

MAGYAR HONVÉDSÉG
SZOLNOKI
REPÜLŐTISZTI FŐISKOLA



**TUDOMÁNYOS
KIKÉPZÉSI
KÖZLEMÉNYEK**

IV. évfolyam 10. szám

1992/1

TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Honvédség
Szolnoki Repülőtiszti Főiskola
belső terjesztésű időszaki folyóirata

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

Elnök: Békési László mk. ezredes
Főszerkesztő: Óvári Gyula mk. őrnagy

TAGJAI:

Bertók Judit pa.
dr. Lantos Éva főisk. tanár
Mikola István százados
Ribárszki István alezredes
Svehlik János mk. alezredes
Szekeres Bálint főisk. adjunktus
Szilágyi Sándor kpa.
Verdes István őrnagy

FELELŐS KIADÓ:

Nagy Szilveszter mk. ezredes

KÉSZÜLT:

A Szolnoki Repülőtiszti Főiskola házi nyomdájában

T A R T A L O M

	Oldal
A negyedik évfolyam füzében	3
Légi járművek Üzembentartásának aktuális kérdései a konferencia	5
Dr. Pokorádi László: Új profil- és szárnytervezési koncepció	9
Misz Lajos: A kéthajtóműves repülőgép oldalirányú kiegyensúlyozása egyik hajtómű meghibásodása esetén	17
Varga Béla: A TV2-117A típusú helikopter-hajtómű turbínáinak vizsgálata	24
Tóth Péter: A PT-8-os repülőgép hajtómű állapot szerinti üzemeltetésének lehetőségei hazánkban	39
Dr. Pokorádi László - Németh Gábor: Határreteg leválasztásának vizsgálata szárnyprofilon	52
Czövek László: Az új típusú repülőgép fedélzeti inerciális navigációs rendszerei	60
Beiszer Tibor: A testnevelési kiképzés rendszere és a teljesítménystruktúra kapcsolata	67
Jaksa Tibor: Az egészséges életmódra nevelés aktuális pedagógiai feladatai	70
Sándor Endre: Katonai Főiskolák Bólyai János matematikai tanulmányi versenye	78

- Félegyházi Török Imre: A Szolnoki Repülőtisztai Főiskola csapatzászlóinak története 1949-1991. 81
- Ribak, Borisz: Az anyagi fedezet hiánya ellenére is folytatódik a JAK-141 program (fordítás) 88
- Wilson James R. - Wright Vaughn A.: Az SR-71 típusú hangsebesség feletti repülőgép beömlőcsatornája és hajtóműve együttes üzemének biztosítása a hajtómű fordulatszám szabályozásával 91

A NEGYEDIK ÉVFOLYAM KÜSZÖBÉN

A szerkesztők számára is nehezen hihető, főiskolánk szakmai folyóirata, a TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK e számával már a negyedik évfolyamát kezdi. Önmagában persze ez nem világrengető esemény, egy rövid visszatekintést azonban mégis megér, segítve ezzel a további munkánkat.

Első megjelenésünkkor az alábbi legfontosabb célokat tűztük magunk elé:

- publikációs lehetőséget biztosítani oktatóink, hallgatóink számára, felvállalva az e területen kezdők fokozott segítségét;
- szakmai - tudományos munkánk megismertetését egymással és külső szervek, fórumok képviselőivel.

Mit sikerült ebből teljesítenünk?

Az első 10 számunk 1100 oldalán 55 szerző 98 cikke és 10 szakfordítása jelent meg, köztük hallgatóinké, csapatoknál dolgozó mérnököké, a ZMKA-n oktató katona-szociológusoké. Valamennyi kiadványunkból egy-egy példányt megküldtünk a BME Járműgépészeti Intézet, a ZMKA, a Ferihegyi ROK, a Repülőfőnökség, a Nyiregyházi Mezőgazdasági Főiskola könyvtárai számára. Számonként 2-4 folyóiratot biztosítottunk főiskolánk valamennyi tanszéke, tanulócsoportja részére, de eljuttatjuk példányainkat szakmai előljáróinknak és a "Hadi-technika" c. folyóirat szerkesztőségének is. (Utóbbi néhány cikkünket át is vette!). Szeretnénk, ha lapunkat a csapatoknál is megismerhetnék, az ott dolgozók is olvasóivá, szerzőivé válhatnának. Ehhez azonban elengedhetetlen a példányszám növelése, amit belátható időn belül a rendelkezésünkre álló szűkös anyagiak aligha lesznek lehetővé. Talán megérné át-

gondolni az előfizetéses, illetve szabadon árszitható folyóirat megteremtésének lehetőségét is. Figyelembe véve, hogy a szerkesztés, gépelés, tördelés, pótlólagos rajzkiegészítés, lektorálás eddig is díjazás nélkül valósult meg, szerzőinknek az országos lapoknál szokásos tiszteletdíj 1/6 - 1/8-át fizetjük, még az anyagi kondíciók javítása mellett is valószínű létrehozható lenne egy ráfizetésmentes szakfolyóirat. Úgy tűnik az igény megvan erre, szerkesztőinken és szerzőinken nem múlik az igényesebb folytatás.

A fenti gondolatok jegyében az egész Szerkesztő Bizottság nevében kívánok olvasóinknak ismereteik elmélyítésére alkalmas, érdekesítő cikket, szerzőinknek pedig ilyenek megírásához alkotó gondolatokat.

Ovári Gyula
főszerkesztő

Légijárművek Üzemeltetésének aktuális kérdései
című konferencia

A Magyar Hadtudományi Társaság Repüléstudományi Szekciójaja főiskolánk 0101 tantermében 1992. április 11.-én 9 órai kezdettel konferenciát szervez a fent szereplő címmel. A konferenciára szeretettel meghívjuk a Tudományos Képzési Közlemények minden kedves olvasóját. Az előzetes érdeklődés felkeltésére az alábbiakban a tervezett előadások rövid tartalmi kivonatát közöljük.

Ludányi Lajos: A korszerű üzemeltetési módszerek

Történelmi áttekintés:

- az első meghibásodásig történő és
- a kötött üzemidő (hard time) szerinti üzemeltetés.

A korszerű, perspektivikus üzemeltetési módszerek:

- az állapot szerinti üzemeltetés elve, előnyei, hátrányai, bevezetésének lehetőségei jelenleg;
- a megbízhatósági szint szerinti üzemeltetés elve, alkalmazásának korlátai az üzemeltetett repülőtechnikán;
- a diagnosztikai ellenőrzés elve, a már meglévő fedélzeti diagnosztikai rendszerek elemzése.

Rácz János: Nyugati gyártmányú repülőgépek üzemeltetésének és üzemeltetésének tapasztalatai a Malévnél

A címben jelzett tapasztalatok rendszerezett összefoglalásával az előadás segítséget kíván nyújtani azon légi jármű üzemeltetőknek, akik akár a keleti gyártmányokról nyugatira való váltás, akár új üzemeltetőként nyugati gyártmányok be-

vezetése előtt állnak.

I. A nyugati gyártmányú repülőgépek Málévnél történt Üzembeállításának főbb eseményei, illetve a közeljövőre vonatkozó tervek.

II. Az Üzemeltetés eddigi tapasztalatai

1. Az Üzemeltetni kívánt géptípus felszereltségének kiválasztása;

2. Az Üzembeállítás előkészítése
műszaki előírások beszerzése, a berendezésjavítás, anyagés, eszközellátás előkészítése.

3 A folyamatos Üzembentartás sajátosságai.

III. Következtetések, általánosítások egy korábban szovjet gyártmányokat Üzemeltető szervezet számára.

Czövek László: Légi járművek automatikus vezérlő rendszereinek Üzembentartási tapasztalatai

I. Az automatikus vezérlő rendszerekről általában.

II. A repülő csapatainknál Üzemeltetett automatikus vezérlő rendszerek rendeltetése, végrehajtandó feladataik.

III. Az automatikus vezérlő rendszerek megbízhatósága

- az automatikus vezérlő rendszerek általános Üzemeltetési jellemzői;

- a műszaki Üzemeltetés sajátosságai.

IV. A ROBAR rendszer

- létrehozásának okai;

- a rendszer felépítése, működési elve;

- alkalmazási lehetőségek;

- a csapatpróba tapasztalatai.

Dr. Pokorádi László: Repülőgépek háborús üzemeltetésének
markovi és félmarkovi modellezése ✓

A repülőtechnika háborús körülmények közötti üzemeltetése a repülőgépekre, valamint azok kiszolgálására szolgáló személyekre, berendezésekre és előírásokra épülő sztochasztikus folyamat. Az üzemeltetési rendszereket, illetve irányításuk határosságát bizonyos jellemzők ismeretében lehet minősíteni. Ezen jellemzők meghatározása az adott folyamat markovi, vagy félmarkovi modelljeinek segítségével történhet. Az előadásban az ilyen modellek feldíltásának és alkalmazásának lehetőségei kerülnek bemutatásra.

Kiss Lajos: Manőver repülőterekről történő üzemeltetés
kérdései

Hazánkban az új védelmi alapelveknek megfelelően fokozódott az igény a merevszárnyú repülőgépeink manőver repülőterekről történő üzemeltetése iránt. ✓

Az előadás a repülőgépek füves repülőtéren való "járhatóságával" és annak számításával, a repülőgépek az állóhelyekről való kimozdulásával, a hátrahagyott keréknyom megengedett értékével, a nekifutás hosszának számításával, illetve az ezekhez kapcsolódó talajszilárdsági diagramok alkalmazásával foglalkozik.

Az autópálya szakaszok felhasználhatóságával kapcsolatban azok infrastrukturális előfeltételei, a repülésbiztosítás egyes kérdései, a szükség leszállópályák sajátosságai, és az azokból levonható következtetések az előadás további témái.

Balla János: A LOCTITE anyagok alkalmazása a légi járművek karbantartásában

I. A LOCTITE cég bemutatása és gyártmányainak ismertetése:

1. Anaerob gyártmányok (rögzítők, csavarbiztosítások, siktömítők, csavarmentőtömítők);

2. Cianakrilát pillanatragasztók;

3. Egyéb LOCTITE termékek (Loctite Multi Bond, UV-re keményedő és ragasztó terméksorozat elektronikai alkatrészekhez, Loctite előkezelő, tisztító, javító és karbantartó terméksorozat).

II. A LOCTITE anyagok alkalmazásának lehetőségei a légi járművek karbantartásában.

Dr. Horváth János
elnök

Dr. Pokorádi László
titkár

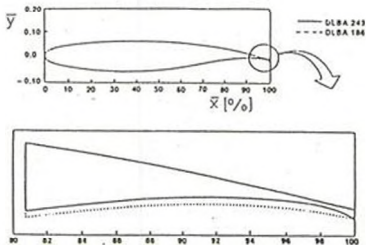
dr. Pokorádi László mk.százados, főiskolai docens:

ÚJ PROFIL- ÉS SZÁRNYTERVEZÉSI KONCEPCIÓ

A McDonnell Douglas cég kutatómérnökei által kifejlesztett új szárnyprofil tervezési módszerről számol be az [1] és [2] irodalom. Az ismertetett koncepció a kilépőélnél történő új geometriai kialakításon alapszik. Az új tervezési módszer fő céljai a közeg összenyomhatóságából származó ellenállás csökkentése és a felhajtóerő tényező növelése volt.

Az új koncepció három fő jellemzővel bír:

- a profil kilépőéle bizonyos vastagsággal rendelkezik (azaz nincs éle a kilépőélnek);
- az alsó és felső kontúrok a kilépőél környékén egymástól eltávolodnak. Ezért kapta a divergens kilépőélű profil (divergent trailing-edge airfoil) nevet;

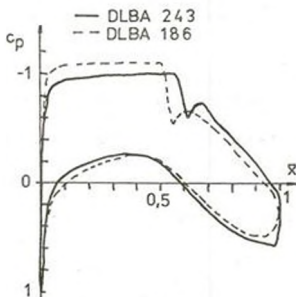


1. ábra

- az alsó kontúr iveltsége a kilépőélhez közeledve erősen növekszik (lényegében ezzel biztosítják a kontúrok divergenciáját).

A bázisként használt DLBA 186 és az új koncepcióval kifejlesztett DLBA 243 profilok geometriáit hasonlítja össze az 1. ábra A rajzból látható, hogy a két szárnymetszet azonos felső kontúrral rendelkezik, és az alsó kontúrok közt is csak a kilépőélnél van számottevő eltérés.

A 2. ábrán a fenti két profil körüli nyomáseloszlás egybevetése látható $M_V = 0,74$ ($Re = 1,45 \cdot 10^7$) estén.



2. ábra

A grafikonból szembetűnik a szárnymetszetek aerodinamikai terhelés karakterisztikáinak eltérése. A divergens kilépőélű profil (folytonos vonal) felső kontúrján a nyomásnövekedési gradiens (a nyomástényező az ilyen diagrammokon felfelé csökken!) kisebb, ami kedvezőbb az áramlásleválás - azaz a profil átése - szempontjából. Köztudott, hogy a ha-

tárréteg olyan táguló áramlási csatornában fog leválni a falról (jelen esetben a profilról), ahol jelentős nyomásnövekedés lép fel. A módosított profil esetében ez a nyomásnövekedés kb. 28 %-kal csökken, ezért a kritikus állásszöghöz tartozó maximális felhajtóerő tényező jobban növelhető.

A divergens kilépőoldó profil kialakítás nyomáseloszlásának másik pozitívumaként jelentkezik a "legnagyobb" negatív nyomástényező értéke, amely kisebb a bázis profilénál. Ez főleg a transzónikus sebességtartományban jár jelentős előnnyel. Ekkor nagyobb M_v repülési Mach-számnál alakul ki a szárnyon a kritikus nyomás értéke (ahol a helyi áramlási sebesség és a helyi hangsebesség értékei egyenlőek lesznek), azaz a szárny nagyobb M_{kr} kritikus Mach-számmal rendelkezik, később jön létre az úgynevezett nagysebességű átésés.

A közölt mérési eredmények megmutatják, hogy közel ugyanakkora felhajtóerőt ($c_y = 0,799$ ill. $c_y = 0,798$) a módosított DLBA 243 profil kisebb állásszögön ($\alpha = 0,568^\circ$) hozza létre mint a bázis DLBA 185 metszet ($\alpha = 1,613^\circ$). A profil divergens kilépőoldó kialakítása a cirkuláció jelentős növeléséhez vezet adott állásszög értéknél. Ezért a profilok állandó felhajtóerő tényező értéken történő összehasonlítása rámutat a nyomásnövekedés intenzitásának jelentős csökkenésére, amely kapcsolatos az állásszög csökkentésével is.

A leírt hatásokon kívül az alsó kontúr ivelttségének növekedését fel lehetett használni a közeg összenyomhatóságából származó ellenállási erő csökkentésére adott felhajtóerő tényező esetében, a felhajtóerő tényező növelésére adott állásszög mellett, vagy a szárnymetszet vastagságának növelésére állandó felhajtó- és ellenállási erő esetén.

A 3. ábra a módosított profil kilépőoldó körüli elvi áramképét mutatja be.

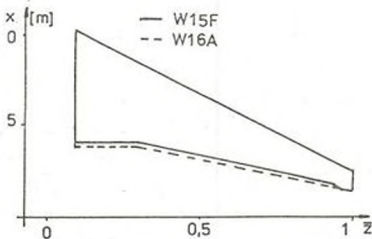


3. ábra

Az új profilkialakítási koncepció vizsgálatát kiterjesztették véges szárnyra is. Ezért a kísérletekhez a W15F szárnyat felhasználva alakították ki a W16A módosított szárnyat. Erre egy nagyobb felszálló tömegű, módosított repülőgép szárnyának kialakítása miatt volt szükség. Az

új szárny tervezése során korlátot jelentett a szárny profil alakjának "befagyasztása" a hűrhossz első 82%-án (feltehetőleg konstrukciós okokból).

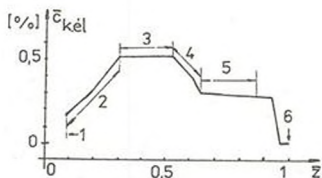
A két szárny alaprajzát hasonlítja össze a 4. ábra. Az új szárny felületének növekedését az eredeti szárny kilépcsője mögötti meghosszabítása biztosítja. A 2. ábra elemzéséből következik, hogy a divergens kilépcsődő metszet aerodinamikai nyomatéka nagyobb, így ezt a szárnyprofilot nem célszerű csőrökormány mentén alkalmazni.



4. ábra

A divergens kilépőoldó profil jelentős nagyságú cirkulációt gerjeszt. Ezért a két szárny összehasonlításakor észrevehető eltérések mutatkoznak a felhajtóerő terjedtség menti eloszlásában. Ez az eloszlás változás maga után vonja a szárny indukált ellenállásának, a kissebességű átérés, valamint a rezgés kialakulási jellemzőinek változását. A vizsgálat során a két szárnyon a terjedtség menti elcsavarás eloszlás azonos volt.

A W16A szárny kilépőoldó relatív vastagságának terjedtség menti változását mutatja be az 5. ábra.



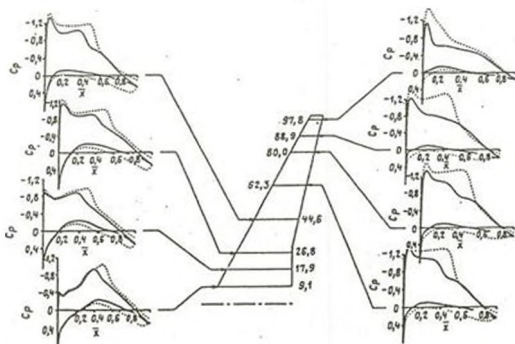
5. ábra

1 - a törzshöz való bekötés helye; 2 - átmenet a divergens kilépőoldó profilba; 3 - a tiszta divergens kilépőoldó profil szakasza; 4 - átmenet a hagyományos profilba; 5 - csőrőlap szakasza; 6 - szárnyvég.

A számított hűrmenti nyomáseloszlások összehasonlítása látható a 6. ábrán (W15F — ; W16A - - -) nyolc metszetben. A mérést $M_V=0,76$ esetén mindkét szárny azonos állásszög értéken végezték el.

