

# LRI Repüléstudományi és Tájékoztató Központ

KÉZIRAT GYANANTI

EJTŐERNYŐS  
tájékoztató 

1982/5

## A REPÜLŐORVOSTAN ELMÉLETE ÉS GYAKORLATA (Moszkva, 1975)

(Könyvrészlet 235–255. old.)

### A légi járművek baleseti elhagyása

Tekintet nélkül azokra a sokoldalú intézkedésekre, amelyek a repülés biztonságát hivatottak szolgálni, néha mégis elkerülhetetlen baleseti szituáció létrejön, amely veszélyezteti a hajózó állomány életét. A baleseti szituáció kifejlődésének sajátosságaitól függően a pilóta vagy kényszerleszállást tud végrehajtani, vagy el kell hagynia a repülőgépet a levegőben és ejtőernyővel földetérni. Az utóbbi főképpen a katonai rendeltetésű repülőgépekre jellemző, mivel a hadirepülőgépek specifikus konstrukciós sajátosságai miatt kisebb mértékben alkalmasak baleseti szituációban kényszerleszállás végrehajtására. A repülőgép baleset esetén történő veszélytelen elhagyása biztosításának fontos eleme a légierő harckésztségének. A repülőgép megbízható elhagyási rendszere baleset esetén lehetővé teszi a repülési-technikai tudás fejlesztését a repülőgép minden tulajdonságának széleskörű felhasználásával, miközben nem kerül veszélybe a hajózó állomány. Ebből következőleg a humánus szerepen kívül, amit baleset esetén a pilóta életének megőrzésével teljesít a rendszer, népgazdasági szempontot és honvédelmi képességet is szolgál. A repülések biztonsága állandó tárgya a specialisták figyelmének, akik a repülő-technika megalkotásával és üzemeltetésével, a repülőkérdések felkészítésével és gyakorlatbantartásával foglalkoznak.

Amíg a repülőgépek sebessége nem haladta meg a 300–350 km/ó értéket, az egyetlen mentőeszköz az ejtőernyő volt. A repülőgép elhagyásakor a pilóta kiugrott a kabinból, kinyitotta az ejtőernyőt és földetért. Így történt ez a II. világháborúig és egy rövid ideig a háború elején is, amíg meg nem jelentek a 400 km/ó sebesség feletti repülőgépek. Ilyen repülési sebességeknél nem lehetett már elhagyni a kabint a légerők hatalmas nyomása miatt, amit az emberi erő nem tudott leküzdeni. Ezen probléma megoldása érdekében, az élet megmentése céljából katapultüléseket kezdtek konstruálni.

Azonban az ejtőernyő továbbra is döntő szerepet játszott a pilóta és a hajózó személyzet megmentésében. A baleseti gépelhagyás eszközei ma már elég bonyolult konstrukciók. Ezenkívül a baleseti gépelhagyások végbemehetnek kedvezőtlen körülmények között is: kicsi az oxigén parciális nyomása a környező levegőben, alacsony a hőmérséklet, gyorsulás hat a repülőgép manőverei miatt, ritka az atmoszféra, stb. Ezért elengedhetetlen a hajózók speciális oktatása, hogy biztonságosan tudják alkalmazni a baleseti gépelhagyás eszközeit.

### Ejtőernyő – A szervezet reakciója az ejtőernyős ugrásra

A korszerű ejtőernyőt, ami az emberek mentésére alkalmas, 1911-ben, K. Je. Kotyelnikov által javasolt szerkezetre vezethetjük vissza.

A korszerű ejtőernyő a következő főbb részekből áll: kupola, zsinórzat, felfüggesztő rendszer, tok, nyílási rendszer, nyitórendszer. A kupola és a zsinórzat belsőzsákban van elhelyezve, melynek a végén kihúzó kisernyő van. A tok nyitása után a kisernyő kihúzza a belsőzsákot és vele együtt az ejtőernyő zsinórzatát és kupoláját. A mentőejtőernyő működtethető akár a kioldó kézzel való meghúzásával, amely kapcsolatban áll a tok lezáró szerkezetével, akár automatikus nyitókészülékkel. Utóbbit előzetesen úgy állítják be, hogy meghatározott földfelszín feletti magasság elérésekor, vagy meghatározott idővel a gépelhagyás után működjön.

A különböző konstrukciójú ejtőernyők részletes ismertetését a megfelelő technikai leírások tartalmazzák. Most csupán a felfüggesztő rendszerre (hevederzetre) fordítunk figyelmet. A hevederzet a test tartása mellett a terhelés lehető legnagyobb testfelületre való elosztására is szolgál. Mint ismeretes, az ejtőernyő belobbanásának pillanatában az emberi testre 5–8 g terhelés hat. Helytelenül beállított hevederrel, amikor a testre ható terhelés eloszlása egyenetlen, sérülések keletkezhetnek.

Az ejtőernyő belobbanásakor ható terhelés mértéke a következő módon határozható meg.

Az ejtőernyős zuhanásakor a mozgásenergia nagysága:

$$A = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{G \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

ahol:  $G$  – az ejtőernyős tömege (kg),  
 $v$  – az ejtőernyős zuhanási sebessége (m/s),  
 $g$  – nehézségi gyorsulás ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ )

A fékezés útját  $L$ -nek véve (méterben) kapjuk az ejtőernyősre ható terhelést:

$$P = \frac{G \cdot v^2}{2 \cdot L} \text{ (N).}$$

A fékezés útját ki lehet fejezni az ejtőernyőkúpola átmérőjével, vagy négyszögletes ejtőernyőnél az egyik oldalának hosszával. Ebben az esetben kapjuk:

$$P = \frac{G \cdot v^2}{2 \cdot k \cdot D} \text{ illetve: } n = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot k \cdot D} + 1$$

ahol:  $n$  – az ejtőernyő nyílásakor ható túlterhelés nagysága;  
 $k$  – az arányossági tényező, mely függ a fékezés egyenletlenségétől, a kúpola anyagának minőségétől és formájától. Ennek értéke általában:  $k = 3 \pm 30 \%$ ,  
 $g$  – nehézségi gyorsulás,  
 $D$  – a kúpola átmérője (oldalhossza) m-ben,

A fékezés útja  $k=3$ -al,  $L = 2,5 \div 4$  között van.

A fenti gondolatmenet alapján lehet számolni a nyílási terhelést a kúpolára és az emberi testre is. Így például az MPLK-49 típusú ejtőernyőre ( $D=6,6 \text{ m}$ ,  $G=100 \text{ kg}$ ,  $v=50 \text{ m/s}$ ,  $k=3$ ) kapjuk:

$$P = \frac{100 \cdot 50^2}{2 \cdot 3 \cdot 6,6} = 6313 \text{ N}$$

és

$$n = \frac{50^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3 \cdot 6,6} + 1 = 7,45$$

Tehát, a kúpola belobbanása pillanatában az ejtőernyősre 6313 N erő hat, a túlterhelése pedig kb. 7-szeresen múlja felül a test tömegét.

### Az ejtőernyős ugrások elmélete és gyakorlata

A test esési sebességét a levegőben meghatározza a nehézségi erő, amit a nehézségi gyorsulás ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ ) hoz létre és a levegő ellenállása. Rövid idejű esésnél (2–3 másodpercig), kis távolságon a levegő ellenállásától el lehet tekinteni. Ebben az esetben az esés sebessége:

$$v = g \cdot t$$

ahol:  $t$  – az esés ideje s-ben.

Az esés sebességét, melynél a légellenállás nagysága azonos a nehézségi erővel (a test tömegével) kritikus sebességnek nevezzük.

Ezt a sebességet meghatározza a levegő sűrűsége, a test tömege, a test helyzete a földhöz képest, az esés időtartama és a kezdősebesség.

Igy például hason zuhanva, oldalt nyújtott kezekkel és lábakkal a kritikus sebesség kb. 42 m/s. A repülőgépből való kiugráskor az emberi testre aerodinamikai erők hatnak, melyek a repülési sebességtől függenek. A nehézségi erő és a légellenállás hatása különböző repülési sebességeknél egy mozgáspályát alakít ki a repülőgép hossz tengelyéhez képest. Lényeges megjegyezni, hogy 250 km/ó sebességig úgy eltávolodik a repülőgéptől, hogy az az ejtőernyős részére teljes mértékben biztonságos. 250 km/ó repülési sebesség felett azonban az ember vezérsíknak való ütközése már reális probléma. Ebből következik, hogy az ejtőernyős ugrónak nagyon fontos meghatároznia a repülőgép optimális helyzetét az ugróhoz (a repülőgép hossz tengelyének dőlését a földhöz) viszonyítva, a megfelelő testtartást, s tudni, milyen irányban kell elrugaszkodni a gépelhagyás pillanatában.

Az ejtőernyő nyitásának időpontja a gépelhagyás után nagyon lényeges, mivel az ejtőernyő nem feltétlenül nyílik ki az automata készülék segítségével a szükséges pillanatban. Annak az időpontnak a megállapítása, amely az ejtőernyő nyitásához megfelelő, nagyjelentőségű a test úgynevezett eredő esési sebessége miatt. Ez az eredő a vertikális és horizontális sebességekből adódik. A dinamikus ütés, mely az ejtőernyősre hat a belobbanáskor, annál kisebb, minél kisebb az esés eredő sebessége – és ellenkezőleg. Az eredő esési sebesség függ a levegő sűrűségétől (a tengerszint feletti magasságtól) és a test kezdősebességétől. Nyilvánvaló, hogy az ejtőernyő nyílásának késleltetési idejét jóval az ugrás előtt pontosan meg kell határozni, mert ez biztosítja a kisebb dinamikus terhelést.

Az ember reakciói az ejtőernyős ugrásnál a stressz állapotnak megfelelően jelentkeznek. Az elkövetkező ejtőernyős ugrás információjának pillanatától megfigyelhető a vegetatív funkciók (légzés, pulzus, artériás nyomás, vércukorszint, stb.) szintjének növekedése, a viselkedés, beszédreakciók változása. A továbbiakban a közelgő ejtőernyősugrás jeleinek megjelenése mértékében a szervezet funkcionális rendszerének a feszültsége mind kifejezettebbé válik. Az ugrás pillanatának közeledési jeleként szolgálnak akár az előkészítés fokozatai, akár az ugrásvezető parancsai a gépbeszállás előtt, vagy annak az időnek a múlása, ami az ugrásig még hátra van.

Különösen élesen kifejezettek a kezdő ejtőernyősök reakciói. Jelentősen kisebb mértékben fedezhetők fel ezek a reakciók tapasztalt ejtőernyősöknél. Azonban önáluk is, az ugrás körülményeinek megváltozásánál, új típusú ejtőernyők, vagy más felszerelési tárgyak bevezetésénél ugyancsak megjelennek éles változások a szervezet funkcionális rendszerében.

Maga az ejtőernyős ugrás, valamint az ejtőernyős ugró bizalmatlansága megkívánja az embertől a félelem leküzdését, ami a szervezet funkcionális rendszerének feszültségét okozza (P.V. Szimonov: Sto takoje emocija? 1966). Az ilyen állapotok erősen kifejlődve okai lehetnek az ejtőernyős ugrástól való visszalépésnek, más időpontra való elhalasztásának. A repülőorvosnak feltétlenül pontosan ismernie kell az ugrás engedélyezésének kritériumait. Ezen értjük a szervezet emocionális reakcióinak megjelenési és kifejlődési fokozatait.

Rendkívül kifejezett emocionális reakció nagy valószínűséggel gépelhagyási, vagy levegőben való tevékenység közbeni hibát okoz, csökken a földetérés biztonsága, különböző sérülések várhatók.

Az emocionális feszültség mértékét jelezheti a mimika, merevség, a bőrfelület elszíneződése, az ejtőernyős magabazárkózása, beszéde. Lehetetlen egyet nem érteni L.P. Grimakkal (Pszihologicseskaja padgatovka parasjutyiszta – Moszkva, 1971), abban, hogy startnál, a gépbeszálláskor és rárepülés közben, az ugrás előtt a kezdő ejtőernyős külsejéből meg lehet állapítani nemcsak az érzéseit, de még az ugrásra való felkészítettségének mértékét is. Ezt egészítsük ki még azzal, hogy a külső jelek alapján elég nagy valószínűséggel el lehet bírítani az ugrás következményeit is.

