

М.В. Миколенко , студент (*Національний авіаційний університет*)
О.А. Сущенко , дтн, професор (*Національний авіаційний університет*)
Науковий керівник- Сущенко О.А.

Напрями розробки та перспективи розвитку систем визначення курсу рухомих об'єктів

Вступ та постановка проблеми. Визначення курсу є однією з основних задач навігації рухомих об'єктів. У багатьох випадках функції вимірювання курсу виконують гіроскопічні системи через їхню стійкість до зовнішніх впливів та високий рівень автономності. Серед них велика увага приділяється гірокомпасам, які встановлюються на більшості морських суден. Гіроскопічні системи визначення курсу також використовуються на об'єктах авіаційної, космічної та наземної техніки. У сучасний час широке поширення отримала система визначення повної орієнтації рухомого об'єкта, включаючи кути курсу, диферента (тангажу) та крена.

Однією з основних проблем створення таких систем є вибір датчиків кутового положення та лінійних прискорень. Тому у статті наводиться огляд сучасного стану розробки двох основних груп датчиків, а саме датчиків визначення кутового положення (гіроскопів різних типів) та датчиків лінійних прискорень (акселерометрів). Щодо тенденцій розвитку систем визначення курсу, найбільша увага приділяється курсовертикалям і системам визначення кутового положення та курсу наземних об'єктів. У відміню від традиційних гірокомпасів, використання гіровертикалей та акселерометрів дозволяє виконувати корекцію навігаційних параметрів і генерувати повну інформацію про орієнтацію, швидкість та шлях об'єкта. Основою успішної розробки таких систем є розвиток мініатюрних та високоточних навігаційних датчиків і поява обчислювальних засобів високої продуктивності [1–5].

Однією з тенденцій розвитку систем розглядуваного класу є створення так званих AHRS (Attitude and Heading Reference System) - систем визначення кутового положення та курсу рухомого об'єкта. Метою найновіших розробок таких систем є заміна традиційних механічних гіроскопів і забезпечення високої точності та надійності. Основними виробниками цих систем є Crossbow Technology, Litesf GmbH, Sagem Avionics, Watson Industries, Xsens Technologies. Ці системи об'єднують функції гіровертикалі і гіроскопа напряму, забезпечуючи вимірювання кутів крену, диферента (тангажу) та курсу (азимуту). Основними чутливими елементами систем є твердотільні мікромеханічні гіроскопи. При цьому забезпечується вимірювання кутових швидкостей і лінійних прискорень по трьох осях.

Чутливі елементи сучасних систем визначення курсу рухомих об'єктів

Найбільш перспективними гіроскопічними датчиками є мікромеханічні гіроскопи, що складаються з мікромеханічного кремнієвого модуля та електронних схем керування приводом розгону і збору даних. Електронні системи включають ємнісні датчики кута та датчики моменту. Мікромеханічний кремнієвий модуль формується двома звареними пластинами з монокристалічного кремнію. Одна з пластин представляє собою диск на упругому підвісі, на другій сформовані електроди датчиків введення та виведення сигналів. Для запобігання демпфуванню повітрям коливань диска, мікромеханічний кремнієвий модуль поміщається в вакуумний керамічний корпус.

Компанією Northrop Grumman був прийнятий на виробництво коріолісовий вібраційний гіроскоп підвищеної надійності з кварцевим полусферичним резонатором. Габарити гіроскопа порівнянні з мікромеханічними гіроскопами, але він відрізняється від них більшою точністю та меншою чутливістю до зовнішньої лінійної вібрації завдяки вищій жорсткості резонатора. Принцип вимірювання кутової швидкості базується на інерційних властивостях упругих хвиль, збуджуваних в резонаторах на звукових частотах. Унікальною властивістю коріолісового вібраційного гіроскопа є можливість вимірювання великих кутових

швидкостей до тисяч і десятків тисяч град/с [4]. Коріолісові вібраційні гіроскопи можуть використовуватися як чутливі елементи бюджетних та мініатюрних БІНС та курсовертикалей. Низкочастотні лінійні акселерометри поділяються на дві групи: кийкові прямого вимірювання та компенсаційні акселерометри з упругим підвісом інерційної маси чутливого елемента. Акселерометр прямого вимірювання представляє собою герметичний газонаповнений корпус, всередині якого встановлені кварцовий кийковий чутливий елемент та диференційний тензоперетворювач. Компенсаційні акселерометри складаються з датчика акселерометра та електронного модуля. До складу датчика акселерометра входять кийковий чутливий елемент, диференційний конденсаторний датчик положення, магнітоелектричний зворотний компенсаційний перетворювач та термодатчик (термометр зіпротивом).

Тенденції розвитку сучасних систем вимірювання курсу рухомих об'єктів

К основным тенденциям развития современных средств определения курса по-движных объектов относится широкое использование систем определения углового положения и курса объекта. Такие системы по своим функциональным возможностям приближаются к инерциальным навигационным системам, и в то же время характеризуются меньшими габаритами, стоимостью и простотой обслуживания. Что касается точностных характеристик, то по мере тенденций к использованию для коррекции систем курса GPS, то о снижении точности в случае использования систем определения углового положения и объекта говорить не приходится. Колоссальные возможности современных вычислительных средств позволяют также обеспечить информацию о скорости и пути, пройденном подвижным объектом.

На сьогоднішній день електромеханічні гіроскопи вже не мають широкого застосування. Актуальним залишається використання динамічно налаштовуваних гіроскопів у суднобудуванні при розробці морських гіроскопічних компасів.

Лазерні гіроскопи продовжують знаходити застосування, технологія виготовлення яких забезпечує високу точність інерційних датчиків, створених на їхній основі.

У частині датчиків кутового положення в системах визначення рухомих об'єктів до перспективних напрямків слід віднести розробку волоконно-оптичних гіроскопів з високими точнісними характеристиками. Однією з часткових задач при цьому є розробка методики, яка дозволила б, з одного боку, використовувати попередні досягнення навігаційної гіроскопії у частині обслуговуючої електроніки, а з іншого – перейти до цифрової реалізації її функцій. Варто відзначити, що в сфері середньої точності, наприклад, для наземних рухомих об'єктів, волоконно-оптичні гіроскопи отримали широке поширення.

До найбільш перспективних напрямків розробок інерціальних навігаційних датчиків слід віднести мікромеханічні датчики на кремнієвих пластинах. Основною перевагою таких систем є відносно низька вартість, при цьому точність систем на їх основі наближається до точності безплатформених інерціальних навігаційних систем. До переваг систем також відноситься їх надійність та зручність у експлуатації. Мікромеханічні системи другого покоління поєднують використання відповідних датчиків та приймачів GPS.

Список літератури:

1. Г.М. Виноградов и Г.М. Виноградів та ін. Чутливі елементи та автономні засоби навігації./ IV між. наук.-техн. конференція "Гіротехнології, навігація та управління рухом".-2003.-С.9-15.

2. Пешехонов В.Г., Л.П. Несенюк, С.Г. Кучерков, М.І. Євстіфєєв, Я.А. Некрасов. Результати розробки мікромеханічного гіроскопа/V між. наук.-техн. конференція "Гіротехнології, навігація та управління рухом".-2005.-С.28-36.

3. Чіковані В.В., Яценко Ю.О., Коваленко В.А. Коріолісовий вібраційний гіроскоп. Перспективи застосування. / V між. наук.-техн. конференція "Гіротехнології, навігація та управління рухом".-2005.-С.74-82.