

ÖRVÉNYÁRAMOS ANYAGVIZSGÁLAT A REPÜLŐGÉPEK ÜZEMELTETÉSÉBEN

**Kavas László mérnök őrnagy
egyetemi tanársegéd
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Repülő sárkány-hajtómű tanszék**

A cikk az örvényáramos anyagvizsgálat alapjain túl a repülőgépek üzemeltetése során figyelembe veendő specifikumokat mutatja be. Taglalja a szondaválasztás, frekvenciaválasztás problematikáját, valamint a mérést befolyásoló körülményeket.

BEVEZETÉS

Napjainkban a repülőgépek gyártására, üzemeltetésére különleges követelményeknek megfelelő, igen drága eljárásokkal előállított anyagokat alkalmaznak. A repülőgépekkel szemben támasztott műszaki követelmények között fontos helyet foglal el a biztonság és megbízhatóság, ezért szükséges az alkalmazott anyagok, alkatrészek minőségének és állapotának ismerete. Hosszú évek tapasztalatai azt mutatták, hogy a gyártmány minőségét jelentősen befolyásolja a felhasznált alapanyag minősége, szükségszerűvé vált bizonyos anyagvizsgálati módszerek kidolgozása.

Az anyagvizsgálat mindazon eljárások összefoglaló elnevezése, melyek segítségével a felhasznált anyagok előírt, vagy nemkívánatos tulajdonságai megállapíthatóak. A vizsgálati eredmények alapján az alkatrészek beépítés utáni viselkedésére lehet következtetni.

Az anyagvizsgáló eljárások két nagy csoportra oszthatóak:

- Roncsolásos eljárások;
- Roncsolásmentes eljárások.

Mivel a roncsolásos vizsgálatok a mintadarab tönkremenetelét okozzák, a repülőgépek üzemeltetése során előtérbe kerültek a roncsolásmentes eljárások. Ezen módszerekkel idő- és anyagköltség takarítható meg. Napjainkban az örvényáramos anyagvizsgálatok egyre inkább előtérbe kerülnek az egyéb

roncsolásmentes vizsgálatok között, mivel sokoldalúan, megbízhatóan alkalmazhatóak. A kisméretű akkumulátorokkal üzemelő műszerek fejlődésével az örvényáramos eljárások ideálissá váltak a repülőgép üzemben tartásában.

AZ ÖRVÉNYÁRAMOS VIZSGÁLÓRENDSZEREK RÉSZEI, A VIZSGÁLÓKÉSZÜLÉKEK FELÉPÍTÉSE

AZ ÖRVÉNYÁRAMOK KELETKEZÉSE ÉS ÉRZÉKELÉSE

Ha egy transzformátor szekunder tekercsének helyére egy fémmintát helyezünk, akkor olyan transzformátort kapunk, melynek szekunder tekercse egyetlen menetű. A primer tekercsen átvezetett áram hatására a mintában áram indukálódik, melyet örvényáramnak nevezünk. Ez a szekunder áram tulajdonképpen rövidzárási áram, így az örvényáramok intenzitása fordítottan arányos az anyag vezetőképességével. A mintában folyó örvényáramok hatására egy másodlagos mágneses mező indukálódik, amely hatással van a primer tekercs körül létrejött mezőre. Az eredő mágneses mező lesz azon információk forrása, melyek feldolgozása adja a kívánt adatokat.

Az örvényáramos berendezések alapvető elemei:

- vizsgáló tekercsek;
- mérésvezérlő, feldolgozó elektronika.

Az alkalmazástól függő kiegészítő elemek lehetnek:

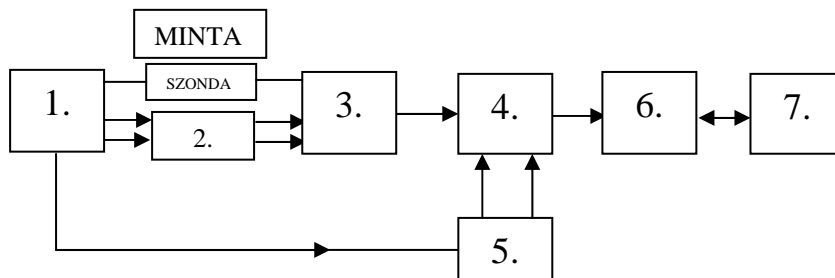
- a munkadarab mozgását végző mechanizmusok;
- elő és lemágnesező egység;
- visszaszabályozó, osztályozó egység.