Az egyik legrosszabb állapota a kezdő ejtőernyősöknek az ún. start-apátia: letörttség, álmoság, hallgatagság, mozdulatlanság, lelassult és szakadozott feleletek, rossz közérzet. A mozgáskoordináció csökkenésének eredményeként ilyenkor romlik a fizikai állapot, leromlik a keringési-légzési rendszer tevékenysége.

A pulzus és légzésfrekvencia ejtőernyős ugrásnál		
A mérés időpontja	Pulzusszám percenként	Légzés szám
Nyugalomban (2 órával az ugrás előtt)	72	16
Az ejtőernyő felvétele előtt	92	18
Az ejtőernyős ugrás előtt 120 másodperccel	108	21
„ 60 másodperccel	108	21
„ 40 másodperccel	102	20
„ 10 másodperccel	120	18
A kiugrás után, az ejtőernyő kinyílása előtt, 10 másodperc múlva	138	–
20 „	132	–
Az ejtőernyő nyílása után 30 másodperccel	126	18
„ 80 másodperccel	136	27
„ 110 másodperccel	120	21
„ 140 másodperccel	96	24
Hangártetőre érés veszélye után 150 másodperccel	168	30
Csúsztatás megkezdése után 180 másodperccel	150	30
A veszélyhelyzet elhárítása után 200 másodperccel	144	33

Természetes, hogy ilyen esetben szerfölött nagy a lehetősége a nemkívánt eseményeknek és ezért azt a személyt, aki ilyen állapotban van, el kell tiltani az ugrástól. Az ilyen állapot profilaktikája céljából az orvosnak individuális beszélgetéseket kell folytatnia, megállapítva azokat a módokat, amelyek erősítik a terápiát. Ezenkívül nagyjelentőségű az ugrók demonstrációja, amit más ejtőernyősök végeznek el, a felszerelés minden darabjának gondos ellenőrzése, kihangsúlyozva e közben a megbízhatóságukat, továbbá az ejtőernyővel ugrott személyek elbeszéléseit.

Mint a gyakorlat mutatja, ezután a kezdő ejtőernyősök a továbbiakban jól elsajátítják az ugrás végrehajtásának technikáját. Ellenkező állapot jellemezhető a szélsőségesen kifejezett mozgáskész-séggel, kapkodással, túl gyakori figyelemátváltással, rossz koncentrációval, gyakori vizelési ingerrel, az artériális nyomás és a pulzusszám növekedésével, sűrű légzéssel. Ezekben az esetekben az ejtőernyőt ugyancsak nem szabad engedni ugrani. Ha ilyen állapot nem kapcsolatos az ember individuális sajátos-ságaival, a profilaktikai teendők, melyek alkalmazásra kerülnek a start-apátiánál, figyelembevétel az eseti sajátosságokat, gyors, pozitív hatást adnak.

Mint már szó volt róla, a szervezet funkcionális rendszerének a feszültsége növekszik egészen a kiugrás és az ejtőernyő nyitásának pillanatáig. Azonnal, az ejtőernyő nyílása után, megjelenik a megkönnyebbülés jó érzése, hirtelen megváltozik a hangulat, azonnal létrejön egy új ugrás végrehajtásának kívánsága. Egyidejűleg a vegetatív funkciók stabilizációja is végbemegy. Csupán a földetérés előtt figyelhető meg újra némi nyugtalanság. Kifejezettebb reakciók abban az esetben figyelhetők meg, ha az ejtőernyős felfedezi, veszélyes lehet a földetérés a nyilvánvalóan rossz körülmények miatt: erdőre, vízre, nagyfeszültségű vezetékekre, stb. Az 1. sz. táblázatban található adatok, melyeket hordozható készülékkel gyűjtöttek össze kísérlet során, regisztrálva az ejtőernyős pulzusát és légzésszámát. E táblázat adataiból látható, hogy a pulzusszám egészen az ejtőernyő nyílásáig növekszik. Az ejtőernyő kinyílása után 2,5 percig a pulzusszám csökken, aztán hirtelen megnő, ugynígy a légzésszám is, ami azzal magyarázható, hogy a kísérleti ugró a szél hatására olyan veszélyhelyzetbe került, amikor valószínűvé vált a

hangár tetejére való földetérés és az ezzel járó sérülésveszély. Az ejtőernyős által végrehajtott tevékenység után, melynek segítségével elkerülte a nemkívánatos földetérési helyet (ú.n. csúsztatással) természetesen csökkent a veszélyeztettség, újra kezdődött a szívritmus frekvenciájának normalizálódása.

Végezetül beszélni kell az ejtőernyős ugrás hatásáról az ember, ugrás utáni állapotára. A szervezetre ható fizikai hatások között – ha az ugrás a troposzférában megy végbe, nem jelentkezik oxigénhiány és alacsony hőmérséklet – csak a dinamikus terhelések lényegesek, melyek az ejtőernyő nyílásakor és a földetérésnél hatnak. Általában a helyes testtartás felvétele és a nyitás optimális pillanata esetén a dinamikus ütést egy ütközési lökésként érzi az ejtőernyős. Semmiféle fájdalmas érzés eközben nem jön létre és a továbbiakban nem jelentkezik semmiféle kellemetlen következmény sem a túlterheléstől. Análóg a földetérési hely és pillanat hatása is, ha betartják a megfelelő előírásokat. A földetérési túlterhelés a leggyakrabban 3–4-szeres értéken belül marad és nem jelent a szervezet számára semmi szokatlant, korábban ki nem próbáltat.

A fentiekből következik, hogy a szervezetre ható fizikai behatások az ejtőernyős ugrások során nem csökkentik a munkavégzőképességet a földetérés után. Azonban ennek végső eldöntéséhez figyelembe kell venni a központi idegrendszerre, az ember magasabb pszichikai funkcióira ható terhelést, amit szerfölött magas funkcionális szinten kísér a szervezet fiziológiai rendszere. Más szavakkal, a szervezet kompenzációs reakciói többszöri feszültségük után nem marad következmény nélkül. Nagyon gyakori stressz-állapotok, mint az bebizonyosodott a klinikai gyakorlatban, különböző patológus folyamatokat indítanak el, melyek a munkavégzőképesség kimerítéséhez és más következményekhez vezetnek.

Visszatérve az ember munkavégzőképességére az ejtőernyős ugrás után, meg kell mondani, hogy ha nincs az ugrás és a földetérés közben bonyolult helyzet, a szervezetben létrejövő változások, melyek korlátozzák valamilyen tevékenység végrehajtását, nem észlelhetők. Ezzel együtt, azonban nem szabad elfeledni, hogy bármilyen munka elvégzése az ejtőernyős ugrás után az embertől nagy erőfeszítést kíván meg, szokásos körülmények között is. Éppen ezért, a kezdő ejtőernyősöket – hacsak nem feltétlenül szükséges – nem engedik újabb ejtőernyős ugrás végrehajtására rögtön az első ugrás után -- célszerű, pihentetni őket. E közben a tapasztalt ejtőernyősök olyan ugrásokat, melyek végrehajtása során nem változnak meg komolyan a feltételek, kettőt, sőt hármat is végrehajtanak naponta, miközben az ugrások között fél- egyórás szünet van. Azonban némely ilyen esetben megfigyelhető, hogy az ejtőernyős nem tevékenykedik pontosan a földetérés előtti orientációnál, illetve a levegőben, kiegészítő feladat végrehajtásánál. Hasonló jelek jelzik a hosszabb időtartamú pihenés szükségességét.

Éjszakai körülmények között nem engedhető meg – szélsőségesen indokolt esetet kivéve – egy ugrásnál több. Az ejtőernyős ugrások gyakorlata azokban az esetekben, amikor az ejtőernyős ugrás a foglalkozás részeleme, arról tanúskodnak, hogy a fokozatossági elv figyelembevételével a megfelelő gyakorlatú ugrók, adott esetben kiegészítő terheléssel is képesek bármiféle feladat végrehajtására a földetérés után.

### **A trauma profilaktikája ejtőernyős ugrásoknál**

Tekintet nélkül az ejtőernyős felkészülése során végrehajtott alapos ellenőrzésre az oktatás minden fokozatában, néha az ejtőernyős ugrások után különböző traumák észlelhetők. Átlagosan az ejtőernyős ugrások mintegy egy százalékán belül történik sérülés.

Az ejtőernyős ugrások közben a sérülések bekövetkezhetnek akár a kísérő körülmények bármelyikének megváltozásának figyelmen kívül hagyása miatt (pl. a szél sebességének és irányának megváltozása), akár a felkészítés, a felszerelés, vagy az ugrásvégrehajtási körülmények miatt. Némely esetben a sérülések olyan hiba miatt jelentkeznek, amely kapcsolatos a kis tapasztalattal, például a meghatározott tevékenységi sorrend be nem tartásával. A sérülések egyik legritkább oka lehet a nem megfelelő egészségi állapot, amely létrejön például a repülőgép billegése, vagy kismértékű oxigénéhség, esetleg lappangási fázisban lévő betegség (pl. gripa) miatt.

Az ejtőernyősugrások engedélyezése az egészségi állapot figyelembevételével ajánlatos, a szolgálati dokumentációk felhasználásával, melyek a professzionális orientáció jellegét (desszantosok, ejtőernyős-tűzoltók, pilóták stb.) figyelembe veszi, ezért itt nem tekintjük át a konkrét követelményeket az egészségügyi állapottal szemben és az engedélyezés határfeltételeit.

Az ejtőernyős ugrások előtti nap az orvos kikérdezi az ugrókat a közérzetükről és rövid ellenőrző vizsgálatot végez. Szerfölött kívánatos ezzel az eljárással azt az orvost megbízni, aki az adott személyi állomány állandó egészségügyi felügyeletét végzi. Az ejtőernyős ugrás kimenetelének biztonságának és sikerének növelése céljából az ugrásra készülőkkel célszerű közölni az egészségi állapotuk mutatóit.

Az egészségügyi ellenőrzés a sérülések profilaktikája céljából fogja át a felkészítés és az ejtőernyős ugrás minden fázisát – ezenbelül az elméleti előkészítést is. Az elméleti előkészítés folyamán mindennek előtti az alapvető cél: létrehozni a meggyőződést az ejtőernyős ugrások veszélytelenségében. Az ilyenirányú felkészítésben nem kell helyt adni olyan speciális témáknak, mint „a dinamikus terhelés hatása az ejtőernyős ugrásnál”, vagy „sérülések az ejtőernyős ugrások közben”. Az ilyen kérdéseket érintőlegesen kell megtárgyalni, nem fókuszálva rájuk a figyelmet, nem szabad a hallgatókban eziránt felkelteni az érdeklődést. Az ejtőernyősök elméleti felkészítésének fontos témája az egészségügyi kérdéseken belül a szervezet ejtőernyős ugrás közbeni reakcióinak ismertetése, azok sajátossága, valamint az ejtőernyő egyes részeinek jelentősége, a felszerelés, az ugrás körülményei, ezek növelik a biztonságot, csökkentik a sérülések számát. A főhangsúlyt a hevederzet megfelelő elhelyezésére és beállítására kell fordítani, az ejtőernyőnyitás pillanatának meghatározására, az ugró testhelyzetére a gépelhagyáskor, illetve a földet-, vagy vizetérés végrehajtására.

Az ejtőernyős felkészítés ellenőrzési terveibe ellenőrzést kell beiktatni az egymástkövető kiképzési szakaszok közben, hogy ellenőrizni lehessen a szükséges felkészítés megfelelő mértékét. Ezen ellenőrzésbe tartozik a felkészítés biztonságának kontrollja is a speciális szerekben. Az egészségügyi kontroll a földi előkészítés minden fokán lehetővé teszi a repülőorvosok részére, hogy jól megismerjék az egyes ugrók felkészültségét, individuális sajátosságait.

