стрічкою до 10м) та допускають частоту обертання до 20000 об/хв.

Точність вимірювання кутів залежить від декількох параметрів:

- якості штрихів;
- якості зчитування;
- ексцентриситету відносно підшипників;
- якості обробки сигналу;
- похибки радіального биття підшипників;
- гнучкості муфти статору для датчиків RCN, RON та RPN або муфти валу для датчиків ROD.

Точність вимірювання кута визначає точність позиціонування. При цьому гранично допустима похибка, що віднесена до середнього значення, не повинна виходити за межі точності системи $\pm a$.

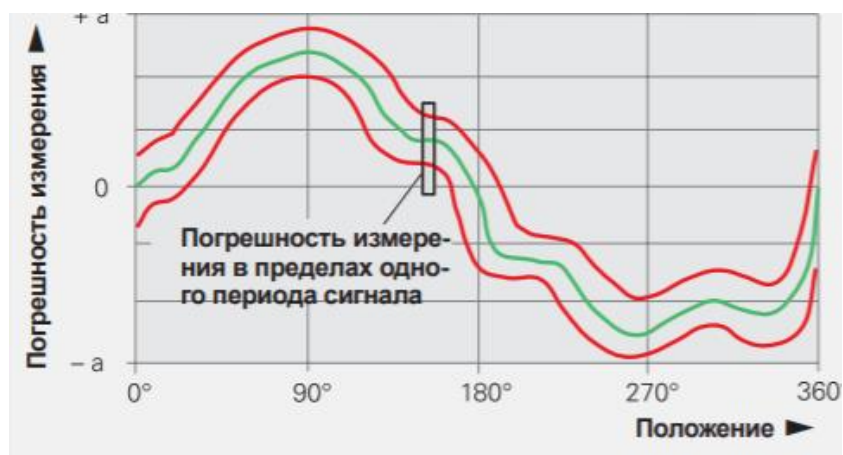


Рис. 5. Похибка вимірювання в межах одного оберта

Точність системи враховує похибку вимірювання як в межах одного оберту датчика, що має місце при вимірюванні великих кутів, так і в межах одного періоду сигналу при вимірюванні невеликих кутів переміщення.

Таким чином, конструктивні особливості та якість виготовлення, а також ефективна система вимірювання гарантують високу точність датчиків та їх довговічність при експлуатації.

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