Az örvényáramos vizsgálórendszerek ténylegesen alrendszerek összességéből épülnek fel, melyek együtt dolgoznak a kívánt információk megszerzése érdekében.

AZ ÖRVÉNYÁRAMOS VIZSGÁLÓKÉSZÜLÉKEK FELÉPÍTÉSE

Egy örvényáramos vizsgálókészülék tervezésénél fő szempont az érzékenység és a rugalmas alkalmazhatóság. A készülék legyen sokoldalúan alkalmaz-

ható, valamint csatlakoztatni lehessen többféle vizsgáló tekercset, szondát. A készülék alkalmazhatósága álljon arányban a készülék árával, adatfeldolgozó képességével, összetettségével.



1. ábra

Örvényáramos mérőelektronika blokkvázlata abszolút szondával

A berendezések elektronikájának feladata:

- örvényáramok gerjesztése;
- a vizsgált munkadarabra vonatkozó információk megszerzése;
- a mért jel feldolgozása és kijelzése.

Az örvényáramos vizsgálatok általában összehasonlító jellegűek, hiszen az adott munkadarab anyagminőségének megváltozását akarjuk kimutatni (helyi hibák, referencia anyagtól való eltérés). Amikor pedig egy adott paraméter nagyságára vagyunk kíváncsiak, etalonokat alkalmazunk a műszer kalibrálásához, tehát az etalonhoz viszonyítunk.

Az 1. ábra elemei:

1. Generátor:

- állandó árammal táplálja a szondát;
- fázisreferenciát szolgáltat a különbségképzéshez és a detektált feszültség fázisának meghatározásához.

2. Kompenzáló egység:

- a különbségképzéshez szolgáltat jelet.

3. Különbségképző és erősítő:

- a referenciajel és mért jel közötti különbséget hozza létre, valamint erősíti azt.

4. Fázis-érzékeny egyenirányító:

- a különbségi jel amplitúdójának és fázisának, vagy a referencia jellel fázisban lévő és ahhoz képest 90^0 -os fázisú komponens meghatározását végzi.

5. Fázistoló:

— a referenciajelnek a gerjesztő áramhoz képesti fázisa állítható be vele.

6. Szűrőkörök:

— zaj, illetve zavarelnyomást végeznek.

7. Kijelző készülék:

— a kijelzés történhet katódsugárcsővel, analóg, digitális úton, fény- és hangjelzéssel.

Többfunkciós eszközöket oszcilloszkóppal is ellátnak. A készülékek nagy részéhez csatlakoztatható az eredmények rögzítését, dokumentálását célzó berendezés. Az ábrán látható vizsgáló berendezés abszolút szondával készült. A differenciál szondás rendszer blokkvázlata csak a szonda elektromos kapcsolásában különbözik. Az örvényáramos berendezésekhez tartozhatnak még minta- vagy szondamozgató szerkezetek, osztályozó-jelző automatikák. Ezek a repülőgépek üzemeltetése során nem túl elterjedtek, mivel főleg kézi készülékeket alkalmaznak, és azokat is konkrét alkatrészek ellenőrzésére. Viszont nem hagyható el az elő- és lemágnesező egység említése, melyet ferromágneses anyagok vizsgálatánál alkalmaznak. A mágneses permeabilitás hosszmenti ingadozását úgy küszöbölik ki, hogy a mintát elektromágnes segítségével közel telített állapotba előmágnesezik. Természetesen a vizsgálat utáni felhasználáshoz lemágnesezés szükséges, amit csökkenő amplitúdójú átmágnesezéssel végeznek. A lemágnesezés másik lehetséges módja, hogy a munkadarabot csökkenő térerősségű mezőben mozgatják.