Az egészségügyi kontroll fontos szakasza, amely lehetővé teszi ismeretszerzését az ejtőernyősök állapotáról, az a periódus, amikor a gépbeszállás oktatása folyik. Fokozott beszédkedv, némi kapkodás a mozgásban, néha színváltozás az arcon, izzadás, kismértékű újjreszketés, amelyek ekkor mutatkoznak, a kezdő ejtőernyősök megszokott reakciói a körülményekre, s természetesen mindezen szimp-tómák meghatározott mértékig mindenkinél kifejlődnek.

Az ejtőernyős ugrások közbeni sérülések létrejöttének alapvető etiológiai momentumai: bekötökötél által okozott ütések, az ejtőernyős nem megfelelő testtartása az ejtőernyő nyílásakor -- különösen automatikus nyitókészülék használata esetén – az ejtőernyő nyitása a vízszintes sebesség lecsökkenése előtt, a rosszul felvett hevederzet.

Az összes sérülések közül a fent felsorolt okok mintegy 15 %-ot okoznak. A sérülések maradék 85 %-a a földetéréssel, vagy vizetéréssel kapcsolatos. A helyzet az, hogy miután kinyílt az ejtőernyőkupola és az ejtőernyős rábredt az ugrások sikerére, a földetérés pillanata elveszti előtte a biztonság-hoz szükséges fontos jelentőségét. Ezért erre fokozott gondot kell fordítani az ugrások előtti földi előkészítésen.

A létrejövő sérülések alapvető etiológiai momentumaihoz tartoznak földetérésnél: a lábak nem egyidőben érintik a földet, hátra-, vagy oldalra való földetérés az ejtőernyő elsodrásához képest, nem lábra való földetérés, helytelen kéztartás a földfogás pillanatában, lábbeli hiba, a földön vonszoló kupola behúzásának elmulasztása a földetérés után, veszélyes tereptárgyra való földetérés (fák, házak, építmények stb.). Mint látható a fenti áttekintésből, a földetérés pillanatában bekövetkező minden baleseti ok kiküszöbölhető alapos és ellenőrzött felkészítéssel.

További kiegészítő feltételek, amelyek nagy jelentőséggel bírnak a traumák profilaktikájában ejtőernyős ugrás közben, a következők: elegendő alvás az előző nap, nagy terhelések kiküszöbölése az ugrás előtt, ezen értendő a hosszabb várakozás a repülőtéren.

Különös figyelmet igényelnek a nagy magasságból végrehajtott ejtőernyős ugrások. Nagy magasságban történő ejtőernyő nyitások, ahol a levegő ritka, hosszabb ideig tartó dinamikus terhelés jöhet létre (szerk. megjegyzése: nem hosszabb ideig tartó, hanem nagyobb). Nagy magasságban való süllyedés közben az ejtőernyősre hat a ritka atmoszféra és az alacsony hőmérséklet is. Nagy magasságból ejtőernyős ugrások végrehajtásához elengedhetetlen az ejtőernyősök speciális felkészítése, ezen belül az oxigénkészülék használati szabályainak megtanulása, az ismeretek gyakorlati leellenőrzése barokamrában történő felemelkedés közben.

Az ejtőernyősök vezetérésének speciális feltételeit nem tekintjük át, mivel azok függenek a test úszóképességét biztosító eszközök alkalmazott fajtájától, amit viszont a megfelelő kezelési és használati utasítások tartalmaznak.

Végezetül, elengedhetetlen áttekinteni a több év alatt végrehajtott ejtőernyős ugrások hatásának kérdését az ejtőernyősök egészségi állapotára. Az irodalomban található utalások az ejtőernyős ugrás hatására az olyan ejtőernyősök egészségügyi állapotának bizonyos eltéréseinek létrejöttére, akik rendszeresen hajtottak végre ugrást. (N.Sz. Kuzmics és mások. 1968. Voenno-medicinszkij Zsurnál, 11. sz.)

A jelzett eltérések az ejtőernyős életkora és végrehajtott ugrásszáma függvényében jelentkeznek. A leggyakoribb felfedezhető elváltozások a derék-keresztcsonti periférikus idegrendszerrel: a szelvény neuralgiájával. Az ilyen megbetegedések egyértelmű mechanizmusa nem került még leírásra. Feltételezhető, hogy ilyen esetekben a sokszoros földetérési dinamikus terhelés mellett (melyek 20–25 %-ban a deréktájat terhelik) egyik kiváltó ok lehet a test lehűlése is.

Arra a kérdésre, mennyi az az ugrásszám, amely egészségváltozást hoz létre, a jelenlegi kevés adat alapján még nincs egyértelmű válasz. Az ejtőernyős sportmesterek egy csoportjának megfigyelése alapján, amit N.Sz. Kuzmics és D.A. Ulitovszkij végeztek (1968), nem találtak olyan megbetegedést, amely kapcsolatos lett volna a derékkeresztcsont táji csigolyákkal. E vizsgálatok során az ejtőernyős ugrások száma, amit a megfigyelték végrehajtottak, jelentősen felülmúlta azt az ugrásszámot, amit a különböző módon megbetegedett ejtőernyősök hajtottak végre. Valószínű, a megbetegedések kifejlődésében, amit az ejtőernyősöknél találtak, nagy jelentőséggel bírt a felszerelés tömege, az ugrások végrehajtásának mesterségbeli tudása, a korral járó csont- és izomszövet sajátosságok. Ezenkívül, nagy jelentőségű a dinamikus terhelés hatásának rendszeressége.

### **A szervezet reakciója a katapultálásnál ható terhelésre**

400 km/ó repülési sebesség felett a repülőgép kabinjának elhagyása bármely magasságon veszélyes, mivel a légáramlás nyomása, amely a kiugró emberre hat, eléri a 8000 N/m<sup>2</sup> értéket (Pa). Ilyen sebességű repülőgép elhagyásánál fennállhat a vezérsíkhöz ütközés veszélye.

Kis magasságokon, ezenkívül az ejtőernyős ugrás még azért sem lehetséges ekkora sebességeknél, mert esetleg az ejtőernyő nyitásához sem marad elég idő a szükséges késleltetés után. Ezért jelenleg a repülőgép elhagyása céljából a katapultálási módszert alkalmazzák.

A katapultálás alapvető előnyei a következők:

- a pilóta a másodperc tört része alatt hagyja el a kabint, ami baleseti helyzetben biztosítja az életét,
- a repülőgépet szélsőségesen alacsony magasságon lehet elhagyni, esetleg nekifutás, vagy kigurulás közben is,
- bármely repülési sebesség mellett el lehet hagyni a kabint, amely sebesség egyáltalán elérhető az adott repülőgéptípussal,
- e lehet hagyni a repülőgépet sebesülten, vagy elvesztett mozgáskészséggel is, amit valamilyen körülmény hozott létre.

Az ütőszerű gyorsulások, amit a felrobbanó piropatron hoz létre, a következő jellemzőkkel bírnak: nagysága – 18-20 g, időtartama 0,2 s, növekedési sebessége 200/s.

Az utóbbi időben elterjedtek olyan katapultberendezések, amelyeknél a nagyobb biztonság miatt olyan kilövőberendezést alkalmaznak, amely az ülés kilövése után lép működésbe. Ez a második töltet biztosítja a biztonságosabb mozgáspályát a vezérsík felett, továbbá a jobb mozgásstabilizációt az ülésben lévő pilóta számára.

A mechanikai erők, amelyek a katapultáláskor hatnak a pilótára, a kilövő mechanizmus piropatronának robbanásakor lép fel, miközben az ülés kifelé mozog a repülőgép kabinjából. Ezután a levegőáramlat nyomása hat a pilóta-katapultülés rendszerre.

A piropatron robbanása miatti ütősszerű gyorsulás hatását az emberi test, mint ütközést észleli. A főterhelés ekkor a támasztó-mozgató apparátusra hat, azonban a belső szervek is terhelés alá kerülnek rövid ideig, és nem maradandóan deformálódnak. Speciális kísérleteknél megállapították, hogy közvetlenül a kilövő mechanizmus működése előtt jelentősen fokozódik a szervezet vegetatív rendszerének a funkciója. Ilyen helyzet áll elő nemcsak a földi gyakorlásoknál, hanem a repülőgépből végzett katapultálásnál is. A gyakorlásnál a szervezet életfontosságú rendszereinek fokozott működése megfelel a kísérleti személy által nem eléggé ismert hatásnak, azaz az ütősszerű gyorsulásnak. A tényleges katapultálásnál, repülőgépből, a művelet előtt a szomatikus és vegetatív rendszer feszültsége az ismert veszély, kockázat miatt alakul ki – amely a repülőgép elhagyásával kapcsolatos. Ugy az egyik, mint a másik esetben a nem elegendő információ az elkövetkező hatásokról a kompenzációs mechanizmus kikapcsolódásához vezet, amely lehetővé teszi a szervezet készültségét az ütősszerű gyorsuláshoz.

A 2. sz. táblázatban azok az adatok találhatóak, amelyeket az ütősszerű gyorsulások előtt rögzítettek kísérleti személyeknél.

2. sz. táblázat

Kísérleti személy	p u l z u s s z á m (1/perc)					
	szokásos érték	30 perccel előbb	1 perccel előbb	30 s-el előbb	20 s-el előbb	10 s-el előbb
K.	66	66	114	116	120	132
Sz.	74	76	96	96	102	120
I.	68	66	84	72	108	114
G.	68	74	78	80	108	120
V.	78	78	120	126	156	156

A fenti táblázatból látható, hogy a pulzusszám jelentősen megnő már egy perccel a gyorsulás hatása előtt. Alá kell húzni, hogy ugyanezen idő alatt megnő az artériális nyomás, gyorsul a légzés, nő az oxigénszükséglet, a mozgásreakciók sebessége, továbbá a latens periódusok, a keringési-mozgási reflexek megváltoznak, stb. Természetesen, az ütősszerű gyorsulás hatásának megszűnése után a szomatikus és vegetatív funkciók szintjének normalizációja az első 10 perc során végbemegy.

Azonban, az ütősszerű gyorsulás hatásának megszűnése után, melynek nagysága sokszorosán felülmúlja a szervezet teherbíróképességét, megfigyelhető létfontosságú szervrendszerek életfunkcióinak további csökkenése, egészen a sokkig. Ha az ütősszerű gyorsulás nagysága kissé felülmúlja a szervezet által elbírható értéket, néhány másodperc alatt végbemegy a lecsökkent funkciók normalizációja.

Eképpen, a szervezet különböző rendszereinek előzetesen megváltozó funkcióit, ami megfigyelhető az ütősszerű gyorsulás hatása előtt, úgy kell értékelni, hogy az védekező reakció a később bekövetkező csökkenéssel szemben.

Csupán a nyilvánvalóan meg nem tartott katapultálási testhelyzet, valamint többszöri katapultálás hozhat létre bonyodalmat. Az ilyen bonyodalom leggyakrabban gerinc-sérülés formájában jelentkezik. A katapultáláskor bekövetkező problémákhoz tartoznak azok az esetek is, amikor a szükséges tevékenységek pontossága és gyorsasága megszűnik a gépelhagyás után.

Azonban ezeket a problémákat a nagymértékű izgalom hozza létre, amely kapcsolatos a bekövetkezett helyzettel – ami szükségessé teszi a gép elhagyását – és nem függnék össze az ütésszerű gyorsulás hatásával. A hasonló problémák profilaktikája megoldható, a felkészülés során alapos begyakorlással.

A fő feltételek, amelyek szükségesek az ütésszerű gyorsulások biztonságos leküzdéséhez (túléléshez), tulajdonképpen a megfelelő utasításokban meghatározott testhelyzet és az elég szoros teströgzítés a bekötőhevederekkel. A katapultülés bekötőrendszere megtámasztja a test mellső oldalát és ezzel elejét veszi a lágy szövetek jelentős deformációjának. Ezenkívül a test merev rögzítése a katapultüléshez biztosítja a testtartás megőrzését a légáramlat hatása közben, amikor az ülés-pilóta rendszer kifelé mozog a repülőgépből.

