

A SZOVJET/OROSZ EMBER VEZETTE ŰRJÁRMŰVEK EJTŐERNYŐ-RENDSZEREINEK FEJLŐDÉSE

BEVEZETÉS

Az űrkorszak kezdetén sok űrprogram sikerének záloga a kozmoszba indított űreszközök egyes részeinek a Földre történő biztonságos visszajuttatása volt, amely legalább akkora fontossággal bírt, mint a számított paramétereknek megfelelő, sikeres pályára bocsátás. Ezt a problémát oldotta meg az ejtőernyő, így a XX. század űrtechnikai fejlődése szorosan összekötődött az ejtőernyő-technika korszerűsödésével. Az emberes űrprogramok beindulásával az ejtőernyő-rendszerek megbízhatósága a kozmikus technika kapcsán különösképpen felértékelődött.

A fejlődés útja sajnos sokszor törvényszerűen áldozatokkal jár. 1967. április 24-én az új, harmadik generációs Szojuz űrhajó első repülése során egy nagyon bátor ember, Vlagyimir M. Komarov mérnök ezredes, a Szovjetunió Hőse, a Szovjetunió űrhajós pilótája életét vesztette a visszatérési fázisban az ejtőernyő-rendszer nem megfelelő működése következtében. Erről az eseményről gyerekkoromban hallottam először a szüleimtől, de pontos részletekkel természetesen ők nem tudtak szolgálni.

1997. októberében, már katonai főiskolai hallgatóként lehetőségem volt részt venni a Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) „Űrnap” rendezvényén, a Budapesti Műszaki Egyetem épületében. „A hosszú távú űrrepülések pszichológiai hatásai” című előadás során megemlézésre került a Szojuz-1 űrhajó katasztrófája, amely egy tudományos diákköri dolgozat „A Szojuz űrhajó leszállóegységének ejtőernyőrendszere” megszületésének adott kezdő lendületet. A konzulenseim mellett külön köszönettel tartozom néhai Dr. Bognár László orvos ezredesnek, aki a fent említett előadás társszerzőjeként a kutatómunkán kívül is segítségemre volt, amely döntő hatással bírt további sorsom és repülős pályafutásom alakulására. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy hazánkban ő rendelkezett először űrorvosi szakvizsgával, amelynek jelentőségét az első magyar űrhajósjelöltek kiválasztási folyamatában végzett elvárhatalmas szerepe tud jellemezni.

A Magyar Honvédség repülőztisztjeként, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem levelező hallgatójaként, valamint ejtőernyős sportolóként nemcsak az Interkozmosz-programban végrehajtott szovjet-magyar közös űrrepülés 30. évfordulójának, hanem az ő emlékének tiszteletére is szeretném ezt a munkát ajánlani.

AZ EJTŐERNYŐZÉS ÉS AZ ŰRREPÜLÉS KAPCSOLATA

Az ejtőernyőt az emberi repülés kezdeteitől, a XVIII. századtól mint különleges mutatványos eszközt alkalmazták. A légijármű-technika fejlődésével jelentősége megnőtt és az utóbbi száz évben az élet sok területén elterjedt. Felhasználják tudományos, katonai és gazdasági célokra, a magaslégkör kutatására szolgáló ejtőernyőktől kezdve a nehezen megközelíthető helyekre kijuttatott tűzoltók által használt ejtőernyőkig. Az, hogy „a habselyem őrangyal” a világűrből történő biztonságos visszatérést lehetővé tevő speciális leszállóberendezések területén is fontos, ha nem elsődleges szerepet kapott, a Lenin Renddel és Állami Díjjal kitüntetett ejtőernyőrendszerek főtervezőjétől származó idézet képes megmutatni:

„Az ejtőernyő, mint fékező berendezés arról nevezetes, hogy nem igényel energetikai tartalékot. Az ejtőernyő ilyen tulajdonsága különösen értékes az űrkutatásnál.”

(N. A. Lobanov) [17]

Az ejtőernyő alkalmazhatóságát a kozmikus eszközök visszatérésére a következő tényezők biztosították:

1. a Föld légkörének sűrűsége alkalmas az ejtőernyős leszállás végrehajtására;
2. az ejtőernyő-technika olyan fejlettségi szinttel rendelkezik (nagy megbízhatóságú rendszerek, kisméretű ejtőernyőcsomagok, stb.) – elsősorban az ejtőernyős sport- és deszanttechnika gyorsütemű fejlődésének köszönhetően –, amely megfelel az űreszközökre történő adaptálhatóság feltételének;
3. az ejtőernyők gazdaságos alkalmazási lehetősége az űrtechnikában.

Az űrhajózás területén az ejtőernyőket a következő feladatokra alkalmazzák [13, 14]:

1. Légkörrel rendelkező Föld- vagy bolygófelszínre történő biztonságos leszállás végrehajtására, beleértve:
 - a.) földi orbitális jármű visszatérésére,
 - b.) ember vezette űrjármű Földön történő leszállítására,
 - c.) bolygófelszínre történő űrjármű leereszkedésére,
 - d.) Földön kívülről visszatérő űrjármű leszállítására,
 - e.) indító fokozat/rakéta visszatérésére;
2. Mentőrendszernél vészhelyzetben (indításkor, felbocsátás után az orbitális pálya elérése előtt, orbitális pályán keringve) történő alkalmazásra, beleértve:
 - f.) ember vezette űrjármű kiségitő/vészhelyzeti mentőberendezésének visszatérésére,
 - g.) űrállomás vészhelyzeti mentő/szállítóeszköz visszatérésére;
3. Űrjármű repülőgép-típusú leszállásánál fékezőrendszerként történő felhasználására

