

REPÜLŐESEMÉNYEK, TÉNYEK ÉS ELEMZÉSEK

A repülőgép sugárhajtóművek instabil üzemmódja számos okra vezethető vissza. Az alábbi gyűjtésben össze szeretném foglalni azokat a repülőeseményeket, amelyek kialakult pompázsjelenség következményei voltak, illetve olyan eseteket, amikor a hajtómű instabil üzemmódja ugyan nem lépett fel vagy kis mértékben mutatkozott, de a hajtómű pompázst előidéző okok fennálltak.

Kivonat a repülőeseményekről:

1. Légijármű típusa: Mil Mi-2
Nagymennyiségű víz került mindkét hajtóműbe. A kifejlődött pompázsjelenség hatására a hajtóművek leálltak.
2. Légijármű típusa: MD-500 E
A szeparátorban jég képződött, amely jelentősen csökkentette az átömlési keresztmetszetet. A pompázsszelep automatikus nyitása megakadályozta a pompázs kialakulását.
3. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-21 BiSz
A hajtóműbe madár került, a kompresszorlapátok megsérültek.
4. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-21 MF
Felszállás közben a hajtóműbe madár került. A kompresszorfokozati súlyosan károsodott.
5. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-21 MF
Kötélkérepülés közben, a repülőtér fölött a hajtóműbe madár került, a repülőgép sárkánya megsérült, hajtóműve súlyosan károsodott.
6. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-29 UB
Légtérből történő besorolás során a bal hajtómű fordulatszáma ingadozott, a bal hajtómű pulzált. Pompázs nem alakult ki.
7. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-29 B
Felszállás közben a jobb hajtóműbe madár került, a repülőgép sárkánya megsérült, hajtóműve súlyosan károsodott.
8. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-23 MF
A repülőtér körzetében villámcsapás érte a repülőgépet a fő Pitot-csővé. A kifejlődött pompázsjelenség hatására a hajtómű leállt.
9. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-21 PF
Felszállás közben a hajtómű két forgórésze összeékelődött, pompázs következtében a hajtómű leállt.
10. Légijármű típusa: Antonov An-24

Zuhogó esőben végzett gyakorlórepülések során végrehajtott átstartolás-kor hajtómű leállítás következett be.

11. Légijármű típusa: Boeing 767–300

Felszállás közben a hajtómű egyik kompresszorlapátja kiszakadt, és a kompresszor fokozat súlyos sérülését okozta. Ennek következtében pompázs jelenség alakult ki.

12. Légijármű típusa: Tupoljev Tu–154 B2

Felszállás közben a lejegesedett törzsről és a szárnyakról jégdarabok kerültek a hajtóművekbe, a kifejlődött pompázs jelenség a hajtóművek károsodását okozta.

Mielőtt a repülőesemények részletes ismertetését elkezdeném, célszerűnek látom ismertetni a pompázs jelenség — mint a repülésre veszélyes hajtómű állapot — körülményeit, és a repülőgép-vezető tevékenységét. Ezek ismeretében talán közelebb kerülhetünk az események gyakorlati oldalához. Azért a MiG–21 típusú repülőgépet hozom fel példának, mert ez a típus a magyar katonai repülés (MN, MH) alapvető elfogó vadászrepülőgépe volt 1961 és 2000 között, és így valószínűleg a legismertebb hajtóművel rendelkezik.

A MiG-21 U/UM típusú repülőgép repülőgép-vezetői szakutasítása szerint a pompázs jelenség ismertető jelei:

- többszöri csattogás, ütés a repülőgép orr-részében, szívócsatorna pompázs esetén;
- egyszeri vagy többszöri csattogás a repülőgép farokrészében, hajtómű pompázs esetén;
- a fordulatszám és a turbina mögötti gáz hőmérséklet hirtelen csökkenése a hajtómű önleállításával egyidejűleg, ami az esetek többségében hajtómű pompázs esetén figyelhető meg $M > 1,7$ Mach-számokon;
- a hajtómű fordulatszáma és a turbina mögötti gáz hőmérséklet ingadozása, ami rendszerint hajtómű pompázs esetén lép fel, $M < 1,7$ Mach-számokon;
- a hajtómű fordulatszámának hirtelen csökkenése és esetenként a turbina mögötti gáz hőmérséklet növekedése, például fegyverzet alkalmazásakor.

