**Лекція №5 Доплерівські вимірювачі швидкості та кута зносу (2 години)**

І. Вступ

ІІ. Основна частина

1. Терміни та визначення. Призначення та принцип дії ДИСС.
2. Узагальнена структурна схема ДИСС. Багатопроменеві ДИСС.
3. Доплерівський вимірювач ДИСС - 013. Призначення. Структурна схема. Основні параметри.

ІІІ. Заключення

Література: №№1, 2, 3 стр.:

Доплерівські вимірювачі швидкості та кута зносу (ДИСС) призначені для визначення складових вектора швидкості ЛА щодо поверхні, що відображає електромагнітні коливання. Якщо такою поверхнею є земля, то за допомогою ДІСС визначаються складові вектора повної дорожньої швидкості.

Проекція вектора повної колійної швидкості на земну поверхню називається колійною швидкістю ЛА. Вона представляє собою геометричну суму векторів повітряної швидкості та швидкості вітру.

****

У навігації представлена ​​сума зветься навігаційного трикутника швидкостей.

α

В

W

U

V

Ю

С

продольная ось ЛА

# Мал. 18

Кут α (мал. 18) між векторами повітряної та колійної швидкості носить назву кута зносу.

В даний час ДИСС грають велику роль при визначенні місця розташування літака методом числення шляху.

Обчисленням шляху називається метод визначення місця розташування ЛА, заснований на обчисленні пройденого шляху щодо відомого початкового положення ЛА. При цьому пройдений шлях ЛА обчислюється однократним інтегруванням швидкості. При цьому ДИСС використовується спільно з курсовою системою, що вимірює курс ЛА, датчиком вертикалі і бортової ЕОМ.

Крім того, ДИСС, встановлені на вертольотах, застосовуються в режимах висіння та посадки.

Допплерівські вимірювачі знаходять широке застосування у складі апаратури, призначеної для здійснення м'якої посадки космічних апаратів.

В основу роботи допплерівського вимірювача швидкості і кута зносу літака покладено ефект Допплера - зміна частоти хвиль приймаються електромагнітних коливань щодо частоти коливань випромінюваних, які виникає при відносному переміщенні джерела випромінювання (передавача) і приймача, або відносно площадки, що відображає .

Якщо передавач, що переміщається зі швидкістю Vп (рис. 19а) випромінює у напрямку переміщення коливання з частотою f0 = с/λ, то вони відображаються від точки А з частотою fА = f0 + Wп/λ, де λ - довжина хвилі випромінюваних коливань.

а) f0 = с/λ

А

fА = f0 + Wп/λ

б)

W = Wп

Wпр fотр = f0 + 2WпCosθCosβ/λ

W = Wп

β θ

### 

### Мал. 19

У цьому частота випромінюваних коливань виявляється вище частоти первинно випромінюваних. Якщо приймач розміщений на літаку з передавачем і переміщається назустріч фронту перевипромінюваної хвилі зі швидкістю Wп, то частота прийнятих після відображення коливань дорівнюватиме

Fотр = fА + Wп/λ = (f0 + Wп/λ) + Wп/λ.

Таким чином при радіолокаційному відображенні отримаємо подвійне доплерівське збільшення частоти

Fд = 2Wп/λ

Якщо поверхня, що відбиває, розташована на землі під кутом β щодо площини польоту і осторонь під кутом θ щодо напрямку польоту (рис. 19б), то складова швидкості зближення з відбиваючою областю S.

Wпr = Wп СosθCosβ,

де r – радіальний напрямок променя діаграми спрямованості на площадку, що відбиває S.

Сигнал, що приймається в цьому напрямку, залежатиме від швидкості зближення

fотр = f0 + 2Wп СosθCosβ/λ

тобто буде в 2 рази більше, ніж при односторонньому поширенні радіохвиль.

Практично на літак постійно діє вітер, що призводить до зносу літака щодо лінії шляху на кут α. У цьому випадку доплерівська частота залежить від значення та напряму кута зносу. При цьому

Fд = 2Wп Сos(θ±α)Cosβ/λ

При випромінюванні коливань частоти f0 убік, протилежний руху літака, сигнал на виході приймача має частоту менше випромінюваної на таке ж значення доплерівського зсуву

Fотр = f0 - 2Wп Сos(θ±α)Cosβ/λ

З наведених формул видно, що доплерівська частота містить інформацію про шляхову швидкість і вугілля зносу літака. Щоб визначити ці величини, необхідно при відомих значеннях α, θ та β виміряти Fд і вирішити, наприклад, останнє рівняння щодо α та Wп. Оскільки йдеться про дві невідомі величини, то виникає необхідність у системі рівнянь.