A tanulmány feladatául az 1/b., illetve 2/f.,g. és 3. alkalmazási csoportba besorolható szovjet/ orosz emberes űrjárművek ejtőernyő-rendszereinek bemutatást tűztem ki célul, mivel az Interkozmosz-program szovjet-magyar űrrepülésében részt vevő Farkas Bertalan repülő százados, majd egy újabb politikai és gazdasági helyzetben ún. „űrturistaként” két alkalommal is, Simonyi Károly ennek az eszköznek köszönhetette biztonságos visszatérését a Földre. Itt tartom szükségesnek kihangsúlyozni, hogy hatalmas technológiai különbség van egy műhold és egy személyszállító űrhajó visszatérése között. Amennyiben az űreszközben emberek is utaznak, a „viszonylag megbízható” minősítés már nem elegendő. A következő, 100%-osan megbízható fokozat elérése jelentős technológiai és pénzügyi ugrást jelent.

Hogyan is történt ennek megvalósítása a volt Szovjetunióban? Az ejtőernyőrendszerek tervezésének gyakorlatát tekintve fontosnak tartom kiemelni a két későbbi űrnagyhatalom közötti különbségeket. Amíg az Amerikai Egyesült Államokban a különféle technikai problémák megvalósítására versenypályázatokat írtak ki, a tervgazdálkodást folytató Szovjetunióban az űreszközök leszállító berendezéseivel kapcsolatos munkákkal elsősorban a moszkvai Automatikus Berendezések Intézete¹ foglalkozott, különböző intézményekkel tervszerűen együttműködve.

Az Automatikus Berendezések Intézetének ejtőernyőtervezéssel kapcsolatos feladatait évek múltával az Ejtőernyő Kísérleti Kutató Intézet² vette át, beleértve nemcsak a különböző modifikációjú Szojuz leszállóegységeknél, hanem a Burán űrrepülőgépnél és a világűr békés meghódításának egyéb területein alkalmazott ejtőernyőket is. A tervezőkollektívák több munkatársa ejtőernyős oktatóként- és beugróként számos alkalommal az új ejtőernyőrendszerek kipróbálójá is volt egyszemélyben, az 1960-as években a híres ejtőernyős rekorder, Romanyuk ezredes parancsnoksága alatt.

AZ ELSŐ, MÁSODIK ÉS HARMADIK GENERÁCIÓS SZOVJET ŰRHAJÓK EJTŐERNYŐ-RENDSZEREI

A Vosztok³ űrhajó ejtőernyői

A Vosztok leszállórendszerének ejtőernyői

Szergej P. Koroljov, a korai szovjet űrprogramok főkonstruktöre az első generációs űrhajók visszatérő módjaként a vízfelületre történő leszállást határozta meg. Az állami vezetés viszont - elsősorban a Szovjetunió földrajzi adottságaiból kiindulva -, a szárazföldre történő leszállás mellett döntött [21]. Ez a visszatérési mód a későbbi szovjet űrprogramokat tekintve – néhány alkalom kivételével - állandósult.

¹ Институт Автоматических Устройств (ор.)

² НИИ АУ, vagyis - Научно Исследовательский Институт Автоматических Устройств (ор.) néven működött, jelenleg Ejtőernyő-készítési НИИ

³ Восток (ор. „Kelet”)

A program sikerét jelentette 1961. április 12-én Jurij Gagarin repülő főhadnagy űrrepülése és sikeres visszatérése, aki a földkörüli pályáról visszatért első emberré vált.

A világ első űrhajósának visszatérését a Vosztok űrhajó kombinált leszállórendszere segítette elő, amely állt magának az űrhajónak az ejtőernyőjéből, a kozmonauta katapultüléséhez tartozó ejtőernyő rendszerből és a kozmonauta fő- és tartalék személyi ejtőernyőjéből.

A Vosztok-1 útját egy sorozat szuborbitális, nagy magasságú, biológiai célú repülés előzte meg, melyek során kutyákat is küldtek fel 100 km körüli magasságokba. Ezeket a becsapódási, tűrési teszteknek annak a minimális kabinejtőernyő méreteinek meghatározása céljából is felhasználták, amely megakadályozhatta a kozmonauta nem katapultálása esetében bekövetkező földetérési sérüléseket [14].

A Szputnyik⁴ űrhajók - amelyek kialakításukat tekintve a Vosztoknak feleltek meg-, az állatokkal végrehajtott kísérleteken kívül ún. bábús űrrepüléseket is végrehajtottak.

A Szputnyik-4, a Vosztok kabin egy korábbi verziója 1960. május 15-én lépett földkörüli pályára, egy űrhajóst utánzó próbabábuval a fedélzetén, amely „nem élte túl” a légkörbe visszatérést. A Szputnyik-6 ugyancsak így járt. A Szputnyik-5 - amely már a későbbi Vosztok űrhajó modellje volt -, sikeresen tért vissza a légkörbe és ereszkedett le ejtőernyővel a Földre 1960. augusztus 20-án, ami 24 órán belül egybeesett az első amerikai levegőben elkapott űrkabin visszatéréssel (Discoverer-14). A Szputnyik-9 és -10, melyek kutyás gyakorló repüléseket végeztek az első emberi személyzettel ellátott küldetés számára, ugyancsak sikeresen visszatértek. Ezután kerülhetett csak sor a Vosztok-1 űrrepülésére.