A repülőgép-vezető tevékenysége:

- a) minden olyan esetben, amikor a hajtómű pompázst a fordulatszám csökkenése vagy a turbina mögötti gáz hőmérséklet növekedése kíséri:
 - a HVK „Stop” helyzetbe állításával azonnal állítsa le a hajtóművet, a hajtómű sérülésének elkerülése érdekében;
 - a kézi vezérlőkapcsolóval nyissa ki, majd a csattanások megszűnése után zárja el a pompázsgátló redőnyöket;
 - kapcsolja ki a robotpilótát;
 - süllyedjen a biztonságos légiindítás magasságára és indítsa be a hajtóművet;

- a HVK egyenletes mozgatásával állítsa be a hajtóművön a megadott üzemmódot és repüljön a repülőtérré.

A hajtómű pompázs a HVK „Alapgáz” helyzetbe állításával nem szűnik meg, bár a pompázsjelenség ismertetőjelei ilyenkor megszűnhetnek (nincsenek csattanások, a turbina mögötti gáz hőmérséklet a maximálisan megengedettnél alacsonyabb, a fordulatszám értéke megközelíti az adott repülési magasságon és sebességnél megadott alapgáz fordulatszámot). Ha ezt követően a HVK-t az „Alapgáz” ütközőről a „Maximális” ütközőre állítjuk, a hajtómű pompázs elkerülhetetlenül megismétlődik.

- b) olyan esetekben, amikor a hajtómű pompázs 1,7-nél kisebb M-számokon lép fel, amit a hajtómű fordulatszám és a turbina mögötti gáz hőmérséklet ingadozása kísér:
- kapcsolja ki az utánégetést;
 - a kézi vezérlőkapcsolóval nyissa ki a pompázsgátló redőnyöket;
 - csökkentse a repülési sebességet;
 - a pompázs megszűnése után zárja el a pompázsgátló redőnyöket;
 - fejezze be a feladat végrehajtását és repüljön a repülőtérré.

A hajtómű pompázs gyakoribb okai:

- rakétaindítás: a turbina mögötti gáz hőmérséklet hirtelen emelkedésével vagy a hajtómű leállításával járó hajtómű pompázs esetén, állítsuk a HVK-t 1,5-2 másodpercre „Stop” ütközőre és indítsuk be a hajtóművet légiindítással. Normál helyzetben, rakétaindítás esetén 500 m magasságig és legalább 600 km/h műszer szerinti sebességgel a hajtómű alapgáz üzemmódján bekapcsolt légiindítás feliratú kapcsolóval (függetlenül attól, hogy van-e a repülőgépen automatikus indítórendszer). Indítás előtt 3-5 másodperccel állítsuk a HVK-t „Alapgáz” ütközőre, a fordulatszámot viszont csak 3-5 másodperccel az indítás után növeljük. Más üzemmódokon előfordulhat, hogy a hajtómű instabilan működik. A turbina mögötti gáz hőmérséklet erőteljes növekedésével együtt járó hajtómű pompázs vagy leállítás esetén állítsuk a HVK-t „Stop” helyzetbe és indítsuk a hajtóművet légiindítással
- Mach-kúp automatikus szabályzó rendszer meghibásodása, a kúp bent maradása a repülőgép gyorsításakor: állítsuk a Mach-kúp vezérlőrendszer üzemmód kapcsolóját „kézi” helyzetbe és vezéreljük az előírt törvényszabás szerint;
- a hajtómű forgórész beékelődése (a két forgórész összeékelődése) esetén a repülőgép erősen ráz, nincs önforgása egyik, vagy mindkét forgórésznek, nincs „villa” a hajtómű fordulatszámjelző mutatóinak mozgásakor, nincs olajnyomás (a nagynyomású forgórész beékelődésekor). Ekkor a repülőgé-

- pet azonnal el kell hagyni, ha erre nincs lehetőség, kényszerleszállást kell végrehajtani;
- idegen tárgy hajtóműbe kerülése: ha a hajtómű üzemképes maradt minél előbb le kell szállni.