При нерухомій антені така система може бути отримана шляхом прийому сигналів з двох симетричних (щодо поздовжньої або поперечної осі літака) напрямів, тобто. необхідний другий промінь діаграм-ми спрямованості антени.

Для компенсації спотворень інформації про швидкісні параметри літака за його еволюції доцільно застосування додатково третього і навіть четвертого променя ДН.

На практиці при випромінюванні електромагнітних коливань використовується одна антенна система (одно, двох, трьох або чотирьох променева), а на прийом використовується інша антенна система з такою ж кількістю променів.

Причому однойменні промені, тобто. ДН передавальної та приймальної антени спрямовані на ту саму площадку, що відбиває, на земній поверхні.

Узагальнена структурна схема однопроменевого ДІСС представлена ​​на рис.20.

А2

Балансний змішувач

Полосовой підсилювач

Вимірювач

частоти

# А1

Передавач

Обчислювальний прилад

Мал. 20

Передавальна антена А1 випромінює із частотою f0 у певному напрямку β по відношенню до літака. Відбитий від земної поверхні сигнал частотою fотр = f0 + Fд приймається антеною А2 і подається на балансний змішувач. При змішуванні випромінюваного і прийнятого коливань на виході балансного змішувача утворюється коливання, частота якого дорівнює Fд.

Після посилення смуговим підсилювачем сигнал частоти Fд надходить на вимірювач частоти, який здійснює кількісну оцінку частоти Доплера U(Fд). Напруга пропорційна Fд надходить на обчислювальний пристрій, де визначається величина Wп. У обчислювальний пристрій зазвичай надходить інформація про кути крену γ і тангажу v.

Визначення кута знесення можливо, якщо антенна система А1 А2 може повертатися щодо поздовжньої осі літака.

На практиці необхідно вимірювати три складові вектора повної колійної швидкості та кут зносу при використанні антеної системи на прийом та передачу жорстко пов'язаної з корпусом літака.

Спрощена структурна схема багатопроменевого ДИСС показано на рис. 21.

Антенний пристрій складається з блоку передавальної та приймальної антен, кожна з яких формує чотири промені. Приймач працює в діапазоні сантиметрових хвиль і випромінює коливання різної частотно - тимчасової структури (безперервні, частотно - модульовані або імпульсні).

Пристрій обробки сигналів здійснює виділення доплерівських сигналів Fдi по чотирьох променях i = 1 ... 4, і здійснює алгоритмічні операції та інші дії над ними. Обчислювач визначає три складові швидкості W та кут зносу. Результати обчислень надходять у навігаційний обчислювач і систему автоматичного управління (САУ), а також на пристрій відображення.

На літаках цивільної авіації, у тому числі на літаках Ту – 134 та Ту – 154 застосовується доплерівський вимірювач ДИСС – 013.

ДИСС – 013 призначений для автоматичного вимірювання колійної швидкості та кута зносу літака при польоті над будь-яким видом земної поверхні (суша, море, піски, льоди).

К навигационном

вычислителю и САУ

К устройству

отображения

Приемо - передатчик

Устройство обработки сигналов

Антенное устройство

Вычислитель составляющих скорости W

Мал.21

Дані вимірювача використовують безпосередньо штурманом для навігаційного забезпечення польоту незалежно від умов оптичної видимості; у навігаційному пристрої типу АНУ на літаку Ту - 134, НВУ або НВ - на Ту - 154 і т. п. (АНУ - автоматичний навігаційний пристрій; НВ - навігаційний обчислювач; НВУ - навігаційний обчислювальний пристрій).

При цьому забезпечується безперервне числення шляху щодо землі та видачі даних, пропорційних величині та швидкості бічного ухилення літака від ортодромії.

Ортодромія - частина дуги великого кола, яка отримана перетином земної кулі площиною, що проходить через задані пункти (наприклад, зльоту і посадки П) і центр кулі. Ортодромія є найкоротшим відстанню між двома точками на поверхні земної кулі.