A kiválasztott metszetekről az alábbi megjegyzéseket kell tenni a 4. és az 5. ábra alapján:

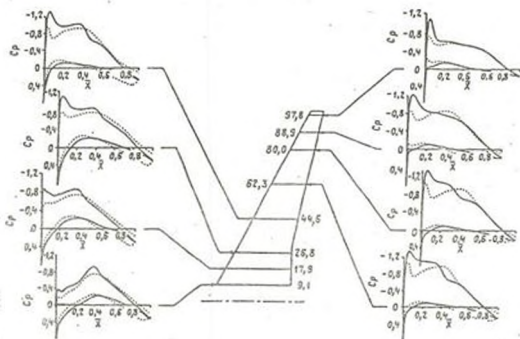
- 9,1 % : a szárny törzshöz való bekötési helye;
- 17,9 és 26,8 % : a metszetek a divergens kilépőoldó profilba való átmenet szakaszában találhatóak;
- 44,8 % : tiszta divergens kilépőoldó profil;
- 62,3 % : a hagyományos profilhoz való átmenet szakaszában található metszet;
- 80,0 és 88,9 % : a profilok a csőrőlap szakaszában találhatóak, itt - fent említettek miatt - nem lehet alkalmazni a módosított geometriájú szárnymetszeteket;
- 97,8 % : a szárny végrésze, ezen a helyen a kiinduló és az abból kialakított szárny húrösszege is megegyeznek.



6. ábra

Ekkor a módosított szárny felhajtóerő tényezője 0,25-al nagyobb lett a bázis szárnyéhoz képest (erre a nyomáelosztás grafikonok terület nagyságainak különbségéből is lehet következtetni).

A két szárny az előzővel analóg összehasonlítása látható azonos felhajtóerő tényezők ($c_y=0,55$; $M_V=0,76$) esetén a 7. ábrán.



7. ábra

Mindkét esetben lényegesen új hűrméti nyomáelosztás figyelhető meg a szárnyprofil geometriájának kilépőinél történő módosításakor. A háromméretű nyomáelosztás elemzése a módosított szárny transzszónikus jellemzőinek javulását mutatta, amely a profilok - azaz a végtelen szárnyak - vizsgálatai alapján várható is volt.

Felhasznált irodalom:

- 1 - Henne P.A., Gregg R.D., A new airfoil desing concept, AIAA 7th Appl. Aerodyn. Conf., Seattle, Wash. 1989 333-345;
- 2 - Gregg R.D.,Hoch R.W.,Henne P.A., Application of divergent trailing-edge airfoil technology to the desing of a derivative Wing, SAE Techn. Pap. Ser., 1989 N892288 1-13.

A KETHAJTÓMŰVES REPÜLŐGEP OLDALIRÁNYÚ KIEGYENSÜLYOZÁSA
EGYIK HAJTÓMŰ MEGHIBÁSODÁSA ESETÉN

A polgári és katonai repülésből számos példa ismeretes arra, amikor a hajtómű meghibásodását vagy leállítását követően a repülőgépvezető sikeresen leszállt gépével. Jóval kevesebb információval rendelkezünk azonban arról, hogy a kényszerleszállás eredményességét milyen mértékben befolyásolja az aerodinamikai kormányfelületeken keletkezett erők és nyomatékok együttes hatása. (A szakasjtó híradása szerint pl. a MIG-29 tervezésénél megkülönböztetett figyelmet szenteltek a kedvező kényszerleszállási jellemzők biztosítására!) Mivel a repülésbiztonsági szempontból oly fontos kérdés repülésdinamikai elemeiről alig jelent meg magyar nyelvű publikáció, az alábbiakban a probléma egy lehetséges megközelítését szeretném közreadni.

A kéthajtóműves repülőgép egyik hajtóművének meghibásodását vagy sérülését követően legyező nyomaték keletkezik, amelyet repülés közben ellensúlyozni kell. Pl. ha a baloldali hajtómű meghibásodik (1. ábra) a jobboldali hajtómű toldereje által létrehozott legyező nyomaték

$$M_{y_p} = F_p z_p$$

a repülőgépet balra fordítja.

Az oldalirányú erők és nyomatékok kiegyensúlyozására több módszer alkalmazható, amelyek közül a legelterjedtebbek a következők:

1. Repülés nulla csúszási szöggel ($\beta = 0$).

Ez minimális homlokellenállást, valamint tüzelőanyag-fogyasztást biztosít, így a repülési távolság és időtartam a leghosszabb lehet.

2. Repülés nulla dőlésszöggel ($\gamma = 0$).

Az utasok és a személyzet meghatározott kényelmét biztosítja, könnyíti a légifényképezést, valamint a katonai repülőgépeknél a célzást.

3. Repülés semleges oldalkormány állással ($\delta_{old} = 0$).

Kormányzási tartalékot biztosít nagy csúszási szögek esetében.

Nulla csúszási szöggel történő repüléskor a hajtómű tolóerőből származó legyezőnyomatékot (M_{y_p}), az oldalkormányon keletkező légerővel egyensúlyozzák ki, amikor

$$F_{z_{old}} x_{old} = M_{y_{old}}^{\delta_{old}} \delta_{old} = M_{y_p} \quad (1. \text{ ábra}).$$

Az oldalkormányon keletkező erő azonban dőlési nyomatékot is okoz, amit ellensúlyozni kell, azaz

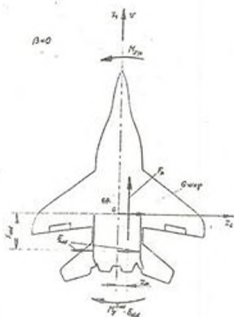
$$\Sigma F_{z_{old}} y_{old} = M_{x_{old}}^{\delta_{old}} \delta_{old}$$

Kiegyenlitése a csűrőlapokon keletkező erő dőlési nyomatékával történik

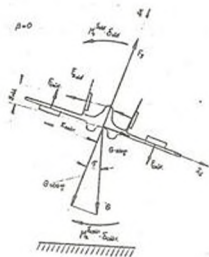
$$M_{x_{csűr}}^{\delta_{csűr}} \delta_{csűr} = F_{csűr} z_{cs}$$

Az erők egyensúlyának fenntartása érdekében az $F_{z_{old}}$ irányú erőt a repülőgép jobbra történő döntésével kompenzálják, azaz

$$\Sigma F_{z_{old}} = G \sin \gamma \quad (2. \text{ ábra})$$



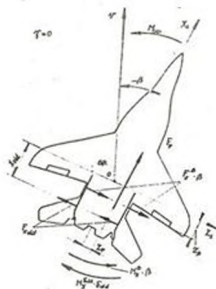
1. ábra



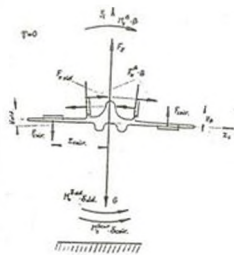
2. ábra

Nulla dőlési szöggel történő repülés esetén a legyező nyomatékot M_{y_p} , és a csúszás miatt keletkező oldalirányú erő nyomatékát $F_z^\beta \beta z_\beta$, az oldalirányon keletkezett nagy erő nyomatékával $F_{z_{old}} x_{old} = M_{y_{old}} \delta_{old}$ egyenlítik ki (3. ábra). A csúszási szög nagyságával arányos nyomatékot $M_x^\beta \beta = F_z^\beta \beta y_\beta$, az oldalkormányon $M_x^{\delta_{old}} \delta_{old} = F_{z_{old}} y_{old}$ és a

csűrő lapokon ébredő erők $M_x^{\text{csűr}}$ $\delta_{\text{csűr}} = F_{\text{csűr}} z_{\text{csűr}}$ nyomatékaival ellensúlyozzák ki (4. ábra).



3. ábra



4. ábra

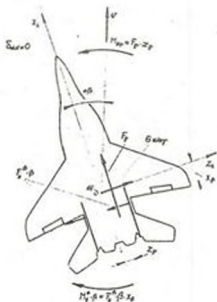
Semleges oldalkormány állás esetén a legyező nyomatékot a nagy csúszási szög miatt keletkező oldalirányú erő F_z^{β} β nyomatékával egyenlítik ki (5. ábra). A csúszási szöggel arányos erőt a repülőgép súlyának kereszttenyely irányú összetevője ellensúlyozza $F_z^{\beta} \beta = G \sin \gamma$ (6. ábra). A nagy csúszási szög miatt keletkező oldalirányú erő nagy dőlési nyomatékot M_x^{β} okoz, amit a csűrőlapokon ébredő erők pár nyomatékával kompenzálnak.

Az oldalirányú erők, valamint a repülőgép hossz- és függőleges tengelyre vett nyomatékaival egyensúlyi helyzetre:

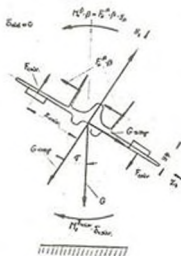
$$\sum F_z = F_z^{\beta} \beta + F_z^{\text{old}} \delta_{\text{old}} + G \sin \gamma = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma M_x = M_x^\beta \beta + M_x^{\delta_{cs\ddot{u}r}} \delta_{cs\ddot{u}r} + M_x^{\delta_{old}} \delta_{old} = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_y = M_y^\beta \beta + M_y^{\delta_{cs\ddot{u}r}} \delta_{cs\ddot{u}r} + M_x^{\delta_{old}} \delta_{old} + M_{y_p} = 0 \quad (3)$$



5. ábra



6. ábra

Ezek az egyenletek a felhajtóerő, illetve a nyomatéki lényezők segítségével is felírhatók:

$$c_z^\beta \beta + c_z^{\delta_{old}} \delta_{old} + \frac{G}{q A} \sin \gamma = 0 \quad (4)$$

$$m_x^\beta \beta + m_x^{\delta_{cs\ddot{u}r}} \delta_{cs\ddot{u}r} + m_x^{\delta_{old}} \delta_{old} = 0 \quad (5)$$

$$m_y^\beta \beta + m_y^{\delta_{cs\ddot{u}r}} \delta_{cs\ddot{u}r} + m_y^{\delta_{old}} \delta_{old} + m_{y_p} = 0 \quad (6)$$

ahol:

$$m_{y_p} = \frac{M_{y_p}}{q A z_p}$$

A fenti egyenletekben szereplő négy változó (γ , β , $\delta_{csür}$, δ_{old}) közül egyet megváltoztatva, a maradék hármat ehhez igazítva, a repülőgépvezető az egyik hajtómű leállítását követően is elvezetheti a repülőgépet.

A (4)(5)(8) egyenleteket megoldva megkaphatjuk a szükséges oldal-, csűrőkormány kitérítési értékeket (δ_{old} , $\delta_{csür}$), a szükséges dőlési szöget (γ) pl. egy adott csűrési szög esetén (β).

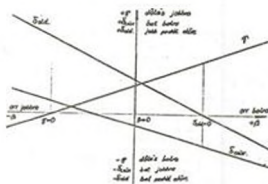
$$\delta_{old} = - \frac{m_{y_p}}{m_y} - \frac{m_y \beta}{\delta_{old}} \beta \quad (7)$$

$$\delta_{csür} = \frac{\delta_{m_x}^{old}}{m_x} \frac{m_{y_p}}{m_y} + \frac{1}{\delta_{csür}} \left(m_x \frac{m_y \beta}{\delta_{old}} - m_x \beta \right) \quad (8)$$

$$\gamma = \frac{m_{y_p}}{\delta_{old}} \frac{c_z^{old}}{c_y} + \frac{1}{c_y} \left[c_z^{old} \frac{m_y \beta}{m_y} - c_z \beta \right] \quad (9)$$

A 7. ábrán a repülőgép kiegyensúlyozási diagramja látható kitérített oldal- és csűrőkormány, valamint dőlés ese-

tén, egyenes vonalú repülés közben, baloldali hajtómű ledi-
lása után.



7. ábra

A 7. ábrán bemutatott diagram, konkrét számértéket tekintve minden repülőgéptípusra más és más, az eltérő konstrukciós kialakításuk következtében. Jelleműket tekintve azonban többnyire hasonlóak, így az itt látható ábra igen jól szemlélteti.

Felhasznált irodalom:

- 1 - Лисенко Н. М., Тарасенко А. М., Ерага В. Г., Основы динамики полета, ВВИА. Москва 1972;
- 2 - Медников А. М., Динамика полета и пилотирование самолетов, Монино, 1976;
- 3 - Келхобов А. И., Новад А. А., Динамика полета и боевого маневрирования летательных аппаратов, ВВИА, 1990.

Varga Béla mk. százados

A TV2-117A TÍPUSÚ HELIKOPTER-HAJTÓMŰ
TURBINÁINAK VIZSGÁLATA

Az 1991. évi 1. számban megjelent a fent említett hajtómű termikus körfolyamatának elemzése, az 1991. évi 3. számban pedig a hajtómű 10 fokozatú axiális kompresszorát vizsgáltam. E két munkát szeretném most folytatni a kompresszorturbina, illetve a szabad turbina vizsgálatával. Szerkezetileg mind a kompresszorturbina, mind a szabad turbina hasonló kialakítású, mindkettő két fokozatú, axiális elrendezésű, egymással csak gázdinamikai kapcsolatban vannak. A hasonló kialakításuk miatt úgy a kompresszorturbinánál, mint a szabad turbinánál egységes szemléletet követtem, nem választottam szét a gépegyeségek elemzését. A vizsgálatot az előzőekben követett módszer szerint "abc" sorrendben végeztem, majd a kapott eredményeket táblázatosan összefoglaltam. A kompresszorhoz hasonlóan számítások segítségével meghatározható az egyes fokozatokra jutó hőmérséklet-változás és nyomásviszony. Ezek segítségével megkaphatók a fokozatok előtti és mögötti nyomás és hőmérséklet értékek, illetve a sebességi háromszögek sebességvektorai. Mivel fokozatonként kétszer kell iterációs módszerrel számításokat végezni, így itt is felvetődik a kérdés, hogy talán érdemes egy kisebb számítógépes programot írni a feladatra, amellyel az eredményeinket is pontosabbá tehetjük.

1. KIINDULÓ ADATOK MEGHATÁROZÁSA

- $T_3 = 1123 \text{ K}$ - a kompresszorturbina előtti hőmérséklet;
 $p_3 = 642195 \text{ Pa}$ - a kompresszorturbina előtti nyomás;
 $n_{kt} = 348,03 \text{ s}^{-1}$ - a kompresszorturbina fizikai fordulatszáma;
 $T_4 = 895 \text{ K}$ - a kompresszorturbina utáni, illetve a

	szabadturbiná előtti hőmérséklet;
$p_4 = 232499 \text{ Pa}$	- a kompresszorturbiná utáni, illetve a szabadturbiná előtti nyomás;
$n_{\text{szt}} = 200 \text{ s}^{-1}$	- a szabadturbiná fizikai fordulatszáma;
$T_5 = 745 \text{ K}$	- a szabadturbiná utáni hőmérséklet;
$p_5 = 104458 \text{ Pa}$	- a szabadturbiná utáni nyomás.

A fenti adatok a termikus körfolyamat számítási eredményei, illetve a hajtómű-leírás adatai. Az előző két részhez hasonlóan továbbra is a felszálló üzemmódot vizsgálom, a korábbiakkal megegyező környezeti feltételekkel:

$$H = 0\text{m}; \quad T = 288\text{K}; \quad p = 101325 \text{ Pa};$$

vagyis a Nemzetközi Egyezményes Légkör viszonyai mellett. Ez esetben is szükség volt kerületi sebességek meghatározásához geometriai adatokat egy metszett hajtóműről levenni, illetve szemrevételező a szerkezeti kialakítást bizonyos következtetések levonni, mivel ez a feladat megoldása szempontjából nélkülözhetetlen segítséget jelent (pl. az álló lapátkoszord belépő szögeinek értéke 90°).

2. TURBINAK VIZSGÁLATA

a. A turbina fajlagos munkájának meghatározása:

A termikus számítás során a gépegyeségek előtti és mögötti hőmérsékleteket is számoltam. Így mindkét turbina előtt és mögött ismerjük a fékezett hőmérsékletet. Ennek segítségével a turbina fajlagos munkája:

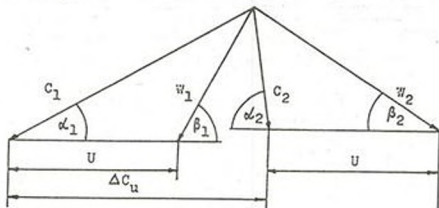
$$w_t = c_p (T_0 - T_2)$$

ahol: T_0 - a turbina előtti fékezett hőmérséklet (a termikus számítás alapján);

T_2 - a turbina utáni fékezett hőmérséklet (termikus

számítás);

C_p - $[T_0, T_2]$ intervallumra számított közepes izobár fajhő.



1. ábra

b. / A fajlagos munka elosztása a fokozatok között:

A turbina-fokozatokra eső fajlagos munka az ún. kerületi munka segítségével is számítható. Ez alapján a fokozat fajlagos munkája:

$$W_f = U \Delta C_u$$

ahol: U - az adott fokozat forgó lapátkoszorújának középső átmérőn vett kerületi sebessége;

ΔC_u - az abszolút sebességek kerületi irányú komponenseinek különbsége, értelmezését lásd az 1. ábrán

Mivel mindkét turbina kétfokozatú, a fajlagos munka a kerületi munkák segítségével:

$$W_t = U_1 \Delta C_{u1} + U_2 \Delta C_{u2}$$

ahol: $U_1, \Delta C_{u1}$ - az első fokozat megfelelő sebesség-vektorai
 $U_2, \Delta C_{u2}$ - a második fokozat megfelelő sebesség-vektorai.

A fenti egyenletben ismeretlenek ΔC_{u1} , illetve ΔC_{u2} értékei. A ΔC_{u2} értékét a kerületi sebességek arányában veszem fel ΔC_{u1} segítségével.

$$\Delta C_{u2} = \frac{U_2}{U_1} \Delta C_{u1}$$

Meghatározva ΔC_{u1} és ΔC_{u2} értékeit megkapható a fokozatokra jutó hőesség nagysága is.

$$W_f = U \Delta C_u = C_p \Delta T_f, \text{ innen } \Delta T_f = \frac{U \Delta C_u}{C_p}$$

ahol: ΔT_f - a fokozatra jutó hőesség.

A fokozatok álló lapátkoszordinák belépőélei úgy lettek kialakítva, hogy a mérhető belépési szög 90° . Így feltételezhető, hogy az előző fokozatokból axiális a kiáramlás. Tehát elfogadhatjuk, hogy a C_2 sebességvektor axiális irányú.

c./ A fokozatok izentropikus hatásfokainak meghatározása:

Az expanzió folyamat politropikus kitevője a következő összefüggés alapján számítható:

$$\left(\frac{T_2}{T_0} \right)^{\frac{n}{n-1}} = \frac{P_2}{P_0}, \text{ innen } \frac{n}{n-1} = \frac{\ln \frac{P_2}{P_0}}{\ln \frac{T_2}{T_0}}$$

ahol: 0 - a turbina belépési keresztmetszetét jelöli;
2 - a turbina kilépési keresztmetszetét jelöli.

