

## SU'NIY YO'LDOSH ORQALI HAVO KEMALARINING TEXNIK PARAMETRLARINI NAZORAT QILISH USULLARINING TAXLILI

**Saydumarov Ilxomjan Miralimovich**

**Sirojiddinov Shohzod Husan o'g'li**

Toshkent davlat transport universiteti

(Toshkent, O'zbekiston)

### Annotatsiya:

Ushbu ish sun'iy yo'ldosh texnologiyalari yordamida havo kemalarining texnik parametrlarini kuzatish usullarini tahlil qilishga bag'ishlangan. Tadqiqotda havo kemalarining holati to'g'risidagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida to'plash uchun ishlatiladigan turli xil sun'iy yo'ldosh tizimlari va sensorlari ko'rib chiqiladi. Ayniqsa, olingan ma'lumotlarning aniqligi va ishonchliligini tahlil qilish, shuningdek, ularni parvoz xavfsizligini ta'minlash va texnik xizmat ko'rsatishni optimallashtirish maqsadida qo'llash imkoniyatlariga alohida e'tibor qaratiladi.

**Kalit so'zlar:** Sun'iy yo'ldosh, havo kemasi, monitoring, texnik parametrlar, parvoz xavfsizligi

Hozirgi kunda havo kemalari orqali yo'lovchilarga sifatli xizmat ko'rsatish asosiy omil hisoblanadi. Bu ish havo kemasini parvozga tayyorlashdan boshlanadi. Havo kemasining, shu jumladan, radioelektron qurilmalarning texnik holatini aniqlash va aniqlangan kamchiliklarni bartaraf etish zarur hisoblanadi. Texnik holat deganda obyektning ishlab chiqarish va ishlatish jarayonida o'zgarishi mumkin bo'lgan va berilgan vaqt momentida texnik hujjatlarda o'rnatilgan belgilar bilan tavsiflanadigan xususiyatlarining majmui tushuniladi.

Zamonaviy havo kemasini ishlatishdagi muammolardan biri bu minimal ishchi kuchi, vaqt va vositalar sarflanishi bilan havo kemasining talab qilinadigan ishonchliligi va parvozlarga tayyorligini ta'minlashda uning uchishga yaroqliligini va tayyorligini saqlash va qayta tiklash bilan havo kemasini texnik ishlatish jarayonlarini takomillashtirish hisoblanadi. Hozirgi vaqtda parvozlarning muntazamligi tobora

muhim ahamiyat kasb etmoqda. Agar havo keması jadval bo'yicha yoki ruxsat etilgan darajadan oshmaydigan kechikish bilan parvoz amalga oshirilsa, parvozlar muntazam hisoblanadi. Parvozlar o'z vaqtida bajarilishi uchun texnik xizmat ko'rsatish jarayonini takomillashtirish talab etiladi. Bu esa aviatsion jihozlarni diagnostika qilishda yangi va samarali usullarni ishlab chiqish zarurligini bildiradi.

Aviatsiya jihozlarini diagnostika qilishni masofadan nazorat qilish tizimini yaratish orqali havo kemasiga texnik xizmat ko'rsatish sifatini yaxshilash va vaqtini kamaytirilishga erishiladi. Taklif etilayotgan g'oyani amalga oshirish havo keması parametrlarini masofadan nazorat qilish tizimini joriy etish tufayli mumkin bo'ladi. Havo kemasining tizimlarini masofadan diagnostika qilish uchun infraqizil diapazonda ishlovchi radiostansiya tanlab olingan.

Diagnostika jarayoni havo kema to'xtash joyida turgan vaqtda amalga oshiriladi va radioelektron jihozlarning yaroqsiz bloklarini xavo kemasidan yechmasdan dispatcherlar analitik markazda turib masofaviy aniqlaydilar. Natijada xavo kema parvozi kechikishining oldi olinadi, parvozlar muntazamligi ta'minlanadi, va havo kemalariga texnik xizmat ko'rsatish vaqti kamayadi.

