**Лекція №11 Компонування РЕО та антен на ВС.(2 години)**

І. Вступ

ІІ. Основна частина

1. Терміни та визначення. Принципи компонування РЕО.
2. Основні вимоги. Особливості компонування антен.

ІІІ. Заключення

Література: №№ 1,2,3 стр.

Компонування – сукупність технічних заходів та рішень щодо розміщення РЕО та антен на повітряному судні. Загальні вимоги до компонування РЕО на ЗС зводяться до наступного:

- Забезпечення оптимальних умов для роботи РЕО та використання РЕО членами екіпажу в польоті;

- легкий доступ до апаратури при її огляд, технічне обслуговування, демонтаж та регулювання;

- Необхідний рівень електромагнітної сумісності (ЕМС) з урахуванням всіх каналів проникнення взаємних перешкод.

При виконанні цих вимог повинна бути виключена можливість пошкодження обладнання, проводів, кабелів і т.д. багажем, гру-зом, транспортними засобами, обслуговуючим персоналом і пасажирами.

Оптимальні умови роботи РЕО та антен на ВС визначаються в основному зовнішніми дестабілізуючими факторами, до яких належать:

- зміни кліматичних умов (температура, тиск, вологість) та перевантаження при вібрації та ударах під час польоту та посадки ПС.

Вплив дестабілізуючих факторів призводить до зниження надійності РЕА в порівнянні з надійністю її в наземних умовах у 10 разів і більше.

Досвід експлуатації показує, що 90% відмов бортової РЕА припадає на частку зазначених факторів. Діапазон для роботи РЕО зовнішніх впливів обумовлюється в Нормах льотної придатності та іншої нормативної та

технічної документації (НТД).

Граничні значення характерних умов роботи РЕО наведено у таблиці 16.

Таблиця16

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Самолеты | | Вертолеты | |
| Температура  Давление кПа  Относительная влажность  пи температуре +560С, %  Вибрация  аплитуда, д,  (ускорение)  частота, Гц,  Ударные нагрузки:  амплитуда, д,  Длительность импульса,  мкс  Аккустический шум:  Амплитуда, дБ,  Частота, Гц | -60  2  -  0,5  5  -  -  45  40 | +80  107  100  10  2⋅103 … 5⋅103  12  20  120  104 | -60  40  -  0,5  5  -  -  45  40 | +50  107  100  5  500  2  20  120  104 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | |
|  |  |  |  |  |

Стосовно умов роботи антен на ПС з'являються додаткові дестабілізуючі фактори: механічні навантаження, пов'язані з аеро-динамічним опором антен; екранізують дію та перевипромінювання електромагнітної енергії в результаті впливу елементів конструкції ВС. Дестабілізуючі чинники призводять до зниження механічної та електричної міцності антени, погіршення її параметрів спотворення діаграми спрямованості.

Проаналізуємо ефекти впливу факторів, що дестабілізують.

Температура – ​​основний чинник, що впливає надійність РЕА. З підвищенням температури змінюються електричні параметри схеми та конструктивні параметри елементів апаратури. Порушується електричний режим роботи напівпровідникових приладів, збільшуються ді-електричні втрати і струми витоку в ізоляційних матеріалах і мастила.

При великих швидкостях польоту ПС у щільних шарах атмосфери інтенсивному нагріванню піддається радіолокаційна апаратура, що розміщується під обтічником у носовій частині ПС. Так, при зміні швидкості польоту від 0,75 до 3 М стінки носового склотекстолітового обтічника прогріваються за 20 хв., після чого в антеному відсіку встановлюється температура 220 градусов С.

Зменшення тиску з висотою призводить до зниження надійності РЕА за рахунок:

- виникнення електричних розрядів між близько розташованими елементами апаратури з великою різницею потенціалів;

- зниження теплопровідності та погіршення теплового режиму роботи апаратури.

При висоті польоту 18 км для охолодження РЕА потрібно десятикратне збільшення обсягу повітря порівняно з необхідним на стоянці ПС.

Збільшення вологості - причина приблизно 30% випадків нестабільності роботи бортової РЕА.

При відносній вологості 90..98% інтенсивність відмов збільшується в 2 рази в порівнянні з інтенсивністю відмов при відносній вологості 60..70% і температурі 20..40градусовС.

Вологість прискорює корозію металу (контактів, роз'ємів РЕА), змінює структуру діелектриків, знижує опір ізоляторів і призводить до механічних впливів на радіоматеріали при замерзанні.