A fokozat izentrópius hatásfokának meghatározásához a fokozat átlagos nyomásviszonyával számolok.

$$\Pi_f = \sqrt{\Pi_t}$$

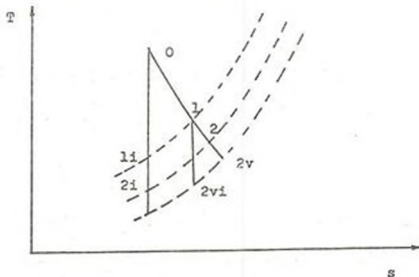
ahol: Π_f - a fokozat nyomásviszonya;

Π_t - a turbína nyomásviszonya.

Innen a fokozat izentrópius hatásfokának értéke:

$$\eta_{if} = \frac{\Pi_f^{-\frac{n-1}{n}} - 1}{\Pi_f^{-\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1}$$

η_{if} értéke kicsivel alacsonyabb az egész turbínára felvett izentrópius hatásfok értékénél. A fokozat izentrópius hatásfokánál jobb izentrópius hatásfokot veszek fel az állórész izentrópius hatásfokaként és rosszabbat a forgórészre, a nagyobb irányeltérítés miatt.



2. ábra

d. / A sebességi háromszög felépítése, a fokozatok álló-
és forgórésze között a hőésés elosztása

Először az állórészek sebességvektorait, illetve a rajtuk létrejövő hőésést határozom meg. A fokozatok hőmérséklet és nyomás értékeinek értelmezéséhez segítséget nyújt a 2. ábra.

Az ábrán látható jelölések a következőképpen értelmezhetők:

- 0 - a fokozat belépési keresztmetszete, illetve az itteni fékezett jellemzők;
- 1 - az álló lapátkoszorú kilépési keresztmetszete, illetve az ennek megfelelő lefékezetlen paraméterek (lefékezés esetén a belépési keresztmetszet lefékezett jellemzőit kapnánk vissza);
- 1i - az álló lapátkoszorú kilépési keresztmetszetére számolt izentrópikus jellemzők;
- 2 - a forgó lapátkoszorú (fokozat) utáni keresztmetszet, illetve az itteni fékezett jellemzők;
- 2i - a fokozat kilépési keresztmetszetére számolt izentrópikus jellemzők;
- 2v - a fokozat kilépési keresztmetszetében, a nem lefékezett paraméterek jelölése;
- 2vi - a kilépési keresztmetszetben, nem lefékezett esetben számolt izentrópikus jellemzők.

A C_1 sebességvektort és az állórészen létrejövő hőésést egy iterációs számítás segítségével határozom meg. Az első számítási fordulóban α_1 szög értéke (lásd az 1. ábrát)

20°-ra adódott. Mivel C_2 irányát az előzőekben már tárgyalt indokok alapján axiálisnak vettem, így C_1 értéke a következő kifejezéssel adható meg:

$$C_1 = \frac{\Delta C_u}{\cos \alpha_1}$$

A C_1 sebességvektor ismeretében meghatározhatjuk az állórészben létrejövő hőses nagyságát is, ami

$$\Delta T_d = \frac{C_1^2}{2 C_p}$$

ahol ΔT_d - az álló lapátkoszorú hősesége.

Ennek ismeretében az állórész utáni hőmérséklet nagysága:

$$T_1 = T_0 - \Delta T_d$$

Következő lépésben meghatározom az álló lapátkoszorú utáni nyomás értékét. Az álló lapátkoszorú utáni izentrópiikus hőmérséklet:

$$T_{1i} = T_0 - \frac{\Delta T_d}{\eta_{1d}}$$

ahol: η_{1d} - az álló lapátkoszorú izentrópiikus hatásfoka.

Innen a nyomás értéke:

$$P_1 = P_0 \left(\frac{T_{1i}}{T_0} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

A nyomás és a hőmérséklet segítségével számítható az adott keresztmetszetben lévő közeg sűrűsége.

$$\rho_1 = \frac{P_1}{R_G T_1}$$

ahol: R_G - a közeg összetételére jellemző specifikus gázállandó.

A közeg sűrűségét ismerve meghatározható az adott keresztmetszet axiális sebessége, amely jelen esetben megfelel a C_1 sebességvektor axiális komponensének. Jele C_{1a} .

$$C_{1a} = \frac{m_t}{\varepsilon \rho_1 d_k L \Pi}$$

ahol: m_t - a turbinán átáramló közeg tömege;
 ε - a lapátok miatti keresztmetszet szűkülésre jellemző tényező, értéke becslés alapján 0,95;
 d_k - az álló lapátkoszorú kilépés középtámrője;
 L - lapát magasság az álló lapátkoszorú kilépésén.

C_{1a} ismeretében C_1 értéke ismételtlen meghatározható.

$$C_1 = \sqrt{C_{1a}^2 + \Delta C_u^2}$$

A következő iterációs fordulóban C_1 aktuális értékével végzem el a fenti számításokat. Az iteráció a számítások során konvergens volt. Amikor C_{1a} értékénél az eltérés $1 \frac{m}{s}$ -on belül lesz, akkor elfogadhatók a kapott eredmények.

Ezt követően a fokozat forgórészét vizsgálom. Mivel az

előzőekben meghatároztam a fokozatra jutó hőesés nagyságát (b. pont), így a forgó lapátkoszorú (fokozat) utáni hőmérséklet is számítható.

$$T_2 = T_0 - \Delta T_f$$

ahol ΔT_f - a fokozatra jutó összes hőesés.

Ez a T_2 lesz a következő fokozat T_0 kezdeti hőmérséklete, tehát lefékezett hőmérséklet. Amennyiben a fokozat utáni jellemzőket úgy vizsgáljuk, hogy ott a gáz $C_2 = C_{2a}$ (C_2 axiális iránya miatt) sebességgel áramlik, akkor ott egy alacsonyabb lefékezetlen hőmérsékletet kapunk, amit T_{2v} -vel jelölök. (Lásd a 2. ábrát!).

T_{2v} értéke a következő megfontolás alapján határozható meg:

Feltételezem az első iterációs számítási fordulóban, hogy:

$$C_2 = C_{1a}$$

Innen:

$$\Delta T_{fék} = \frac{C_2^2}{2 C_p}$$

ahol: $\Delta T_{fék}$ - a kilépési keresztmetszetben a lefékezett és a nem lefékezett hőmérsékletek közötti különbség

$$T_{2v} = T_2 - \Delta T_{fék}$$

Következő lépésben meghatározom a nem lefékezett állapothoz tartozó nyomás értékét.

T_{2vi} értéke (lásd a 2. ábrát):

$$T_{2vi} = T_1 - \frac{T_1 - T_{2v}}{\eta_{ifor}}$$

ahol: η_{ifor} - a forgó lapátkoszorú izentrópius hatásfoka.

Innen a nyomás értéke:

$$P_{2v} = P_1 \left(\frac{T_{2vi}}{T_1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

A nyomás és hőmérséklet segítségével a lefékezetlen közeg sűrűsége:

$$\rho_{2v} = \frac{P_{2v}}{R_g T_{2v}}$$

Ismerve a közeg sűrűségét, ebben a keresztmetszetben is meghatározható az axiális sebesség (ami C_2 sebességvektorral egyezik meg).

$$C_{2a} = C_2 = \frac{m_t}{\epsilon \rho_{2v} d_k L \Pi}$$

ahol: d_k - a forgó lapátkoszorú kilépés középátmérője;
 L - lapát magasság a forgó lapátkoszorú kilépőjén.

A következő iterációs fordulóban C_2 aktuális értékével végzem el a fenti számításokat. Az iteráció ebben az esetben is konvergens. Amikor C_2 értékénél az eltérés 1 m s^{-1} -on belül lesz, akkor elfogadom a kapott számítási eredményeket. Ezek ismeretében meghatározhatjuk a sebességi háromszög még hiányzó sebességvektorait is.

W_1 meghatározása:

$$W_1 = \sqrt{C_{1a}^2 + (\Delta C_u - U)^2}$$

W_2 meghatározása:

W_2 sebességvektor értékét kétféleképpen is megkaphatjuk, ami lehetővé teszi a turbinafokozat számítási eredményeinek ellenőrzését.

Az első módszer szerint:

$$W_2 = \sqrt{C_2^2 + U^2}$$

A második módszer szerint:

$$W_2 = \sqrt{W_1^2 + 2 C_p (T_1 - T_{2v})}$$

Mind a négy számított turbinafokozat esetén a kétféle módszerrel számított W_2 értékek között az eltérés 1 m s^{-1} -on belül volt.

Fokozatok utáni lefékezett nyomások számítása:

Ehhez először szükséges meghatározni a T_{2i} hőmérséklet értékét (2. ábra szerint).

$$T_{2i} = T_o - \frac{T_o - T_2}{\eta_{if}}$$

ahol: η_{if} - a fokozat izentrópikus hatásfoka.

Innen a nyomás értéke:

$$p_2 = p_0 \left(\frac{T_{21}}{T_0} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

Megvizsgálva a táblázatokban összefoglalt eredményeket, látható, hogy a kompresszorturbina reakciós fokozatokból áll össze, melyeknek reakciófoka körülbelül $r \approx 0,25$. A szabad-turbina gyakorlatilag akciós fokozatokból áll. A forgó lapátkoszordkra csak akkora hőesés jut, ami biztosítja, hogy az áramlás konfúziós legyen a leválási veszteségek elkerülése érdekében.

A KOMPRESSZORTURBINA ADATAINAK ÖSSZEFOGLALÁSA

sor- rend	jellemzők	kompresszorturbina	
		1. fokozat	2. fokozat
a	W_t [J kg ⁻¹]	253490	
b	W_f [J kg ⁻¹]	120008	133479
	U [m s ⁻¹]	289,1	303,8
	ΔC_u [m s ⁻¹]	416,5	439,2
	ΔT_f [K]	108	120
c	η_{it} [1]	0,88	
	η_{if} [1]	0,873	0,873
	η_{id} [1]	0,902	0,902
	η_{iforg} [1]	0,846	0,846

d	T_0 [K]	1123	1015
	T_1 [K]	1036,3	917,3
	T_2 [K]	1015	895
	p_0 [Pa]	642195	408908
	p_1 [Pa]	453985	265043
	p_2 [Pa]	408908	232499
	C_1 [m s ⁻¹]	439	466
	C_{1a} [m s ⁻¹]	139,7	158,5
	W_1 [m s ⁻¹]	189,5	208,4
	C_2 [m s ⁻¹]	139,3	157,1
	W_2 [m s ⁻¹]	320	342

I. táblázat

A SZABADTURBINA ADATAINAK ÖSSZEFOGLALÁSA

sor- rend	jellemezők	szabadturbina	
		1. fokozat	2. fokozat
a	W_t [J kg ⁻¹]	183542	
b	W_f [J kg ⁻¹]	76782	86760
	U [m s ⁻¹]	201	213,6

	ΔC_u [m s ⁻¹]	382	406
	ΔT_f [K]	70	79
c	η_{it} [1]	0,88	
	η_{if} [1]	0,876	0,876
	η_{ia} [1]	0,905	0,905
	η_{iforg} [1]	0,849	0,849
d	T_o [K]	895	825
	T_1 [K]	819,2	739,6
	T_2 [K]	825	746
	p_o [Pa]	232499	162580
	p_1 [Pa]	159657	102197
	p_2 [Pa]	162580	104458
	C_1 [m s ⁻¹]	407,7	432,8
	C_{1a} [m s ⁻¹]	142,7	150,3
	W_1 [m s ⁻¹]	230,5	244,1
	C_2 [m s ⁻¹]	129	139,4
	W_2 [m s ⁻¹]	239,3	255,4

II. táblázat

FELHASZNÁLT IRODALOM:

1. - Varga Béla: A TV-117A gázturbinás helikopter hajtómű
üzemi viszonyainak vizsgálata termikus mate-
matikai modell segítségével.
Diplomamunka BME Közlekedésmérnöki Kar 1990.
2. - Dr. Pásztor Endre: Gázturbinás repülőgép hajtóművek.
Előadásvázlatok, BME 1984.
3. - Dr. Sánta Imre: A repülőgép hajtóművek modellezése és a
modell alkalmazása a diagnosztikában.
Járművek, Mezőgazdasági gépek 1988/11.

A PT-6-os REPÜLŐGÉP HAJTÓMŰ ÁLLAPOT SZERINTI
ÜZEMELTETÉSENEK LEHETŐSÉGEI HAZÁNKBAN

1. AZ ÜZEMELTETÉS LEHETŐSÉGEI

Hazai repülőgépeink Üzemeltetésénél szinte kivétel nélkül a kötött Üzemidő szerinti karbantartási stratégiát alkalmazzák és várhatóan ez még hosszú ideig így is marad. Ennél az egyébként bevált módszernél problémaként jelentkezik, hogy az adott légijármű esetében nincs meg a közvetlen kapcsolata annak tényleges Üzemállapotával. Így elképzelhető, hogy a ciklusidők végén feleslegesen végzik el a karbantartási munkák egészét, vagy csak egy részét. Ez többlet anyag, energia, munkaerő és munkaidő felhasználást eredményez, ami lényegesen csökkenti az Üzemeltetés gazdaságosságát.

A korszerű repülőeszközök esetében lehetőség nyílik az állapot szerinti karbantartására is, szakaszosan és folyamatosan ellenőrzött műszaki jellemzők alkalmazásával. Ezzel a karbantartási stratégiával azért érdemes foglalkozni, mert a perspektivikusan rendszerbe állítandó új(-abb) katonai és polgári légijárművek Üzemeltetése várhatóan már e szerint történik.

A jelenlegi kevés hazai kivétel egyike az Országos Víz-Ügyi Repülőgépes Szolgálat PC-6 Pilátus Turboportereiben lévő PT-6 A27 hajtómű, melyet a műszaki állapota szerint javítanak, illetve tartanak karban. E kiváló hajtómű azért is érdemel megkülönböztetett figyelmet, mert gyártója a Pratt & Whitney cég a légi és földi Üzemeltetés valamennyi tapasztalatát összegyűjtve kíván kifejleszteni egy új korszerű

PT-6-os családot. Így valószínűnek tűnik, hogy a PT-6-osok az ezredforduló utáni egyik legjobb légcsavaros gázturbinás hajtómű-családot képviselik, amelyek nálunk is további alkalmazásra kerülhetnek.

2. A HAJTÓMŰ ÁLLAPOTÁT MEGFIGYELŐ RENDSZER

A PT-6-os hajtóműveket úgy alakították ki, hogy a vásárló igénye szerint időszakonként ellenőrzött (diagnosztizált) műszaki jellemzők, valamint kötött Üzemidő (hard time) szerint egyaránt üzemeltethető legyen. Az utóbbi módszer a már korábbiakban ismertetett problémák miatt elvétve alkalmazzák. A korszerűbb üzemeltetési eljárás elterjedését az is nehezíti, hogy a hajtóművet a vásárló (Üzemeltető) igényei szerint digitális paraméter rögzítő és elemző berendezésekkel is el kell látni. Ezen rendszer megvásárlása jelentős mértékben növeli a hajtómű beszerzési árát, így az üzemeltetők jelentős része le is mond ezek megvásárlásáról. Szerencsére azok sem szorulnak feltétlenül a kötött Üzemidő szerinti eljárás alkalmazására, akik az adatrögzítőket és elemzőket nem vásárolták meg. Ők az ellenőrzött műszaki jellemzők szerint üzemeltethetnek. Ennek lényege, hogy repülés közben a hajtómű paraméterek felvétele manuálisan történik, azaz a pilóta adott időközönként a műszerekről leolvasott paramétereket feljegyzi. Ezen adatok alapján történik a földi kiértékelés, amely történhet az előbbieken említett kiértékelő (számítógépes diagnosztikai) rendszer alkalmazásával, vagy analóg módon, amit a következőkben kívánok bemutatni.

E módszer alkalmazása alig igényel számításokat, viszont igen hosszadalmas, és sok papírmunkát tesz szükségesé. Repülés közben az adatokat óránként egyszer jegyzi fel (a felszállástól számított minden repült óra végén), illetve berepüléseknel az állandósult repülési helyzet elérésekor.

2.1. A hajtómű állapotát megfigyelő rendszer alapjai

A rendszer megbízhatóságának feltétele, hogy az adatfelvétel meghatározott időközönként (vagyis megfelelő sűrűséggel és rendszerességgel) történjen és olyan állandósult hajtómű paramétereket mérjen, amelyek a légi alapjáratú és maximális üzemmód közötti üzemmódokra vonatkoznak.

Az adott repülési üzemmódra a megállapított határok között meghatározhatók a jellemző értékek. Ezeket a számított értékeket összehasonlítva a repülés közben felvett, mért értékekkel - különbségüket képezve - olyan adatot kapunk, amelyek a meghatározott törési sávon belül, illetve azon kívül találhatóak. E törési sávokat (határértékeket) az üzemeltetési tapasztalatok alapján állapították meg. Attól függően, hogy a határértékeket előre meghatározott feltételek mellett hogyan lépi át a különbségi értékek, lehetőség nyílik következtetések levonására az adott gépegységek állapotáról. A határértékek átlépésekor az üzemeltető feladata, hogy megvizsgálja az eltérés okát, vagyis elvégezze a szükséges karbantartási munkát.

2.2. A rendszer működtetése

A hajtómű állapotát megfigyelő rendszer alkalmazását akkor célszerűbb elkezdni, amikor új, vagy nagyjavításon átesett hajtómű áll rendelkezésre. Így biztosítható, hogy az állapotváltozásokról az egész élettartama alatt pontos információink legyenek.

A rendszer üzemeltetését a következő lépésekben kell elvégezni:

1. A hajtómű repülés közbeni paramétereinek összegyűjtése;

2. A hajtómű számított és mért paramétereinek alapértéktől történő eltéréseinek meghatározása;
3. A fenti értékek grafikonba foglalása (az idő függvényében);
4. Az eltérések irányzatának kiértékelése, elemzése.