A MÉRŐSZONDÁK FELÉPÍTÉSE, A TEKERCSEK ELEKTROMOS KAPCSOLÁSA

A vizsgáló tekercs általában az úgynevezett szonda része vagy tartozéka. A tekercsek kialakítása különböző, a mérési eljárástól függő. A tekercsek feladata a váltakozó mágneses tér gerjesztése, az eredő mágneses tér érzékelése, valamint a térerő változások mérése. A mérőtekercsek jelfeszültséget vagy áramot szolgáltatnak az eredő mágneses tér változásainak függvényében. A gerjesztő tekercsek táplálása történhet:

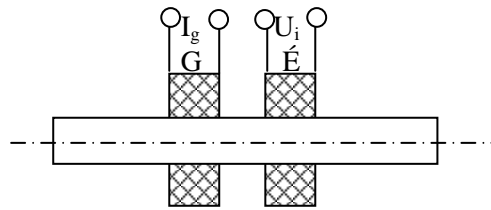
- szinuszos lefutású árammal;
- periodikus impulzussorozattal;
- egyes áramimpulzusokkal.

A vizsgálótekercsek fajtái:

- átmenő tekercsek;
- tapintó tekercsek;
- villás tekercsek.

ÁTMENŐ TEKERCSEK

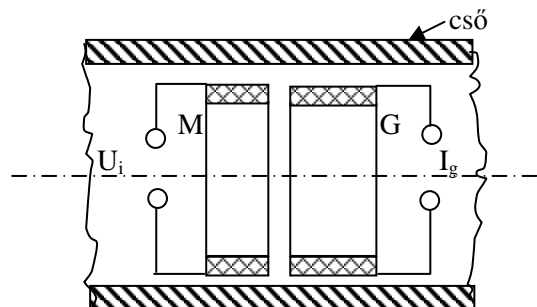
A vizsgált munkadarabot körülölelik, és általában tengelyük egybeesik a vizsgált tárgy tengelyével.



2. ábra
Átmenő tekercs elhelyezés

- U_i – indukált feszültség;
- I_g – gerjesztő áram;
- G – gerjesztő tekercs;
- $É$ – érzékelő tekercs.

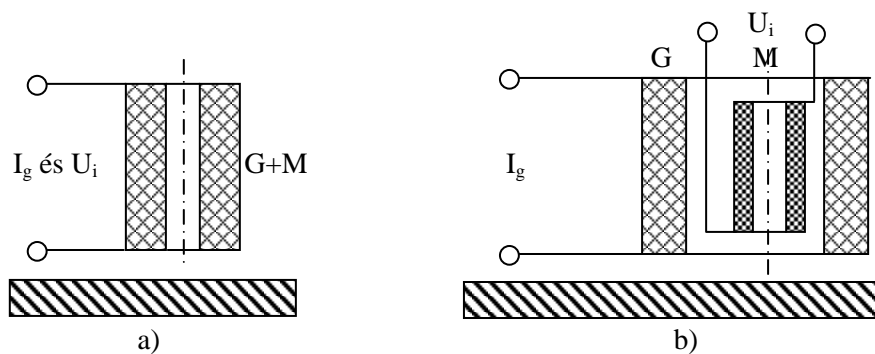
Belső átmenőtekercset alkalmaznak bordás és nagy falvastagságú csöveknél, valamint külső felületén hozzáférhetetlen alkatrészek esetén.



3. ábra
Belső átmenőtekercs elrendezése

TAPINTÓTEKERECSEK

Ha a vizsgálandó munkadarab mérete nem teszi lehetővé átmenőtekercs alkalmazását, úgy tapintótekercseket alkalmazunk. A tapintótekercsnek nem szükséges a munkadarabbal érintkeznie.



4. ábra

Tapintótekercsek lehelyezése

a) egytekercses eljárás, b) gerjesztő és mérőtekercs szétválasztása

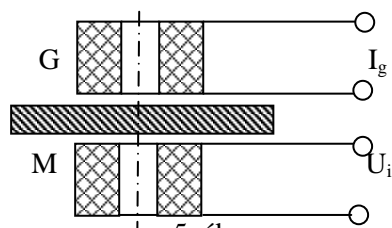
Tapintótekercs alkalmazásával nagy felbontóképesség érhető el és bármilyen alakú munkadarab letapogatható vele, viszont az ellenőrzés munka- és időigénye megnövekszik. A tapintótekercsek különleges válfaja az úgynevezett szegmens- vagy nyeregtekercs, melyet nagy átmérőjű csövek hegesztési varratainak ellenőrzésére használnak.