Érdekességgként meg kell említeni, hogy Gagarin űrrepülését akkora érdeklődés és lelkesedés kísérte világszerte, hogy a Nemzetközi Repülő Szövetség (FAI)⁵, mint a légisportok nemzetközi szervezete, Gagarin repülését világraszóló teljesítményként, első, asztronautikai világrekordként minősítette. Később az FAI elkészítette a most már realitássá vált űrrepülési sportkódexet, amely már előírta, hogy a pilóta járművében szálljon fel és le. Részleteiben tizenhárom évvel később tették közzé Gagarin önálló, katapultálását és leszállását. [11].

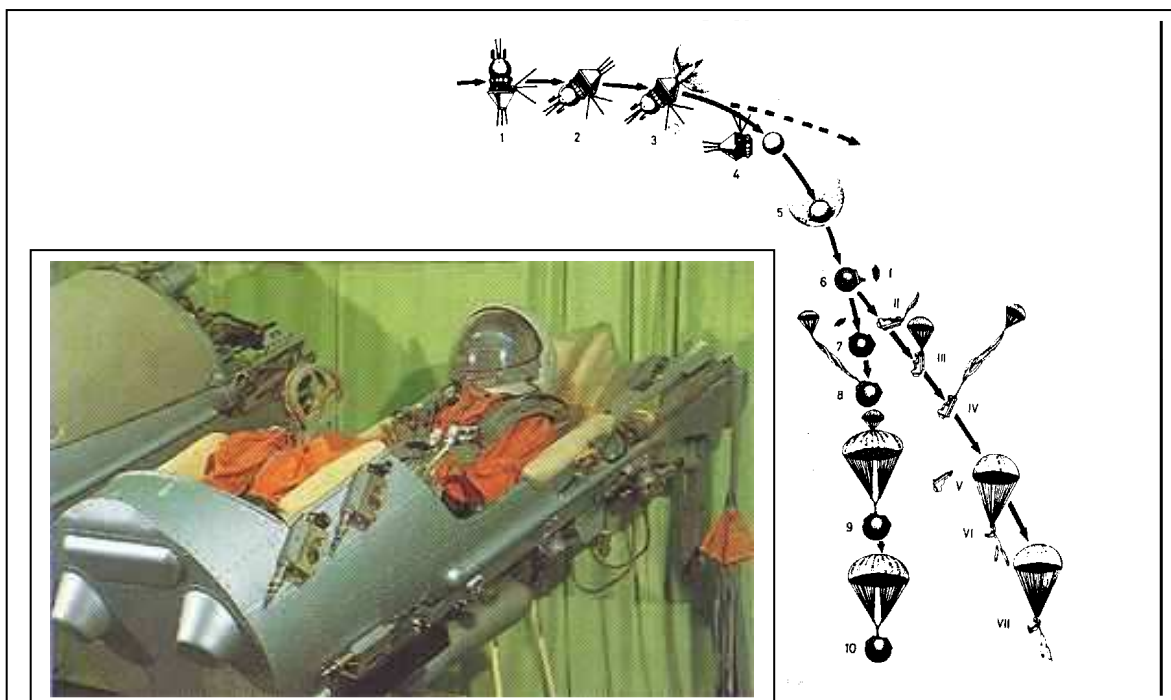
Amíg a többszemélyes, fékezőrakétás földetérési berendezéssel felszerelt Voszhod és Szojuz járműveket ki nem fejlesztették, a kozmonauták dönthettek róla, hogy a célszerűbb földetérési körülmények érdekében 6,5 km-es magasságban, 220 m/s sebességnél katapultálnak az ülésbe beépített ejtőernyőikre bízva magukat, vagy a katapultulás működését blokkolva az űrkabinban maradnak és annak ejtőernyőjével érnek Földet. A Vosztok űrhajók utasai mind az előbbi megoldást választották.

Ebben az esetben a katapultulást lefőkező 2 m² területű ejtőernyő biztosította a kozmonauta 83,5 m² területű – a katapultulás felső részén található konténerbe helyezett – főejtőernyőjének biztonságos

⁴ Спутник (or. „Útitárs”)

⁵ Fédération Aéronautique Internationale (fr.)

nyitásához szükséges sebességcsökkentés értékét. Ennek működésképtelenné válása esetén egy kisebb, 56 m^2 területű, - a katapultülés háttámlája mögé rejtett - tartalék személyi ejtőernyő szállította volna le a kozmonautát a Földre. A 2,4 t tömegű űrkabin ejtőernyőrendszerét működésbe hozó vezérlőjelet barometrikus érzékelő adta a kozmonauta katapultálása után, melynek hatására egy $1,5 \text{ m}^2$ területű ejtőernyőt tartalmazó kihúzó blokk vágódott ki a légáramlatba, maga után húzva az 5 km-es magasságban nyíló 18 m^2 -es fékező ejtőernyőt, amely a kabin 2,5 km-es magasságban belobbanó 574 m^2 területű ejtőernyőjét hozta működésbe [16, 19]. Ezt a folyamatot szemlélteti az 1. ábra:



1. ábra. A Vosztok űrhajó leszállóegységének és a katapultált kozmonauta visszatérésének fázisai

I. leválik a katapultülés fedele, 7. leválik az ejtőernyőház fedele, II. az űrhajós a katapultülésben elhagyja a kabint, 8. a kabin stabilizáló ejtőernyője kinyílik, III. a katapultülés stabilizáló ejtőernyője kinyílik, 9. a kabin fő fékező ejtőernyője kinyílik, IV. a kozmonauta ejtőernyője kinyílik, 10. az űrkabin talajt ér, V. a kozmonauta leoldja az ülést, VI-VII. a kozmonauta a saját ejtőernyőjével és mentőcsomagjával földet ér

A korai kozmonauták alapos ejtőernyős képzésben részesültek, amely kb. 40 ejtőernyős ugrást jelentett. A kozmosz későbbi meghódítói, akik gyakorló jelleggel még a Vosztok űrhajóban viselt szkafanderbe beöltözve is hajtottak végre ejtőernyős ugrásokat, kiképzésük befejeztével ejtőernyős oktatói jelvény viselésére is jogosultságot szereztek [4]. Valentyna Tyereskova, a világ első űrhajósnője ejtőernyős sportolóként kezdte pályafutását. Nyilvánvalóan az ejtőernyős kiképzés volt az, amely a személyi ejtőernyő alkalmazására ösztönözte a korai szovjet űrhajósokat. Ezzel szemben nagyon érdekes az a tény, hogy az amerikai űrhajósoknak mind a mai napig tilos szándékos ejtőernyős ugrásokat végrehajtaniuk [14, 18].