Zamonaviy aviatsiya sanoati doimiy ravishda rivojlanib bormoqda va havo kemalarining xavfsizligi va samaradorligini oshirish uchun yangi texnologiyalarni joriy etishga intilmoqda. Su'niy yo'ldosh texnologiyalari bu borada muhim rol o'ynaydi, chunki ular havo kemalarini nazorat qilish, ularning holatini kuzatish va uchish jarayonini optimallashtirish imkoniyatini beradi. Ushbu maqola su'niy yo'ldosh yordamida havo kemalarining texnik parametrlarini nazorat qilish usullarini tahlil qilishga bag'ishlangan.

Su'niy yo'ldosh yordamida havo kemasini nosozligini aniqlash uchun qo'llaniladigan turli texnologiyalar va usullar mavjud. Ularning ayrimlarning ayrimlarini ko'rib chiqamiz:

Radiolokatsion kuzatuv va monitoring qilish usuli. Bu tizimda yo'ldosh radiolokatsion signallar yordamida havo kemasining harakatini kuzatib boradi. Agar samolyotning normal traektoriyasidan chetga chiqish holati yoki havo kemasining

harakat tezligi va balandligida nomutanosiblik kuzatilsa, bu nosozlik belgisi hisoblanadi.

Maxsus sensorlar va datchiklar orqali kuzatuv usuli. Havo kemasidagi muhandislik tizimlari yoki dvigateldagi harorat, vibratsiya, bosim kabi parametrlarni yo'ldosh orqali kuzatib, nosozliklarni aniqlash mumkin. Yo'ldoshdagi sensorlar ushbu ma'lumotlarni to'playdi va havo kemasi holatini tahlil qiladi.

Infrakras va ultrafiolet kameralar orqali tahlil qilish usuli. Infrakras (IK) va ultrafiolet (UF) kameralar yordamida, havo kemasining turli qismlaridagi harorat o'zgarishlarini yoki termik aktivlikni kuzatish mumkin. Masalan, dvigatel yoki boshqa tizimlardan chiqadigan harorat me'yordan yuqori bo'lsa, bu nosozlik alomati hisoblanadi.

To'g'ridan-to'g'ri axborot uzatish tizimlari (SATCOM). Havo kemasi va sun'iy yo'ldosh o'rtasidagi aloqa orqali muhim ma'lumotlar muntazam uzatiladi. Bu ma'lumotlar markaziy diagnostika tizimida tahlil qilinadi va nosozlikka oid ma'lumotlar topilsa, zudlik bilan aviakompaniyaga yoki texnik xizmatga xabar beriladi.

AI asosida tahlillar va profilaktika qilish usuli. Sun'iy intellekt yordamida havo kemasining muntazam ravishda to'planib turgan ma'lumotlari tahlil qilinib, nosozlik paydo bo'lish ehtimoli bo'yicha prognozlar qilinadi. Bu yordamida xavfli vaziyatlarning oldini oladi.

Su'niy yo'ldoshlar turli xil ma'lumotlarni to'plash va uzatish imkoniyatiga ega bo'lgan texnik qurilmalar bo'lib, havo kemalarini nazorat qilishda quyidagi su'niy yo'ldosh texnologiyalari qo'llaniladi:

GPS (Global Positioning System): Havo kemalarining aniq joylashuvini aniqlashga imkon beradi.

GNSS (Global Navigation Satellite System): GPS tizimiga o'xshash, lekin boshqa davlatlar tomonidan ishlab chiqilgan tizimlarni ham o'z ichiga oladi.

AIS (Automatic Identification System): Dengiz kemalari va havo kemalarining identifikatsiyasi va joylashuvini aniqlash uchun ishlatiladi.

ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) - bu havo kemalarining joylashuvini, balandligini, tezligini va boshqa ma'lumotlarni avtomatik ravishda uzatish tizimi. U havo kemalarining xavfsizligi va samaradorligini oshirishga, shuningdek, havo harakati nazorati tizimlarini takomillashtirishga yordam beradi.