VILLÁSTEKERECSEK

Fémfóliák, lemezek érintésmentes vizsgálatára vagy falvastagság mérésére alkalmazzák. A vizsgált tárgy a gerjesztő és mérőtekercs között halad el. Adott erősségű és frekvenciájú gerjesztés mellett a mérőtekercsben indukálódó feszültség nagysága és fázisa a közrefogott munkadarab vastagságától függ elsősorban. Ez a tekercselrendezés kevésbé érzékeny a minta rezgésére, pontatlan bevezetésére, mint a tapintótekercses eljárás.

A tekercsek kapcsolása és a munkadarabhoz viszonyított helyzetük alapján az örvényáramos anyagvizsgálatok lehetnek abszolút és differenciál mérések, és ennek megfelelően a szondák is abszolút vagy differenciál kivitelben készülnek.

ÖRVÉNYÁRAMOS ANYAGVIZSGÁLAT A REPÜLŐGÉPEK
ÜZEMELTETÉSÉBEN



5. ábra
Villástekeercses elrendezés

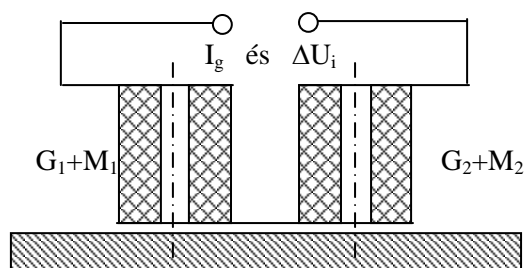
Az abszolút elnevezést használjuk, ha a szonda egyetlen tekercsből, vagy egy gerjesztő és mérő tekercsből áll. Ennél a mérésnél a szonda jelét a vizsgálat kezdetén kiegyenlítjük (nullázzuk), így a továbbiakban a mért jelnek a kiegyenlítő jeltől való eltérését regisztráljuk. A kiegyenlítő jel származhat egy referenciaszondától, vagy előállítható tisztán elektronikus úton is. Az előző eljárást külső kiegyenlítéses eljárásnak nevezzük, amikor is a vizsgálati tárgy és egy azzal azonos minőségű, hibátlan (etalon) alkatrész kerül összehasonlításra.

Az abszolút szondák nagyobb inhomogenitások kimutatására alkalmasak, valamint a jellemzők számszerű mérése, ezen kívül anyaghibák pontos szerkezetének vizsgálata végezhető velük.

Differenciál rendszer (6. ábra) esetén nincs jel, ha a vizsgált tárgy érzékelő tekercsek által befogott tartományai azonosak. Ez az azonosság vonatkozik a munkadarab méreteire, alakjára, anyagminőségére és tekercshez viszonyított helyzetére. Ezt a módszert szokás önkiegyenlítő eljárásnak is nevezni, mivel két szorosan egymás mellé helyezett tekercs vizsgálati tartományát hasonlítjuk össze.

Ha a vizsgálati tartományok azonosak, úgy a tekercsek között nem keletkezik feszültségkülönbség. Ha a vizsgált tartományok valamelyikében anyaghiba található, úgy az örvényáramok eloszlása megváltozik, így a két tekercs között feszültségkülönbség lép fel.

Ez az eljárás főleg kisméretű repedések, gyűrődések, porozitás vizsgálatára alkalmas. Olyan repedések kimutatására, melyek fokozatosan mélyülnek, nem alkalmazható, mivel a két tekercs által vizsgált területeken csak nagyon kis mértékben változik az anyagminőség, így a szondajel közel zérus, ami nehezen érzékelhető.



