

Дослідження можливостей координатно-вимірювальних машин, та характеристик датчиків

Досліджено можливості координатно-вимірювальних машин та характеристики датчиків у контексті авіаційного виробництва. Розглянуто роль КВМ у забезпеченні якості та конкурентоспроможності продукції. Проаналізовано ключові параметри датчиків, включаючи чутливість, роздільну здатність та точність.

Найважливішу роль у забезпеченні якості та конкурентоспроможності продукції авіаційного виробництва здійснюється контрольно-вимірювальна процедура, що акцентує увагу на засобах вимірювання та контролю геометричних параметрів елементів, складових частин машин та механізмів. Координатно-вимірювальні машини (КВМ) дозволяють визначати координати кожної точки поверхонь деталей у просторі вимірювання та встановлювати метрологічні параметри відхилень від заданої форми та розташування поверхонь деталей. за допомогою системи керування КВМ. КВМ використовується для вимірювання розмірів і форми виробів з високою точністю. Бажана геометрія виробу визначається специфікацією на проєктування, тоді як фактична якість може бути обмежена технічними можливостями постачальників. В даному випадку ми розглядаємо якість з точки зору геометричної характеристики виготовленої виробу. Крім того, важливим аспектом контрольно-вимірювальної процедури є можливість виявлення навіть мінімальних дефектів або відхилень від технічних стандартів, що є ключовим для забезпечення безпеки та надійності авіаційної продукції. Контрольно-вимірювальні процедури з КВМ забезпечують не лише відповідність виробів вимогам якості, але й підвищують довіру споживачів до продукції авіаційної промисловості.

Використання систем координатного вимірювання сприяє підвищенню ефективності виробництва та технічного обслуговування літаків. Модель роботи КВМ створюється на основі принципу раціонального поєднання математичних та інформаційних компонентів. Системи координатного вимірювання забезпечують точне визначення геометричних параметрів деталей та збільшують точність у виготовленні компонентів літаків. Вони дозволяють виявляти навіть мінімальні дефекти або відхилення від заданих параметрів, що є критичним для безпеки авіаційних систем. Використання КВМ також спрощує процес налагодження обладнання та забезпечує його надійну роботу на протязі тривалого часу. Можливість автоматичного збору та аналізу даних дозволяє оперативно виявляти проблеми та вживати необхідні заходи для їх вирішення. Застосування систем координатного вимірювання є ключовим елементом якісного та ефективного виробництва в авіаційній промисловості. Завдяки використанню систем координатного вимірювання можна вдосконалити процеси контролю якості, зменшити відходи матеріалів та підвищити загальну

ефективність виробництва літаків. Крім того, ці системи дозволяють забезпечити високу стабільність та надійність виробничих процесів, що має велике значення для безпеки польотів. Використання точного вимірювання і контролю геометричних параметрів деталей сприяє підвищенню їхньої довговічності та надійності. Крім того, системи координатного вимірювання дозволяють швидко виявляти відхилення від технічних стандартів та оперативно вносити корективи для їх усунення. Загальна автоматизація та інтеграція КВМ у виробничий процес сприяють зниженню часу виготовлення літаків і витрат на їхнє обслуговування.

Датчики вимірювальної головки можна вважати перетворювачем вимірюваної величини $l(t)$ у вихідний сигнал $s(t)$ [1,2]. У динамічному режимі $l(t)$ і $s(t)$ постійно змінюються, і їх взаємозв'язок визначається за допомогою диференціального рівняння, отриманого на основі фізичних принципів та конструкції датчика (1).

$$f_1[s^{(n)}, s^{(n-1)}, \dots, s] = f_2[\lambda^{(m)}, \lambda^{(m-1)}, \dots, \lambda] \quad (1)$$

Чутливість датчика визначається як співвідношення між зміною вихідного сигналу та величиною одиничної зміни вхідної величини (2).

$$S = \lim_{\Delta\lambda \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta S}{\Delta\lambda} \right) = \frac{ds}{d\lambda} \quad (2)$$

Роздільна здатність визначається як найменша зміна вимірюваної величини, яка може бути виявлена та точно відображена датчиком. Точність описує різницю між вимірюваною величиною та її реальним значенням; це може відноситися до датчика в цілому або до певного його параметра [3]. Під час конвертації параметра l у сигнал s виникають різноманітні помилки, включаючи методичні, динамічні та інструментальні помилки. У вимірювальній техніці точність датчиків оцінюється за допомогою відносної похибки, яка визначається як відношення абсолютної похибки до абсолютної величини діапазону вимірювання (3).

$$\varepsilon = \frac{\Delta\lambda}{L_\lambda} \text{ чи } \frac{\Delta_s}{L_s} \quad (3)$$

Дрейф визначається як відхилення показників датчика, коли вимірювана величина залишається постійною на протязі довготривалого моменту часу.