2.3. A repülés közbeni adatok gyűjtése

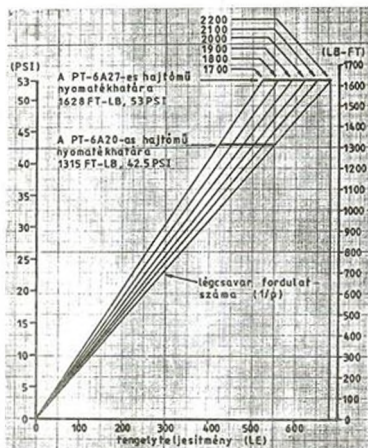
Az adatok műszerről történő leolvasását akkor lehet elkezdni, ha állandósult a repülési sebesség és magasság. Ezt követi az adatok leolvasása és beaplózsása. Ezek (az eredeti jelöléseket alkalmazva!):

- ITT; Ng és Wf (gázgenerátor turbina utáni hőmérséklet, gázgenerátor fordulatszám és az óránkénti fogyasztás);
- M; Np (nyomaték és légcsavar fordulatszám);
- PA; IOAT (tengerszint feletti magasság, levegőhőmérséklet).

2.4. A számított és mért paraméterek közti eltérés meghatározása

A repülés közben mért ITT; Ng és Wf az összehasonlítás alapjául szolgáló mért értékek. Az 1. számú ábra alapján az M és Np értékek felhasználásával meghatározható a teljesítmény (LE-ben). A fordulatszám értéket műszeren százalékos formában adják meg, amit fordulat/percre kell átszámolni (100 % = 2200 f/p). A leolvasás első lépése, hogy a függőleges tengelyen ábrázolt nyomatékot (a két különböző mértékegységgel történő feltüntetés a műszerek esetleges különböző

skálázása miatt történt), a vízszintes tengellyel párhuzamosan az adott fordulatszámhoz tartozó egyenesre vetítjük. A

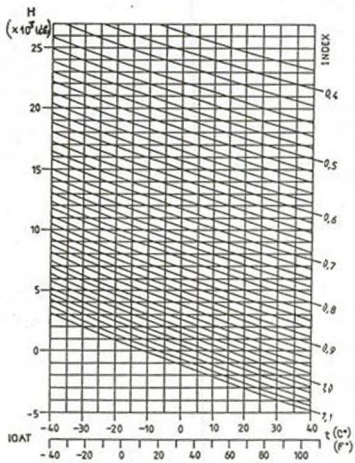


1. ábra

levegő hőmérséklet értékből merőlegest állítunk a vízszintes tengelyre. A két egyenes metszéspontjához tartozó index-görbéhez tartozó index-értéket a függőleges tengelyen lehet leolvasni. Az index és a teljesítmény adatok ismeretében a 3. számú ábra alapján meghatározhatók a számított ITT; Ng; Wf értékek. Az adott index- és teljesítménygörbe metszéspontját vízszintesen levelítve az ITT és Ng tengelyekre kapjuk azok számított értékeit. A metszéspontból a Wf tengelyre -1.57

metszéspontjukból a vízszintes tengelyre merőlegest bocsájtunk, ez a merőleges a vízszintes tengelyen kimetszi az adott M-hez és Np-hez tartozó teljesítmény értékét. A 2. számú ábra alapján a PA és IOAT értékek felhasználásával meghatározható egy úgynevezett index-érték. A leolvasás úgy történik, hogy az adott magasságértékekből párhuzamosan húzunk a vízszintes tengellyel, majd ezt követően az adott

irányvektorral levetítve kapjuk a számított W_f értéket.



2. ábra

TREND MONITORING CHART
PT6A-27 & 28 ENGINES.



NOTE: THIS CHART TO BE USED FOR TREND MONITORING ONLY; DO NOT USE FOR PERFORMANCE CHECKING OR POWER SETTING.

2.5. Az eltérések ábrázolása

Az előzőekben meghatározott számított, illetve mért értékek alapján

ITT = ITT mért - ITT számított

Wf = Wf mért - Wf számított

Ng = Ng mért - Ng számított

Az így meghatározott különbségi értékek a 4. és 5. számú ábrán láthatóak az idő függvényében úgy, hogy minden pont egy adott mérési időpontot ábrázoljon.

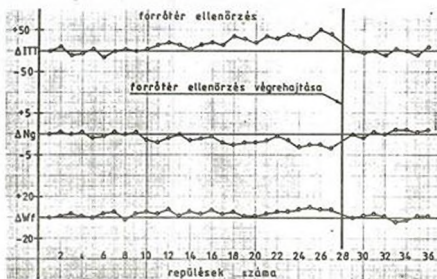
2.6. Kiértékelés, elemzés

A 4. és 5. ábrák segítségével a hajtómű állapota követhető nyomon. Az ábrák új vagy nagyjavított hajtóművekre vonatkoznak, ilyenkor a kezdeti értékek 0-ról vagy 0-t megközelítő értékekről indulnak. A 0-tól való eltérés abból adódhat, hogy a nagyjavítás után olyan minimális mechanikai sérülések maradhatnak meg, amelyek a hajtómű üzemét elhanyagolható mértékben befolyásolják (pl.: 0,25 mm-nél kisebb /bekarcolódás/ a kompresszorlapát belépő élein).

A gázcsatorna változása, károsodása is (pl.: kompresszorlapátokon történő porlerakódás, lapátok sérülései) a mért és a számított értékek közti különbség 0-tól való fokozatos eltéréseit eredményezi. A helyreállító karbantartás után a különbség újra a 0, illetve az előzőekben ismertetett okok miatt a 0-t megközelítő érték lesz. Az elemzés során a hajtómű kompresszorának és úgynevezett forró terének (égőtér és turbina) állapotáról is szerezhetünk információkat.

A 4. számú ábrából a kompresszor-egység károsodási határértékei láthatóak. Beavatkozás akkor válik szükségessé,

amikor a kezdeti értéktől számítva az ITT 30°C -al, az Ng 3,5 %-kal és a Wf 20 font/órával lesz magasabb a kezdeti értéknél. Az értékeknek együttesen kell magasabbnak lenniük a megadott határértékeknel. Ilyen esetet az idézhet elő, hogy a kompresszor-lapátokra por rakódik, ezt a folyamatot fokozhatja kis mennyiségű olajszivárgás, amely a por megtapadását segítheti elő. Erősen szennyezett, poros üzemeltetési környezetben az elkoszolódási folyamat felgyorsulhat, ami gyakoribb beavatkozást igényelhet.

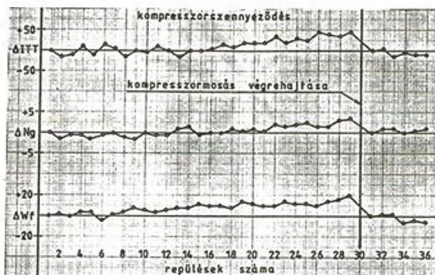


4. ábra

A por lerakódása a lapátok geometriai formáját megváltoztatja, ami a kompresszor hatásfokának csökkenését eredményezi. Az adott légcsvár teljesítmény fenntartása nagyobb gázgenerátor fordulatszámot igényel. A kompresszor szennyeződése kompresszor-mosással szüntethető meg.

Az 5. számú ábra az úgynevezett forróter (turbina és égőtér) megengedett értéket elérő állapotváltozást mutatja be. Abban az esetben, ha az ITT 30°C -kal, a Wf 10 font/órával lesz magasabb, az Ng pedig 3,5 %-kal lesz alacsonyabb a

kezdeti értékeknél, szükségessé válik a magas hőmérsékletű részek ellenőrzése és javítása.



5. ábra

A magas hőmérsékletű részek károsodását a fokozott hő- és mechanikai terhelések okozzák. Az áramlási csatornában a hőterhelések maradó alakváltozásokat, valamint a turbinalapátok felületén repedéseket idézhetnek elő. Ezek hatásfok-csökkenést eredményeznek.

2.7. A hajtómű műszaki jellemzőiben hirtelen bekövetkező nagymértékű értékváltozások

A hajtómű üzemeltetését és kiszolgálását végző személyzet téves következtetéseket is levonhat egyetlen paraméter hirtelen bekövetkező megváltozásakor, pedig ezt egy meghibásodott műszer, téves leolvasás vagy feljegyzés, valamint időzített nagy kompresszor levegő elvétel is előidézhetheti. Az ilyen esetekben először a létrejött vagy elküvetett hibát kell megszüntetni, majd hasonló repülési körülmények között újra el kell végezni az adat-gyűjtését.

2.8. A beavatkozás módjai

A hajtómű állapotát megfigyelő rendszerrel kimutatott hibák megszüntetését két csoportba sorolhatjuk:

- mosás;
- forró tér ellenőrzése.

Ez lehetővé teszi a hajtómű két legfontosabb és egyben leg-sérülékenyebb egységének egyszerű és olcsó tisztítását, illetve javítását.

2.9. Kompresszormosás

A kompresszor mosása a sótalánító és a működést helyre-állító módszerrel lehetséges.

2.9.1. Sótalanító mosás

A sóval telített levegőn való folyamatos üzemeltetéskor ajánlatos naponként, de legalább 25 üzemóra vagy 1 hét után a sótalánító mosást végrehajtani. A kettő közül mindig hamarabb bekövetkező a mérvadó. A fenti munkák utemezése il-leszthető az üzem tapasztalatokhoz. A működést helyreállító mosás ennél ritkábban szükséges, ennek gyakorisága illeszt-hető a hajtómű állapotát megfigyelő rendszer által kimuta-tottakhoz. A sótalánító mosás általában csak a sólerakódás eltávolítására alkalmas, a működést helyreállító mosással viszont az ipari korom és más lerakódások is eltávolíthatók.

A kezelő személyzetnek analizálnia kell az üzem kör-nyezetében lévő szennyezőanyagokat és döntenie a mosás ked-vezőbb típusának alkalmazásáról. Általános tapasztalat, hogy a hajtóművet nem lehet "túlmosni". A tiszta kompresszorból származó kedvező működés és a meleg szakasz alkatrészeinek

megnövekedett élettartama azt mutatja, hogy a mosást, amilyen gyakran csak lehet be kell ütemezni. Gazdasági szempontból viszont minél ritkábban végzik a tisztítást, annál inkább nő a repüléstől elvett idő, de a drága mosófolyadék fogyasztás is emeli az üzemköltséget. A működést helyreállító mosásokhoz Turco 4217-et használnak tisztítószerként, ami vízzel és petróleummal (kerozin) összekeverve nem korrodáló, nem mérgező hatású emulziót alkot. A mosófolyadékot a járó hajtómű szívótorkába permetezik szórógyűrű vagy mosópálca segítségével. A hajtómű járatását $N_g = 23.000 \frac{\text{fordulat}}{\text{perc}}$ -cel (81,5 %) kell végrehajtani, mivel ennél a fordulatszámnál a folyadék emulzió formájában vonja be a lapátokat. Túlságosan nagy fordulatszámnál és a hőmérséklet növekedésekor gőzzé változhat az emulzió.

2.10. Forróter ellenőrzés

A forróter ellenőrzést a hazánkban használt hajtóművek-nél a svájci Pilatus gyárban végzik, így adatok hiányában ez nem mutatható be.

2.10.1. A kompresszor- és turbinalapátok sérülései

A hajtómű állapotát megfigyelő rendszerrel kimutathatók a kompresszor- és turbinalapát sérülései is. E sérülések nagyságuk, számuk és méretük szerint osztályozhatók.

Az ideális az lenne, ha bármilyen minimális sérülés esetén is kicserélnék a lapátokat. A csere azonban igen nagy költséget jelentene, mivel nemcsak a lapát ára magas, hanem a kompresszor és a turbinaforgórész kiegyensúlyozása, valamint a hajtómű próbapadi járatása is. Ezért a gyártó az üzemeltetőnek olyan minimális kompresszor- és turbinalapát sérüléseket engedélyez, amellyel a hajtómű megbíztonságosan működtethető. E sérülések anyagvesztéssel járók vagy anélküliek lehetnek.

Az anyagvesztés nélküli sérülések normái:

A kompresszor-lapátvég olyan elcsavarodása, amikor a lapátvég és belépőél a saroktól 1,27 mm-re távolodott el még elfogadható, amennyiben ez a sérülés maximum 8 db lapátra terjed ki. A kompresszorlapát, kilépőélén 1,02 mm magas és 0,76 mm széles behorpadással még üzemeltethető, ha ez a sérülés maximum 4 db lapátot érint.

Az anyagvesztéssel járó sérülések normái:

A kompresszorlapátokon megengedettek olyan bemetszések, amelyek mélysége nem haladja meg a 0,51 mm-t és fokozatonként nem több mint két lapátot érintenek. A lapátoknál megengedettek olyan bemetszések, amelyek többször előfordulnak, ha ezek mélysége nem haladja meg a 0,25 mm-t. Nem fogadhatók el olyan kopások a kompresszorlapátokban, amelyek a lapátok lekerekítési sugarát 1,27 mm-nél nagyobbá teszik, valamint nem engedhetők meg a kompresszorlapátok belépőélein olyan kopások, amely a lapátot 5,1 mm-nél nagyobb mértékben lekerékítik. A kompresszor-turbina állólapátjainak belépőélein megengedettek olyan bemetszések, amelyek anyagvesztése a kopásból származik. Ki kell cserélni azt az álló lapátkoszorút, amelyen külső vagy belső gyűrűn a belépőélektől a kilépőélekig terjedő repedés keletkezett.

Az előbbieken bemutatott hajtómű műszaki állapotát megfigyelő rendszer jelen formában történő működtetése igen hosszadalmas, főleg egy több órás repüléskor. Felmerül a kérdés, lehetséges-e ezt a folyamatot az adatbeviteltől a kiértékelésig számítógéppel végezni? A válasz - igen. A Pilatus Turboporter repülőgépek 1971-es megvásárlásakor az eladók felajánlottak egy olyan programot megvásárlásra, amely ezt a feladatot látta volna el. A beszerzés az igen magas ár (10.000 SFr) miatt elmaradt.

Abban az esetben, ha a 3. számú ábrán bemutatott görbésereget sikerülne matematikailag leírni, a feladat már csak számítástechnikai problémát jelentene. A közeljövőben ennek megoldását szeretném elvégezni, remélve, hogy a készülő programom modell értékű lehet más hajtóművek számára is.

FELHASZNALT IRODALOM:

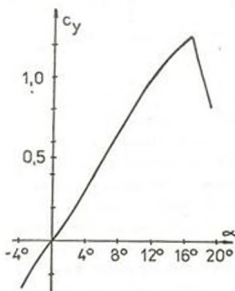
- 1./ Dr. Rohács József - Simon István: Repülőgépek és helikopterek Üzembentartási zsebkönyve. 1969.
- 2./ A PT-6A-20/27/28 állapotát megfigyelő rendszer. 1970.
- 3./ United Aircraft of Canada Limited egyesített karbantartási kézikönyve PT-6A hajtóművekre. 1974.
- 4./ Pilatus Turboporter Service School note. 1970.

dr. Pokorádi László mk. százados főiskolai docens
Németh Gábor zászlós hallgató

HATÁRRETEG LEVÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA SZÁRNYPROFILON

Az SHM tanszéken évek óta - egymásra épülő - tudományos diákköri illetve záródolgozatok készülnek a határreteg vizsgálatáról [1;2;3]. Ezen hallgatói, valamint konzulensi [4;5] munkák folytatásaként ebben a tanévben - az egyik szerző tudományos diákköri munkája, illetve záródolgozata keretében - a szárnyprofil körüli határreteg szélcsatornában folytatott mérésekkel történő vizsgálata került sorra. Az eddigi méréseink egyik érdekes részét - konkrétan a határreteg profilról való leválásának mérési eredményeit - tesszük közzé cikkünkben.

1. A vizsgált profil rövid bemutatása

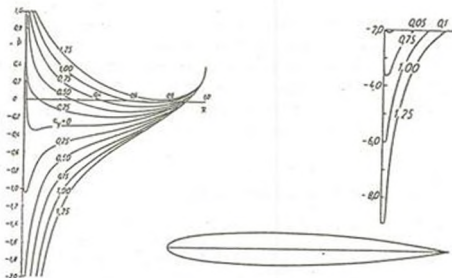


1. ábra

A vizsgálathoz a NACA 0012 jelű szimmetrikus (azaz nulla íveltségű), 12 % relatív vastagságú profilt választottuk. Ezt a szárnymetszetet alkalmazták például a Mi-8 helikopter stabilizátoránál is.

A szárnymetszet felhajtóerő tényezőjének változását mutatja be a 1. ábra az állásszög függvényében $2,7 \cdot 10^6$ -os Reynoldsszám esetén [8].

Az 2. ábra a profil kontúrját és a körülötte - különböző felhajtóerő tényezőknél - kialakuló hűmentí nyomástényező eloszlásokat ábrázolja [8]. A nyomáseloszlási görbékben jól látható, hogy a felső kontúr a legnagyobb mértékű nyomásnövekedés a metszet elején - az első 10 %-os részen - lép fel, azaz itt várható a határréteg leválása a profiltól (később ezt a feltevést a mérések igazolták is).

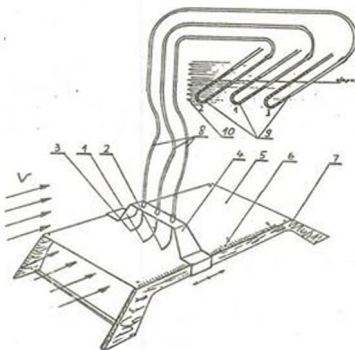


2. ábra

A kialakított mérőprofil szerkezetileg megegyezik a valóságos repülőgépszárnyakkal. Fő szerkezeti elemei a balszállóból készült be- és kilépőél, 6 darab 2 mm-es funérlemez borda, 3-3 db 2x5 mm-es fenyőléccel hosszmegevitő és az 1 mm-es funérlemez borítás, amelyeket AEROFIX ragasztóval erősítettünk össze. Felső felületen a hű első- és hátsó 30 %-án 5 %-os, 30 -70 % között 2,5 %-os távolságokra jelző vonalak találhatóak. A szélcsatornában történő elhelyezését funérlemez alappal és alumínium állvánnyal oldottuk meg. A profil 2 db M4-es csavar körül 0 - 45 °-os állásszögek között elforgatható és bármely helyzetben rögzíthető.

2. A mérés leírása

A határrétegben a sebesség eloszlást a dinamikus nyomások mérése alapján határoztuk meg [4]. A méréseket Tornai Gábor (1872 tcs.) által elkészített mérőberendezéssel [2], a tanszéki laboratórium szélcsatornájában végeztük el.



3. ábra

1 - felületi szonda (0,5 mm); 2 - középső szonda (1,5 mm);
3 - felső szonda (2,5 mm); 4 - hid (fém állvány); 5 - mérő-
test; 6 - jelzőskála; 7 - tartó; 8 - műanyag cső; 9 - U cső;
10 - milliméter papír.