6. ábra
Differenciál kapcsolású szonda

SZONDAVÁLASZTÁS A REPÜLŐGÉPEK ÜZEMELTETÉSE SORÁN

A repülőgépiparban alkalmazott szondák egy vagy több tekercses kivitelben készülnek, az alkalmazástól függően. A tekercselés ferrit-magra vagy csészére történik, mely növeli az érzékenységet és a felbontóképességet.

NAGYFREKVENCIÁJÚ SZONDÁK

Árnyékoló bevonattal készült szondák ajánlottak csapok környezetének repedés-vizsgálatára, valamint ha a mérést a közeli acél-, vagy alumíniumszerkezetek és egyes alkatrészek szélei befolyásolhatják. Az árnyékolás szűkíti a szonda mágneses mezejét, így elkerülhető a szomszédos szerkezetek okozta mérési zavar. Árnyékolás nélküli ceruzaszondákat alkalmaznak a szárny felületének vagy mérsékeltlen görbült felületek vizsgálatára, ahol a szomszédos szerkezetek, görbületek, szegélyek várhatóan nem okoznak mérési hibákat. Nagy kiterjedésű, kissé görbült felületek esetén jól használhatók még az úgynevezett rugóterhelésű felületszondák is. Csapszeg, szegecs furatok felületszélein lévő kisméretű repedések felderítésére speciális szondákat alkalmaznak, melyek:

- állítható átmérője biztosítja a szonda megfelelő elhelyezkedését a furatban, (kitöltés);
- állítható gyűrűvel rendelkeznek, mellyel szabályozható a furatba való behatolás mélysége. A gyűrű, a szonda furatban való körülfordulása során vezető, stabilizáló elemként működik.

Mindegyik szondának megfelelő érzékenységgel kell rendelkeznie, hogy a vizsgálatban meghatározott adatokat mérni lehessen.

ALACSONY FREKVENCIÁS SZONDÁK

Csapok vizsgálatokor gyűrűszondákat alkalmaznak, melyek körülfogják az adott munkadarabot.

A szonda külső átmérője nem lehet olyan nagy, hogy a szomszédos szerkezetek, alkatrészek akadályozzák a vizsgálatot, de a belső átmérőnek elegendően nagyra kell lennie, hogy átfogja a csap kerületét. Az érzékenység általában javul, ha a szonda belső átmérője megközelíti a csap külső átmérőjét. A szonda frekvenciája az érzékenység és a jel-zaj viszony függvénye.

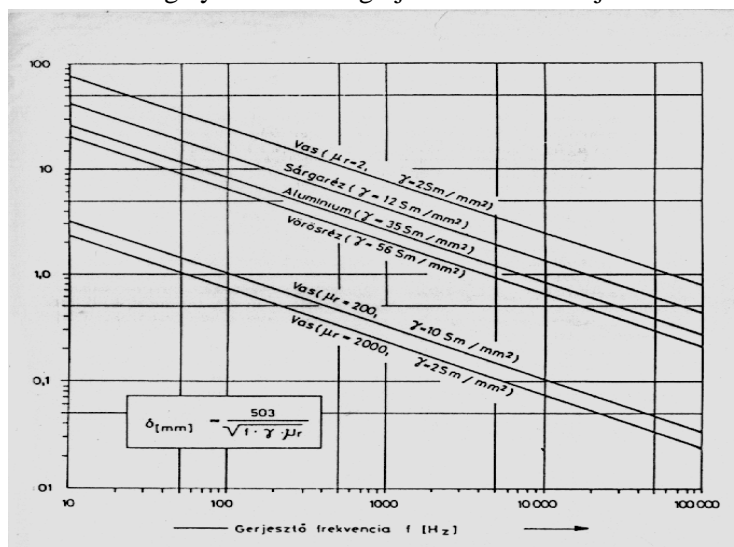
Szűrőszondákat alkalmaznak csapok közvetlen környezetében vagy pontosan meghatározott helyek vizsgálatára, esetenként süllyesztett titánium- vagy alumínium-csapoknál. Ezeknél a szondáknál nagy érzékenység érhető el, de a vizsgált felület kicsi, ezért a vizsgálat időigényes. A szonda méretét és a vizsgáló frekvenciát az adott szerkezet határozza meg. Minden esetben érvényes, hogy a szonda típusának, méretének, vizsgálati frekvenciájának megválasztásakor a következőket kell figyelembe venni:

- az anyagminőséget (ötvözők, hőkezelési állapot);
- a bevonat alatti repedések helyének megállapításakor az anyag és a bevonat vastagságát;
- a bevonat repedéseinek felderítésekor a bevonat anyagát, vastagságát;
- a bevonatokat vizsgálva, azok alatt csökken-e az érzékenység vagy megváltozik-e az örvényáram tulajdonsága;
- a várható repedés irányát;
- a munkadarab anyagát, méretét, a rendelkezésre álló helyet,
- a felületi és felület alatti éleket;
- a hozzáférhetőség vagy zavaró jelek szempontjából a szomszédos szerkezeti elemeket;
- a jel-zaj viszonyt, melynek kívánatos értéke legalább 3:1.

A FREKVENCIÁVÁLASZTÁS A REPÜLŐGÉPEKEN VÉGZETT VIZSGÁLATOK SORÁN

A frekvenciát a szükséges behatolási mélység, az érzékenység, a vizsgálati sebesség és az alkalmazott eljárás figyelembevételével kell megválasztani. A behatolási mélység (δ) és a frekvencia (f) közötti kapcsolatot a 7. ábra mutatja be.

A 7. ábrán a diagram függőleges tengelyén a δ behatolási mélység milliméterben, vízszintes tengelyén a szonda gerjesztő frekvenciája Hz-ben látható.



7. ábra
Szabványos behatolási mélységek különböző anyagoknál a frekvencia függvényében

A repülőgépek üzemeltetése során az örvényáramos vizsgálatokat alkalmazásuk szerint három nagy csoportba soroljuk.

NAGYFREKVENCIÁS, FELÜLETI ELLENŐRZÉSEK

Általában az 50kHz feletti frekvenciákat értjük nagy frekvenciák alatt. Ebben az ellenőrzési körbe tartoznak az olyan repedések, lyukak vizsgálatai, melyek nyitottak, vagy közvetlenül a felület alatt helyezkednek el. Ide tartoznak a furatellenőrzések, valamint a felületi vizsgálatok széles skálája.

KISFREKVENCIÁS, FELÜLET ALATTI ELLENŐRZÉSEK

Az 50kHz alatti frekvenciákat soroljuk ehhez a vizsgálati körhöz. A vizsgálat célja a felület alatti és az alapszerkezetben lévő anyaghibák felderítése, melynek érdekében speciálisan tervezett, alacsony frekvenciás szondákat, berendezéseket

használnak. Jól alkalmazható az eljárás korróziós veszteségek vizsgálatához és bevonat alatti felületek ellenőrzéséhez.

VEZETŐKÉPESSÉG MÉRÉSE

Ehhez a vizsgálathoz etalonok segítségével kalibrált berendezést alkalmazunk. Nagyon jól alkalmazható tűzkár felbecslésére vagy ötvözetek hőkezelési állapotának meghatározására.

Egyes vizsgálatok, eljárások elvégzése különleges felszerelést, módszereket igényel, melyeket a repülőgép üzemeltetési technológiája alapján lehet végrehajtani.

AZ ÖRVÉNYÁRAMOS MÉRÉSEKET BEFOLYÁSOLÓ HATÁSOK

Egy mérés során az alkatrészben az örvényáramok sűrűségének megváltozását okozhatja:

- a vizsgált tárgy alakjának, méretének megváltozása;
- az anyaghibák, hegesztési varratok;
- a kémiai, ötvözetű összetevők változása;
- a hőkezelés, mechanikai megmunkálás;
- a sonda és munkadarab közti távolság megváltozása;
- a mágneses permeabilitás változása;
- a hőmérsékletváltozás.

A legfontosabb, megtévesztő méréshez vezető hatások a következők:

- hőmérséklet-változások;
- belső mechanikai feszültségek;
- a vizsgálati tárgy szélének és görbültségének hatása (széleffektus);
- be- és kilépés hatása;
- a munkadarab mechanikai vezetéseinek egyenlőtlenségeiből eredő zavaró hatás;
- a tekercs felülettől való távolság változásának a hatása (elemelési effektus);
- elektromos zaj iránti érzékenység.