A légáramlat nyomása azonnal hat, amikor a pilóta az üléssel együtt kikerül a repülőgépből. A levegőáramlat mechanikus nyomása a legnagyobb értékét az elválás pillanatában veszi fel (0,07–0,14 másodperc időtartamra), amikor a légáramlás sebessége azonos a repülőgép sebességével. Később az ülésnek a repülőgéptől való eltávolodása után a légáramlat nyomása csökken az ülés és benne lévő ember mozgási sebességének fékeződése miatt. Az ülés sebességének fékeződése a gépelhagyás után függ a repülési sebességtől a katapultálás pillanatában. Általában úgy számolhatjuk, hogy a légáramlat hatása a katapultálás után kb. 2–2,5 másodpercig tart. Ez a hatás masszív ütés formájában jelentkezik az emberi test mellső részén. Ebben a pillanatban leválhatnak a kezek, vagy a lábak a támasztékokról, ami különböző sérüléseket okozhat. Különösen nagy ez a veszély nagysebességű repülés közbeni katapultálásnál. Így például a légáramlat nyomása kb. 8800 Pa értékű hangsebességnél, kis magasságon. Figyelembe véve a pilóta testhelyzetét katapultáláskor, feltételezhető, hogy a test felülete, amelyre a légáramlás hat, kb. 0,5 m<sup>2</sup>. Ha tehát a katapultálás hangsebességű repülés közben megy végbe, akkor a légáramlat ereje, ami a pilótára hat 44000 N. Tekintet nélkül az ilyen hatás rövid idejére, nem szabad számításon kívül hagyni. A légáramlat ütése olyan túlterhelést okoz, amely hát-mell irányba hat és nagysága kb. 25 egység.

A pilóta legteljesebb védelme a légáramlattól magassági-kompenzációs ruhával és szkafanderrel oldható meg. Elterjedtek speciális védőeszközök, melyek a katapultülés konstrukciójához tartoznak: áramlásterelő és deflektorok, melyek felveszik a levegő ütését. A légáramlat nemcsak a pilótára hat, a felszerelésére, ruházatára is.

Rosszul beállított, nem megfelelően rögzített felszerelés, ruha, cipő leszakadhat és sérülést, ütést okozhat a testen, vagy más problémát idéznek elő. Így például nagy magasságon a cipő leszakadása a láb elfagyásához vezethet, az oxigénmaszk leszakadása pedig hypoxiát okozhat. Az elmondottak szükségessé teszik a hajózállomány megfelelő oktatását a fenti problémák profilaktikája, a katapultálás biztonsági szintjének növelése céljából.

A magassági felszerelés alkalmazása, a hevederzet pontos beállítása, a fej szoros letámasztása a fejpárnára, a végtagok megbízható fixálása az ülés támasztófelületein, az ajkak összezárása, a szem becsukása – mindezek a feltételek szükségesek a légáramlás káros hatásának profilaktikájához katapultálásnál.

Végezetül még meg kell említeni két momentumot, amely az emberi testre hat katapultálásnál is. Ezek pedig: az ejtőernyő nyílásakor bekövetkező ütésszerű gyorsulás és a földetérés pillanata. A katapultálás utáni földetérés semmiben sem különbözik a szokásos ejtőernyős ugrás földetérésétől, ezért itt is azonosak a biztonság és a sérülésmegelőző profilaktika kérdései.

### **A repülőgép kényszerelhagyása baleset esetén**

Az időtől fogva, hogy bevezették a repülőgépeken a katapultüléseket, minden országban elemezték a kényszergépelhagyások tapasztalatait. Jelenleg elegendő statisztikai adat van a kényszer katapultálásokról a különböző repülési helyzetekben. Mint a világstatisztika mutatja, a különböző okok között, amelyek szükségessé teszik a katapultálást, jelentős helyet foglal el a következő okok csoport-

ja: a térbeli orientáció elvesztése éjszakai repülés közben, felhőkben, vagy sűrű ködben, valamint a vezérlőrendszerek meghibásodása, illetve a repülőgép fő-egységeinek működésképtelensége, továbbá a repülőgép nem vehető ki dugóhúzóból, vagy tűz keletkezik. A katapultálás leggyakrabban 600–900 km/ó sebesség mellett történik. Az utóbbi években elterjedten használt repülőgépek miatt, melyek hangsebesség felett képesek repülni, hangsebesség körüli katapultálásokat is feljegyeztek.

A magasság, amelyen végbemegy a katapultálás, általában elég jelentős, ezért a pilótának lehetősége van különösebb sietség nélkül elválni az üléstől, sőt kiválasztani a biztonságos földetérés helyét is. Azonban néha a katapultálás kis magasságon (100–200 m) történik, vagy 8000 méteres magasság felett. Jelenleg olyan katapultüléseket használnak, melyeket bármely repülési magasságon lehet működtetni, sőt még földi mozgás közben is, nekifutás, vagy kifutás közben.

A magassági felszerelés szakszerű használata miatt, mely ellátja a szervezetet oxigénnel, még 12 000 métert meghaladó magasságból is biztonságos a katapultálás. A katapultálás okainak tanulmányozása alapján megállapították, hogy azok rendszerint nem vízszintes repülés közben mennek végbe, milyen repülési helyzetet közben – tűz képződése kivételével – akkor nem jelentkezik.

Az a tény, hogy katapultálás leggyakrabban műrepülés-szerű helyzetben történik, azaz akkor, amikor a pilótára gyorsulások hatnak, külön értékelést igényel. A katapultálási kiinduló helyzet felvétele és a különböző tevékenységek végrehajtása a pilóta számára azt jelenti, hogy le kell küzdenie a gyorsulás hatását, különösen azokban az esetekben, amikor nagyok a gyorsulások. Olyan repülési helyzetekben, mint például a zuhanásból való kivétel, húzott forduló, vagy meredek spirál – a gyorsulások elérik a 3–4 g értéket.

A katapultálás egybeesése a fent leírt figurák egyikével, nagyon igénybe veszi az eredő túlterhelések miatt a pilótát. A következmények – természetesen – bonyolultabbá válhatnak, az elkövetett hibák és más kedvezőtlen körülmények eredményeként.

Íme, ezért kell felvilágosítani a hajózó állományt a legkedvezőbb kényszerelhagyási helyzetekről. Ezzel együtt ki kell hangsúlyozni, hogy a jó begyakorlás, a katapultálásra való oktatásnál ritkábbá teszi a bonyolult helyzeteket, illetve előfordulásuk esetén a kimenetel kevésbé súlyos.

Mint a gyakorlat megmutatja, egy sor baleseti szituációban, amikor a feltételek lehetővé tették a gép elhagyását – a pilóta nem élt ezzel a lehetőséggel. Ilyen esetek – érthető okokból – felkeltették minden érintett szakember figyelmét. Tekintet nélkül az ilyen esetek kis számára, azok nagyon mély benyomást keltenek, s elengedhetetlen az értékelésük. Világos, az ilyen kedvezőtlen kimenetelű baleseti szituáció bekövetkeztének okát megbízhatóan meghatározni – miért nem következett be gépelhagyás – szerfölött nehéz, sőt az esetek többségében lehetetlen. Azonban ennek ellenére egy sor közvetlen bizonyítékot találtak arra, hogy a repülőgép elhagyásának elmulasztása baleset esetén az volt, hogy a pilóta meg akarta akadályozni a repülőgép elpusztulását, kísérletet tett a baleseti szituáció kifejlődésének meggátlására – tekintet nélkül a problémára. Teljesen érthető, ha a pilóta ilyen esetben a felelősség és kötelesség érzésével cselekszik, nagyon fontos viszont, hogy e felelősség és kötelességérzet csökkentése nélkül olyan felkészítéssel rendelkezzen minden hajózó, hogy ismerje a határ-szituációkat, amikor a repülőgép megmentésére tett kísérletet abba kell hagyni, nem elmulasztva azt a pillanatot, amikor még meg lehet menekülni. Az adott esetben természetesen szó sincs olyan szituációról, amikor a saját élet megmentése sok más ember pusztulását jelentheti, ha az elhagyott repülőgép lakott területre zuhan.

Az itt vázoltakkal kapcsolatban nagyon fontos megjegyezni, hogy hasonló szituációkban sok esetben a pilótával való rádiókapcsolat nem éri el a célját. Ez a pilóta hihetetlen mértékű koncentrációjával kapcsolatos, amely a baleseti szituáció elhárítására irányul.

Mindezek ismételten aláhúzzák az egészségügyi ellenőrzés szükségességét a hajózó állomány baleseti gépelhagyásának oktatása során.

Fordította: K. S.

*Szerk. megjegyzése:* Amellett, hogy a repülőorvosi ismeretek gyakorlott oktatóknak rendkívül hasznosak, különös érdekességgel rendelkezik még e könyvrészlet.

Amikor a naponta végrehajtható ugrásszámokról van szó – úgy tűnik, a gyakorlat messze meghaladta ezen ismereteket. Ennek egyik eleme természetesen az egyre kisebb fizikai erő kifejtést megkövetelő ejtőernyőtechnika, másik eleme pedig a javuló felkészítés, a személyi tapasztalatok növekedése. Úgy tűnik, amikor a szerző céloz az ugrók összes ugrásszám „élettartamára”, még nem felejtette el azt, amit még századunk első évtizedeiben is mondtak arról, hogy szabadesés közben az ember nem képes eszméletén maradni. Ha csak arra gondolunk, hogy a világon már több ejtőernyős rendelkezik 10 000 ugrással, akkor ez az „élettartam” még a többség számára beláthatatlan távolságban van. Ejtőernyős szemmel olvasva az ejtőernyős-derék problémákat, nyilvánvalónak tűnik, hogy ilyenek jelentkezésénél szerfölött lényeges lehet az alkalmazott hevedertípus (a nyitási testhelyzetekről nem is beszélve), hiszen minden gyakorlott ugró ismer olyan hevedereket, amely pl. alacsonytermetűekre nem állítható be, a főkörheveder rövidítése az övheveder ütését idézheti elő. Ugyanígy ismert az ugrók számára, melyik típusú ejtőernyő, vagy nyitási rendszer ad nagy terhelést a nyitásnál, melyik kisebbet. Érdekes téma lenne repülőorvosi szempontból az új ejtőernyőtechnika által okozott sérülések profilaktikája (fordulóban való földetérés, áteséses földetérés – ugrástechnikai hiba miatt).

Ugyanezen könyv 41. oldalán a következők találhatók:

„A repülési gyakorlatban, különösen a repülési tevékenység egyes fajtáinál, már régebben megállapított fontos tényezőnek számolják néhány látás-funkció nagy érzékenységét az oxigénhiányra. Így például, a szem fény- és színérzékenysége csökkenni kezd 1500–2000 méter magasságba való emelkedéskor. Ugyancsak romlik az akkomodáció, a mélységlátás, kontrasztérzékenység. Kisebb mértékben romlik a vestibuláris érzékenység.”

*Szerk. megjegyzése:* Érdekes volna értékelni, hogy egyes kluboknál az évek óta rendszeresen megtartott sítáborok magas hegyekben, mennyire segítik az ejtőernyős ugrók magassághoz szoktatását. Ha elgondoljuk, hogy az ugrások során az 1500–2000 méteres magassághoz csak nagyon nagy számú ugrás, vagy ugratóként való tevékenység után szokhat az ember, akkor a magas hegyeken való néhánynapos tartózkodás ezt a folyamatot gyorsítja. Lehet, hogy a sportokók szabadesés közbeni teljesítménye így fokozható?

## **M. Turoff: A LEGFONTOSABB BIZTONSÁGI ELLENŐRZÉS: MAGATARTÁS**

*(Parachutist 1982. január)*

A növendékek nagy igyekezettel végzik a vészhelyzeteljárás gyakorlását, mert itt semmi mást, mint csak a tökéleteset lehet elfogadni, mint egy valódi vészhelyzetben. Közben a gyakorlóugrók ejtőernyői betöltik az eget, az egyik sebesen forog.

– Ez rendellenesség? – kérdezi az egyik növendék.

– Igen. – válaszoltam, egy pillanat múlva látni fogjuk, hogy az ugró leold és tartalékernyőt nyit.