A profil felülete fölött három nyomásmérőszondát helyeztünk el 0,5; 1,5 és 2,5 mm magasságban a profil különböző relatív hűrhosszánál. A szondák "magánúton" szerzett infúziós tűkből alakítottok ki és egy, a szélcsatorna szélessé-

gének megfelelő fémállványban rögzítettük. A szondákból a levegő össznyomása vékony műanyag infúziós csövek segítségével egy-egy ferde U csöves manométerhez került elvezetésre. Az U csövek másik szárába a laboratóriumban uralkodó statikus nyomású levegő jutott be. Így a manométerek - minimális elhanyagolással - a szárnymetszet körül határrétegben áramló közeg dinamikus nyomásokat jelzik, azaz három Prandtl-csővet alakítottunk ki [6].

A fent leírt mérőberendezést mutatja be 3. ábra.

A Bernoulli egyenlet (összenyomhatatlan közeg potenciális erőterében történő stacionárius örvénymentes áramlására) egyszerűsített alakját felhasználva lehet meghatározni a mérési eredmények alapján a sebesség eloszlást az alábbi módon [7]:

$$v = \sqrt{\frac{2 \rho_m g a \sin \alpha}{\rho_{lev}}} \quad (1)$$

ahol:

ρ_m - a mérőfolyadék sűrűsége;

ρ_{lev} - a levegő sűrűsége;

g - gravitációs gyorsulás;

a - a mérőfolyadék kitérésének függőleges értéke;

α - a ferde U cső dőlésszöge (a vízszintes siktól mérve).

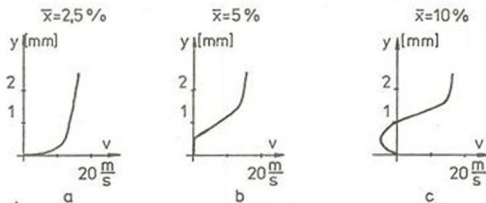
Összintén be kell vallani, hogy a tanszék szélcsatornájának gyenge minősége (erős turbulenciája) miatt a mérés során kapott eredmények pontossága megkérdőjelezhető, persze sem a NASA-val, sem a UAFN-val nem akarunk versengeni. Viszont az így kapott eredmények a későbbi aerodinamika órákon (például laboratóriumi mérések során) szemléltetésre jól felhasználhatók, illetve az eredményekből az oktatásban alkalmazható következtetések vonhatók le.

3. A mérési eredmények értékelése

A méréseket a fent ismertetett profil felső kontúrján végeztük 10° -os állásszög értéken ($Re = 1,83 \cdot 10^5$). Mint az a 2. ábrából leolvasható, ez az állásszög érték a 16° -os kritikus állásszögnél nagyobb, tehát a határréteg biztos hogy leválik a profilról.

A mérési eredmények alapján, a fent leírt (1) egyenlet segítségével meghatározott sebességprofilok láthatók a 4. ábrán, 2,5; 5 és 10 % relatív hűrhossznál.

A 4.a ábrán a még a profilhoz simuló határréteg sebességeloszlása látható 2,5 %-os relatív hűrhossznál.



4. ábra

A 4.b ábra az 5 %-os hűrhossznál kialakult sebességprofil ábrázolja. Itt látható, hogy a közvetlenül a szárnymenteset feletti szonda zérus dinamikus nyomást, azaz nulla sebességet mért. Az pedig köztudott, hogy az áramló közeg ott válik le az áramlásba helyezett test faláról, ahol a fal melletti réteg mozgási energiája - vagyis a sebessége - a sűrűdés következtében fellépő energiaelnyelődés következtében zérus, valamint a $\frac{dv}{dy}$ differenciál hányados végtelen lesz (ahol y a faltól mért távolság). Ebben a pontban - mivel ekkor a közeg a nyomásnövekedés irányában áramlik - a

nyomás hatására megfordul a határrétegben a falmelletti alsó réteg áramlási iránya.

Ez az áramlási irányváltozás látható a 4.c ábrán 10 %-os relatív hűrhossznál mért sebességprofilnál.

Végezetül a szerzők ezúton is köszönik Magyar Mihály, Tornai Gábor és Janák János Tamás ezen témában folytatott munkáját, mellyel elősegítették a cikkben ismertetett mérések elvégzését, valamint sok sikert kívánnak a szakmában.

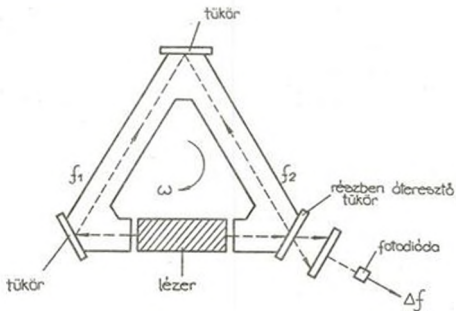
Felhasznált irodalom:

- 1 - Magyar Mihály: Síklapmenti határréteg vastagság változását bemutató számítógép program, TDK dolgozat, MN. KGyRMF, Szolnok, 1989;
- 2 - Tornai Gábor: Síklapmenti határréteg vizsgálata, Záródolgozat, MN. KGyRMF, Szolnok, 1990;
- 3 - Janák János Tamás: Határréteg elemzése különböző alakú és felületi érdességű testek körüláramlása esetén, Záródolgozat, MH. SzRMF, Szolnok 1991;
- 4 - dr. Pokorádi László: Határréteg vizsgálata a szárnyon MH. SzRMF Tudományos Kiképzési Közlemények Szolnok 1991/1 36-42;
- 5 - dr. Pokorádi László: A határréteg és kutatása napjainkban A Repülés Világa Budapest 1991/1 10-12;
- 6 - dr. Pásztor Endre: Hő- és áramlástechnikai laboratóriumi gyakorlatok Tankönyvkiadó Budapest 1984;
- 7 - dr. Pásztor Endre - dr. Konecsny Ferenc: Műszaki hő- és áramlástan I. Tankönyvkiadó Budapest 1981;
- 8 - Von dr. Riegels F.V.: Aerodynamische profile R. Oldenbourg München 1958.

Czövek László mk. főhadnagy

AZ ÚJ TÍPUSÚ REPÜLŐGEP FEDELZETI INERCIALIS NAVIGÁCIÓS RENDSZEREI

A közeljövőben a NATO tagországok légiereinek repülőgépeit új navigációs berendezésekkel kívánják felszerelni, mivel a most rendszerben lévők műszaki jellemzői és lehetőségei nem felelnek meg a modern követelményeknek pontosság, hatótávolság és zavarvédelem terén, valamint a megbízhatóságuk sem kielégítő. E terv megvalósításában fő szerep a NAVSZTAR nevű globális, műholdas rádióelektronikai navigációs rendszernek jut.



A gyűrűs lézergiroszkóp működési elve

1. ábra

A harctevékenység közbeni megbízhatóság növelése érdekében a műholdas navigációs rendszer kiépítésével párhuzam

mosan, jelentős munkálatok folynak az autonom navigációs eszközök fejlesztése terén is. Ez távlatokban a műholdas rendszer fedélzeti egységével egy komplexumot alkot. A külföldi sajtó jelentései alapján az inerciális navigációs rendszerek fejlesztése a nagy pontosságú inerciális navigációs berendezések létrehozására irányul, amelyek működése a gyűrűs - valamint az optikai fényvezetős - lézergiroszkópokon alapul.

Működése az összetalálkozó fénysugarak összegződésekor kialakuló interferencia jelenségen alapul. A berendezés fő része a gyűrűs rezonátor, amelyek három vagy több tükörről kialakított zárt kör. A lézergiroszkópok több konstrukciójában található lineáris lézer. Ezeknél hermetikus üvegcső, hélium és neongáz keverékével van megtöltve és ha az anódra és a katódra megfelelő feszültség jut, akkor fény kisugárzás jön létre, valamint álló hullám keletkezik.

A rezonátor síkjára merőleges tengely körüli elfordulásakor a két szemben haladó hullám által megtett út, kiindulásuk pontjukhoz képest eltérő lesz. Ennek megfelelően változik a két sugár frekvenciája, a keverő kimenetén pedig a két frekvencia különbségével megegyező frekvenciájú lüktetés jön létre. Ez a lüktetési frekvencia lineárisan függ az alaplap forgási szögsebességétől, azaz ilyen módon szögsebesség-adónak felel meg.

A giroszkóp alaplapjának elfordulását a keverő kimenetén keletkező impulzusok megszámlálásával lehet meghatározni. Reális giroszkópnak a kimeneti karakterisztikája azonban nem lineáris, ugyanis kis szögsebesség esetén létezik ún. érzéketlenségi zóna. Az amerikai cégek által kidolgozott gyűrűs lézergiroszkópok különböző átmérővel és különböző hosszúságú hullámterjedési úttal készülnek. Például a "Litton" cég négyyszög alakú giroszkópokat készít, amelyek oldalméretei 280 x 170 x 125 mm, a legpontosabb giroszkóp hullámterjedési

hossza 280 mm. A közlésekből kiderül, hogy a hasonló jellemzőkkel rendelkező giroszkópok a bombázó repülőgépek inerciális navigációs rendszereibe kerülnek beépítésre.

A lézergiroszkópra épülő inerciális navigációs rendszerek legfőbb előnyei a magasfokú megbízhatóságuk (a mozgó alkatrészek hiánya miatt) és a kis készletléti idejük. A külföldi szakemberek véleménye alapján azonban a lézergiroszkópokra épülő inerciális navigációs eszközöknek egy sor hiányosságuk is van. Ezek közé sorolható a kis szögsebességekkor fellépő érzéketlenségi zóna, nagyteljesítményű számítógép szükséges az üzemeltetésükhöz, továbbá az aránylag alacsony pontosságuk a hagyományos giroszkópokkal szemben.

A tükrökkel szembeni nagyon magas követelmények ugyancsak hátrányként jelentkeznek. Nagyszériás előállítás is eléggé költséges.

Az inerciális navigációs rendszerek általában a következő részekeségekből állnak:

- három darab gyűrűs lézergiroszkóp;
- három akcelerométer, amelyek a térben 10^0 -os eltéréssel orientációjuk;
- kis számítógép;
- tápegység;
- kezelőszervek indikátorra.

Az USA-ban a lézergiroszkópok létrehozásával alapvetően három cég, a "Honiwell", a "Litton" és a "Zinger" foglalkozik

A "Honiwell" cég által gyártott H-423 elnevezésű rendszert az F-20-as vadászgépre építették be. Ezenkívül készülnek inerciális navigációs rendszerek az AV-8B és az F-15 típusú vadászgépekre is.

A "Litton" cég által kidolgozott LTN-90 és LTN 92 típusú inerciális navigációs rendszerek a polgári repülés gépeire kerülnek. Hasonló rendszereket dolgoztak ki az F-14-re és az A-6E repülőgépekre is. Ugyancsak ennek a cégnek vannak megrendelése a új F-15E típusú vadászgép inerciális navigációs berendezéseinek legyártására és a C-130 szállító gépek ilyen típusú berendezésekkel történő ellátására.

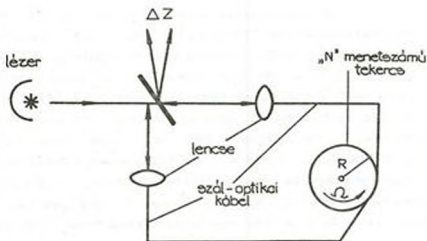
A külföldi sajtó megállapítása alapján a már létező lézergiroszkópos inerciális navigációs rendszerek előnye a magasfokú megbízhatóság és a viszonylag nagy pontosságú helymeghatározás (1,8 km hiba, 1 óra repülés alatt). Továbbá tudnivaló, hogy hasonló rendszerű inerciális navigációs rendszerek kerülnek kifejlesztésre az interkontinentális ballisztikus rakéták, valamint a robotrepülőgépek számára is. Ugyancsak ismeretes, hogy egyes amerikai cégek kutatásait a lézeres inerciális navigációs rendszerek új nemzedékének fejlesztésére összpontosítják, amelyek nagyobb pontosságot biztosítanak a helymeghatározáskor. A "Trilog" elnevezésű új berendezések könnyebbek, kisebb méretűek lesznek.

A gyűrűs lézerekre épülő inerciális navigációs rendszerek kifejlesztésében az USA-n kívül részt vesz Nagy-Británia, Franciaország, NSZK, Olaszország és Kanada. Így az angol "Ferranti" és a "British Aerocnac" megrendeléseket kapott. Lézeres inerciális navigációs rendszer kifejlesztésére az új EH-101 típusú harci helikopterekhez, valamint Tornado harci gépekhez. Feltételezhetően a giroszkópok oldalai 300-400 mm hosszúak lesznek, megbízhatóságuk meghaladja a 3000 óra/meghibásodás-t. Az említett cégek egy négytűkrős rezonátorral ellátott lézert kívánnak sorozatgyártásra bocsájtani, illetve 1990-től egy háromtűkrős rezonátort hoztak létre.

A francia "Szfena" cég szándéka, hogy az euro- vadász francia változatát az ő általuk gyártott lézergiroszkóppal szereljék fel. Ennél a fénysugár út hossza 330 mm. Ugyancsak ez a cég kötött szerződést az új európai rakétahordozó számára gyártandó lézergiroszkóp megtervezésére is, amely 120 mm-es átmérővel rendelkezne.

Jelenleg aktív optikai tervezési munkák folynak külföldön, az új optikai vezetők szálakon alapuló inerciális navigációs rendszerek létrehozására. Az ilyen giroszkóp működési elve megegyezik a gyűrűs rezonátáros lézergiroszkóppal (2. ábra).

Alapvető eltérés a kettő között az, hogy az optikai vezetők szálból kialakított kontúr passzív elem, mivel a sugárzás forrása nem benne található és az információ az elfordulásról nem a sugarak útjának hosszában jelenik meg, hanem a sugarak fáziskülönbsége által. Ez a fáziseltolódás figyelhető meg a gyűrűs interferencia mérőben, amelyben az egyforrásból származó két sugárnyaláb egymással szemben halad ugyanazon zárt körben és interferálnak.



2. ábra

A fentiekben leírt szerkezet forgása közben a képernyőn megfigyelhető, az interferencia-sávok elmozdulnak egy bizonyos távolságra. Ez annak következménye, hogy az egyik sugár a forgás irányába terjed, míg a másik azzal szemben, így a sugarak fázisa változik, ami az interferencia-sávok elmozdulását eredményezi.

Amennyiben az interferálás előtt n alkalommal halad végig az optikai vezetősávból kialakított kontúrban, akkor az interferencia-sáv eltolódása is n -szeresére nő, ami nagyon fontos kisszögsebességű elfordulások esetén. Ebből adódóan az optikai vezetősávas kontúrok alkalmazása a gyűrűs interferencia-mérőkben jelentősen leegyszerűsíti a kalibrálást és megnöveli az érzékenységet, kisebb sebességű elfordulások esetén.

A külföldi sajtó cikkei alapján jelenleg az USA-n kívül a NATO más tagországai is létrehozta már kísérleti példákat a fentebb említett optikai vezetősávas lézergiroszkópokból. Alapvető előnye a giroszkópoknak a gyűrűs rezonátoros lézergiroszkópokkal szemben a kisebb tömeg és térfogat, valamint, hogy nincs szükség igen pontos megmunkálásra (nincsenek tükrök!). További kedvező sajátosságuk, hogy nincs érzéketlenségi zónájuk kis szögelfordulásakor, így könnyebb a tömeges előállításuk is.

Az USA-ban a "Martin-Marietta" cég kifejlesztett egy három szabadságfokú giroszkópot, amelynek méretei 254 x 254 x 254 mm.

Az NSZK-ban is elkészült egy olyan kísérleti giroszkóp, amelyben az optikai vezetősál hossza 1000 m. Az angliai "Britis-aerocnec" cég kifejlesztett egy optikai vezetősávas giroszkópot, irányított rakéták számára. A cég szakemberei a giroszkóp mellett foglalnak állást - annak ellenére,

hogy pontossága kisebb mint a gyűrűrezonátorosé -mivel elő-
állításuk sokkal olcsóbb és az indítás után azonnal működésbe
lép. E giroszkóp alapját egy 300 m hosszú felcsévélt optikai
vezetősál képezi.

Az USA-ban kísérletek folytatódnak az inerciális és a
műholdas navigációs eszközök együttes alkalmazására. Felte-
hetően az ilyen komplex optikai vezetősálas giroszkópra
épülő komplex rendszer a '90-es évek elejére kerül kifej-
lesztésre.

A TESTNEVELÉSI KIKÉPZÉS RENDSZERE ES A TELJESÍTMÉNY-
STRUKTÚRA KAPCSOLATA

A repülőtechnika fejlődésének eredményeképpen a pilóták fiziológiai, pszichofiziológiai és fizikai megterhelése egyre nagyobb. Egyre bonyolultabb a korszerű repülőtechnikát kiszolgáló, üzemeltetni. Ennek következményeképpen előtérbe kerül az emberi tényező. A pilóta-repülőgép rendszer gregre pontjává az ember válik. A repülésesemények 50-60 %-át a pilóta hibás tevékenysége, cselekvéssorozata okozza.

A terhelések növekedésének megfelelően, nő a követelmény a pilóták fizikai felkészítésével, a felkészítés rendszerével szemben.

Mi legyen a rendszerrel szemben támasztott követelmény alapja? Milyen úton fejlesszük tovább?

Egyik megközelítésben az alap lehet maga az érvényben lévő rendszer, a maga pedagógiai gyakorlatának, alapfogólatáinak további tudományos igényű elemzése, alátámasztása, a rendszer egészében, vagy elemeiben külön-külön.

Az elmúlt időszakban példa erre a testnevelési foglalkozások hatékonyságának fokozása (csoportos) komplex keretek között, a kollektív katonai hatpróbbával, vagy a reggeli torna tartalmának változtatásai.

A másik megközelítésben a képzés végtermékének a modellje kell, hogy meghatározza a rendszert. Ez tűnik jelenleg a progresszívebb változatnak, hiszen a jövő minőségi tiszt-ideálja már kialakult és ez alapján kidolgozható a testnevelés képzési rendszere. E megközelítés megoldási a

gyakorlatot, a jelenlegi valóságot, de jobban megfelel a tudomány átalakító funkciójának.

A cél tehát olyan, fizikailag is jól felkészült tisztek nevelése, akik szolgálati tevékenységükben magasabb szintű teljesítményre képesek.

Ahhoz, hogy hatékony testnevelési kiképzési rendszer legyen kidolgozható, fel kell tárni a tevékenység jellegét, összetevőit, szerkezetét.