HŐMÉRSÉKLET-VÁLTOZÁSOK

A hőmérséklet befolyásolja mind a fajlagos vezetést, mind a permeabilitást, mind a vizsgált tárgy méreteit. Ez különösen összehasonlító eljárásoknál okoz problémát, mivel az ily módon keletkező hibajelzést a valódi hibák okozta jeltől nem lehet elválasztani. A vizsgáló tekercs felmelegedése az elektromos ellenállás változását okozza, mely a permeabilitás megváltozásához vezet. A tekercs felmelegedésének elkerülésére az impulzus örvényáramos eljárás a legalkalmasabb.

BELSŐ MECHANIKAI FESZÜLTSÉGEK

A permeabilitás és a fajlagos vezetés megváltozását okozzák. A belső mechanikai feszültség hatása ferromágneses anyagoknál a kezdeti permeabilitás tartományában jelentősebb, míg nagy mágnesező áramerősségeknél, tehát a telítési mágnesezésnél a permeabilitás változásra gyakorolt hatása már nem olyan nagy. Ha kisebb mágnesező áramerősségeknél nagyobb a szórás, mint a nagyobb áramerősségeknél, akkor ez a mechanikai feszültségek egyértelmű bizonyítéka.

A VIZSGÁLATI TÁRGY SZÉLÉNEK ÉS GÖRBÜLTSGÉNEK HATÁSA (SZÉLEFFEKTUS)

A vizsgált munkadarab széle körül és görbült felület hatására az örvényáramok eloszlása megváltozik, egyenlőtlen lesz, ami hibás méréshez vezethet.

BE- ÉS KILÉPÉS HATÁSA

A vizsgált tárgy tekercsbe való be- és kilépésekor a tekercsben feszültség indukálódik, mely minden esetben nagyobb lesz az esetleges hibákból eredő feszültségnél. Ezt a hatást egy speciális elektronikus reteszrelővel küszöbölik ki, melynek alkalmazásával a vizsgálat csak akkor indul meg, mikor a munkadarab már teljes egészében a tekercsben van.

FELÜLETI ÉRDESSÉG HATÁSA

A felületi anyaghibák felderíthetősége függ attól, hogy mennyire térnek el (főleg mélységükben) egyéb felületi egyenetlenségektől, mint pl. hullámosság, érdeség. A gyakorlatban a hiba által okozott jelnek legalább háromszor nagyobbak kell lennie a legnagyobb felületi érdeség, hullámosság okozta jelnél. Ez a hatás jól kiküszöbölhető a differenciál eljárás segítségével.

A MUNKADARAB MECHANIKAI VEZETÉSÉNEK EGYENLŐTLENSÉGEIBŐL EREDŐ ZAVARÓ HATÁS

A vizsgált tárgy pontatlan mechanikai vezetése, valamint a tekercsek aszimmetriája miatt folyamatos vizsgálatkor olyan jelek léphetnek fel, melyek azonosak az átmérőváltozás okozta zavaró jelekkel. A „bicegő hatás” okozta zavarójeleket nem lehet minden esetben elnyomni (különböző fázishelyzetük miatt), így vagy nagy tekercskitöltési arányt választunk, vagy olyan pontos vezetést biztosítunk, hogy a továbbítás rázkódás-, hullámzás- és lökésmentes legyen.

A TEKERCSEFELÜLETTŐL VALÓ TÁVOLSÁG VÁLTOZÁSÁNAK A HATÁSA (ELEMELÉSI EFFEKTUS)

Ez a hatás rázkódásból vagy a felület egyenetlenségéből fakad, és jelentős zavaró hatást eredményez. Számottevően csökkenthető egymás mellett fekvő, differenciál kapcsolású tekercsek alkalmazásával.