A REPÜLŐESEMÉNYEK RÉSZLETES ISMERTETÉSE

Az összegyűjtött és elemzett repülőesemények közül — a teljes írás nagy terjedelme miatt — három eseményt emelek ki. Az 1. és a 9. esemény során a hajtóművekben a pompázsjelenség teljesen kifejlődött. Az 5. repülőesemény leírásával érzékeltetni szeretném, hogy milyen mértékű károsodást képes okozni a hajtóműben, egy oda bejutó madár.

1. Légijármű típusa: Mil Mi-2; hajtómű típusa: Izotov GTD-350 (2 db).

A repülőesemény leírása és körülményei:

A helikopter személyzete gyakorló útvonalrepülést hajtott végre földközeli magasságon. Az útvonalat 160 km/h sebességgel kellett végrehajtani, 30–50 m magasságon. A feladaton belül a terepkövetésre kijelölt útvonalszakaszon a repülési magasság 15 m volt meghatározva. Felszállást követően a személyzet megkezdte az útvonalrepülést. A meghatározott terepszakaszt elérve 15 m magasságra süllyedve — az RV-3 rádiomagasság-mérő alapján — folytatták a feladat terepkövetéses módszerrel történő végrehajtását.

A veszélyhelyzet és a repülőesemény a felszállás utáni 38. percben 160 km/h sebességgel, 15 m magasságon következett be, amikor is a helikopter a település elhagyása után, az útvonalon két szórófejből álló öntözőberendezést keresztezett. Az öntözőberendezések átrepülése előtt mindkét szórófej a külső oldalra öntözött. A keresztezés időpontjában egymás után mindkét szórófej hirtelen a belső oldalra váltott át, és az általuk kibocsátott vízszögbeborította a helikoptert. Az öntözővíz nagymértékben rontotta a kilátást és bejutott a hajtóművekbe, melynek következtében azok leálltak. A helikopter a hajtómű leállás helyétől kb. 170–190 m-re 5°-os bólintási szöggel először az orrfutóval ért talajt. A talajba süllyedve történő kb. 20 m előrehaladás után mindhárom futó kitört. Továbbiakban 30 m-en keresztül a helikopter a törzs alsó részén csúszott, miközben kitört a helikopter-vezető fülke alsó üvegezése. Ennek, és a törzs alá gyűrődött orrfutó hatására jelentősen megnőtt a helikopter fékeződése, melynek következtében a helikopter egyre jobban az orr-részére billent.

A földetérés helyétől 46, 48, illetve 50 m-re az orrára billent helikopter forgólapátjai belecsaptak a talajba, eltörték, és az ütközéstől származó reakciónyomaték következtében a helikopter a függőleges tengelye körül jobbra elfordult, bal-

oldalára billent és a hossz tengely körül egyszer átfordult, majd a földetérés helyétől 74 m-re a baloldalán megállt.

Mielőtt a helikopter keresztezte volna az öntözőberendezést, a baloldali szórófej hirtelen irányt váltott. A helikopter-vezető, hogy elkerülje a víz sugarba történő belerepülést, jobb emelkedő manőverbe kezdett. Ekkor a helikopter sebessége 160 km/h, magassága kb. 15 m volt. Ezzel a manőverrel belekerült az ugyancsak irányt váltott jobboldali szórófej víz sugarába. Ugyanekkor a személyzet tagjai durranásszerű hangot hallottak a hajtóművek felől. A hanghatás és a műszerek jelzései alapján észlelték a hajtóműleállás tényét, és ezzel egy időben a gázhőmérséklet csökkenését, valamint a forgószárny fordulatszámának esését, amely ekkor már 70% alatt volt.

A vizsgálat során egyértelműen megállapítható, hogy a hajtóművek, a földetérés pillanatában már nem működtek. Ezt bizonyítja a hajtóművek turbókompresszor és szabadturbina forgórészeinek szabad, akadálymentes átforgathatósága és belső tisztasága.