Ennek meghatározásánál abból célszerű kiindulni, hogy minden tevékenység felfogható teljesítményként. Ez egzaktan a pilóták esetében még nincs meghatározva, azonban bizonyos összetevők már különböző módszerekkel mérhetőek. Így a teljesítmény-összetevők közül az alkati, az élettani jellemzők objektív mérési eljárásokkal regisztrálhatóak. A teljesítmény szempontjából lényeges motorikus összetevők - azaz a kondicionális képességek - is viszonylag pontosan mérhetőek, bár ezek összefüggései még nem teljesen feltártak. A kondicionális képességek szintjéből következtethetünk a teljesítmény előfeltételére, az edzettségre, azaz a szervezet terheléssel kiváltott adaptációs képességére.

A kondicionális képességek mérésére két lehetőség közül lehet választani:

- a kondicionális képesség bázisát adó szerv, illetve szervrendszer működési színvonala;
- a kondicionális képességek motorikus megnyilvánulása.

A teljesítmény negyedik pszichikai összetevője különböző jellemzők alapján mérhető. Így mód van a pszichés tevékenység és személyiség vizsgálatára.

A teljesítmény tehát egy komplex állapot, amely a testnevelés területén a teljesítményt befolyásoló tulajdonságok és kondicionális képességek funkcionális szintje alapján közzelíthető meg.

A teljesítmény mögött meghúzódó edzettség meghatározásánál igen fontos az általános és speciális edzettség helyes arányának megteremtése.

Eddigi ismereteink szerint az általános állapot optimális szintjének elérése, illetve ennek további fejlesztése nem javítja a speciális edzettséget. A speciális edzettség bizonyos képességek magasabb szintjét, vagyis a teljesítményt meghatározóknál maximumot, a többiekéé viszont csak optimálisat tételez fel. Ez azért lényeges, mert a testnevelési rendszer mozgásanyagából ki kell szűrni azokat, amelyek a teljesítményben nem, vagy csak kevésbé realizálódnak. Az alapképességeket csak a szükséges szintig célszerű fejleszteni, a teljesítményt meghatározó képességeknél viszont törekedni kell a maximum elérésére.

A korszerű értelmezés szerint, tehát az edzettségi állapotot nemcsak az egyes komponensek színvonala határozza meg, hanem összetevők közötti viszony, azaz a tulajdonságok struktúrája. Az állapotváltozás mögött tehát struktúra változást is fel kell tételezni.

A testnevelési kiképzés rendszerét a teljesítményelvárás kell, hogy meghatározza. Ennek előfeltétele a teljesítmény struktúrájának feltárása, valamint pontos mérése.

A teljesítményelvárás jellemzőinek kell megvalósulnia a rendszer elemeiben és a kiválasztásban is. A rendszer elemét úgy szükséges a cél elérésének érdekében állítani, hogy a várható teljesítmény szempontjából az állapotváltozás pozitív legyen.

Jaksa Tibor százados

AZ EGÉSZSÉGES ÉLETMÓDRA NEVELES AKTUÁLIS
PEDAGÓGIAI FELADATAI

Az egészségnevelés fogalmával, majd ezen belül az egészséges életmóddal többen foglalkoztak. Van aki szociológiai, van aki biológiai és pszichológiai oldalról közelíti meg a témát. Dr. Kormos Sándor szerint például olyan szükséges higiénés ismeretek és jártasságok, amelyek célja a külső környezet egészségi feltételeinek megjavítása, és az egyes emberek, valamint a közösség egészségének védelme.

Az egészséges életmód olyan szoktatási módszerrel kialakított életforma, amelynek mozgatórugója az egyén belső indítatásából fakad. Az indítérendszer lehet külső és belső kényszer alapján kialakult motívumok összessége. Ezek a motívumok adnak az egyénben indítást arra, hogy saját életmódját tudatosan alakítsa, vezesse.

A címben megjelölt témát két oldalról kívánom megközelíteni:

- a stressz-elmélet oldaláról, majd ezekhez kapcsolódóan;
- az egyensúly-elv szerint, vagyis a homeosztázis szerepét vizsgálva.

Az utóbbi időben rendkívüli módon felgyorsult az élet, aki nem tud lépést tartani az lemarad, aki lépést tart az állandó negatív stresszhatás alatt áll, aminek egyik legismertebb egészségügyi következménye a szívinfarktus.

Mi is a stressz?

Selye János megfogalmazása szerint a szervezet nem specifikus válasza mindenfajta igénybevételre, nem más mint mindenfajta inger közös következménye.

A stresszt a stresszorok váltják ki, amelyek alatt a stresszt előidéző tényezőket értjük. Legfőbb szerepük a kellemetlen vagy fenyegető élethelyzetekben fellépő érzelmi, vagy riasztó reakciókkal kapcsolatos élettani rendszerek mozgósítása.

A stressz nem olyan jelenség, amit el kell (lehet) kerülni. Szerencsére azonban megfelelő módszerekkel hatékonyan kompenzálható.

Selye, mint betegséget fogalmazta meg az alkalmazkodó képesség hiányát és GAS-nak (Generális Adaptációs Szindróma) nevezte el. Ez annyit jelent, hogy az emberi szervezet a Szindróma szakaszaiban élettani szinten reagál. Ezek az:

- alarm (riasztó) reakció;
- ellenállási;
- kimerülési

szakaszok.

A stressz kialakulásának élettani útja: stresszor → hypothalamus → agyalapi mirigy → mellékvese ACTH → autonóm idegrendszer. A szervezet rendellenes működése esetén ez pl. gyomorfekély, szívinfarktus kialakulásához vezethet.

Az emberi szervezet saját védekező mechanizmusa belső egyensúlyt tart fenn. Ezt homeosztázisnak nevezzük. A megbomlott egyensúly külső beavatkozással (pl. sportmozgások

kompenzáló mechanizmusaival) is visszaállítható. Ez utóbbi a heterosztaízis.

A mindennapi életben a stresszorok kialakulása elkerülhetetlen, ezért olyan lényeges a kompenzáció. Ennek lehetséges módzatai közül számomra legelfogadhatóbbnak az önzetlen önzés tűnik, mivel ez megnyugtató együttműködést eredményez a versengő emberek között.

A legkedvezőbb stressz-szint kialakításánál figyelembe vehető, hogy a jóakarát nem okoz distresszt! Ezek a pszichés hatások, vagy viselkedési formák mindenkor meghatározott feltételes reflexekkel társulnak és hatással vannak a pozitív viselkedési formára.

A legkárosabb stressz a gyűlölet és a bosszúvágy, de gyötrő hatású lehet a csalódás és a kudarc is. Valamennyi ellentétes vektorú stresszel közömbösíthető.

Végsősoron elmondható, hogy a stressz az élet sava-borsá. Ez annyit jelent, hogy mindenfajta tevékenység - még az alvás is - stresszel jár, hiszen stresszmentes állapot csak a halál. Ezért mondja Selye:

"Harcoldj mindig, ha a cél nemes, de ne állj ellen ha nem érdemes. Ha kudarc ér, mindig egy korábbi sikerre gondold, ez segíteni fog a kudarc leküzdésén. Ha olyan akadály kerül eléd, ami célod eléréséhez kikerülhetetlen, a lehető leghamarabb küzd le".

A SCIENTIFIC AMERICAN 86/6-os számában "A születés stressze" címmel jelent meg egy cikk, amely arról ír, hogy az újszülött szervezete nagymennyiségű stressz-hormonokat termel, amíg kijut a szülőcsatornán. Ezáltal azonnali

készenléti állapotba helyezi önmagát a külvilág hatásainak kompenzálására.

Nardzimov a "Stressz és immunitás sportolóknál" c. cikkében arról ír, hogy a sportnak is lehet negatív stresszhatása. (pl.: krónikus stresszhatás körülményei között az immunitás változásai az általános adaptációs stressz szindrómát a kimerülési szakaszba juttatják. Ez az adaptáció megszűnését tanúsítja és fokozza a sportoló megbetegedésének kockázatát.) Ebből adódóan a sportolást mint regeneráló hatású stresszt jól kell tervezni és optimális terhelési szintet kell elérni.

A másik oldal, amelyet már érintettem az az ún. "egyensúlyi elv", amelyet Kenneth H. Cooper fogalmazott meg. Szerinte az emberi test olyan része a világegyetemnek, amelynek elvileg tökéletes egyensúlyban kell lenni (Astrológiai tanulmányok). Ezért szervezetünknek éppen adott mennyiségű testgyakorlásra van szüksége, sem többre sem kevesebbre. Ha valaki bármelyik irányba túlzottan elmozdul (túl keveset vagy túl sokat sportol, eszik, alszik), akkor fizikai és pszichikai egyensúlya kibillen.

Amennyiben az egyensúly tökéletes, úgy kialakul az, amit Cooper tökéletes közérzetnek nevezett el.

Cooper létrehozott egy Aerobik Centert, amely nem hasonlít a mi aerobik klubjainkhoz. Ő részletes orvosi vizsgálatokkal pontosan meghatározta, hogy a nála jelentkező mennyit sportoljon, mennyit egyen, aludjon, illetve egyáltalán hogyan éljen.

Nagyszámú kísérleteket végzett, ahol standardként közölte pl. a 12 perces futóteljesítmény edzettségi faktorait, nagyon gyenge, gyenge, elfogadható, jó, kitűnő és extra szinteket meghatározva.

A rendszeres edzés hatására kialakult tökéletes közérzet fő jellemzőit Ő így értékeli:

- nagyobb egyéni energia;
- több élvezhető és aktív szabadidő;
- az otthon előforduló és a munkával kapcsolatos stressz-helyzetek kezelésének fokozottabb képessége;
- kevesebb depresszió, hipocondria és konkrét ok nélküli aggodalmaskodás;
- csökkenő testi panaszok;
- jobb emésztés és ritkább székrekedés;
- nagyobb önbecsülés és önbizalom;
- vonzóbb, karcsúbb alak, beleértve a testsúly hatékonyabb szabályozhatóságát;
- erősebb csontrendszer;
- az öregedési folyamat lassítása;
- könnyebb terhesség és szülés;
- nyugodtabb, mélyebb alvás;
- fokozottabb koncentrációképesség munkavégzés közben, valamint nagyobb kitartás a napi feladatok megoldásában;
- ritkább fájások, fájdalmak, beleértve a fej- és hátfájdalmakat is.

Es hogy mindez hogyan érhető el, erre ad programot Kenneth H. Cooper.

Nálunk, Magyarországon is egyre többet foglalkozunk (és foglalkoznunk is kell!) az egészséges életmóddal. Ennek fő területei: a szabadidő, a testi és pszichikai regenerálódás és a rekreáció. Fontosságát az is hangsúlyozza, hogy művelésére önálló tanszék alakult a Testnevelési Egyetemen, illetve a megalakult OTHS vezető helyettese is (Jakabházi dr.) az iskolai testnevelés és rekreáció kutatását, fejlesztését kapta fő feladatként.

Mi is a rekreáció?

A szabad időben pihenési céllal kezdeményezett kulturális, menthalyis, sport-camping jellegű mozgalom, amely nem mindenekelőtt kimerítő maximum eredmények elérésére van beállítva, hanem feloldást, örömet, élvezetet okoz.

Ezen belül a fizikai-rekreáción a szabadidős sporttal történő eltöltését értjük, az előbbi elvek alapján. E fogalomnak egyéb szinonimáival is találkozhatunk, így: "fizikai kultúra", "tevékeny pihenés", "sportolás", "tömegsport", "fizikai aktivitás", "rekreációs sportok", "nem kvalifikált sport", "testnevelés".

A reakció hatását tekintve a cooper-i tökéletes környezetet hivatott biztosítani.

A rekreációra nevelés legfőbb nehézségei nálunk is az oktatás-centrikus iskolában keresendők. Ennek hátrányait nemzedékek hordozzák, növelve ezzel az egész társadalom gondjait a termelés, beilleszkedés és a továbbtanulás területén. A fizikai rekreáció tartósságára, az egészség és a kondíció gondozására is felkészítő nevelő - iskola még csak kísérleti stádiumban létezik.

A tanulók szubjektív helyzetét a sporttevékenységhez nem egyes intézkedések, hanem a nevelés, mint egész befolyásolja. Csak az eszközök és a módszerek célszerű pedagógiai felhasználású befolyásolhatja, egy öröm-teljesítmény hangsúlyos tanításban a gondolkodást és a cselekvést.

A cél a tanulók, illetve a hallgatók pozitív beállítódása. Ez azonban úgy gondolom nemcsak a testnevelőtanár, hanem minden a nevelésben résztvevő pedagógus feladata is.

A tanulókra egyrészt mindig a feltételek rendszere hat, másrésztől azonban szükséges, hogy az egységes folyamatban ismételten olyan kiemelt hatótényezőket derítsünk fel, amelyek az oktatásra, mint egészre különösen meghatározó jelentőségűek. Állandóan azt kell keresni, hol vannak igazi tartalékok az oktatás javítására. Kétségtelenül ehhez tartozik az eszközök és módszerek jobb pedagógiai felhasználása, a tematika minden anyagrészével való tudatos foglalkozás.

A testnevelés tudatos és útmutató jellege a sporttevékenységnek a testkultúra és sport hasznáira vonatkozó társadalmi értéképpzeten alapul, ismeretekben és belátásokon keresztül kell a hallgatók tudatában visszatükröztödni.

Csak az emocionális és racionális tényezőknek a tevékenységben való együttműködése vezet pedagógiai hatáshoz. Ennek során figyelembe kell venni, hogy:

- ifjúságunk a sportban nem hosszúlélegzetű kioktatást kíván, hanem sokrétű mozgástevékenység élvezetéhez akar jutni;

- az önálló sporttevékenységre való képessé tétel a modern kommunikációs eszközöket alkalmazó indirekt pedagógiai vezetés (Euro sport) élmény-hatás, valamint a fiatalok sport-érdeklődésének fejlődését követeli meg;

- az önálló sporttevékenységet célzó pedagógiai vezetésnek a fiatalság magasabb tudását számításba kell venni.

A felsorolt szempontoknak megfelelően a testnevelő számára a legfontosabb feladatok:

- fokozni a hatást minden hallgatói sporttevékenységre való pozitív alapbeállítottság érdekében. Ez nemcsak testnevelőtanári feladat, hanem összpédagógiai érdek is;

- a gyakorlás, játék- és versenytévékenység tartalmát erősebben, didaktikai szempontok szerint kell alakítani a fiatalság szabadidő-sportja népszerű formáinak alkalmazásával;

- a modern kommunikációs eszközök révén (indirekt pedagógiai vezetéssel) a fiatalokat inspirálni kell szabad időben végzett sporttévékenységre.

A másik lényeges nevelési terület a káros szenvedélyek elleni együttes fellépés.

Megfelelő propaganda-munkával a hallgatók körében visszaszorítható a dohányzás, túlzott alkohol-fogyasztás, helytelen étkezési szokások, rossz alvási és tanulási szokások. Jól megválasztott pedagógiai ráhatással ezek a rossz szokások orvosolhatók (Hozzájárulhatnak ehhez olyan látszólag jelentéktelen elemek is, mint pl. szünetben ablaknyitás, óráközti testmozgás stb.).

A rekreáció másik területe a menthálvs tréning, olyan autogén tréning, amely során a különböző hypnotikus önszuggesztiós gyakorlatok gyors regenerálódásra adnak lehetőséget. Ezek a mai ember számára még többnyire idegenek. (pl.: José Silva: Agykontroll című könyvében egy ilyen céllal is felhasználható tréninget javasol). E tévékenység is a sport-rekreációval együtt lehet igazán hasznos, hiszen az egyik nem zárja ki a másikat.

Úgy gondolom, hogy továbbra is a tanár személyisége lesz a döntő abban, hogy mind több hallgató átrendezze életét és gondot fordítson saját fittségére, egészségére és jó közérzete kialakítására.

Sándor Endre
tanszékvezető főiskolai docens

KATONAI FŐISKOLÁK BOLYAI JÁNOS
MATEMATIKAI TANULMÁNYI VERSENYE

Az 1977-es év tavaszán - az akkori Killián György Repülő Műszaki Főiskola - a három katonai főiskola tehetséges hallgatói részére matematikai tanulmányi versenyt hirdetett.

A versenyfelhívásban célkitűzésként az alábbiak fogalmazódtak meg:

- a műszaki tárgyak alapozásául szolgáló matematikai ismeretek további mélyítése; ismeretek önálló alkalmazására nevelés;
- a problémamegoldó készség, a logikus gondolkodás erőteljes fejlesztése;
- segítse elő a műszaki főiskolák országos matematika versenyére való felkészülést.

A társfőiskolák örömmel tettek eleget a "kihívásnak", így a nemes vetélkedőre azóta minden évben sor kerül, évenkénti váltásokkal mindig más főiskolán.

A versenyeken egyéni és csapatteljesítmény értékelésére kerül sor. A csapatverseny megnyerésére a Killián György Repülő Műszaki Főiskola egy vándorserleget, a BOLYAI KUPAT ajánlotta fel, melynek végleges elnyeréséhez háromszori csapatgyőzelem volt szükséges.

Az 1977-ben először megrendezett versenyen az akkori Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskola csapata nyert, így egy évig a kupa őrzője lett.

1978, 1979, 1980. a Killián György Repülő Műszaki Főiskola csapatának győzelmét hozta, így az első ízben alapított vándorserleget a szolnoki főiskola véglegesen elnyerte.

Az 1981-es évben a Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskola mint rendező, új serleget alapított, melyet a szolnoki csapat győzelmével véglegesen elnyert.

1982-ben a Kossuth Lajos Katonai Főiskola alapított egy új vándorserleget, melynek végleges elnyeréséhez öt egymás utáni évben megszerzett csapatgyőzelmet jelölt meg feltételként.

E vándorserleg (továbbra is Bolyai Kupa) védői:

1982.	KGyRMF.	Szolnok
1983.	ZMKMF.	Budapest
1984.	ZMKMF.	Budapest
1985.	ZMKMF.	Budapest
1986.	ZMKMF.	Budapest
1987.	KGyRMF.	Szolnok
1988.	ZMKMF.	Budapest
1989.	KGyRMF.	Szolnok
1990.	KGyRMF.	Szolnok
1991.	KGyRMF.	Szolnok

Ez évben március 12-13-án a Bolyai Verseny Szolnokon került megrendezésre. A verseny eredményei:

Egyéni verseny:

1. helyezett:	Mazaga Tibor	SzRTF.
2. helyezett:	Sturm Zoltán	SzRTF.
3. helyezett:	Farkas Adám	BJKMF.