A Vosztok vészhelyzeti mentőrendszerének ejtőernyői

A Vosztok űrhajókon alkalmazott katapultülés és a kozmonauta személyi fő- és tartalék ejtőernyői (2. és 3. ábra) elsősorban az űrkabintól független leszállást biztosították, de mentő-eszközként is funkcionálhattak volna a starthelyzetben, vagy az orbitális pályára álláskor bekövetkező vészhelyzetek esetén, illetve ha az űrkabin ejtőernyője működésképtelenné vált volna a soha be nem következett együttesen végrehajtott leszállás során.



2. és 3. ábra. A kozmonauta személyi ejtőernyői elől-és hátulnézetben

(A képeken jól megfigyelhető a szovjet rendszerű pilóta mentő ejtőernyőkön elterjedt központi zár és a PPKU ejtőernyő nyitó félautomata)

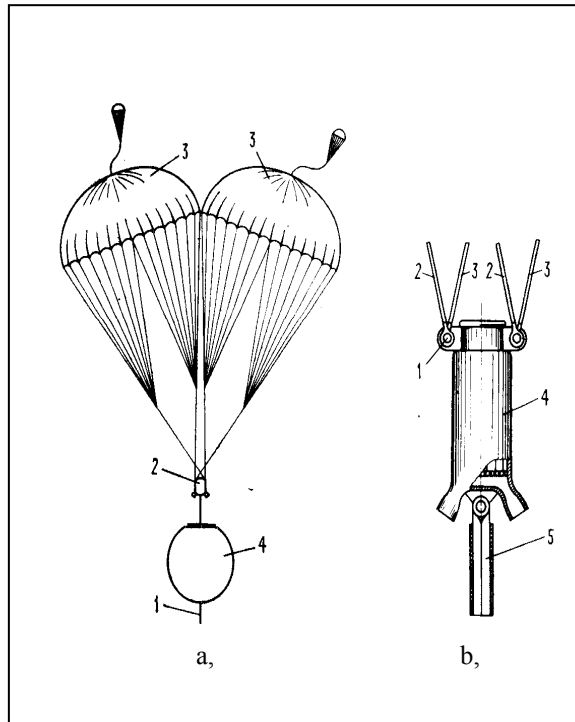
Mivel a szkafander bizonyos mértékben korlátozta a kozmonauta mozgását, ezért – a PPK-U nyitóautomatájának alapul, katapultrendszeréknél már bevált biztosítókészüléket alkalmaztak, amely a kézi kioldófogantyú meghúzásakor automatikus és kézi üzemmódban egyaránt biztosította a személyi ejtőernyőrendszer biztonságos nyílási folyamatát [9].

A Voszhod⁶ űrhajó ejtőernyői

A Voszhod leszállórendszerének ejtőernyői

A két- vagy háromszemélyes kabinját úgy tervezték, hogy alkalmas legyen akár szárazföldre, akár vízfelületre történő leszállásra, bár ennek az utóbbinak a lehetőségét sohasem próbálták ki működőképesen a Voszhod két repülése során. A Vosztokénál nem nagyobb méretű kabinkialakításból eredően a kozmonauták nem használhattak katapultüléseket sem vészhelyzet esetén, sem egyéni földetérésre, így az űrkabint a világon először kombinált ejtőernyős-fékezőrakétás leszállórendszerrel szerelték fel (4. ábra).

⁶ Восток (or. „Napfelkelte”)



4. ábra. A Voszhod űrhajó ejtőernyős-fékezőrakétás leszállórendszere
a, 1. mechanikus magasságmérő, 2. fékezőrakéta, 3. ejtőernyőrendszer,
4. leszállóegység
b, 1. kötél szem felerősítési csomópontjai, 2,3. felszakadó hevederek,
4. fékezőrakéta, 5. mechanikus magasságmérő

A Voszhod ejtőernyőrendszere ugyanazt $1,5 \text{ m}^2$ felületű kihúzó ejtőernyőt és a 18 m^2 felületű fékező ejtőernyőt használta a főejtőernyő működtetésére, mint amelyeket a Vosztokon alkalmaztak. A Vosztok egyetlen 574 m^2 felületű főejtőernyőjével ellentétben a Voszhod két főejtőernyő kupolával rendelkezett, amelyek összegzett kupolafelülete megegyezett az első generációs szovjet űrhajó főejtőernyőjével [16].

A kétkupolás ejtőernyőrendszer 4800 m magasságban és 219 m/s -es sebességnél lépett működésbe [6]. Az ejtőernyő kupolája a szükségesebb súlymegtakarítás érdekében nagy tartósságú, alacsonyabb légáteresztőképességű poliamid szövetből készült. Ez magasabb ellenállási együtthatót eredményezett, ami nagyobb nyílási erőkben jelentkezett, ez viszont az ejtőernyő rögzítési pontjainak szerkezeti megerősítését tette szükségessé [21].