Дані про складові швидкості Wi надходять в автопілот для системи автоматичного управління (САУ) польотом літака на заданій лінії колії.

Вимірювач ДИСС – 013 забезпечує:

- Вимірювання колійних швидкостей Wп в діапазоні 180 ... 1300 км / год;

- Вимірювання кутів зносу в діапазоні ± 300;

- Вимірювання Wп на висотах 10 ... 15000 м;

- видачу в навігаційний обчислювач негативних імпульсів із частотою, пропорційною куту зносу та колійної швидкості;

- видачу в навігаційний обчислювач сигналів «Пам'ять» та «Мо-ре»;

- індикацію поточних значень Wп та α на власному індикаторі.

У комплект вимірювача ДИСС – 013 входять три блоки: високочастотний (ВЧ), низькочастотний (НЧ) та індикатор.

У високочастотному блоці зосереджені передавач, антенно – хвилеводна система приймач високочастотний випрямляч і ряд допоміжних пристроїв.

У низькочастотному блоці розташовані канал перетворення електронна частина схеми обчислювача схеми керування синхронізатор і імітатор а також ряд допоміжних пристроїв.

В індикаторі зосереджені виконавчі механізми обчислювача. Один з них обертає стрілку покажчика зносу, а другий забезпечує відпрацювання лічильника колійної швидкості.

Антена являє собою хвилеводно - щілинну конструкцію яка дозволяє формувати в просторі три промені як показано на рис. 22.

W

А3

А2

А1

Мал. 22.

Вони спрямовані щодо поздовжньої осі літака наступним чином: перший промінь - вперед вправо вниз; другий - назад вправо вниз; третій – назад вліво вниз.

Передавач ДИСС – 013 виробляє частотно – модульовані коливання за потужності випромінювання 0,3…0,8 Вт на несучій частоті 8800 ± 25 МГц.

Середня частота модуляції дорівнює 1 МГц.

Частота комутації діаграм випромінювання антен 2 Гц. Тривалість випромінювання в одному напрямку 054 с.

Приймач ДИСС - 013 служить для прийому перетворення і посилення відбитих від земної або водної поверхні сигналів несучих інформацію про доплерівське зміщення частоти і в кінцевому рахунку про путову швидкість і вугілля зносу.

Кінцеве завдання приймача – виділення допплерівського інформаційного спектра. Особливості роботи приймача такі: прийому підлягає сигнал НВЧ діапазону з допплерівським усуненням частоти всіх складових частотного спектра відбитого сигналу; допплерівський сигнал, підлягає реєстрації, являє собою широкий спектр частот, утворених внаслідок відбиття не від точки на земній поверхні, а від майданчика значних розмірів; середня частота допплерівського спектру залежить від швидкості літака та в процесі польоту може змінюватися від 0 до 11 кГц; на вхід приймача надходять сигнали з дуже великою різноманітністю амплітуд.

Це пояснюється різними коефіцієнтами відображення точок земної поверхні що знаходяться в опромінюваному майданчику; чутливість приймача повинна бути настільки високою щоб забезпечити прийом сигналу відбитого навіть від поверхні води. Чутливість приймача ДИСС – 013 становить 109 дб/мВт у діапазоні частот сиг-налів 8800 ± 50 МГц.

Високочастотна частина ДИСС - 013 - 134 (літак Ту - 134) встановлюється на рамі у вирізі обшивки крила ближче до фюзеляжу і закривається радіопрозорим обтічником.

Високочастотна частина ДИСС - 013 - 154 (літак Ту - 154) встановлюється в нижній носовій частині фюзеляжу в районі шпангоутів №3 і 5.

Для електроживлення вимірювача ДИСС - 013 використовуються такі джерела електроенергії:

бортмережа змінного струму 115 В 400 Гц застосовується для живлення трансформаторів - випрямлячів а також як опорні напруження для живлення електродвигунів обчислювача;

бортмережа постійного струму 27 В застосовується для живлення обмоток реле і створення стабілізованих напруг +6 3 В і +12 6 В.

Як вторинних джерел електроживлення застосовуються випрямлячі зі стабілізацією вихідної напруги і без нього.

Для живлення передавача використовується спеціальний високовольтний випрямляч 500±400В.