ADS-B tizimi quyidagi qismlardan iborat. ADS-B transponder: Havo kemasiga o'rnatilgan qurilma bo'lib, u havo kemasining joylashuvini, balandligini, tezligini va boshqa ma'lumotlarni uzatadi (1-rasm).

Yer stantsiyalari: ADS-B signallarini qabul qiladigan va ularni havo harakati nazorati tizimlariga uzatadigan qurilmalar.

Havo harakati nazorati tizimlari: ADS-B ma'lumotlarini qabul qiladi va havo kemalarining harakatini kuzatadi.

ADS-B transponderlari GPS va GNSS tizimlaridan olingan ma'lumotlarni yig'adi va ularni radio to'lqinlari orqali yer stantsiyalariga uzatadi. Yer stantsiyalari bu ma'lumotlarni qabul qiladi va ularni havo harakati nazorati tizimlariga uzatadi. Havo harakati nazorati tizimlari ADS-B ma'lumotlarini boshqa manbalardan olingan ma'lumotlar bilan birlashtirib, havo kemalarining harakatini kuzatadi:

ADS-B ning afzalliklari. Aniqlik: ADS-B tizimi yuqori aniqlik bilan havo kemalarining joylashuvini aniqlaydi;

Samaradorlik: ADS-B tizimi havo harakati nazorati tizimlarini avtomatlashtirishga imkon beradi;

Xavfsizlik: ADS-B tizimi havo kemalarining xavfsizligini oshirishga yordam beradi;

Samaradorlik: ADS-B tizimi havo kemalarining uchish yo'nalishini optimallashtirishga imkon beradi;

ADS-B ning kamchiliklari. Xarajatlar: ADS-B tizimini o'rnatish va ishlatish ancha qimmatga tushadi;

Signallarni to'sib qo'yish: ADS-B signallari ob-havo sharoitlari yoki to'siqlar tufayli to'sib qo'yilishi mumkin;

Xavfsizlik xavfi: ADS-B signallari xakerlar tomonidan buzilishi mumkin.



### 1-rasm. ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)

Kelajakda ADS-B tizimi yanada rivojlanib, havo kemalarini nazorat qilish usullarini yanada takomillashtirishga yordam beradi. Masalan, 5G texnologiyalari ADS-B signallarini tezroq va ishonchliroq qilishga imkon beradi. Shuningdek, sun'iy intellektning rivojlanishi ADS-B tizimlarini yanada avtomatlashtirishga yordam beradi.

Satcom (Satellite Communication): Havo kemasi va yer o'rtasidagi aloqani ta'minlash uchun ishlatiladi. Havo kemalarining joylashuvini aniqlash, uchish yo'nalishini to'g'rilash, xavfsizlikni ta'minlash va boshqa maqsadlar uchun.

Su'niy yo'ldosh texnologiyalari yordamida quyidagi texnik parametrlarni nazorat qilish mumkin:

GPS va GNSS tizimlari yordamida havo kemasining aniq joylashuvini aniqlash mumkin. Bu uchish yo'nalishini kuzatish, xavfsizlikni ta'minlash va yo'ldan chiqish holatlarini oldini olishga yordam beradi.

Barometrik sensorlar yoki GPS tizimlari yordamida havo kemasining balandligini aniqlash mumkin. Bu uchish yo'nalishini to'g'rilash, xavfsizlikni ta'minlash va to'qnashuvlarni oldini olishga yordam beradi;

Havo kemasining tezligini o'lchash uchun maxsus sensorlar ishlatiladi. Bu uchish yo'nalishini to'g'rilash, xavfsizlikni ta'minlash va yoqilg'i sarfini optimallashtirishga yordam beradi;

Havo kemasining harakat yo'nalishini aniqlash uchun maxsus sensorlar ishlatiladi. Bu uchish yo'nalishini to'g'rilash, xavfsizlikni ta'minlash va yo'ldan chiqish holatlarini oldini olishga yordam beradi;

Su'niy yo'ldosh texnologiyalari yordamida dvigatelning ishlash parametrlarini, masalan, harorat, bosim, aylanish tezligi va yoqilg'i sarfini kuzatish mumkin. Bu dvigatelning ishlashini optimallashtirish, xavfsizlikni ta'minlash va texnik xizmat ko'rsatishni rejalashtirishga yordam beradi.