Відносна вологість змінюється в діапазоні 30..100% залежно від місця на земній кулі, пори року і доби і збільшується з підвищенням температури.

Вібраційне прискорення навіть за наявності засобів зменшення їх впливу призводять до збільшення інтенсивності відмов приблизно 1,5 раза. Вібрації викликають збільшення шуму на виході приймальних пристроїв (віброшуми) і паразитну модуляцію сигналів, що приймаються.

Найбільший вплив мають ті вібраційні коливання, частота яких збігається зі своєю частотою механічних коливань елементів апаратури (резонансні коливання).

Резонанс конструкції РЕА настає на частотах 15..150 гц, мініатюрні деталі резонують на частотах близько кількох тисяч герц і т.д.

Параметри вібрації (частота F, амплітуда зміщення А і амплітуда прискорення g, пов'язані співвідношенням



g – в одиницях прискорення вільного падіння, Fв – у герцах, А – у міліметрах) залежать від нестабільності динамічних умов у двигунах, роботи гвинтів і турбулентного руху прикордонного шару, що оточує літак у польоті.

Залежно від рівня вібраційного прискорення на літаках розрізняють приблизно 7 динамічних зон (А, Б, В, Р, Д, Е, Ж).

Зона А - включає фюзеляж і ділянки крила, розмір яких складає 2/3 напіврозмаху крила, рахуючи від осі ПС.

Зона Б – частина літака, яка залежить від типу двигуна. Як правило вона зосереджена в області розміщення двигуна, а також в області схильної до дії шуму струменя двигунів.

Зона В – частина зони А, де розміщується встановлене на амортизаторах обладнання (зазвичай вздовж фюзеляжу, центральної частини літака).

Зона Г – включає кіль. Стабілізатор і частина фюзеляжу, що примикає до хвостового оперення.

Зона Д - кінці крила на довжині 1/3 від напіврозмаху крила рахуючи від кінця.

Зона Е – двигуни та розташовані на них вузли кріплення.

Зона Ж - включає частини літака, що оточують рухову установку і вузли кріплення двигуна.

Найбільшу амплітуду мають зони Е і Ж, а найменшу зона А. При цьому в центрі тяжкості літака вібраційні прискорення мінімальні.

Параметри вібрацій на гелікоптері залежать від кількості лопатей і частоти обертання несучого гвинта, режиму роботи редуктора і карданної передачі, а також від рульового гвинта, його редуктора і трансмісії. Джерелом вібрації є й власні коливання вертольота.

Ударні прискорення виникають переважно під час посадки ПС.

На літаках ударні прискорення можуть сягати 10g. Максимальні ударні прискорення при посадці гелікоптера не перевищують 2g.

Забезпечення ЕМС. Електромагнітна сумісність, це здатність радіоелектронних засобів одночасно функціонувати в реальних умовах експлуатації з необхідною якістю при впливі на них ненавмисних радіоперешкод і не створювати неприпустимих радіоперешкод іншим радіоелектронним засобам.

Забезпечення ЕМС досягається бланкуванням пристроїв, потенційно схильних до впливу перешкод, які створюються бортовими передавачами імпульсних сигналів; фільтровим захистом; екрануванням та металізацією апаратури, використанням антистатичних розрядників.

Вважається, що робочі частоти РЕА визначені міжнародними чи регіональними угодами та нормами та зміні не підлягають, а взаємне розташування РЕА та антен виконано з урахуванням наявної на ПС електромагнітної обстановки.

Бланкування - короткочасне замикання приймальних трактів на час випромінювання заважає імпульсного сигналу.

Металізація - виконується відповідно до діючих стандартів і передбачає з'єднання всіх рухомих елементів (стулки, закрилки, керма, елерони і т.д.) в загальну масу.

Антистатичні розрядники застосовують як засіб попередження корінних розрядів між ВС і навколишніми повітряними масами.

Такі розряди виникають на гострих кромках та межах конструкції ВС та створюють перешкоди.

Розрядники забезпечують плавне стікання накопиченого НД електростатичного заряду і знижує потенціал НД до значень при яких коронний розряд неможливий.

Загальні вимоги до РЕО та антен формуються виходячи з аналізу шкідливих ефектів впливу факторів, що дестабілізують, розглянутих вище.

Насамперед, працездатність РЕО повинна забезпечуватися за наявності всіх дестабілізуючих факторів, властивих умовам конкретної експлуатації РЕО та антен.