ELEKTROMOS ZAJ IRÁNTI ÉRZÉKENYSÉG

A vizsgáló szonda nemcsak a vizsgálati tárggyal kerül induktív kapcsolatba, hanem a környezet egyéb váltakozó mágneses terei is hatnak rá. Szűrőkörök alkalmazása nem ad tökéletes eredményt, ugyanakkor jelentősen gátolja a dinamikus vizsgálatok végrehajtását. Két szonda alkalmazásával lehetővé válik a második szonda olyan beállítása, hogy a mérőszonda által vett zajt kiküszöböljék.

AZ ÖRVÉNYÁRAMOS VIZSGÁLATOK ALKALMAZÁSA A REPÜLŐGÉPEK ÜZEMELTETÉSE SORÁN

Repülőszerkezeteken az örvényáramos vizsgálatok egy különleges csoportját alkalmazzák. Legáltalánosabban az alábbi ellenőrzéseket végzik:

- repedések felderítése az esetek széles körében;
- korróziós károk és eredő fémveszteség felderítése, becslése bevonattal rendelkező alkatrészekben;
- ötvözők azonosítása és hőkezelési állapot megállapítása;
- magas hőnek kitett alkatrészekben hő- és tűzkár felmérésére.

Alacsonyán ötvözött acélok esetén az örvényáramos eljárás eredményeinek kiértékelése nehézkes, így ezeket az eljárásokat a lehetőségek keretein belül nem ajánlják. A ferromágneses fémek esetében, ha lehetséges, kerülnek az örvényáramos vizsgálatok alkalmazását. Az eljárások általában nem igényelnek komolyabb előkészületeket. Jobbára nem szükséges a vizsgálat elvégzéséhez a repülőgép alkatrészét kiszerezni vagy elmozdítani, de a hozzáférhetőség miatt szükség lehet áramvonalazó lemezek, tartozékok leszerelésére. Csapok furatainak ellenőrzésekor a csapokat általában ki kell venni. A repülőgép tüzelőanyag-tartályait érintő vizsgálatoknál, ha a vizsgálat a tartály belsejére is kiterjed, a tartályt ki kell üríteni és meg kell tisztítani. A tartályok, valamint az égőterek belső tereinek ellenőrzéséhez speciális örvényáramos berendezések használata kötelező. Az alkatrészek ellenőrzésének megkezdése előtt csak minimális tisztítást kell végezni. A vizsgálatok nagy része végrehajtható festéken, olajon és néhány homogén szigetelő anyagon keresztül is.

ÖSSZEFOGLALÁS

A repülőgépek üzemeltetése során az örvényáramos anyagvizsgáló eljárás szerepe jelentősen megnőtt napjainkban. A bemutatott készülék-felépítéshez differenciál vagy abszolút mérést lehetővé tevő szondák csatlakoztathatók. A repülőgép szerkezeteinek vizsgálatához a mérést úgy kell megtervezni, hogy az megfele-

**ÖRVÉNYÁRAMOS ANYAGVIZSGÁLAT A REPÜLŐGÉPEK
ÜZEMELTETÉSÉBEN**

jen a szerkezeti anyag és a vizsgálandó tartomány (behatolási mélység) által támasztott követelményeknek. Mindezek mellett sok egyéb, a mérést zavaró külső körülményre is figyelmet kell fordítani.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 767 NDT Boeing 767: Nondestructive Test Manual, D634T301, 1996. Mar.15.
- [2] KAJDI GYULA: Anyagvizsgálat örvényáramokkal Szakmai Továbbképző és Átképző Vállalat, Budapest, 1990.
- [3] SKOPÁL ISTVÁN, TÓBIÁS FERENC: Örvényáramos anyagvizsgálat vizsgálati technológia I-II. Szakmai Továbbképző és Átképző Vállalat, Budapest, 1990.
- [4] SKOPÁL ISTVÁN, TÓBIÁS FERENC, TÓTH FERENC: Örvényáramos anyagvizsgálat készülékismeret I-II. Szakmai Továbbképző és Átképző Vállalat, Budapest, 1990.
- [5] DR. SZALAY BÉLA: Fizikai összefoglaló. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.

The article shows the basis of eddycurrent testing and its specifications during the operation of the aircraft. It discusses the problems of choosing of the probe and frequency, and the influencing circumstances of the test.