Mindnyájan láttuk a leoldást, amit az ugró hibátlanul végrehajtott, majd kétségbeesetten vártuk a tartalékernyő megjelenését. Gyötrelmes másodpercek múltak el és még mindig semmi sem tűnt fel az égen lévő pont mögött, melyről tudtuk, hogy egy ember. A folt eltűnt a hangárok mögött, s helyünkről már nem láthattuk tovább, mi történt. A kezdők nagyon idegesek lettek. Az egyikük esküdözött, látta a testet még szabadesésben a fák magasságában is, ezt nem felejtí el soha.

Amikor abba hagytam a remegést, megmagyaráztam a növendékeknek, hogy a vészhelyzetre való reagálás pontosságának a természetünkké kell válnia.

Hamarosan hallottuk egy másik ugrótól, aki az ugróterület más pontján tartózkodott, hogy látott egy fehér villanást a fák magasságában. Később szóltak, hogy az ugró él, és azok, akik megtalálták, meglepődtek, hogy szemmel láthatóan sértetlen.

A növendékek hangulata hirtelen megjavult, s kifejezetten megerősödött az az érzésük, hogy a vészhelyzeteljárás megmenti az életet még akkor is, ha késnek is vele. Az összes ugró aznap nagy biztonságérzettel ugrott.

Senki sem tud örökké biztos lenni abban, mit tesz akkor, amikor szembekerül egy kritikusan veszélyes helyzettel. Az egyetlen módja annak, hogy biztosak legyünk cselekedeteinkben vészhelyzetben az, ha begyakorlunk egy reagálási sémát és így ez a tevékenység automatikussá válik, ha megtörténik a baj. Ezért, nekünk ejtőernyősöknek állandóan „támadásra készen” kell állnunk, fenn kell tartani a gondolati éberséget egy meghatározott szinten, így elkerüljük a gondatlanság okozta veszélyt. Fel kell készülni minden veszély elhárítására, ami azután történhet, hogy felszálltunk, s azután, hogy elhagytuk a gépet. Sajnos, némelyek nem képesek erre és akik el is mulasztották, többé már nem lesznek velünk. Másokat megkímélt esetleg a szerencse és az ügyesség kombinációja. Ezeknek is talán itt az idejük, hogy keressenek egy jobb módszert: elkerülni, illetve megoldani jól a vészhelyzeteket.

### **Veszélyes önteltség**

A vészhelyzetek kezelésében nincs helye az önteltségnek. A vészhelyzet végeredményében egy olyan baj, amellyel az ejtőernyős rendszerint akkor találkozik, amikor elkezdni nyitni a főernyőt. Ha a vészhelyzeteljárást önelégültség övezi, akkor lehetséges, hogy nem fog helyesen reagálni a bekövetkezett rendellenességre.

A Parachutistban leközölt baleseti közleményekben csak kevés önteltségre visszavezethető cselekedetet tartanak számon, amelyre mégis valaki nem sajnálta a fáradságot, hogy leírja. Ezek a leírások csak a felszín jelenségei. Az igazi mélység nem látszik. (Mert mikor fordult elő velünk az utoljára, hogy kértük, gépbeszállás előtt ellenőrizze le a felszerelésünket? )

Az ugró a fák mögött nagyon öntelt volt a saját vészhelyzeteljárásával kapcsolatban. Sőt, amikor megkérdezték gyakorolta-e az eljárást, azt mondta, kezdő kora óta nem tette. Egyszerűen csak azért, mert senki sem állt elé és senki sem mondta neki, hogy ezt rendszeresen kell gyakorolni.

Óh, hogy milyen gyorsan elfeledjük kezdő napjainkat! Hányszor volt már rajtunk más felszerelése és csak egy gyors pillantást vetettünk a kioldóra és leoldózárra, anélkül, hogy akár megérintettük volna azokat? A baleseti jelentések szerint túl sokszor, számos halálesetet okozott az ilyenfajta önelégültség. Tényleg olyan nagy gond legalább egyszer kinyitni a leoldózarat és utána visszacsukni, hogy meggyőződjünk, helyesen működik-e? Talán nincs megfelelő gyakorlóheveder? De megkérhetjük barátunkat ilyenkor arra, húzza a felszálló hevedervégeket, mialatt gyakoroljuk a leoldást.

### **Gyakorolni a sémát**

Egy ejtőernyős barátommal gyakorlásokat végzünk állandóan a célból, hogy biztonságosan elérjük a leoldózarat és a tartalékernyő kioldóját még akkor, mielőtt felsorakoznánk a kiugráshoz. Ez belénk rögzíti a vészhelyzeteljárás sémát, még közvetlenül a kiugrás előtt is. A séma felállítása, a viselkedésünk kialakítása a végett, hogy a megfelelő eljárást hajtsuk végre egy valóságos vészhelyzetben az első oktató feladata. A gyakorlás továbbiakban az a helyes út, amelyen ez az oktató indított el minket.

Több eseményleírás tartalmazza azt, hogy „lehetséges, az ugró elvesztette a magasság és időérzékét és elmulasztotta a vészhelyzeteljárást végrehajtani a megfelelő magasságon.” Vagy például: „egy biztosítókészülék megakadályozhatta volna ezt a balesetet.” Mindnyájan tudunk a biztosítókészülékekről. Ismerjük áraikat, céljukat, ismerjük néhány jó és rossz tulajdonságukat, amikor formaugrás közben használjuk. A gyakorlott ejtőernyős maga dönt arról, megveszi-e, használja-e a biztosítókészüléket. De mi ejtőernyősök, kerüljük el a készülékekben való vakon bizást, ne vegyük mindig biztosra az életmen-

tő képességüket, tartsuk fenn állandóan a vészhelyzetek gyakorlását. Ami pedig a dezorientációt illeti, annak elkerülésére, hogy valaki elveszítse tér- és időérékét a legjobb módszer a helyes vészhelyzeteljárás begyakorlása.

Dezorientáció a földön is előállítható, ha gyorsan körbeforgunk legalább 20–25 másodpercig. Ilyen forgás végén kezdjük meg a gyakorlást azzal a felszereléssel, amit használunk. A dezorientáció még azután is növekedni fog, amikor a forgást abbahagytuk – ezzel több idő áll rendelkezésünkre a vészhelyzeteljárás gyakorlására ilyen körülmények között.

Arra nincs mód, hogy egy oktató bárkit, aki már nem növendék arra kényszerítsen, hogy gyakorolja a fenyegető veszély elhárítását, ami esetleg egyszer majd fenyegetni fogja. De minden ejtőernyős élete értékes, legyen az növendék, vagy mester, vagy akárki. Lezuhanni csak azért, mert helytelenül, vagy egyáltalán nem hajtottunk végre valamit, amit úgy hívnak, hogy vészhelyzeteljárás, felesleges pazarlása az életnek.

### **A felszerelés ellenőrzése**

A kezdő ugrók számára készülő cikkemmel kapcsolatban gondoltam arra, hogy olyan témáról írjak, amely nekem is probléma volt kezdő koromban: a korszerű ejtőernyős felszerelés ellenőrzése. Növendék koromban 20, vagy talán több ellenőrzési pontot tudtam a növendék ejtőernyőmon. Azonban ugyanezen ellenőrzési pontokat nem láttam használni a tandem ejtőernyőknél, melyek nyitása nyitóernyővel történik és háromgyűrűs leoldózáruk van. Ennél az ejtőernyőnél az én ellenőrzésem is csak a tűskék állapotára korlátozódott.

Keservesen tanultam meg (nyílás közben kikapcsolódó heveder, lebegő tartalékernyő kioldó, gépben bekövetkezett ejtőernyőnyílás „segítségével”), hogy ez a minimális ellenőrzés elégtelen.

### **Ellenőrzési pontok**

A következő pontokat minden ugrásnál ellenőrizni kell:

1. **Lábhevederek**  
Ha minden egyes ugrás után szét vannak csatolva, akkor fennáll annak lehetősége, hogy úgy csatolják be, kinyíljon a nyitáskor. Pár rántással ezért mindig győződjünk meg jól becsatolt állapotukról.
2. **Háthevederek**  
Biztosítani kell, hogy a háthevederek meg legyenek húzva, szorosak legyenek és a végek be legyenek fűzve a helyükre, mert ha a nyitóernyő fogantyúját meg akarjuk húzni, azt könnyen össze téveszthetjük a lógó hevederrel.
3. **Nyitórendszer**
  - a) Kihúzás. A nyitóernyő fogantyúját VELCRO-val kell a tokhoz rögzíteni. A nyitóernyő zárótüskéig vezető zsinórját úgy kell megvezetni, hogy az ne akadhasson el – különösen a repülőlőgépből – és a tűskék könnyen mozogjanak.
  - b) Kidobás. A haspánt egyenes legyen, csavarodásmentes és a kengyelzsinórt szemmel is, de kézzel is kövessük a nyitóernyőtől a kioldótüskéig. A kisernyő fogantyúját nem szabad mélyen eldugni a zsebbe, de túlzottan ki sem lóghat belőle, továbbá a tűskék könnyen mozogjanak és megfelelő helyzetűek legyenek.
4. **Leoldó-fogantyú**  
A fogantyú a hevederhez VELCRO-val legyen rögzítve. Ha úgy véljük, hogy a VELCRO beragad (pl. amikor benedvesedik és hidegben megfagy), a fogantyút le kell választani a hevederről úgy, hogy közben nem húzzuk meg a leoldókábelt és újra vissza kell tenni.

## 5. Tartalékejtőernyő

Ellenőrizzük, hogy a kioldót könnyen ki lehet-e húzni a zsebből, feszülés nélkül van-e benne. A kioldó sodronya akadálytalanul mozogjon, a tüskék is könnyen mozduljanak.

## 6. Leoldózár

Akármilyen leoldózár legyen, gondosan meg kell vizsgálni, megfelelően van-e összeállítva. Egy hirtelen rántás a felszakadó hevedereken könnyebben észrevehetővé teszi a helytelen összeállítást.

## 7. Egyéb

Néhány, gyakori ellenőrzés minden ejtőernyőn azonos:

- a) mellheveder – helyén van-e és helyesen van-e becsatolva?
- b) műszerek – rögzítettek, nem akadályoznak-e? Tandem ejtőernyőnél nagyon kell figyelni arra, hogy a magasságmérő ne legyen laza a haspánton.
- c) a hevederzet nem fogja-e le a ruhát? Egy lefogott ruharész megnehezíti az ugrásunkat és forgást okozhat a nyitás pillanatában.
- d) minden megfelelően rögzített-e? A szemüveget igazítsuk meg, szorítsuk meg a sisak rögzítését, a kést jól rögzítsük.

## Mikor ellenőrizzünk?

Talán a fentieknél is fontosabb az ellenőrzés időzítése. A következő szabályokat célszerű szem előtt tartani:

1. Ellenőrizzünk annyit, amennyit csak lehet a felszerelés előtt, különösen olyan pontokat, mint a tartalékernyő nyitószervezete.
2. Gépbeszállás előtt végezzünk teljes ellenőrzést. Ne várjuk meg azt, hogy elérjük a kiugrási magasságot és ott vegyük észre, hogy valami probléma van a felszereléssel.
3. Végezzünk el még egy ellenőrzést 300 méterrel a kiugrási magasság alatt. Gondoljunk arra, hogy miközben izgunk-mozgunk a repülőgépben, egy tüske kicsúszhat, vagy esetleg elhajolhat. Ez különösen akkor fontos, ha a gépbeszállás után hozzányúltunk a felszerelésünkhöz.
4. Készítsünk magunknak egy ellenőrzési sémát, például felülről lefelé és mindig tartsuk azt be.

A fentiekén kívül még ellenőrizzük le a háromgyűrűs leoldó hevedereinek állapotát és a kábeljét zsírozzuk be. Állandóan keressük, nincs-e kopás, vagy valami szokatlan jelenség a felszerelésünkön. Volt már arra példa, hogy a gyártók valamit elhallgattak.