A többkupolás ejtőernyőrendszerek alkalmazásánál a leggyakrabban az a működésbeli rendellenesség fordulhat elő, hogy nem mindegyik kupola töltődik fel levegővel, illetve az, hogy a leszállóegység nem a számított paramétereknek megfelelő visszatérése, esetleg forgása miatt a párhuzamosan működésbe hozott ejtőernyők összegabalyodhatnak. A Voszhod egyik főejtőernyő kupolájának működésképtelenné válása esetén a működésbe lépő fékezőrakéták és az ülések lökéscsillapítói tették volna lehetővé a kozmonauták számára a földetéréskor jelentkező terhelés elviselését.

Érdekes módon a Voszhod űrhajó nem rendelkezett mentőrakétával, így a kabin ejtőernyőjét csak a repülési programnak megfelelő leszállásra lehetett felhasználni. A párhuzamosan működő ejtőernyőrendszer pedig magába foglalta a fő- és a tartalék ejtőernyő funkcióit is. A program befejeztével szovjet emberes űreszköz ejtőernyőrendszerénél többet nem alkalmazták a párhuzamos redundancia ilyen példáját.

A Voszhod-ejtőernyőrendszer mind a két küldetés során kitűnőre vizsgázott, amely elsősorban a Voszhod-2 nem a számított programnak megfelelő, kézi vezérléssel végrehajtott leszállását tekintve volt figyelemreméltó.

A Voszhod vészhelyzeti mentőrendszerének ejtőernyői

A Voszhod 1964. évi repülése előtt, 1962. nov. 1.-jén - tehát a Vosztok alkalmazása közben, véleményem szerint inkább fejlesztési céllal Pjotr I. Dolgov ezredes és Jevgenyij N. Andrejev őrnagy ejtőernyő tervezők- és beugrók azonnali nyitású és késleltetett ejtőernyős ugrást hajtottak végre 25000 méter magasságból egyazon ballon gondolájából. Dolgov - aki azonnali nyitással működtette az ejtőernyőjét a feladatnak megfelelően, a ruha dehermetizációja miatt életét vesztette. Andrejev az FAI hivatalos rekordtáblázata szerint 24500 méteres szabadesés után nyitotta az ejtőernyőjét. A korabeli publikációk alapján a ballongondolát katapultálással hagyták el - ebből feltételezhető, hogy a Voszhod mentőrendszerének előkísérletét végezték el [1], amelyet a gyakorlatban soha nem alkalmaztak egyik repülés során sem.

A Szojuz⁷ űrhajó ejtőernyői

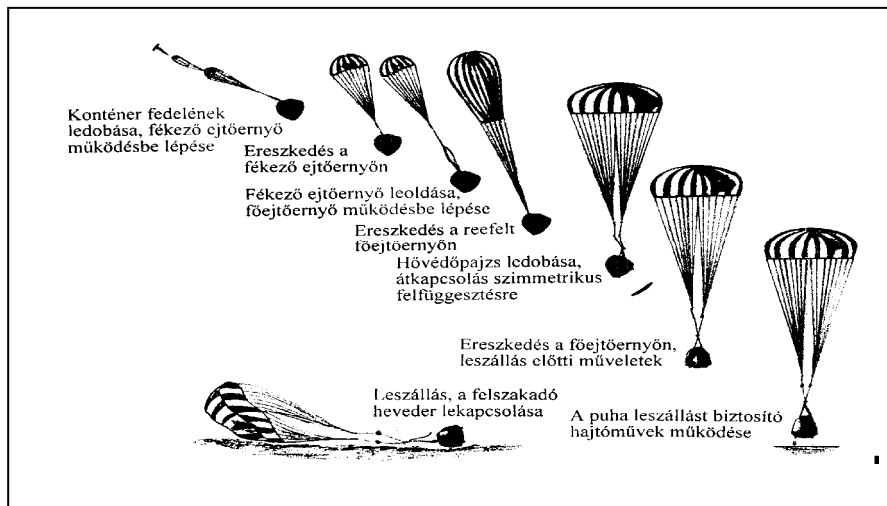
A Szojuz leszállórendszerének ejtőernyői

A szovjet űrhajók közül a harmadik generációs Szojuz űrhajó leszállóegysége volt az, amely az ún. „kónuszos” kialakításából adódóan - az amerikai ember vezette űrhajókhoz hasonlóan - rendelkezett a földi légkörbe történő belépésnél a leszállási röppálya megváltoztatásának képességével. Ezt a célt biztosítandó a Szojuz űrhajóra kis stabilizáló hajtóműegységeket építettek be, míg a Vosztok és Voszhod űrhajó esetén ugyanezt ballasztolással oldották meg.

Az új generációs űrhajó természetesen új ejtőernyőrendszert igényelt, amelyet a konstruktőrök a korábbi tapasztalatoknak megfelelően, szintén teljes egészében automatikus üzemmódban kívántak működtetni, amely magába foglalta az ejtőernyő automatikus leoldását is talajhoz ütdés pillanatában. A rendszer működési elve az elmúlt több mint 40 év alatt lényegében változatlan maradt (5. ábra). A Szojuz ejtőernyőrendszerét egy barometrikus érzékelő hozza működésbe 9,5 km magasságban. A konténer tetejének ledobódását az abból kiszabaduló 9,7 és 1,5 m² felületű ejtőernyőkből álló kihúzó blokk működésbe lépése követi, amelyek a 14 m² felületű fékező ejtőernyőt húzzák ki az ejtőernyő-