A hajtómű leállás körülményeinek elemzése:

A hajtóművek egyidejű leállítását idegen tárgy hajtóműbe történő egyidejű bejutása váltotta ki. Mivel a bizottság madár beszívására utaló nyomokat egyik hajtóműben sem talált, ezért a helikopter-vezető és a szemtanúk egybehangzó jelentése, és a kényszerleszállás helyszínének vizsgálata alapján a bizottság megállapította, hogy a hajtóművek leállítását a beléjük jutott nagy mennyiségű öntözővíz okozta.

Gázturbinás hajtóművek kompresszorában a sűrítési folyamat közben a levegő felmelegszik. Utazó üzemmódon a GTD-350 típusú hajtóművek kompresszorából kilépő levegő hőmérséklete $t_2 = 200\text{--}230\text{ }^\circ\text{C}$. A kompresszoron áthaladó levegő felmelegíti a kompresszor álló- és forgórészét, valamint a házat is. Gyakorlatilag, a kompresszor különböző keresztmetszeteinek hőmérséklete megegyezik a rajta átáramló sűrített levegő hőmérsékletével. A felhevült kompresszoron áthaladó víz gőzzé alakul át. A kompresszorba bejutó — a hajtómű levegőfogyasztásához viszonyítva (itt 2 kg/s) kis mennyiségű — víz (pl.: csapadék) még hasznos is a hajtómű működésére, ugyanis a párolgás hőelvonással jár, így csökken a sűrítendő levegő hőmérséklete. A hőmérséklet csökkenése maga után vonja a levegő nyomásának csökkenését is. Ugyanazon mennyiségű, de kisebb nyomású levegő sűrítéséhez kevesebb munkára van szükség, ezért javul a hajtómű effektív hatásfoka.

Nem ez a helyzet áll fenn, ha nagyobb mennyiségű víz jut a hajtóműbe, mert a kompresszor utolsó fokozataiban, a gőzzé alakuló víz térfogata jelentősen megnőne, amennyiben a terjeszkedésre megfelelő tér állna rendelkezésre. A kompresszorban erre nincs lehetőség, mert a hajtóműveket a maximális üzemmódnak megfelelő levegőfogyasztásra (áteresztő képességre) tervezik. Ezért a

gőzzé átalakult víz hatására a kompresszor utolsó fokozataiban a nyomás értéke megnő. A fokozatok, a megnövekedett nyomás hatására lezárnak és létrejön a pompázsjelenség a kompresszorban.

A fentiekben leírt módon alakult ki a pompázsjelenség a vizsgált helikopter hajtóműveiben is. A Mi-2 típusú helikopter hajtóműveiben már néhány dkg/s víz bejutása is kiváltja a pompázst. Jelen esetben feltételezhető, hogy ettől nagyobb mennyiségű víz jutott a hajtóműbe, rövid idő alatt (ezt bizonyítja a 3-as számú forgószárny-lapátról letört szekció is, amely akkor következett be, amikor a helikopter a levegőben haladt, és a közel 600 km/h -val haladó lapátot a vízszugár alulról érte).

Tehát a hajtóművek az öntözőberendezés vízfűgönyén történő átrepülés következtében álltak le.

2. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-21 PF; hajtómű típusa: Tumanszkij R-13 (1 darab)

A repülőesemény leírása és körülményei:

A repülőgép-vezető éjszakai repülési feladat végrehajtásához szállt fel. Az indítás és a gurulás során a repülőgép hajtóműve és annak rendszerei rendben működtek. A felszállás emelkedés előtti, gyorsuló szakaszában, az elindulástól $800\text{--}900 \text{ m}$ -re ($V = 200\text{--}220 \text{ km/h}$), a hajtóműből erőteljes durrogás-sorozat hallatszott. Ekkor már az orrfutó elemelés megtörtént. A toronyból is észlelték a hangjelenséget és a hajtóműből lángnyelvek kicsapását is megfigyelték. A repülőgép-vezető elhatározást hozott a felszállás folytatására, mivel megállni már nem tudott volna. A hajtómű tolóereje csökkenni kezdett. A közeli irányadó fölött (tengelyben, a küszöbtől 1 km -re, 110 m -en) a hajtómű az instabil üzemmód következtében leállt. A hajtómű újra indítása a leállás magassága miatt lehetetlen lett volna. A repülőgép-vezető katapultálást hajtott végre. A repülőgép $3\text{--}4 \text{ km}$ távolság megtétele után egy vasúti töltés oldalának ütközött.