Важливим аспектом використання КВМ у авіаційній промисловості є їхня здатність інтегруватися з сучасними системами автоматизованого проектування (САПР) та виробництва. Ця інтеграція дозволяє створювати цифрові двійники фізичних деталей, що значно спрощує процес контролю якості та оптимізації виробництва. Цифрові моделі, отримані за допомогою КВМ, можуть бути використані для порівняння з оригінальними САД-моделями, що дозволяє швидко виявляти відхилення та вносити необхідні корективи у виробничий процес[4-5].

Крім того, сучасні КВМ все частіше оснащуються системами машинного зору та штучного інтелекту, що дозволяє автоматизувати процес виявлення дефектів та аномалій. Ці системи здатні аналізувати величезні обсяги даних, отриманих під час вимірювань, та виявляти навіть найменші відхилення від заданих параметрів. Це не тільки підвищує точність контролю якості, але й значно прискорює процес виробництва, зменшуючи потребу в ручному інспектуванні деталей.

Важливо також відзначити роль KBM у забезпеченні відповідності продукції міжнародним стандартам якості, таким як ISO 9001 та AS9100, які є критично важливими для авіаційної промисловості. Використання KBM дозволяє виробникам документувати процес контролю якості та забезпечувати простежуваність кожної деталі, що є необхідною умовою для сертифікації продукції.

У контексті розвитку технологій Індустрії 4.0, KBM стають невід'ємною частиною "розумних" заводів. Вони інтегруються в загальну систему управління виробництвом, забезпечуючи постійний потік даних про якість продукції. Це дозволяє оперативно реагувати на будь-які відхилення від норми та постійно оптимізувати виробничі процеси.

Розвиток технологій виробництва датчиків також відіграє значну роль у підвищенні ефективності KBM. Нові типи датчиків, такі як оптичні та лазерні, дозволяють проводити вимірювання з ще більшою точністю та швидкістю. Крім того, розробляються нові методи калібрування датчиків, що дозволяють зменшити вплив температурних коливань та інших зовнішніх факторів на точність вимірювань.

Висновки

Встановлено, що використання систем координатного вимірювання суттєво підвищує ефективність виробництва та технічного обслуговування літаків. Виявлено, що KBM забезпечують високоточне визначення геометричних параметрів деталей, що критично важливо для безпеки авіаційних систем. Визначено ключові характеристики датчиків вимірювальної головки: чутливість, роздільна здатність, точність та дрейф.

Доведено, що застосування KBM сприяє оптимізації процесів контролю якості, зменшенню матеріальних витрат та підвищенню загальної ефективності виробництва.

Список літератури

1. Lubin G. Handbook of fiberglass and advanced plastics composites. Van Nostrand Reinhold. –New York, 1969. – 969 p.
2. Hadecock R.N. Joints in Composite Structures. Proc. Conf.Vehicle Design AFFDL-TR-72-13. – 1972. – Р. 791–811.
3. Квасніков В. П. Методи та засоби нановимірювань просторових об'єктів : монографія Володимир Павлович Квасніков, Марія Олександрівна Катаєва ; Нац. авіаційний ун-т (м. Київ, Україна). – Черкаси : Весела перерва, 2020. – 166 с. : іл.
4. Квасніков, Володимир Павлович. Принципи побудови інформаційно-вимірювальних систем механічних величин об'єктів із складною просторовою поверхнею з використанням евристичних систем спостереження В. П. Квасніков, С. В. Голуб ; Черкаський держ. ун-т ім. Богдана Хмельницького. - Черкаси : Вид-во ЧНУ, 2003. - 219 с.: рис., табл. - Бібліогр.: с. 194-214.
5. Квасніков В.П., Кочеткова О.В., Сушко З.М. Основні задачі розвитку та сучасний стан інтелектуального управління//Наукові праці ДонНТУ. 2009. С.147-151.