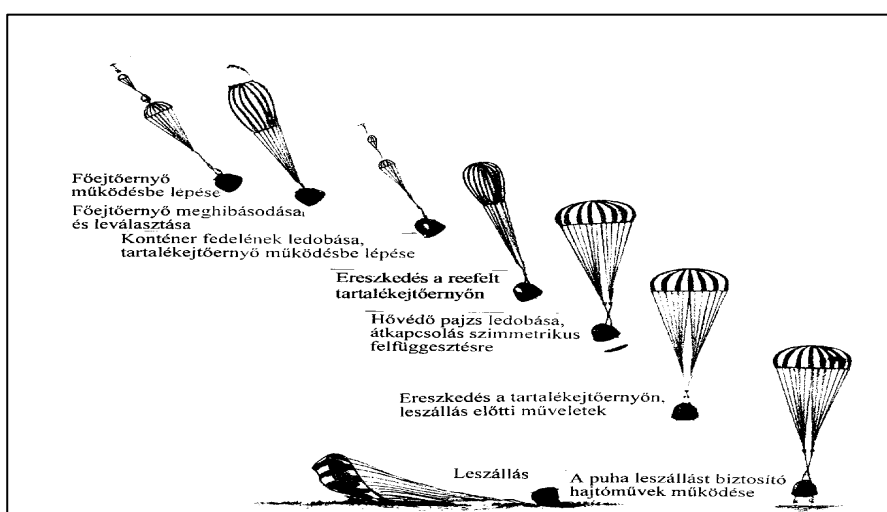
⁷ Союз (or. „Szövetség”)

konténerből. Ez az ejtőernyő egy szem segítségével kapcsolódik a leszállóegységhez, majd miután annak sebessége 90 m/s-ra lecsökken, leválik a leszállóegységről és kihúzza a konténerből a belsőzsákba rejtett főejtőernyő 1000 m² felületű, kapronból készített kupoláját. A ree felés következtében ez nem azonnal lobban be, így a részleges kupolafeltöltődés miatt a leszállóegység sebessége az első fázisban, 4 s alatt 35 m/s-ra, majd a nyílaskésleltetés feloldása után két lépésben tovább csökken: először 13-17 m/s-ra, majd 6-7 m/s-ra [16]. A Szojuz leszállóegység ezzel a sebességgel ereszkedik tovább, de a kb. 1-1,5 m magasságban [10] működésbe hozott szilárd hajtóanyagú [27] fékezőrakétáknak köszönhetően ez az érték 3,5-4 m/s-ra csökken.



5. ábra. A Szojuz űrhajó főejtőernyő rendszerének működési fázisai

A Szojuz leszállóegységet egy 573 m²-es kupolafelületű tartalék ejtőernyővel és a kozmonauták túlélőképességének növelése érdekében olyan automatikus rendszerrel látták el, amely lehetővé tette a rosszul kinyílt főejtőernyő leválasztását (6. ábra) és a tartalék ejtőernyő zavartalan működését.



6. ábra. A Szojuz űrhajó tartalék ejtőernyő rendszerének működési fázisai

Az új ejtőernyőrendszer gyakorlati próbái minden bizonnyal sikeresek lehettek, mert hamarosan egy valódi űrrepülésben való részvételére is sor került. A Szojuz-1 berepülése nem ment minden nehézség nélkül, mert nem nyílt ki az űrhajó egyik napelemszárnya, ezért nem állt rendelkezésre kellő mennyiségben energia a tervezett repülési program folytatására, így azt módosították [7, 15] és a kozmonauta kézi vezérléssel hajtotta végre a leszállást 1967. április 24-ének hajnalán. Ennek során veszítette életét a Szojuz-1 berepülésével megbízott tapasztalt kozmonauta, Vlagyimir M. Komarov mérnök ezredes, a Szovjetunió Hőse, a Voszhod-1 korábbi parancsnoka.

A hivatalos magyarázat szerint a katasztrófa oka a főejtőernyő felszakadó hevedereinek 7 km magasságban bekövetkező nyílás közben történő összeakadása volt [14]. Ezt a támasztja alá a lezuhanás helyszínén készített filmfelvétel is, amelyen jól látható az összegubancolódott, „hurkában maradt” ejtőernyő-kupola. Ez a leszállórendszer nem a számított paramétereknek megfelelően, esetleg járulékos forgással végrehajtott kézi vezérlésű leszállásának volt a következménye. Igaz, hogy van lehetőség az ún. „kipörgető eljárásokkal” a leszállóegység elvesztett stabilitásának a helyreállítására, de ezt csak a sztratoszférába lépés előtt lehet alkalmazni, és ezzel a módszerrel a rosszul kinyílt ejtőernyőt kirendezeni lehetetlen.

A katasztrófa után közel másfél évet áldoztak az eredetileg Fjodor D. Tkacsev által tervezett ejtőernyőrendszer tökéletesítésére, amely időkiesés a két nagyhatalom űrversenyében komoly lemaradást jelentett.

Mivel az ejtőernyő-konténer fedelének lerobbantásakor a tartály deformálódhat, ennek következtében megnő az ejtőernyőrendszer beszorulásának esélye [20], ezért az eredetileg hengeres ejtőernyő-konténert „kónuszos” kialakításúra cserélték, illetve megoldották az ilyen esetre a kihúzó ejtőernyő leválasztását is, elősegítve a tartalék ejtőernyő zavartalan belobbanását. (Az 1968. október 28-án sikeresen visszatért, személyzet nélküli, automatikus üzemmódú Szojuz-2 állítólag még a régi konténerrel repült, de ezt hivatalosan soha nem erősítették meg.)