Csapatverseny:

1. helyezett:

Szolnoki Repülőtisztí Főiskola
csapata

2. helyezett:

Bolyai János Katonai Műszaki Főiskola
csapata

3. helyezett:

Kossuth Lajos Katonai Főiskola
csapata

Miközben a versenyzők dolgozataikat írták a három főiskola matematika - fizika - számítástechnika oktatói tantervi, oktatás-metodikai problémákat beszéltek meg, illetve megismerkedtek egymás munkájával.

Félegyházi Török Imre őrnagy

A SZOLNOKI REPÜLŐTISZTI FŐISKOLA
CSAPATZÁSZLÓINAK TÖRTÉNETE
1949 - 1991.

*"Szabadsgharcos és honvéd
elődeink példáját követve
zászlóinkat, csapatainkat,
bajtársaimat el nem hagyom"*

(Részlet a Katonai Esküből)

A Magyar Honvédség nemzeti jellegének erősítése jegyében az elmúlt években különböző kezdeményezések történtek. Ezek közé sorolható az alakulatok, intézetek új elnevezése, illetve új csapatzászlók adományozása.

E folyamat részeként 1991. március 15-én főiskolánk is a Szolnoki Repülő Műszaki Főiskola nevet vette fel. (Ami nem sokára, 1991. november 05-én Szolnoki RepülőTiszti Főiskola névre módosult!) A város nevéhez való kötődés híven kifejezi azt a történelmi kapcsolatot, amely az iskolánkat - jogelődein keresztül - Szolnokhoz köti.

A Magyar Honvédség Napján, 1991. szeptember 28-án a legnagyobb katonai Ünnepen került sor főiskolánk új csapatzászlójának átadására. Ezen alkalom módot adott arra, hogy áttekintsük a jelentős múlttal rendelkező oktatási intézményünk történetét a csapatzászlóink tükrében.

RÖVID ZASZLÓTÖRTÉNET

A katonai zászlók története két nagy korszakra osztható. Egyik az állandó hadseregek felállításá előtti, amikor a zászlóhasználat mikéntjét, illetve magukat a zászlókat még

semmiféle rendelet nem szabályozta. Az egyes országok címerei és zászlói ekkor még többnyire megegyeztek az uralkodók címereivel és zászlóival.

A következő a szabványosított zászlók kora, amelyekben az állandó hadseregek pontos és részletekbe menő regulamentumok által vezérelve masiroztak. E szabályozások zászlóikra is kiterjedtek.

A Habsburg birodalom területén az első zászlórendeletek az 1740-es években készültek. Az ebben foglaltak a XIX. századra olyannyira stabilizálódtak, hogy a monarchia széteséséig jelrendszerük azonos maradt, mindössze a mindenkor politikai helyzet kívánalmainak megfelelően a címer módosult.

A császári - királyi, majd a dualizmussal a császári és királyi zászlók eredete a XVII. századig nyúlik vissza. Ekkor jelenik meg az ún. főzászló (Leibfahne), melyre a holdszarlón álló Szűz Mária, Madonna Immaculata képét festik. A zászlók fehér selyemből készültek, széleiket fekete - arany - vörös - ezüst lánghelyek szegélyezték. Ez volt a Habsburg haderő zászlóinak egyik legjellemzőbb vonása, ami azután a magyar zászlóhasználatban is elterjedt. E zászlók alatt felsorakozott katonaság nemzetiségét nem lehetett megállapítani, hisz a magyar címer is csak része volt a birodalmi címernek. E tény alapvető sérelemnek tűnt a korabeli magyarság szemében, így érthető, hogy 1848-ban a független magyar haderő megleteremtésekor, illetve a kiegyezéssel létrejött Magyar Királyi Honvédség esetében a zászlókon is igyekeztek hangsúlyozni a hadsereg magyar voltát.

A forradalom után a magyar országgyűlés törvénybe iktatta az ország címerének és a nemzeti színeknek "ősi jogai-ba" történő visszaállítását. Ezt követően viharos gyorsasággal jelentek meg a nemzetőrség és a honvédség zászlóin a ma-

gyarság jelképei, bár ezek még külsőségeikben és tartalmi jegyeikben alig különböztek a császári és királyi "főzászlóktól".

Az e korban használatos honvéd zászlók két darab, általában fekvő, téglalap alakú, mintázatában selyemripsz-lapból voltak összevarrva. A lobogórészben körben, vagy a három szabad szélükön hét egyenlőszáru festett vörös, illetve zöld háromszög futott, melyeket ezüst és nemzeti színű paszománnyal rögzítettek. Az előlapján barna színű, ovális akantuszevelekből kialakított rokokó izlésű keretben, égkék háttér előtt Magyarország cimere, jobbra és balra kihajló tölgy, illetve babér ágak voltak láthatóak. A cimerpajzs fölött a lebegő magyar korona első részéből kétoldalra hullámzó, arány rojttal díszített nemzeti szalag futott ki. A zászló hátlapjára ugyancsak barna keretben a trónoló Mária a gyermek Jézussal festődött. E zászlók rúdját nemzeti színekkel spirálisan festették, lándzsacsúcsra az ország címerét vésték. Az alakulat számát és nevét, az adományozót a zászlószalagon tüntették fel.

Az 1867-es kiegyezés után felállított Magyar Királyi Honvédség zászlóira vonatkozóan az 1868. évi 41. törvénycikk így rendelkezett: "a zászló alapszíne fehér, az ország színeit és a magyar állam címerét viseli, körben lángnyelvekkel, "IFJ" névjeggyel (I. Ferenc József).

A zászlóaljakra szervezett honvéd gyalogság csapatzászlóit a - törvénycikk előírásainak megfelelően - fehér selyemből készítették, piros-fehér-zöld lángnyelvekkel szegélyezték. Előlapján a magyar királyi közép-címer volt látható, ívelt pajzsán két lebegő angyallal, fölülte a lebegő Szent Koronával. Hátlapján a hagyományos Mária - ábrázolás helyett a királyi névjelét helyezték el.

A király névjelét és a cimert a vörösre festett zászlórúd végén lévő, levél alakú zászlócsúcsba is bevészték.

A fehér, cimeres, madonnás zászlónak a XIX. századra kialakult hagyománya magyar zászlóként rögződött, és egészen a II. világháború végéig élt.

AZ ISKOLA ELSŐ SZIMBÓLUMA

1945 és 1949 között a honvédség alakulatai részére nem rendszeresítették csapatzászlót. A különböző adományozó testületek saját belátásuk alapján készítették el a lobogókat. Ezek számos vonatkozásban egyöntetűek voltak, általában téglalap alakúak, közel azonos, 120 x 140 cm-es méretben készültek és természetesen a Magyar Köztársaság címerével, az ún. Kossuth-címerrel díszítették. Eltérően a korábbi évek csapatzászlóitól, általában az alakulat nevét és különböző jelmondatokat hímiztek fel a zászlóalapra. Ebből adódóan sok egyedi készítésű csapatzászló jelentette a különböző alakulatok számára azt a szimbólumot, amely funkcióját, szerepét tekintve a katonai becsület, a hősiesség és a dicsőség jelképét testesíti meg. Kifejezi a csapatok tagjai összetartozását, a haza védelme iránti feltétlen elkötelezettség érzését. Ezért is rögzíti mindmáig a katonai eskü szövege, hogy "zászlóinkat, csapatainkat, bajtársaimat el nem hagyom".

Az első csapatzászlót 1949. március 06-án Szolnok város adományozta intézményünknek, a nemsokkal később felállításra kerülő Kilián György Repülő Hajózó Tiszti Iskola magvát képező 1. Honvéd Repülő Kiképző Osztálynak. Atadására az 1848-49-es forradalom és szabadságharc győzedelmes, szolnoki csatájának századik évfordulóján került sor, a Kossuth-téren. Az Ünepségi szónoka az ekkortájt megalakuló magyar légierő szemléltője (parancsnoka), Zalka András mérnök ezredes volt, de megjelentek a honvédelmi miniszter képviselői, valamint a megye, a város párt- és közigazgatási vezetői is.

A csapatzászló dupla, fehér brokátselyemből készült, körbe 15 cm-es nemzeti színű lángnyelvekkel pártázva. Egyik felén az 1848-as Kossuth-cimer volt látható az 1849-1949-es évszámok között. Felső részén arannyal: SZOLNOK SZERVEZETT DOLGOZÓI, alul pedig az 1. HONVED REPÜLŐ KIKEPZŐ OSZTÁLYÁNAK felirat volt kihimezve. A zászló tülk felén az arany Kossuth-cimeres hajózó (repülőgépezetű) jelvény, felette: SZÁRNYALJATOK A MAGASBA, alul pedig: HARCOLJATOK A SZOCIALISTA GYŐZELEMERT felirat volt kivarrva.

Mint az a leírásból is kiderül, az iskola első csapatzászlója híven követte az 1848-as hagyományt. Ugyanakkor már érzékeltette a változásokat az a tény, hogy 1950-ben a Kossuth-cimer helyére az akkori népköztársasági cimert varrták rá.

CSAPATZASZLÓK, AZONOS TARTALOMMAL ES FORMÁBAN

A társadalmi-politikai változásokat tükrözte az első csapatzászlón végrehajtott cimercsere is, amely során 1951. április 15-én új szimbólumot kapott az intézmény. A csepeli Rákosi Művek által adományozott zászló már teljes mértékben tükrözte az új hatalom jelképeit. Vörös selyemből készült, így markánsan eltért a korábbiától. A négy szélén zöld-fehér háromszögekből álló pártázat, a három szabad szélén vörös zsinórszegély, két szabad sarkán pedig vörös bojt volt. Mindkét oldalát az 1949-1957 között használatos népköztársasági cimer díszítette. Mérete 120 x 140 cm volt. E szimbólum az iskola 1956-os felszámolásáig töltötte be szerepét.

A Killián György Repülőtisztai Iskola az 1961-es újjászervezését követően új csapatzászlót kapott. Az adományozó - az ekkor már a tekintélyes helyi nagyüzem - a Szolnoki Tiszamenti Vegyiművek dolgozó kollektívája volt.

A zászlót 1961. november 18-án Unnepélyes keretek között Bán László igazgató adta át Brassói Tivadar Őrnagynak, az iskola parancsnokának. A zászló elődjével azonos színtű és méretű volt, de már a későbbi, az 1957 után használatos népköztársasági címer díszítette.

Ezzel kezdetét vette az iskola állománya és a vegyiművek dolgozói közötti több évtizedes kapcsolat, amit a TVM nem sajátította ki magának, hanem törekedett az együttműködést a város képviselőjében ápolni és fejleszteni. Talán ennek is tudható be, hogy 1984. november 02-án a Magyar Néphadseregben elrendelt csapatzászló-csere során újra a TVM lett az adományozó.

Az ekkor már főiskolaként működő tanintézet részéről Zsemberi István mérnök ezredes, főiskolaparancsnok vette át az új szimbólumot Szikszai Ferenc igazgató helyettől. Bár a zászlócsere a néphadseregbeni egységesítés jelszavával történt, erre az iskolánkon fennállásunk 35. évfordulója jegyében került sor.

ÚJ SZIMBÓLUM, ÚJ TARTALOMMAL

1991. szeptember 28-án átadott csapatzászló színösszeállítás, formája és az adományozás módja is eltért a korábbiaktól, az elmúlt 40 év gyakorlatától.

A zászló alapszíne fehér, szélein nemzeti színű lángnyelv-pártázattal készült. Mindkét oldalát a tölgy- és babérágakkal övezett Magyar Köztársaság címere díszíti. Mérete 120 x 140 cm. A zászló szélén piros-fehér-zöld színőrszegély van, két szabad sarkán ugyancsak a nemzeti színekből álló bojt található. A zászlórúd vörös színű, markolatánál és az összezsavarásnál réz borítású. A zászlócsúcst díszes lándzsahegy alakú, benne mindkét oldalán domborított koronás középcímer látható.

A csapatzászlót egy sötétkék zászlószalag díszíti, melynek egyik ágán "A SZOLNOKI REPÜLŐ MŰSZAKI FŐISKOLÁNAK", míg a másikon "SZOLNOK ÖNKORMÁNYZATA 1991. SZEPTEMBER 29." és a pelikán - a város madarának stilizált aranyszínű himzése - látható.

Mint a leírásból is érzékelhető, ezen új szimbólum színösszeállítására, formájára az 1848-1849-es forradalom és szabadságharc, illetőleg az 1946-ban kikiáltott köztársaság csapatzászlójára emlékeztet, kifejezve ezzel is a mai honvédség - így a főiskola állományának - viszonyát a nemzeti, demokratikus hagyományainkhoz.

A csapatzászlót ünnepélyes keretek között - a honvédelmi miniszter engedélye alapján - Szolnok város önkormányzata nevében, Kónig László polgármester adta át a főiskola parancsnokának, Nagy Szilveszter mérnök ezredesnek. Ez az esemény is tovább mélyítheti a város és a tanintézet közötti kapcsolatot, mely immáron több, mint negyven éve az összetartozás szép példjaként létezik.

MÁSOK ÍRJÁK

Ribak, Borisz

AZ ANYAGI FEDEZET HIÁNYA ELLENÉRE IS
FOLYTATÓDIK A JAK-141 PROGRAM

A fordítás a Flight Internationale 1991.09.25. - 10.01.
száma 16. oldalán megjelent cikk alapján készült

Fordító: Kiss Lajos mk. százados

A rövid pályán, illetve függőlegesen fel- és leszálló JAK-141 "Freestyle" haditengerészeti vadászrepülőgép tervezési programja annak ellenére is folytatódik, hogy a Szovjetunió kormánya megvonta a tervezés anyagi fedezetét, - mondta Alekszander Dondukov, a Jakovlev tervezőiroda elnök-főkonstruktőre. (Flight International 28. August, P5).

"A JAK-141 program nem marad el. Ráadásul indiai, kínai és egyes nyugati országok megnyilatkozásai szerint várhatóan növekszik a JAK-141 fejlesztésében és gyártásában való együttműködési készségük, a tárgyalások folytatódnak" mondta.

Ennek bizonyos mértékig ellent mondanak a Szovjetunió Honvédelmi Minisztériumának lapjában, a Krasznoj Zvezdában közölték. Itt hivatkoznak a vezető berepülőpilótára, Andrej Sinitsin-re, aki azt állítja, a JAK-141 -es program elmarad a szovjet védelmi kiadások csökkentése miatt.

Sinitsin szerint: Természetesen voltak problémák a repülőgép kipróbálása során, hiszen mindez a peresztrojka hátterében, annak összevisszaságában történt. Az eredménynek megfelelően az új vadászrepülőgép fejlesztésének anyagi támogatása elmarad. Ennek ellenére két év alatt sikerült ko-

losszállis munkát végeznünk. Most azonban zsákutcába kerülünk anyagi támogatás nélkül. A tervezőiroda pedig nem illetékes a pénzügyi erőforrásokat az egyik programról a másikra átcsoportosítani.

Dondukov megerősítette, hogy a kormány anyagi támogatása bizonytalan. A tervezőiroda most keresi a kormány (magánbefektetők) anyagi támogatásának különböző lehetőségeit. Jakovlevék szűkös kapcsolatai az orosz kormánnyal inkább egy nyugati vagy keleti partner lehetőségét valószínűsítik. A JAK-141 a JAK-38 Forger-t váltaná fel a szovjet haditengerészeti légierőnél.



A JAK-141 kombinált menet-emelő hajtóműve - a JAK-Forger-éhoz hasonlóan - függőleges és vízszintes repülésnél egyaránt működik. A két RD emelő hajtómű egymás mögött, közvetlenül a vezetőfülke után helyezkedik el. Az R-79-es Tumanszkij típusú menet-emelő hajtómű utánégető tere, a szabályozható GSF-fel ellátott fúvócsővel egy blokkban van kialakítva. Az utóbbi függőleges irányba elfordítható.

A JAK-141 maximális sebessége $1.800 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, a szolgálati magassága több, mint 15.000 m. Több célú radarral, 30-mm-es gépgyúval, levegő-levegő, levegő-föld, valamint nem irányítható rakétákkal és bombákkal van felszerelve. Rövid

(STOL) felszálláskor a maximális felszálló tömege 19.500 kg, külső terhelése 2.600 kg lehet. Független (VTOL) felszállással a JAK-141 hatótávolsága 1.400 km, ami külső póttartállyal 2.100 km-re növelhető. A repülőgép 18,3 m hosszú, fesztávolsága 10,1 m (felhajtott szárnyal 5,9 m), teljes magassága 5 méter.

Willson James R. - Wright Vaughn A.

AZ SR-71 TÍPUSÚ HANGSEBESSEG FELETTI REPÜLŐGÉP
BEÖMLŐCSATORNÁJA ES HAJTÓMŰVE EGYÜTTES ÜZEMENEK
BIZTOSÍTÁSA A HAJTÓMŰ FORDULATSZÁM SZABÁLYOZÁSÁVAL

A fordítás az AIAA PAPER 1987. évi N^o 1848-as számának
1-7. oldalán megjelent cikk orosz nyelvű változata
alapján készült

Fordító: Kőrmendi Géza mk. alezredes

Az SR-71 repülőgépen végrehajtottak bizonyos módosításokat, amelyekkel sikerült a repülőgép jellemzőit megjavítani. Az előzetes számítások alapján javasolt módosítások hatását repülési kísérletek során ellenőrizték.

Az SR-71 repülőgép deltaszárnyú, két hajtóműgondolája a szárnyban van kiképezve, aerodinamikai formáját nagymagasságon, $M = 3$ -mal végrehajtott repülésre optimalizálták.

A hajtómű előtt helyezkedik el a tengelyesen szimmetrikus, mozgatható központi testtel (küppal) ellátott vegyes sűrítésű beömlőcsatorna. Ez után található a J-58 típusú gázturbinás sugárhajtómű, amelyet kör keresztmetszetű, speciális nyílásokkal ellátott ejektoros gázkiáramlássebesség-fokozóval (GSF) szereltek fel.

A folyamatosan működethető utánégető J-58-as hajtóművet csak az USA légierő alkalmazza.

A beömlőcsatorna egy sor konstrukciós sajátossága biztosítja a felszálló üzemmód szükséges jellemzőit. A benne

elhelyezett központi kúp kis repülési sebességeken mellősi helyzetből hátrafelé mozdul. A csatornát ellátták levegőátteresztő redőnyökkel, amelyek a levegőfogyasztás növelésével biztosítják a csatorna előtti optimális sebességmező kialakítását.