Ступінь стійкості технічних та експлуатаційних параметрів РЕО визначається типом класифікаційних груп виконання радіоелектронного обладнання по відношенню до виду дестабілізуючих факторів, які має витримувати апаратура при лабораторних випробуваннях, регламентованих Нормами льотної придатності цивільних літаків та вертольотів України.

Так за ступенем температурних впливів розрізняють 3 групи виконання апаратури в залежності від зон розміщення її на ПС.

I - обладнання, що розташовується у відсіках з регульованою температурою;

II - обладнання, що розташовується у відсіках з нерегульованою температурою і зонах безпосереднього контакту із зовнішнім потоком повітря;

Приблизно так само регламентуються вимоги до РЕО і антен пов'язані із забезпеченням стійкості до вібраційним ускорениям і ударним впливам.

Принципи компонування РЕО засновані на обліку факторів експлуатаційно-технічного характеру, надійності апаратури, збереження енергетичних можливостей апаратури, мінімізації маси обслуговуючих обладнань систем електроживлення та охолодження. Враховуються також специфічні фактори, наприклад центрування ВС. Деякі з цих факторів виявляються суперечливими, наприклад, за умовами ЕМС необхідно розносити взаємовпливові пристрої, що призводить до збільшення маси проводки, ускладнення

Надійність - це основний фактор, що підлягає обліку при компонуванні РЕО. Під надійністю розуміється властивість об'єкта зберігати в часі в певних межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, ремонту, зберігання та транспортування.

Необхідний рівень надійності досягається за нормальних умов експлуатації апаратури, тобто. при розміщенні її в таких місцях ПС, де температура, тиск, вологість і вібраційні та ударні прискорення відповідають допустимим значенням.

Основні види компонування РЕО сформувалися з урахуванням досвіду проектування виробництва експлуатації ВС різних класів.

Розрізняють три варіанти розміщення РЕО: зосереджений, розподілений, і змішаний.

Зосереджений варіант передбачає розміщення РЕА группами, в кожну з яких входить апаратура, що обслуговує даний бортовий комплекс.

Групи розташовуються в одному або двох відсіках на спеціальних етажерках, що спрощує їх технічне обслуговування, охолодження, мінімізує довжину та масу міжблочної кабельної проводки.

До недоліків цього варіанта слід віднести ускладнення проблеми ЕМС подовження високочастотних ліній зв'язку з антенами та зростання втрат енергії під час її передачі. Можуть виникнути труднощі при її центруванні ВС. Незважаючи на зазначені недоліки, зосереджений варіант компонування РЕО набуває на літаках I і II класів характер стандартного варіанту.

Розподілений варіант розміщення РЕО характерний для дрібних літаків з відносно невеликою висотою польоту та гелікоптерів. При цьому варіанті компонування визначальним є наближення РЕА до відповідних антен.

Даний варіант компонування призводить до поліпшення енергетичних можливостей РЕА, але ускладнює проблему створення нормальних кліматичних умов її роботи та технічне обслуговування.

Змішаний варіант компонування РЕО є поєднанням зосередженого і розподіленого варіантів. На будь-якому ПС навіть за наявності двох герметизованих відсіків ряд РЕУ доводиться встановлювати поза герметизованою частиною фюзеляжу. До таких РЕУ належать пристрої сантиметрового діапазону.

Принципи компонування антен засновані на обліку та забезпеченні вимог до діаграми спрямованості, поляризації та електромагнітної сумісності РЕО, зручності експлуатації, заданої дальності дії апаратури, що сполучається з антенами, роботі антен в умовах зледеніння та електростатичних розрядів, а також захисту антен від ударів .

Антенні узгоджувальні пристрої повинні мати масу та габарити, що дозволяють розмістити їх у безпосередній близькості від антен.

Компонування антен на ПС виконується з урахуванням зазначених загальних вимог. При компонуванні доводиться виходити з компромісних міркувань і брати до уваги такі фактори як, аеродинамічні опір, що вноситься антенами; збереження ДН антени при її установці на ПС; забезпечення заданого рівня електромагнітної сумісності; мінімальне погіршення енергетичних можливостей та дальності дії РЕА та зручність експлуатації.

Аеродинамічний опір, що вноситься антенами, знижується при використанні антен, що не виступають, конструкція яких повинна призводити до мінімального послаблення міцності ВС.

Такі антени розміщують у найменш напружених місцях конструкції ВС.