Ezekén kívül - a fokozottabb biztonság kedvéért - a földhöz ütközéskor automatikusan működésbe lépő leoldózárat kézi működtetésűre cserélték, így a teljesen automatikusan működő „ember-gép” ejtőernyőrendszerben a kozmonauta feladata a kupola belobbanásának jelentése mellett a leszállás után annak leválasztása lett. Ezzel elkerülhetővé válik a leszállóegység– talajon történő vonszolódása⁸, illetve a Szojuz-18-1 személyzetét (Vaszilij G. Lazarev orvos ezredes és Oleg G. Makarov) is ez mentette meg, amikor az Altaj-hegységben egy meredek lejtőn fogtak talajt és az ejtőernyő kupolája a bozótosban megakadt [11].

A módosított ejtőernyőrendszer és annak tökéletesített változatai mind a mai napig 100%-os megbízhatósággal működnek, még a tartalék ejtőernyő használatára sem volt eddig szükség sem a Szojuz, sem a Szojuz-T, -TM és -TMA leszállóegységek visszatérésénél.

⁸ Ejtőernyős zsargonban: „kutyázás” - utalva arra a jelenségre, hogy a vonszolódó ejtőernyős kutya galoppozására hasonló négykézláb mozgással igyekszik felállni, vagy megközelíteni a vonszoló kupolát.

A Szojuz-T⁹ visszatérő tömegét 2,9 t-ra növelték, míg a Szojuz-TM¹⁰ és –TMA hosszú idejű orbitális pályán tartózkodásra készült, így a zsinóroknál és erősítő szalagoknál megjelent a könnyű súlyú poliamid és kevlar¹¹ együttes alkalmazása [13].

A Szojuz vészhelyzeti mentőrendszerének ejtőernyői

A Szojuz űrhajóhoz a szovjet hordozórakéta-család „Kis hetes”¹² elnevezésű példányának továbbfejlesztett változatait alkalmazzák, amely a - start előtt illékonyága miatt mélyhűtött állapotban tartott -, hypergolikusnál is érzékenyebb hajtóanyagot használ. Az indítási folyamat közben könnyen bekövetkező rakétarobbanás tűzlabdájának kiterjedtsége és a Szojuz leszállóegységének kialakítása a mentőtornyos vészmentő berendezés alkalmazása mellett döntött.

Az indítóállásban vagy az orbitális pályára történő kivezetés szakaszán -120 km-es magasságig [19] - bekövetkező vészhelyzet esetén a mentőrakéta letépi az orrvédő kúpot az űrhajóval együtt és eltávolítja a hordozórakétától, majd leválik az orrvédő kúp, az orbitális- és a műszeres egység a leszállóegységről, amely a leszállóegység fő ejtőernyőrendszerének segítségével biztonságosan Földet ér. Az indítóállásban bekövetkező vészhelyzet esetén – ekkor van lehetőség a mentőberendezés kézi vezérlésű működtetésére is, míg az emelkedés szakaszán ezt teljes egészében az automatika végzi-, a kivezetési magasság illetve távolság értéke nem lehet kevesebb, mint 850 m, illetve 110 m [12]. A kivezetési pálya paraméterei a főejtőernyő biztonságos működéséhez ugyanúgy szükségesek, mint robbanás esetén a lángtengerből történő meneküléshez. Mentési üzemmódban a két kihúzó ejtőernyő által alkotott megnövelt felület kompenzálja az ejtőernyők belobbanásához szükséges sebesség kis értékét [10].

A Szojuz mentőrendszere két esetben bizonyította eddig létezésének jogosultságát. Először 1975. április 15-én, amikor az előzőekben megemlített Szojuz-18-1 rövid űrutazás kényszerleszállással végződött, mivel hordozórakétájának harmadik fokozata nem a számított paramétereknek megfelelően működött az orbitális pályára állás szakaszán [19]. Másodszor 1983. szeptember 26-án, a Szojuz T-10-1 űrhajó hordozórakétájának starthelyen bekövetkezett felrobbanásakor, „az egészséges, de nagyon boldogtalan” [3] Vlagyimir G. Tyitov ezredes és Gennagyij M. Sztrekalov megmentésével.

A SZOVJET ŰRREPÜLŐGÉP EJTŐERNYŐ-RENDSZEREI

A Buran¹³ ejtőernyője

A szovjet Buran űrrepülőgép leszállás utáni lefékezésére alkalmazott ejtőernyőit csak az egyetlen sikeres próbaújtjának végén lehetett megfigyelni a Bajkonur Kozmodrom leszállóbetonján, 1988. november 15-én (7. és 8. ábra).

⁹ Союз-Транспортный (or. „Szövetség Szállító”)

¹⁰ Союз-Транспортный Модифицированный (or. „Szállító-Módosított”)

¹¹ A kevlar típusú nagyszilárdságú műanyag ejtőernyőtechnikában elterjedt neve a szovjet gyártmányoknál (repülőgép fékernyő, PO-9 és PZ-81 típusú ejtőernyőknél) KOTMOSz volt.

¹² Семёрка (or. „Kis hetes”)

¹³ Буран (or. „Hóvihar”)



7. és 8. ábra. A Burán fékező ejtőernyőinek hármass fűrtje és a fékejtőernyő gondolája a függőleges vezérsík alatt

A Burán 310-340 km/h sebességgel érte el a betont, amelyen három darab kereszt alakú, összesen 75 m² felületű ejtőernyőrendszer biztosította az űrrepülőgép fékezését. Az ejtőernyőket 50 km/h sebességnél leválasztották, hogy elkerüljék az oldalra húzást. A Burán teljes lefékezéséhez 1100-2200 m-es kifutási úthosszra volt szükség [5].