Ha használt felszerelést veszünk, kérjük egy ejtőernyőhajtogató segítségét, vizsgálja meg. Ha a főernyővel azelőtt még soha nem ugrottunk, győződjünk meg arról, képesek leszünk-e az irányítózsínórt elérni. Még ha egy korábbi ugrásnál el is értük azokat, nem zárható ki, azóta állítottak a hevederen. A legjobb tanács: *Próbáljuk előre megtalálni a potenciális veszélyeket, mielőtt azok találják meg minket!*

Fordította: Szuszékos János

## LJaffe: BLACK KANYONBELI FATÁLIS EJTŐERNYŐS UGRÁS

(Parachutist 1982. január)

„Az Egyesült Államok nyugati részén több olyan szakadék van, amely sok méretben felülmúlja a Black kanyont. Némelyek ezek közül hosszabbak, mások keskenyebbek, de csak kevésnek van hasonlóan meredek oldalfala. Végeredményében nincs más kanyon Észak Amerikában, amely aztán összehasonlítható volna a Black kanyonnal mélységben, meredekségben és komorságban.” Ezeket a sorokat W.R. Hansen írta, aki az 50-es évek közepén megbízásból feltérképezte a Gunnison National Monument-i Black kanyont.

A hasadék útja délnyugat Colorádó vidékén közel 85 km hosszan húzódik és falai csipkésen borulnak a Gunnison folyó fölé, melynek jéghideg vizét ritkán éri a napsugár. A kanyon mélysége 518 és 822 méter között váltakozik, szélessége peremtől-peremig 396 m 2400 méter magasságban a tengerszint felett. A Black kanyon tökéletes hely egy nyári kirándulásra, vagy téli szánkózásra, de nem megfelelő „szikla” ugrásra.

Egy szombaton, október 10-én ejtőernyős csoport érkezett ide különböző államokból, szikla-ugrás céljából, teljes filmező és segítő csapattal, hogy rögzítsenek minden eseményt.

Az első ugró a 600 méternyi magasságú sziklafalról ugrott le, nyitott és biztonságosan földetért egy folyóparti homokzátonyon. A következő ugrónak már nem volt ilyen szerencséje. Jackson 27 éves, 500 ugrásos ejtőernyős volt, de szikla-ugrásban még nem volt tapasztalata. (Egyik klubtársa szerint Jacksonnak volt már egy ugrása az elmúlt év augusztusában egy 487 méter magas TV toronyból.)

### **Az utolsó ballépés**

A szemtanúk a csoportból elmondták, hogy Jackson valószínűleg megcsúszhatott, amikor megközelítette a meredek sziklapárkányt, de sikerült elrugaszkodni attól hason, stabilan. Azonban ezután, az helyett, hogy elcsúszott volna a faltól, lassan balra fordult, majd túlkorrigálta magát jobbra, így a fallal párhuzamosan esett. Amikor a kupolája működni kezdett, nyílás közben egy 180<sup>o</sup>-os fordulót végzett és ez nekivitte a falnak. A kupola elvesztette emelőképességét és Jackson lecsúszott a sziklafalon egy darabig, majd az újra, részlegesen belobbanó kupola kilendítette a faltól, majd ismét visszavitte.

– Az utolsó lengés olyan erejű volt, mintha egy átesés után teljesen felengednénk a féket – mondta az egyik szemtanú.

Az ejtőernyő kupolája ráakadt néhány sziklára és végül az ugró kb. 330 méterrel a perem alatt megakadt. Semmi jele nem volt annak, hogy az ugró él, lehet, hogy csak az eszméletét vesztette el, de az is lehet, hogy meghalt. Ezután még négy ejtőernyős ugrott le a szikláról és elrepült Jackson teste mellett, de nem tudták megállapítani él-e, vagy sem.

A csoport most két részre oszlott, a leugrottakra és a fennmaradt kiségitőkre és filmesekre, akik fenn maradtak. Egyik fél sem tudta, mit csináljanak. Az egyik ugró anyja, aki eljött szemlélődni, hajlandó volt elmenni a közeli erdőőr állomásra, jelenteni a balesetet. A Park-szolgálat által bérelt helikopterrel azután körüljárták a területet, majd a folyó partján leszálltak az ott földetért ejtőernyősöknél.

A mentőcsoport 18 órával a baleset után érkezett a helyszínre és acélkábeles csörlővel két mentő ereszkedett le 330 méternyire és hozták fel Jackson testét. Ez a felhúzás két óra hosszat tartott. Az ejtőernyős ugrók 50 dolláros büntetéssel úszták meg a dolgot.

– Azt javaslom mindenkinek, hogy felejtse el a sziklaugrás ötletét a Black kanyonban – mondta az egyik, helyszínen lévő filmes.

Kaptunk néhány filmet (Szerk.megj.: a Parachutist szerkesztősége) Jacksonról és még néhány „kihegyezett” ugrásról. Én is gondoltam már korábban arra, hogy végrehajtok egy ugrást a Black kanyonba, de aztán elment a kedvem tőle. Néhány ugró azonban még mindig büszkén meséli az élményeit.

– Ez egy hihetetlenül gyönyörű ugrás volt – mondja az egyik. – Nem bántam meg semmit, újra megtenném.

**Fordította: Szuszékos János**

### **SISAKOK**

*(Sznarjzensenyije Ijotcsika – könyvrészlet)*

#### **Cél és követelmények**

A repülés kezdetekor a merev védősisakok a pilóta felszerelésének elengedhetetlen tartozékai voltak. Repülés közben a nyitott kabinban meg kellett védeni a fejet a légáramlattól és az abban az

időben elég gyakori balesetknél a sérüléstől. Az eleinte használt védősisakok kényelmetlenek voltak, nem voltak elég szilárdak, ám elég nehezek is voltak, az utóvezetők sisakjainak másolatai voltak. Ezért a zártkabinú repülőgépekben már a pilóták fülhallgatós, puha sapkát kezdtek el viselni, elhagyták a védősisakokat.

Sok év múlva, a második világháború adott egy lökést a védősisakok fejlesztéséhez, mely védősisak arra volt hivatott, hogy megvédje a pilóta fejét a légvédelmi lövedékek repeszektől. A fejsérülések ekkoriban olyan gyakoriak voltak, hogy a védekezés ellene elengedhetetlenné vált. A felszerelésben megjelentek az acélsisakok, melyeket puha, fülhallgatós sapkára húztak föl.

A repülések biztonságának követelményei a korszerű légijárműveken újra szükségessé tették a fej védelmét. A kabin kiálló részeibe való ütközés komoly sérüléseket okozhat, különösen gyakoriak voltak a fejsérülések a repülőgép vibrációjakor, a hangsebesség közelében, manőver végrehajtásánál és durva leszállásnál. A különböző típusú repülőgépek katasztrófájánál a fejsérülés volt a leggyakoribb, és e fejsérülések többsége halálos kimenettel is járt.

A fejnek ütéstől való védelme – csak az egyik része a védősisakkal szemben támasztott követelményeknek. Ezenkívül a sisaknak a fejet védenie kell a túlterheléstől, a lehüléstől, a napsugarak és fény-szórók vakító hatásától, biztosítania kell a rádiókapcsolatot és zajvédelmet, az arc védelmét katapultálásnál, a légáramlattól, az oxigénmaszk megbízható rögzítését, továbbá a fejre való megbízható rögzítést, hogy ne csúszhasson el olyan ütésnél, gyorsulásnál, mely repülés, vagy katapultálás közben következik be. A sisak nem korlátozhatja a látómezőt (a látómező korlátozása fel-le nem haladhatja meg az 5–10 fokot, oldalirányban pedig a 2–4 fokot), nem zavarhatja a fej forgatását azzal, hogy helyenként fájdalmat okoz. A sisak viselésének időtartama függ a repülőgép típustól, így néha elérheti a 15–20 órát is.

A repülőgép kigurulásakor végrehajtott hirtelen fékezés közben hát-mell irányú gyorsulás jön létre. Ha ismert a repülőgép leszállósebessége ( $v_{le}$ ), a kifutás hossza ( $L_{ki}$ ), akkor a túlterhelés ( $n_L$ ) kigurulás közben kiszámolható:

$$n_L = \frac{v_F^2 - v_{le}^2}{2 \cdot L_{ki} \cdot g} \quad (1)$$

ahol:  $v_F=0$  – a repülőgép sebessége a kifutás végén.

A bekötőhevederek megtartják a pilótát, de a feje rögzítetlen és így a túlterhelés hatására erősen előrehajlik és beleütközhet a műszerfalba, vagy más tárgyba.

Ismerve az  $n_L$  túlterhelést, meghatározhatjuk az ütés erejét  $N$ -ben:

$$F_{\ddot{u}} = n_L \cdot M_F \cdot g \cdot \frac{l_F}{l_s} \quad (2)$$

ahol:  $M_F$  – a fej tömege kg-ban,

$l_F$  – a fej előremozgásának útja hajlásnál,

$l_s$  – a fej előremozgásának útja a sisak deformációja közben.

Igy például,  $n_L=3$ ,  $M_F=7$  kg,  $l_F=0,3$  m,  $l_s=0,02$  m esetén az ütés ereje (2)-ből:

$$F_{\ddot{u}} = 3 \cdot 7 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,3}{0,02} = 3090 \text{ N}$$

Ismerve az ütés nagyságát, meghatározhatjuk a fejre ható tényleges túlterhelést:

$$n_F = \frac{F_{\ddot{u}}}{M_F \cdot g} = \frac{3090}{7 \cdot 9,81} = 45$$

A kényszerleszállások elemzése, amit különböző esetekben elvégeztek, megmutatták, hogy a fej mozgási sebessége az akadálynak ütközéskor 3–7 m/s közötti értékű. Ugyancsak megállapítást nyert, hogy 3 m/s sebesség felett a védtelen fej sérülést és agyrázkódást szenved. A fejre oldalról ható eltérhető ütések kétszer kisebbek, mint homlok felől megengedett.

A fej „K” mozgási energiája az ütés pillanatában  $v_{\ddot{u}}$  ütközési sebességből meghatározható:

$$K = \frac{M_F \cdot v_{\ddot{u}}^2}{2}$$

Ha a fej hajlások a sebesség  $v_{\ddot{u}} = 3$  m/s, a fej tömege a sisakkal együtt  $M_F = 7$  kg, akkor  $K = 31,5$  J, illetve 170 J  $v_{\ddot{u}} = 7$  m/s-nél.

Eképpen a sisaknak 35–170 J határok között kell az energiát elnyelnie (3,5–17 kg/m). Akadálynak ütközéskor a fej kinetikus energiája potenciális energiává változik a sisak deformációja révén. A rugalmassági elméletből ismert, hogy az „U” deformáció potenciális energiája a következő módon határozható meg:

$$U = \frac{F_{\ddot{u}} \cdot k}{2} \quad (3)$$

ahol:  $k$  – a deformáció mértéke (m).

Azt is felírhatjuk, hogy:

$$F_{\ddot{u}} = \frac{M_F \cdot v_{\ddot{u}}^2}{k} \quad (4)$$

azaz, az ütésnél fellépő erő arányos a fej és a sisak együttes tömegével, az ütközési sebesség négyzetével és fordítottan arányos a deformációval.

A túlterhelés hatásideje meghatározható:

$$t = \frac{v_{\ddot{u}}}{n \cdot g} \quad (5)$$

Igy például,  $n_F = 45$ ,  $v_{\ddot{u}} = 3$  m/s esetén az ütés ideje 0,7 ms. Mint vizsgálatoknál megállapítást nyert, az ember feje képes akár 100-szoros értékű túlterhelést is elviselni, ha legfeljebb 3 ms-en belül és 50-szeres túlterhelést, ha 0,01-sen belül hat.

A sisak szilárdságát és a követelményeknek való megfelelőségét kísérletekkel ellenőrzik. A kísérletek során meghatározásra kerül a sisak amortizációs tulajdonsága, átütéssel szembeni ellenállósága, merevsége, az állrögztítő szilárdsága és rögzítőképesége.