Normál üzemi körülmények között a hátsó levegőátteresztő nyílások nyitott helyzetűek, mert rajtuk keresztül történik az ejektoros GSF külső csatornájának levegővel való ellátása. E megoldás biztosítja a hajtóműgondola hátsó rész ellenállásának minimális értéken tartását. Nyitott mellősi átteresztő nyílások mellett a repülőgép ellenállása jelentősen megnövekszik. Ugyanakkor az átteresztő nyílások alkalmazása elkerülhetetlen, mivel ezzel biztosítható a hajtómű hatásos szabályozása.

A központi testen és a gondola borításán kialakított réseken keresztül a levegő egy részét elvezetik, ezzel a lökéshullámok elhelyezkedése befolyásolható. A csatornában lévő átteresztő redőnyök szabályozásával minimálisra csökken a csatorna nyomásvesztése.

A beömlőcsatorna szabályozását elektronikus rendszer (DAFICS = Digital Aircraft and Inlet Control System) végzi, amely folyamatosan összeveti a központi test helyzetét, valamint a levegőátteresztő nyílások nyitási értékét a szabályozási programban meghatározottakkal. A központi test pozíciójának és a levegőátteresztő nyílások nyitási értékének szabályozása a lökéshullámok helyzetének szabályozását eredményezi.

A szabályozás érdekében - az orrgyűrű alsó részére rögzített Pitot-cső segítségével - folyamatosan méri a csatornába lépő levegő teljes nyomását, valamint a torok mögötti keresztmetszetben a levegőáram statikus nyomását. A két mért nyomásérték viszonyából megállapítható, hogy a lökéshullám-

-rendszert lezáró merőleges hullám a csatornában vagy a csatorna előtt helyezkedik-e el. A két mért nyomás hányadosának az M -szám és egyéb paraméterek függvényében megvalósított szabályozása biztosítja a beömlőcsatorna normális működését.

Ismert, hogy minden olyan vegyes sűrítésű beömlőcsatorna hajlamos az "elzáródásra", amelyben a sűrítés túlnyomórészt a csatorna belső terében valósul meg. A csatorna elzáródása akkor következik be, ha a merőleges záróhullám az orrgyűrű elé tolódik ki, és a hullámrendszer lerombolódása miatt a csatorna ugyanolyan jellemzőkkel bír, mintha a hullámrendszer csak egy merőleges hullámból állna. A repülési kísérletek kezdetén több vizsgálatot végeztek annak érdekében, hogy csökkentsék az "elzáródás" üzemmód kialakulását, illetve a repülés közben esetlegesen kialakuló elzáródás hatását.

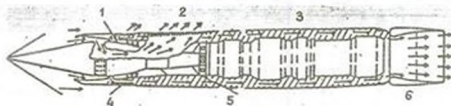
A központi test mozgatásával úgy változtatják a levegőáramlás eltérítési szögét, hogy számított repülési körülmények mellett a lökéshullám az orrgyűrűn legyen.

A beömlőcsatorna keresztmetszetének területét olyan törvény szerint változtatják, amely biztosítja a hajtómű levegőszükségletének és a beömlőcsatorna levegőáteresztő képességének azonosságát. Ennek érdekében gyorsításkor a beömlőcsatorna központi kúpja hátrafelé mozdul el. A kúp mozgását a kúp belső terében lévő végrehajtó mechanizmus (munkahenger) biztosítja. A kúp helyzetét azok a görgők rögzítik, amelyeken el tud mozdulni.

A levegőáteresztő-képesség szintén a csatorna geometriai szabályozásával befolyásolható. A mellső áteresztő nyílásokon keresztül történik a hajtómű számára felesleges levegő kiengedése a csatornából.

A beömlőcsatorna hajtóműrendszer együttes működését

számítottól eltérő üzemmódon az 1. számú ábra szemlélteti.



1 - a hajtómű hűtésre szolgáló levegő elvezetése; 2 - levegőkiengedés a központi testtől; 3 - levegő beszívó nyílások bezárva; 4 - a levegőkiengedő nyílások a lökéshullám helyzetének megfelelő nyitási helyzetben; 5 - a hátsó levegőkiengedő nyílások a szabályozási programnak megfelelő nyitási helyzetben; 6 - a harmadlagos átteresztő nyílások zárva, az ejektor-nyílások nyitott helyzetben.

1. ábra

A fenti körülmények mellett a lökéshullám ugyan eltávolodik az orrgyűrűtől, de a belső hullámrendszer stabil és így a beömlőcsatorna is stabilan működik. Mivel a hátsó kiengedő redőnyök nyitva vannak és annyi levegőt engednek át az ejektorhoz, amennyit a második levegőcsatorna átteresztőképessége lehetővé tesz.

Az átteresztő-rendszer harmadik elemét az oldalfalakon lévő elszívó-rendszer alkotja. Az elszívás az orrgyűrű belső felületéről történik, az elszívott levegő hátravezetve keveredik a hátsó átteresztőnyíláson keresztül távozó levegővel, majd az ejektorhoz áramlik.

A központi test legnagyobb átmérőjű része porózus felületű, rajta keresztül is levegőelvezetés történik. Az itt elvezetett levegő a test belső terén és a központi testet támasztó áramvonalazott tartó belsején keresztül áramlik ki. A központi testen keresztül való elvezetés a hangsebesség

alatti diffúzorban megakadályozza a határréteg túlzott vastagodását és így az áramlás leválását.

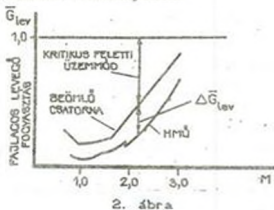
A J-58 típusú hajtómű a Pratt & Whitney cég West Palm Beech-i gyárának terméke. A hajtómű levegőfogyasztását pontosan egyeztetették a beömlőcsatorna levegő átocsájtó képességével, azonban olyan hajtómű gyakorlatilag nem készíthető, amelynél minden repülési üzemmódon biztosított a levegőfogyasztások egyeztetése.

A hajtómű sűrítési viszonya viszonylag alacsony, ezáltal a kompresszor utáni nem túl magas levegőhőmérséklet nagy utazósebesség mellett is biztosítható.

Amennyiben a kompresszor előtti levegő hőmérséklete 700K, akkor a kompresszor után 1033K. A turbina előtti 1386K, az utánégetőteremben 2033K, a GSF kilépő keresztmetszerében 922K a gázhőmérsékletet eredményez.

Az alacsony sűrítési viszony miatt a kompresszor kilenc fokozatú, meghajtását a kétfokozatú, levegővel hűtött turbínától kapja.

A hajtómű folyamatos üzemi, szabályozható utánégetőterrel van felszerelve. A tüzelőanyag-adagolást hidromechanikus rendszer szabályozza.



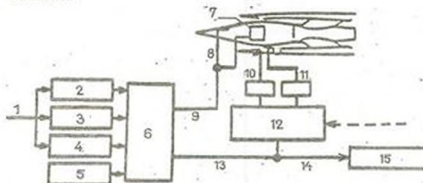
A 2. ábrán a beömlőcsatorna és a hajtómű levegőfogyasztásának változása látható, szabványos légköri viszonyok mellett.

A beömlőcsatorna tervezésekor nemcsak arra törekedtek, hogy közelítsék

egymáshoz a csatorna és a hajtómű levegőfogyasztási jelleggörbéit, hanem biztosítani kellett a levegőfogyasztások egyeztetését a teljes repülési üzemmódtartományban is.

A beömlőcsatorna szabályozó rendszere eredetileg hidromechanikus felépítésű volt. A hidromechanikus szabályozó rendszert az elektronikus rendszer analóg részeként alkalmazták, és ennek felhasználásával dolgozták ki a központi test helyzetének vezérlési programját. Ugyanúgy készült a mellő levegőáteresztő nyílások vezérlési programja is a vezérlési törvényszerűségeknek megfelelően.

A 3. ábrán látható a beömlőcsatorna vezérlő rendszer blokk vázlatja.



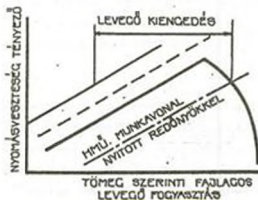
1 - bemenő információk az adóktól; 2 - M -szám; 3 - állásszög α ; 4 - csúszásszög β ; 5 - normális irányú gyorsulás; 6 - fedélzeti digitális számítógép a beömlőcsatorna vezérléséhez; 7 - központi test mozgató mechanizmusa; 8 - központi testhelyzet eltérése a parancsolt értéktől; 9 - vezérlőjel a központi test mozgatására; 10 - a meg nem zavart áramlás teljes nyomása; 11 - torok mögötti levegőáram statikus nyomása; 12 - nyomásviszony a beömlőcsatornában; 13 - vezérlőjel a mellő áteresztő nyílások nyitására; 14 - mellő áteresztő redőny-helyzet eltérése a parancsolt értéktől; 15 - mellő áteresztő redőnyök működő mechanizmusa.

3. ábra

Ez a rendszer több éven keresztül megfelelően látta el feladatát, ennek ellenére a '70-es évek végén elhatározták, hogy felváltják egy digitális rendszerrel. A beömlőcsatorna digitális vezérlőrendszere szerves részét képezi a repülőgép vezérlő rendszerének és a DAFICS elnevezést kapta. Fő feladata a központi test helyzetének vezérlése, melynek pontosan meg kell felelnie a már korábban elkészített vezérlési program által meghatározott értékeknek. A vezérlési program a központi test helyzetét, és ezzel a beömlőcsatorna átbocsájtó képességét, a repülési M-szám és magasság függvényében adja meg.

Ugyanez a rendszer vezérli az áteresztő nyílások redőnyeinek helyzetét, amivel beállítható a csatorna szükséges levegő átbocsájtó képessége. A hátsó áteresztő nyílások redőnyeinek helyzetét a repülőgépvezető állítja be a fülkében lévő kapcsoló segítségével.

A J-58 típusú hajtóműnél olyan szabályozási programot alkalmaznak, amely szerint a forgórész fordulatszáma a kompresszor előtti levegő hőmérsékletének függvénye. Ezt a szabályozási programot nem ellenőrizték a belépő keresztmetszetben lévő M-szám szerint.



4. ábra

A fentiek miatt a beömlőcsatorna és a hajtómű közös üzeme soha sem volt jobb a 4. számú ábrán láthatónál. Ennek az az oka, hogy a szabványos körülmények a tipikus repülési programok csak igen rövid szakaszán voltak biztosíthatók.

A 4. számú ábrán látható a beömlőcsatorna tipikus jelleggörbéje $M = 2,75$ és $\alpha = 3^\circ$ mellett (vastag vonal). Ugyanerre az ábrára van berajzolva a hajtómű munkavonala is (vékony vonal).

A repülőgépvezető a hátsó levegőkiengedő nyílások redőnyeinek vezérlésével a hajtómű munkavonalának jobbra történő elmozdulását éri el. Ezzel egyidőben a levegő egy részét a szabályozó rendszer a mellső átteresztő nyílásokon keresztül kiengedi.

Mindaz együttesen azt eredményezi, hogy a hajtómű munkavonala a pontvonallal jelzett helyzetet foglalja el, ami a csatorna és a hajtómű megfelelő együttműködését mutatja.

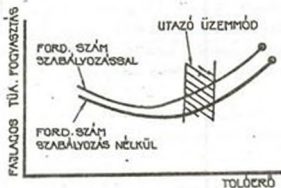
A meglévő rendszerben a fent leírt módszert a beömlőcsatorna normális működésének biztosítására használják. A csatorna és a hajtómű együttműködési feltételei javíthatók, ha a leírt módszert kiegészíti a hajtómű-forgórész fordulatszámának szabályozása.

A 4. ábrán szaggatott vonal jelzi a hajtómű munkavonalát abban az esetben, ha kiegészítőleg fordulatszám-szabályozást is alkalmaznak. Ekkor a hajtómű munkavonala jobbra mozdul, a fordulatszám-szabályozás miatt kevesebb levegőt kell a csatornából kiengedni, és ezzel javul a csatorna és a hajtómű együttes üzeme.

A csatorna és a hajtómű közös üzem eltérésének nagyobb hányadát meg lehet szüntetni fordulatszám-szabályozással és a hátsó kiengedő nyíláson keresztül történő levegőkivezetéssel. A fordulatszám-szabályozás alapvető célja a mellső kiengedő nyílásokon keresztül távozó levegő mennyiségének minimalizálása hangsebességnél nagyobb utazósebességen. A kiengedett levegőmennyiség csökkentése a gondola ellenállásának

csökkentését eredményezi.

A fordulatszám-szabályozás hatásosságának biztosítására a szabályozó-rendszeren kívül e módszernek van prioritása a levegőkiengedés szabályozásával szemben. A prioritás bevezetése biztosítja, hogy a szabályozó-rendszer bármilyen repülési sebesség és környezeti viszonyok mellett is képes legyen a lehető legkedvezőbb csatornaszabályozást megvalósítani.



5. ábra

Az előrejelzett fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás csökkenés az 5. ábrán látható. A fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás változása $M = 2,75$ utazó üzemmódon, szabványos légköri viszonyok mellett került felvétele.

A fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás csökkenését a beömlőcsatorna külső ellenállásának csökkentése és az ennek megfelelő effektív tolóerő-növekedés eredményezi (effektív tolóerő: a hajtómű belső paraméterei által meghatározott tolóerő és a gondola ellenállásának különbsége. - a ford.megjegyzése.!).

Ez a hatás főleg a környezeti hőmérséklet növekedésekor figyelhető meg. Bár a hideg és meleg napok száma egy évben elég magas, a tapasztalatok azt mutatják, hogy a meleg napok száma több.

A környezeti hőmérséklet 10°C -os növekedése a szabványos értékhez képest, $M = 2,75$ mellett, a beömlőcsatorna és a hajtómű együttes üzemének jelentős eltérését okozza. Az együttes üzem visszaillesztése érdekében a mellő nyílásokon

keresztül jelentős mennyiségű levegőt kell a csatornából kiengedni, mivel a hajtómű munkavonala számottevően eltér a csatorna munkavonalától.

A kiengedett levegő mennyiségének növelése a gondola ellenállás növekedését eredményezi, miközben a belépő levegő-hőmérséklet nagyobb értéke miatt csökken a hajtómű toldereje.

A fent leírt szabályozó-rendszer lehetővé teszi, hogy a forgórész fordulatszámának maximális értékre való növelése a kösős üzem eltéréseinek nagy részét kompenzálja, miközben a csatornából kiengedett levegő mennyisége csökken.

A kiengedett levegő által kiváltott ellenállás-csökkenés igen jelentős a repülőgép összellenállásához viszonyítva.

$M = 2,75$ M-számú repüléskor a hajtómű fizikai fordulatszámának 100 %-os értéke mellett szabványos légköri viszonyokat feltételezve, az átszámított fordulatszám 71,8 % nagyságú. A környezeti hőmérséklet 10°C -kal való emelkedése az átszámított fordulatszám 70 %-ra történő csökkentését eredményezi.

A hajtómű munkapontja a kompresszor jelleggörbén a maximális hatásfoknak megfelelő tartományban helyezkedik el és valamivel a teljes hajtómű üresjáratú üzemmódja felett van. Így a forgórész fordulatszámának növelése az átszámított fordulatszám növekedését és ezzel a hajtómű jellemzőinek jelentős javulását eredményezi.

A leírt fordulatszám-növelő-rendszer egy SR-71 A típusú repülőgépre építették fel. A repülőgép jellemzőit a Lockheed cég repülő laboratóriumában hangsebesség feletti utazó üzemmódon vették fel, meghatározott sebességtartományban.

A kísérleteket több hónapon keresztül folytatták lényeg-

gesen eltérő környezeti hőmérsékleti viszonyok mellett. A tapasztalatok igazolták a feltételezett hatások megjelenését, valamint a környezeti viszonyok befolyását a hajtómű működésére.

A hajtómű jellemzőinek javulását hangsebesség feletti oda-vissza, illetve háromszög útvonal repüléseken állapították meg a fordulatszám túlszabályozás különböző mértékei mellett.

A repülési útvonal hangsebesség feletti szakaszán az átlagos tüzelőanyag-fogyasztás csökkenés 7 %-ot tett ki a valamennyi környezeti körülmény mellett, ami semmiképpen nem elhanyagolható.

Ugyanakkor tapasztalhatók negatív hatások is. A leírt rendszer alkalmazása miatti hajtómű fordulatszám-növelés a hajtómű Üzemidő csökkenését okozza. A hajtómű paraméterek beállítása a GSF szabályozásával történik. (A GSF keresztmetszet növelésével is növelhető a fordulatszám! - A ford. megj.!), ennek ellenére hangsebesség feletti repüléskor a magas gázhőmérséklet melletti forgórész felpörgetés miatt a turbinatárcsák és forgólapátok anyagának tartós szilárdsága csökken. Ugyanakkor ezen anyagok kiválthatók jobb mechanikai jellemzőkkel bíró, más, magasabb Üzemi hőmérsékletű turbinánál alkalmazott szerkezeti anyagokkal.

A jobb anyagminőség biztosítja a megnövelt fordulatszám mellett is a műszaki Üzemidő megtartását, illetve bizonyos mértékű növelését is.

Az USA légierő a J-58 típusú hajtóművek korszerűsítésekor figyelembe veszi a leírt változtatási lehetőségeket is.

A hajtómű korszerűsítésével egyidőben lehetséges, sőt szükséges a beömlőcsatorna jellemzőinek javítása is.

A kísérleti repülések során a repülőgépvezetők kisebb mértékű vibrációt érzekeltek, mint azt a tervezők a hajtómű-fejlesztés során várták. Előfordulhat, hogy a kísérletek alkalmával kevésbé volt érzékelhető a csatorna elzáródásra való hajlama, mivel az igen ritkán fordult elő. Ezzel együtt nem kizárt, hogy a további kísérletek során olyan másodlagos hatások is kiderülnek, amelyekkel befolyást gyakorolhatunk a javasolt rendszer hatásosságára.

A leírt kísérletek eredményei azt mutatják, hogy a beömlőcsatorna-hajtóműegység tervezését és vizsgálatát egyszerre kell végezni, hogy biztosított legyen a legkisebb ráfordítások mellett a leghatékonyabb együttműködés.

A hajtómű próbapadi jellemzőinek külön történő javítása a csatorna és hajtómű együttműködését ronthatja, sőt végeredményében káros is lehet.

Az optimális hajtóműegység kialakításához tehát végsősoron a beömlőcsatorna és a hozzákapcsolódó "gépegység" legkedvezőbb próbapadi jellemzőinek és tömegadatainak kialakítása szükséges.