A hajtómű leállás körülményeinek elemzése:

A hajtómű szétszerelésekor megállapítást nyert, hogy a hajtómű két forgórésze mely eredetileg egymással csak gázdinamikai kapcsolatban van, a rögzítés oldódása következtében egymással mechanikai kapcsolatba került.

A konstrukció ismeretében feltételezhető okok a következők lehetnek:

- a két forgórész közötti csapágy kedvezőtlen üzemi körülmények között dolgozik (hőterhelés, kenés hiánya), a csapágy „besül”;
- a hosszú belső tengely miatt szférikus tengelykapcsolat van (gömbalátét, fészek), ami a mechanikai igénybevételt csökkenti, illetve így csak forgatónyomatékot közöl. Ha a gömbcsukló szétesik, a csőtengelybe beleszorulhat a belső tengely;
- a kisnyomású turbina forgórésztől belső tengelyen át történik a meghajtás a kisnyomású kompresszorhoz. A két forgórész rögzítése előlről, egy ko-

ronás anyával történik. Ha a kapcsolat fellazul, és a forgórészek a helyzetükből elmozdulnak, a két forgórész mechanikai kapcsolatba kerülhet a labirinttömítések összeszorulása által.

Jelen esetben a harmadik ok következtében ékelődött össze a két forgórész. A belső tengely összeszereléskor a rések pontos beállítása hézagoló betétek segítségével történik. A koronás anya biztosítása a bordás tengely hornyában fekvő nyelvvel valósul meg, amit belülről rugó feszít elő. Az anya axiális irányú haladása során, ha elér a tengely azon pontjához, ahol rögzítésre került a biztosító elem, a nyelv bepattan a koronás anya hornyába. Elképzelhető, hogy összeszereléskor a biztosító elem nem találta meg a helyét, viszont a hajtómű a forgórész szételéréseivel járó nagyjavítás után, még több mint 100 órát üzemelt. A feltárás során a biztosító elemet a bizottság a horonyban megtalálta, azonban axiális irányban elmozdult. Tehát a rögzítő nyelv az anyával együtt a hajtómű rezgése következtében mozdult el. A fellazulás hosszabb folyamat eredménye volt, melyet elősegített a turbina és a kompresszor üzem közbeni, a tengelyre gyakorolt rezgése, húzása, csavarása. A folyamat elért egy olyan szélső helyzetet, amikor a belső és a külső tengely összeékelődött, a súrlódás következtében felhevült labirinttömítésekénél, illetve egyéb találkozó alkatrészekénél. Az elmozdulás ezért igen kismértékű lehetett.

Normális működés esetén a nagynyomású forgórész fordulatszáma nagyobb, mint a vezérelt kisnyomásúé (jelzett 100%-os fordulatszámon a nagynyomású forgórész fordulatszáma 11 362 1/min, míg a kisnyomásúé 11 156 1/min). Az állandósult üzemmódok együttműködési görbéje az összeakadás miatt a kisnyomású kompresszor karakterisztikán, a nagynyomású forgórész fordulatszámának csökkenésével a leválási határ felé mozdul el. A repülési sebesség növekedésével a kisnyomású kompresszor le is válik. Ez a hatás erősebb lesz, a leválás előbb bekövetkezik gyorsításkor.