Az amortizációs képességet próbapadon vizsgálják: a fej-maketre helyezett sisakra súlyt ejtenek (ráütnek). Az átütéssel szembeni ellenállóságot hegyes kalapáccsal vizsgálják. E vizsgálatok során azt az erőt, ami az ütésnél létrejön, a fej-makett alatt elhelyezett készülékkel mérik. A kísérleti feltételek imitációja céljából, hogy az minél közelebb legyen a valóságos körülményekhez, olyan próbaberendezést is alkalmaznak, melynél nem a terhet, hanem a fej-makettet mozgatják. Ekkor a mérőberendezés, amely a sisakra ható ütésnél regisztrálja a belső terhelést, hatást, magában a sisakban van.

Angliában elfogadott normák szerint a makett-fejre például 4,5 kg tömeget kell ledobni 4 m magasságból, eközben a maximális ütés nem múlhatja felül a 2250 daN-t, miközben az eső test kinetikus

energiája 180 J. A sisak merevsége statikus terheléssel kerül megállapításra, mely terhelés felülről hat a vízszintes felületre fektetett sisakra. Az áll-rögzítés szilárdságát lefelé ható statikus terheléssel mérik.

A motorkerékpárosok részére készült sisak (GOSZT 12.4.014–75) próbájánál az amortizációs tulajdonság két egymást követő ütéssel van ellenőrizve 12,5 és 62 J energiával (5 kg tömegű teher 2,5 és 1,2 m magasból való ledobásával) a makett-fejre helyezett sisaknál. A mérés során a fej alatt elhelyezett dinamométeren az ütés értéke nem haladhatja meg a 2000 daN-t. A sisak átütőszilárdságát 30 J energiával vizsgálják, ekkor 3 kg tömegű testet 1 m magasból dobnak le. Ennél a vizsgálatnál az ütés energiáját a sisaknak el kell nyelnie és a hegyes próbatestet nem közelítheti meg 5 mm-nél jobban a fej-makettet.

A sisakon belüli túlhevülés megakadályozása céljából a sisaktesten levegőző nyílásokat helyeznek el. Ezenkívül a sisak konstrukciójának biztosítania kell a megfelelő hézagot a sisak és a belső felfüggesztés (kitámasztás) között. A sisak külsejének fényes fehér bevonata jól visszaveri a napsugárzást, ezért a sisakokat ilyenre festik. A fehér festék visszaverőképessége a napfény látható tartományában:  $\alpha_s = 0,15$ .

Mivel jelentős termikus ellenállással bír, a sisak megvédi a fejet a lehüléstől. A sisak alatt télen lehet még viselni egy külön, kötött gyapjúsapkát is.

Az emberi szem nagy adaptációs képességgel rendelkezik és jól működik szélsőséges megvilágítási körülmények között is. A szem átállása azonban nem megy végbe egy pillanat alatt, az adaptáció eltarthat akár 10–30 percig is.

Azok közé a fényforrások közé, amelyek vakíthatnak, elsősorban a Nap és a fényszórók tartoznak. Vakító hatásuk lehetnek víz-, hófelületek, amelyek a napsugárzás jelentős részét visszaverik. A Nap sugárzási energiáját, amely 1 cm<sup>2</sup>-es felületre esik átlagos Föld-Nap állásnál 1 perc alatt állandónak veszik, s számszerűleg 0,14 W/cm<sup>2</sup>, illetve 1,94 cal/perc. cm<sup>2</sup> értékű. A napsugárzás spektruma, amely eléri a földi atmoszféra határát, 0,01-től 6 ezredmilliméterig terjed. A földi atmoszférán keresztül, ha az páramentes, 0,29-től 4 ezredmilliméterig terjedő hullámhosszú sugárzás hatol át. Annak függvényében, hogyan halad át a Nap sugárzó energiája az atmoszférán, csökken, és a Föld felületére már csak legfeljebb 0,1 W/cm<sup>2</sup> (1,44 cal/perc.cm<sup>2</sup>) jut. A legnagyobb megvilágítás, amit a Nap hoz létre, 10<sup>4</sup> lux. Nagy megvilágítás nagy fénysűrűséget is jelent, ez gyakran vakító hatású. A szem számára különösen veszélyes a nap-spektrum ultraibolya sugárzása a 0,25–0,38 ezredmilliméteres hullámhossz tartományban. Az infravörös sugárzás az ember számára alapvetően mint melegérzet hat, azonban ha a szemre hat, akkor az égető hatás egy sor patológiai változást okozhat.

Ne feledjük, hogy az UV sugarak a 0,01–0,38 ezredmilliméteres hullámhossztartományban, a látható fény a 0,38–0,76 ezredmilliméteresben és az IV (Infravörös) a 0,76 ezredmilliméteren felettiben.

Az elvakítással szembeni védelemre speciális bevonatú üveget használnak: színszűrőt. A repülésben leginkább elterjedt a neutrális színszűrő, amely többé-kevésbé egyformán gyengíti a sugárzást a meghatározott színek tartományban.

A színszűrő működése alapulhat a fény elnyelésén, visszaverésén és interferenciáján. A színszűrőket anyagukban színezik (polikarbonát, vagy organikus üveg). E szűrők hátránya, hogy az általuk elnyelt fényenergia felmelegíti az anyagot és ezáltal a pilóta feje is felmelegszik. A visszaverő fényszűrőket az anyagra felvitt arany, ezüst, alumínium, vagy más fémréteggel készítik. E védőréteg vastagsága kb. 100 Ångström (Å).

Az üveg optikai jellemzőjét a  $\tau_\lambda$  fényátbocsátóképességgel, a  $\rho_\lambda$  színvisszaverési tényezővel,  $\alpha_\lambda$  elnyelési tényezővel,  $n_\lambda$  törésmutatóval, szögtorzítással, képelmozdítással, fényállósággal, fényszórási tényezővel, képéletlenséggel határozzák meg.

A gyakorlati megfigyelések megmutatták, hogy a repülés különböző feltételei különböző át-bocsátóképességű színszűrő használatát teszik szükségessé. Ezért célszerű három színszűrőt alkalmazni: 25–35 % át-bocsátóképességűt a Szovjetunió központi területein, 20 %-ig a déli területeken és 8–12 % közöttieket az arktikus és magashegyi vidékeken. Ezenkívül, hasznos lehet változó át-bocsátású szűrő, melynél a fényátbocsátás a felső részen kb. 8 %, a középső részen 15 % és 50 % az alsó részen.

Ilyen színszűrő használata lehetővé teszi a jó megfigyelést fényesen megvilágított környezetben és az árnyékban lévő kabinban (műszerfal) egyaránt.

A zaj fizikai és fiziológiai paraméterekkel lehet jellemezni. Fizikai oldalról a zajt hangnyomás, a hang intenzitása és frekvenciája jellemzi. A zajszint fiziológiailag a hangmagassággal, hangerővel és a hatás idejével jelentkezik.

Az ember füle, amely 16–20 000 Hz tartományban képes felfogni a hangot, a legérzékenyebb 500 Hz-től 4000 Hz-ig terjedő frekvenciatartományban. Éppen ez a tartomány jellemző az emberi beszédre is. Kísérleti úton megállapították, hogy a hangok, melyek egyforma erősségűek, de különböző frekvenciájúak, olyan érzést keltenek, mintha változna az erősségük.

A korszerű repülőgépek és helikopterek kabinjában a zajszint elérheti a 100–120 dB-t. Ezért a hajózóállomány megvédése a zajtól, szerfölött aktuális. Ismert, hogy öt évi repülés után a pilóták 75 %-ának, 11–15 éves repülés után pedig már csak 50 %-ának hallása marad normális, 20 év után pedig már csak 15 %-ának.

Az előírásoknak megfelelően a hajózóállomány 6 órás napi munkája esetén a megengedett zajszint 100 dB. 110 dB-s intenzitású zaj csak egy óra hosszat megengedett. 120 dB zajban végzett munkánál elengedhetetlen az egyéni védőeszközök használata. A jelenlegi ismeretek szerint 150–160 dB intenzitású zaj, amely 1 másodpercig hat, képes a dobhártyát beszakítani.

A különböző individuális zajvédő eszközök effektivitását az 1. sz. táblázatban hasonlítjuk össze. A védősisak hatásos zajvédelmet biztosít, ha a zaj erőssége nem haladja meg a 120–125 dB-t.

1. sz. táblázat

Védőeszköz	Átlagos zajcsökkentés dB-ben a különböző hangfrekvenciatartományokban(Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Gyapot vatta	3	3	4	8	15	15	16
Ultravékony szálú vatta	8	10	15	22	25	32	–
AG–2 fülvédő	5	6	7	10	18	25	27
SZO–1 fülvédő	18	23	32	32	34	38	45
SZL–61 fülhallgató	5	6	7	11	20	29	–
Zajvédő sisak, maszkkal és ővvel	22	28	33	40	45	50	50
ZS–5 védősisak	10	12	15	20	25	30	35

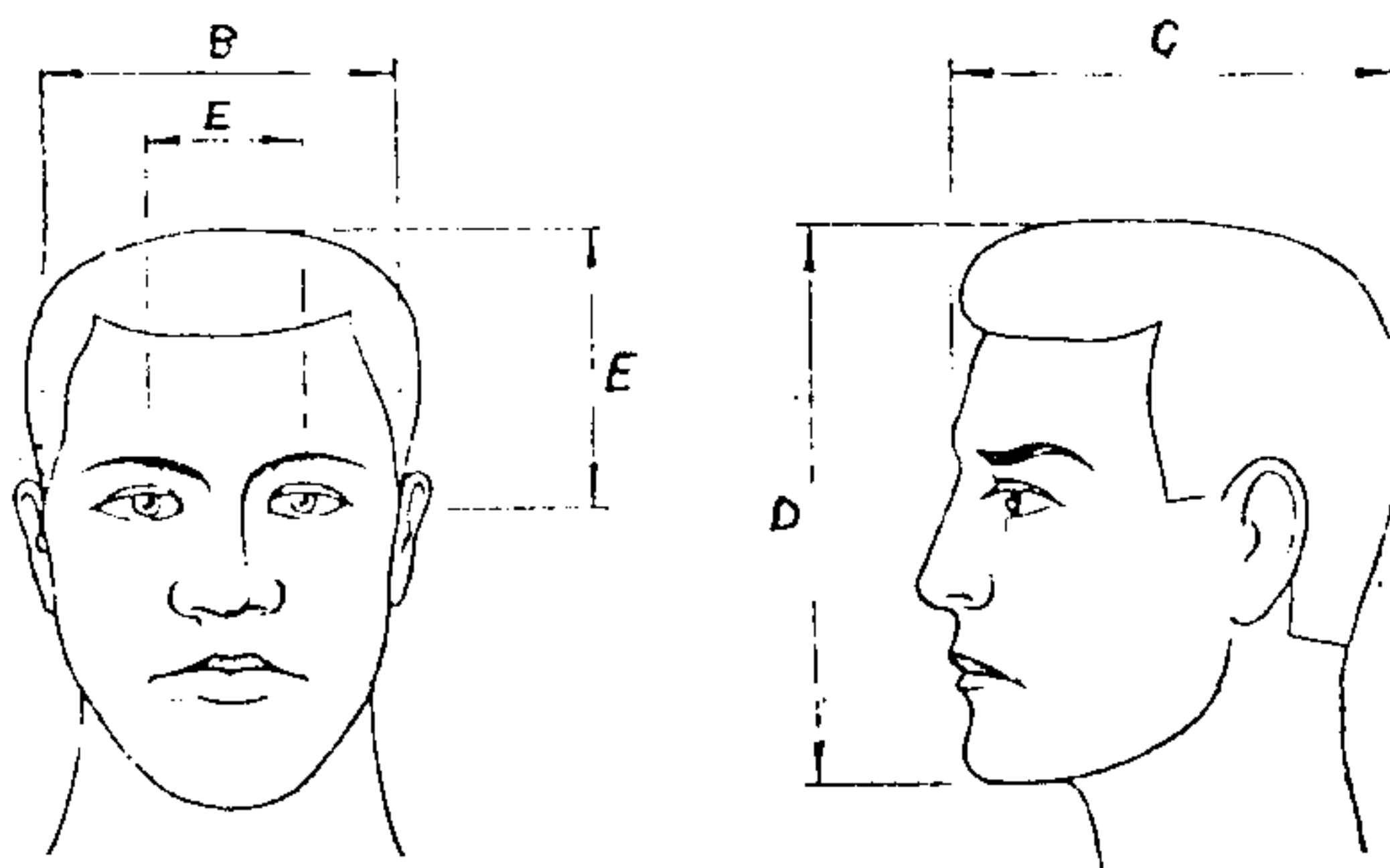
Nagyintenzitású zaj esetén nemcsak a fül körüli területet kell védeni, hanem az egész fejet. Speciális zajvédő sisak 130–140 dB-s zajjal szemben is védelmet nyújt.