Антени, що виступають, повинні мати мінімально можливі розміри і розташовуватися вздовж повітряного потоку.

Спрямовані властивості антен змінюються при встановленні на ПС. Антени РЕА, чутливі до впливу наявних на борту перевипромінювачів, розміщують по можливості далі від інших антен або виступаючих елементів конструкції ВС по можливості поблизу електричного центру ВС, де дія перевипромінювачів мінімальна. Подібні розміщення, доцільні для рамкової антени РК, антени ДИСС. Антени ДИСС вимагають ретельного юстування у вертикальній площині. Для попередження спотворень ДН метеонавігаційного радіолокатора необхідно передбачати зазор між краєм ДН та краєм вирізу в обшивці ПС.

Для забезпечення ЕМС необхідно розносити антени РЕУ працюючі на близьких частотах. Поліпшенню ЕМС сприяє така орієнтування антен (якщо вона можливо) при якій мінімуми їх ДН розташовуються на лінії, що з'єднує взаємодіючі антени. Перевірити ступінь ЕМС при вибраному розміщенні антен можна тільки на моделі ВС або натуральних випробуваннях.

Збереження енергетичного потенціалу РЕА досягається наближенням антен до того місця розташування сполучається з ним апаратури.

Зручність технічного обслуговування потребує вільного доступу до роз'ємів, що з'єднують антену з апаратурою. Передбачаються спеціальні лючки, через які можна перевірити кріплення роз'ємів, забезпечити можливість легкої розстиковки і приєднання вимірювальної апаратури.

Особливості компонування антен на ВС обумовлені діапазоном радіоволн, в якому працює апаратура, що сполучається з нами, і типом ВС на якому вони розміщуються.

Антени гектометрових та кілометрових хвиль, як правило, є приймальними слабоспрямованими антенами. Вони реалізуються з урахуванням рамкових антен. Відсутність передаючих антен даних діапазонів полегшує вирішення проблеми ЕМС, а робота в режимі прийому (слабкий сигнал) знімає питання електричної міцності антени. Низька частота сигналів дозволяє видаляти антени від відповідної РЕА практично на будь-яку відстань в межах геометричних розмірів ВС. Рамкові антени для зниження лобового опору поміщають у поглиблення на корпусі ПС, закриваючи радіопрозорим компасом.

Антени декаметрових хвиль працюють як у прийом, і на випромінювання електромагнітних хвиль (радіостанції телекомунікації). Вони здійснюють електричне збудження корпусу ВС або його частин. Від вибору місця розміщення антени залежить і потужність, що випромінюється (приймається), оскільки змінюється ступінь зв'язку антени з елементами конструкції ВС. Коефіцієнт зв'язку збільшується при розміщенні антени поблизу поверхонь ПС з мінімальним радіусом кривизни. Узгоджувальні пристрої та їх елементи розміщують безпосередньо поблизу антени з метою підвищення її к.п.д.

Антени метрових хвиль являють собою самостійні випромінювачі електромагнітної енергії, діаграми спрямованості яких формуються за участю корпусу ЗС. Такі антени встановлюються на порівняно плоских ділянках фюзеляжу діаметром щонайменше 0,2 довжини хвилі. Наближення антен метрових хвиль до кінців фюзеляжу призводить до появи глибоких провалів у діаграмі спрямованості.

Антени дециметрових і сантиметрових хвиль схильні до впливу екранізуючої дії елементів конструкції ПС. Спотворення ДН типу провалів у цьому діапазоні малоймовірні, тому, вимоги до місця встановлення антени даного діапазону менш критичні.

Вертолітні антени будь-якого діапазону вимагають більш ретельного вибору місця встановлення. Це пов'язано зі складністю форми вертольота, меншими його розмірами і більшим числом деталей конструкцій, що виступають. Малі розміри поверхонь, на яких розташовується антена, можуть призводити до спотворень ДН.

Негативний вплив на параметри РЕО надає застосована на деяких вертольотах розбірна конструкція. Наявність великої кількості стиків в обшивці вертольота з поганим електричним контактом, а також дверей, знімних панелей, елементів зі змінним електричним контактом викликає значну зміну електричних характеристик антен і поява електричного шуму.

До особливостей вертолітних антен слід віднести ослаблення вимог до аеродинамічного опору та механічної міцності антен. Тому на гелікоптері можна використовувати виступаючі антени, простіші за конструкцією і практично не знижують його механічну міцність.