Az $n_2/n_1 = 1,1$ — állandó eset vizsgálatának eredményéből kitűnik, hogy a forgórészek fordulatszám arányának állandósága a kisnyomású kompresszorban addig javítja a működési viszonyokat, amíg $n_2/n_1 \overset{\text{normál}}{<} 1,1$ azután az átszámított fordulatszám csökkenésével nő a leválás veszélye. A jelenségek a kompresszor első és utolsó fokozati sebességi háromszögeinek módosulásával, a lapátzáson kialakuló leválások létrejöttével magyarázhatók.

A hajtómű leállás oka, nagy valószínűséggel a kisnyomású kompresszor utolsó fokozatában létrejött leválás, amely kiváltotta a teljes kompresszor pompázst. A leválást a forgórészek összeakadása (együttlutása) idézte elő, ugyanis ekkor megszűntek a két forgórész adta kedvező stabilitási tulajdonságok.

Az üzemeltetési utasítás nem írja elő a rések és a tengelyek rögzítésének csapatkörülmények közötti ellenőrzését, ezt csak a hajtómű nagyjavítása során végzik.

A vizsgálatból látható, hogy van olyan repülőesemény, amely az üzemeltetés során hosszabb folyamat eredménye is lehet.

3. Légijármű típusa: Mikojan-Gurjevics MiG-21 MF; hajtómű típusa: Tumanszkij R-13 (1 darab)

A repülőesemény leírása és körülményei:

A repülőgép-vezető a vadászrepülőök harckiképzési tervezete szerinti, „szabad légi harc önálló célkutatással” gyakorlatot hajtott végre. A repülőesemény váratlan és gyors lefolyású volt, a megelőzés és elhárítás szempontjából időben mérhető veszélyhelyzet nem előzte meg. A géppár a légtérben végrehajtott légi harc feladat után besorolást hajtott végre a repülőtérről az „oszolj” és a leszállási manőverek végrehajtásához. Ekkor a gépünk kötelékben elfoglalt helyét tekintve bal kísérő volt. Az esemény a repülőtérről az „oszolj” manőver végrehajtása közben 500 m magasságon 600 km/h repülési sebességnél következett be.

A repülőgép-vezető az „oszolj” manőver végrehajtását várva, figyelmét a vezérgépre összpontosította, aki tőle jobbra 25–30°-on mintegy 100 m távolságra repült előtte. A besorolási irány és a naplemente közelsége miatt a nap erőteljesen szembesütött és rontotta az előre történő kilátást. Az adott körülmények, valamint a nagy sebesség miatt a repülőeseményt okozó madár időben való meglátása és kikerülése nem volt lehetséges. A madárral történő ütközés pillanatszerűen, egy nagy csattanás formájában következett be.

A repülőgép-vezető az ütközést követően azonnal jelentést tett a repülésvezetőnek, hogy nagy erejű csattanást észlelt a repülőgépen, amely minden valószínűség szerint madárral való ütközés következménye. A hajtómű működési paramétereiben eltérést nem tapasztalt. A leszállásig hátralévő számított repülési idő 3–4 perc volt, amelyet tovább rövidíteni nem lehetett.

A repülőgép sárkányának vizsgálata:

Az ütközés után a hajtómű és a fedélzeti rendszerek működési paramétereiben változás nem történt, a repülőgép kiegyensúlyozottan viselkedett. A bizottság a repülőgép előkészítettségében és a felszállás végrehajtásában rendellenességet nem tapasztalt. A bizottság megvizsgálta a rendelkezésre álló adatokat, a repülőgép dokumentációit és az objektív kontroll adatait. Szemrevételezte a repülőgépet és a kiépített hajtóművet.

Az acél orrgyűrűn, szemből nézve kb. 4 óra irányában madártól eredő toll, vér és húsmaradványok találhatók. Deformáció, sérülés nincs. A szívócsatorna belső felületén ugyanebben az irányban, elkenődési nyomok találhatók. A pompázsgátló redőny működtető rudazatán, merevítőin, illetve az állásszög jelző adóhoz menő fűtésesövön vér, hús és tollnyomok láthatók. Deformáció, sérülés az említett elemeken nincs. Vér, hús és elkenődési nyomok a szívócsatorna belső oldalán a felszálló-redőnyig. A felszálló-redőny mögött, középmagasságban kb. tenyérnyi méretben a belső borítás a beleütköző madár miatt felszakadt, hátrafelé

elhajlott. Rajta vér, hús és tollmaradványok. A leszakadó szegecsfejek a hajtóműbe kerültek. A madár maradványai ezután a baloldali szívócsatorna részbe csapódtak és a levegő-levegő radiátor gumiprofilját leszorító lemezből kb. 300×30×3 mm-es darabot kiszakított. A leszakadó lemez a hajtóműbe került.