A Buran mentőrendszer ejtőernyője

A Buran űrrepülőgépet személyzettel ellátott repüléséhez az első alkalommal a Jak-38 és MiG-25 típusú vadászgépeken alkalmazott, „dupla nullás” K-36 típusú katapultülés (9. ábra) módosított változatával (10. ábra) kívánták felszerelni. A mentőrendszert Gaj I. Szeverin, a Zvezda cég főmérnöke úgy tervezte, hogy felhasználható legyen a kilövőállványon bekövetkezett vészhelyzetekre - ebben az esetben a rakétahajtóművek 300 m magasságra lökték fel a katapultülést-, az ülés használható egészen 30000 m-es magassághatárig, illetve 3,0 Mach értékig [2].



9. és 10. ábra. A K-36 típusú katapultülés és a Buran pilótafülkéjébe beépítésre tervezett módosított változata

A katapultülés különlegességét a stabilizációs rendszerének megoldása szolgáltatja. A hátul, két oldalt elhelyezett teleszkópkarok a katapultálás után azonnal kivágódnak a helyükről, és a több mint 2 m hosszú rudak végén elhelyezett kis segéd-ejtőernyők mindaddig stabilizálják az ülés és a kozmonauta zuhanását, amíg el nem éri az 5000 m-es magasságot. Ezután a katapultülés leválik a kozmonautáról, aki mentőejtőernyővel ér földet.

A katapultülés beépítésére soha nem került sor, mert az 1988-ban személyzet nélkül végrehajtott, egyetlen sikeres próbarepülés után a szovjet űrrepülőgép programot törölték.

ZÁRSZÓ

A világűr hatékony felfedezéséhez és hasznosítása érdekében elengedhetetlenül szükség van az ejtőernyők alkalmazására. Az ejtőernyős technika és az űreszközök közötti kölcsönös kapcsolat mindkét területen hihetetlen ütemű műszaki fejlődéshez vezetett.

A legújabb kori űrkutatás történetének alig több mint ötven éve alatt a kozmikus eszközökön alkalmazott ejtőernyőrendszerek – néhány kivételtől eltekintve – pontos és megbízható működése biztosította a világűr békés meghódítását és az emberi tudás fejlődését.

Az űrhajózás területén eddig alkalmazásra kerülő ejtőernyőrendszerek kifejlesztése során nyert tapasztalatok minden bizonnyal a jövőbeni „űrből leeső” rendszerek tervezésénél is megkönnyítik a konstruktőrök munkáját, segíteni fogják a problémák megoldását és megteremtik az újabb sikeres leszállórendszerek létrehozását az ejtőernyős technológia felhasználásának e szokatlan területén, a kozmosz országútjain.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Je. N. Andrejev: Körülöttem az ég. EJTŐERNYŐS TÁJÉKOZTATÓ 1985/4. 20-22. oldal
- [2] Aviation Week and Space Technology 1988. december 5. 31. oldal
- [3] M. Eiden: Aerodynamic Decelerators for Future European Space Missions ESA/ESTEC. AIAA. 89-0879.
- [4] Ju. A. Gagarin: Utazás a világűrben. Táncsics Könyvkiadó Budapest, 1962
- [5] Dr. Horváth András, Szentpéteri László: A Burán első útja. Az amerikai és a szovjet űrrepülő rendszerek összehasonlítása. Haditechnika 1989/1. 27-33. oldal
- [6] Kenneth Gatland: Manned Spacecraft. Macmillan Publ. Co. New York, 1976
- [7] Kenneth Gatland: Space Diary. Salamander Books Ltd. London, New York 1989
- [8] L. A. Gilberg: Az ég meghódítása. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1979
- [9] Kastély Erika: Biztosítókészülékek EJTŐERNYŐS TÁJÉKOZTATÓ 1993/4. 22-66. oldal
- [10] H. A. Лобанов: Из космоса на парашюте. Авиация и Космонавтика 1978/9. 34-35. oldal
- [11] J. E. Oberg: Red Star in Orbit: The Inside Story of Soviet Failures and Triumphs in Space. Random House New York, 1981
- [12] Ракетно-космическая корпорация „Энергия” имени С. П. Королёва Россия, РКК Энергия 1994
- [13] M. J. Ravnitzky: Az ejtőernyőanyag megújulása. EJTŐERNYŐS TÁJÉKOZTATÓ 1993/3. 23-36. oldal (az eredeti változat: AIAA. 89-0909 CP)
- [14] M. J. Ravnitzky, S. N. Patel, R. A. Lawrence: Zuhanás az űrből: Ejtőernyők és az űrprogram. EJTŐERNYŐS TÁJÉKOZTATÓ 1997/3. (az eredeti változat: AIAA. 89-0926)
- [15] Schuminszky Nándor: Szovjet Zond szondák a Hold körül. Haditechnika 1998/1. 38-42. oldal
- [16] Szerzői kollektíva K. P. Feoktyiszov vezetésével: Космические аппараты. Военное Издательство Москва, 1983
- [17] Űrhajósok ejtőernyős ugrása. EJTŐERNYŐS TÁJÉKOZTATÓ 1984/6. 31-32. oldal. (az eredeti változat: A. A. Войнов: Человек и парашют. Москва 1977)
- [18] Űrhajósok: Nincs móka! EJTŐERNYŐS TÁJÉKOZTATÓ 1991/5-6. 54. oldal
- [19] Űrhajózási lexikon. Akadémiai Kiadó, Zrínyi Katonai Kiadó Budapest, 1984
- [20] Visszatérési manőver. Haditechnika 1979/3. 114-117. oldal (Авиация и Космонавтика cikkek alapján)
- [21] L. Vladimirov: The Russian Space Bluff: the Inside Story of the Soviet Drive to the Moon. Dial Press, 1973, 81-82. oldal New York