Su'niy yo'ldosh texnologiyalari dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilish uchun quyidagi usullarni qo'llaniladi:

Havo kemalarida o'rnatilgan sensorlar dvigatelning turli parametrlarini, masalan, harorat, bosim, aylanish tezligi, yoqilg'i sarfi va boshqalarni o'lchaydi;

Sensorlar tomonidan yig'ilgan ma'lumotlar su'niy yo'ldosh orqali yerga uzatiladi;

Ma'lumotlarni tahlil qilish: Yerda joylashgan tizimlar bu ma'lumotlarni tahlil qiladi va dvigatelning ishlashini nazorat qilish uchun foydalanadi.

Dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilishning afzalliklari:

Dvigatelning ishlash parametrlarini doimiy ravishda kuzatish orqali dvigatelda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolarni erta aniqlash va xavfsizlikni ta'minlash mumkin;

Dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilish orqali yoqilg'i sarfini optimallashtirish, dvigatelning ishlash muddatini uzaytirish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirish mumkin;

Dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilish orqali texnik xizmat ko'rsatishni rejalashtirishni osonlashtirish va xarajatlarni kamaytirish mumkin;

Dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilish orqali uchish yo'nalishini optimallashtirish va yoqilg'i sarfini kamaytirish mumkin.

Dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilishning kamchiliklari:

Xarajatlar: Su'niy yo'ldosh texnologiyalarini o'rnatish va ishlatish ancha qimmatga tushadi;

Kelajakdagi yo'nalishlar: kelajakda su'niy yo'ldosh texnologiyalari dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilishda yanada rivojlanib, quyidagi yo'nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda;

Sun'iy intellekt: Sun'iy intellekt dvigatelning ishlash parametrlarini tahlil qilishni yanada avtomatlashtirishga va xatolarni aniqlashni yaxshilashga yordam beradi.

Su'niy yo'ldosh texnologiyalari yordamida havo kemasining holatini, masalan, qanotlarning holatini, shassi holatini va boshqa muhim qismlarning holatini kuzatish mumkin. Bu xavfsizlikni ta'minlash va texnik xizmat ko'rsatishni rejalashtirishga yordam beradi. Bundan tashqari, su'niy yo'ldosh texnologiyalari yordamida havo kemalarining

ob-havo sharoitlarini kuzatish, uchish yoʻnalishini optimallashtirish, xavfsizlikni taʼminlash va boshqa koʻplab maqsadlarga erishish mumkin. Suʼniy yoʻldosh texnologiyalari havo kemalarini nazorat qilishda muhim rol oʻynaydi. Ular havo kemalarining xavfsizligi va samaradorligini oshirishga, uchish jarayonini optimallashtirishga va yoqilgʻi sarfini kamaytirishga imkon beradi. Kelajakda suʼniy yoʻldosh texnologiyalari yanada rivojlanib, havo kemalarini nazorat qilish usullarini yanada takomillashtirishga yordam beradi.

#### Adabiyotlar

Raqamli va sunʼiy yoʻldoshli aloqa asoslari. I.M. Saydumarov, R.B.Jabborov. Darslik. T.: “Transport” nashriyoti, 2023 y., 207 b.

Konin V.V., Satellite communication systems, navigation, surveillance K.:m Department of ANS, 2007.

Milson J., VHF data links and ADS-B //Review for Swedish CAA from Air Traffic Technology International 2001

Wang H.S., Huang J., Wang S.K., Chuang Y.C., A. Kao, Tsen Y.J., GBAS Testbed Development in Taiwan with A Prototype GPS/GBAS Software Receiver / ION GPS 2001, September 2001.