A Mach-kúp kiépített állapotban ellenőrzésre került. A kúpon és a tereiben sérülés és anyaghiányra utaló nyom nem található. A repülési irány szerinti baloldali felszálló-redőnyökön kívülről elkenődési nyomok találhatók. Sérülés, deformáció nincs. A baloldali szárnytő és a fölötte elhelyezkedő szerelőlemezek alatt vér és húsnyomok találhatók, feltehetően a szívócsatorna belső borításának felszakadása következtében kerültek be. A sárkányon több sérülés nem található.

A hajtómű vizsgálatának eredményei:

Az áramvonalazó kúpon kemény tárgytól származó karcok láthatók. A perforált előtétcsatornán több beverődés, két darab lapátból anyagkiszakadás található. A kompresszor első fokozat forgórészén a szemrevételezés során öt darab lapát épek mondható, a többi erősen deformált, illetve sérült. Két darab lapátból anyag szakadt ki, mely a hajtóműbe került.

A kompresszor első fokozat állólapátjain sérülés nem látható. A kompresszor forgórész többi fokozatainak műszeres ellenőrzése során kiderült, hogy minden fokozaton a talált sérülések jóval a technológiában megengedett értékek fölött vannak. A turbina nagynyomású forgórésze ép, az álló terelő lapátokon és a forgó lapátokon erős fémolvadék nyomok találhatók. A diffúzor lapátokhoz közeli részén fémolvadék kifúvás nyomai láthatók.

A hajtóművön kívülről a mellső peremen 9 óra irányában, illetve a fő égőtér gyújtókammera csővezetékein vér-, hús- és tollnyomok láthatók. Deformáció, sérülés nem látható.

A kivizsgáló bizottság a repülőgép-vezető és a repülésirányító szolgálat, valamint a géppár parancsnok jelentései, a magnetofon lehallgatási jegyzőkönyv, az objektív ellenőrzési adatok, továbbá a repülőtechnika sérülései alapján egyértelműen megállapította, hogy a repülőeseményt a levegőben nagy repülési sebességénél bekövetkezett, nagytestű madárral való ütközés okozta.

Az ütközés bekövetkezését a fedélzeti adatrögzítő szalagon a hajtómű nagynyomású forgórész fordulatszám és a vízszintes túlterhelés egyidejű, kismértékű kitérései igazolják.

A bizottság feltételezi, hogy az ütközés egyedül repülő madárral történt, amelynek fajtája a szívócsatorna peremén fennakadt néhány szürke madártoll alapján tőkésréce lehetett.

A repülőgép sérült sárkánya csapatszinten javítható. A hajtómű összes technikai üzemidejéből hátralévő üzemidő 221 óra 27 perc, ezért javítása nem gazdaságos. A bizottság javasolja a hajtómű selejtté nyilvánítását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Sánta Imre: Kandidátusi értekezés. Budapest, 1993.
- [2] Fülöp Zoltán: Gázturbinák. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- [3] Re/726: R-25-300-as hajtómű műszaki leírása, HM, 1977.
- [4] Re/1183: Repülőhajtóművek elmélete, HM, 1985.
- [5] Re/1315: Repülőgép-vezetői szakutasítás MiG-21 U/UM típusú repülőgéphez. HM, 1977.
- [6] Katonai Légügyi Hatóság repüléseményekre vonatkozó jelentéseinek szakmai kivonata.
- [7] Füleky András: Gázturbina kompresszorok instabil üzemmódjainak vizsgálata. (Diplomaterv) BME, Budapest, 2001.