A légijárművek többsége zárt kabinnal van felszerelve, ezért a fej védelme a légáramlattal szemben csak baleseti gépelhagyás esetén szükséges. Mint már az előzőekben szó volt róla, a légáramlat ütése a sebesség négyzetével arányos.

A légáramlat hatása 700 km/ó indikált sebességig minden sérülés nélkül el lehet bírni. További sebességnövelésnél megsérülhetnek a szemek, az ajak és légzőszervek. Számos kísérlet és tapasztalat bizonyította, hogy a katapultülés konstrukciójától függően, védősisakban, leeresztett színszűrővel és megfelelő oxigénkészülékkel 900–1200 km/ó indikált sebességig lehet katapultálni veszély nélkül.

A sisak tömege függ a vele szemben támasztott követelményektől és az alkalmazás feltételeitől. A legnehezebbek a páncélozott sisakok, valamint a nagysebességű és nagy magasságban repülő légijárművek pilótáinak sisakjai (1,8–2,3 kg), a legkönnyebbek pedig a sportrepülőgépek pilótáinak sisakjai (0,8–1,2 kg). A nehéz sisak több hátránnyal bír, mint előnnyel – ezért mindig arra kell törekedni, hogy a lehető legkönnyebb legyen. A sisak tömege nem növelheti meg a fej tömegét több mint 40%-kal.

A létező sisakoknál maga a sisaktest, a függesztékek és a színszűrő teszi ki az egész sisak tömegének kb. 60 %-át. Ehhez jönnek a híradóeszközök (15 %) és egyéb alkatrészek (25 %). A sisakokat 2–3 méretben készítik és a fej jellemző méretei alapján számozzák. (E jellemző méretek átlagértékei férfiaknál: kerület: 551 mm, „A” méret, 228 mm, „B” méret, 155 mm, „C” méret, 196 mm, „D” méret 113 mm, „E” méret 66 mm)



1. ábra  
A fej jellemző méretei

#### Felépítés

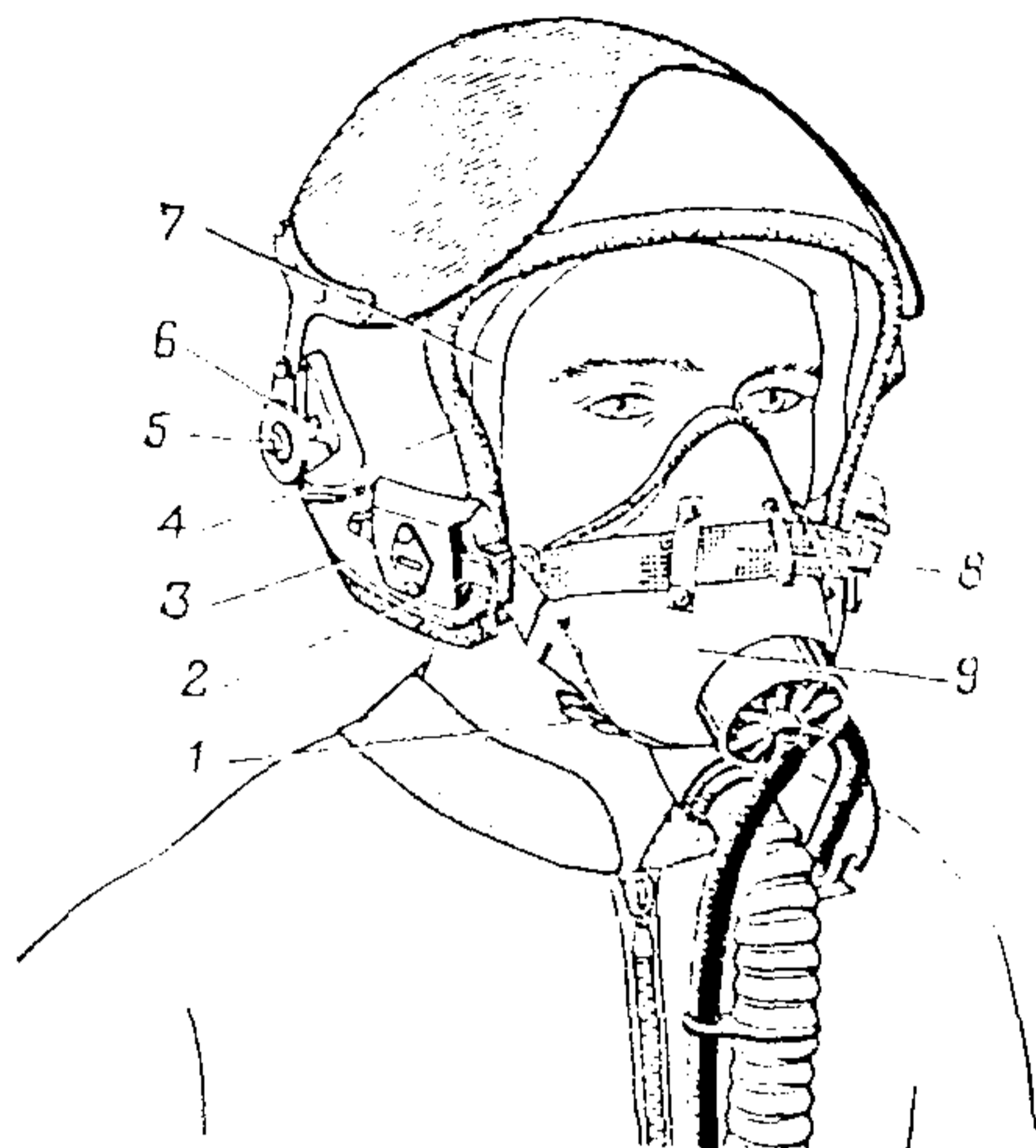
A sisak felépítési sajátosságai függenek a sisakok felhasználási céljától és így a vele szemben támasztott követelményektől. Ma még nincsenek megállapított sisak-osztályok. Ilyen osztályozás lehetséges példája, néhány jellemző felsorolásával a 2. sz. táblázatban látható.

2. sz. táblázat

Sisak fajtája	Tömege (kg)	Repülési magasság (km)	Számított ütési energia (daJ)	Zajcsillapítás 1000 Hz-en (dB)	Viselési idő (óra)
Rg.személyzet 16 km magasságig	1,8-2,3	16	17	25	1-4
Rg.személyzet 12 km magasságig	2	12	17	30	4-20
Helikopter személyzet	2-2,5	8	17	40	2-3
Ejtőernyős sportolók	1,2-1,5	11	10	20	1-2
Sportrepülőgép személyzetek	0,8-1,2	10	10	20	2-4
Techn.személyzet	1,5-1,8	—	10	40	1-2

Olyan repülőgépek személyzetének, mely repülőgépekkel 16 km magasságig emelkednek, a sisakja (2. sz. ábra) biztosítja az oxigénmaszk rögzítését, az arc védelmét a légáramlattól, a fejen való szilárd rögzítést és csúszásmentességet 900–1200 km/ó sebességig végrehajtott katapultálásnál.

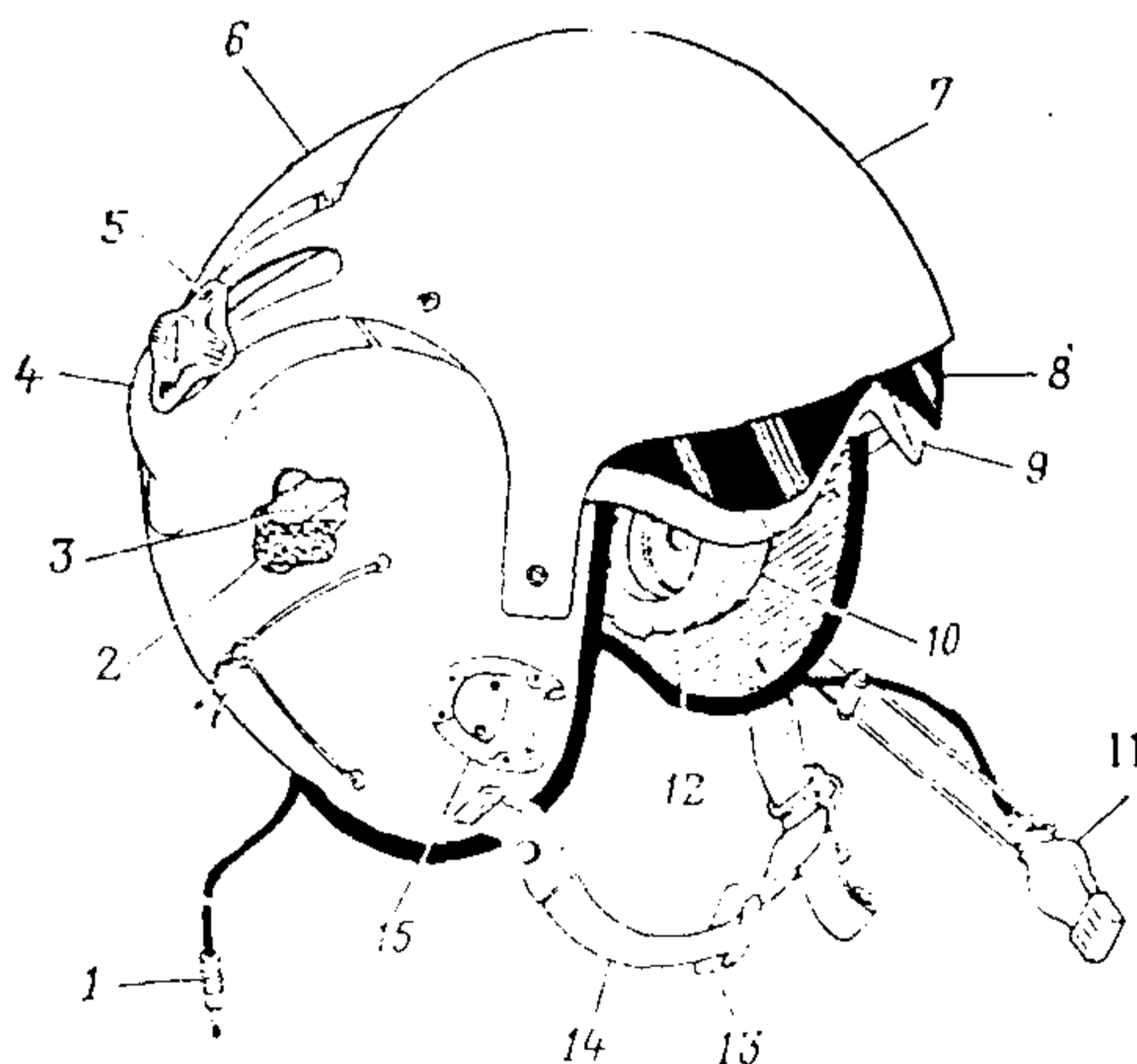
12 km magasságig felszálló repülőgépek személyzetének a sisakja (3. sz. ábra) a könnyebb kategóriából kerülhet ki. Ezen a magasságon nem szükséges túlnyomásos maszk, a katapultálás indikált sebessége pedig kb. 700 km/ó.



2. ábra

ZS-5 védősisak

1—csat, 2—maszk-rögzítő, 3—rögzítőzár test, 4—sisakél gumizás, 5—a színszűrő rögzítésének tengelye, 6—a színszűrő zárja, 7—belső betét, 8—szalag, 9—oxigénmaszk.

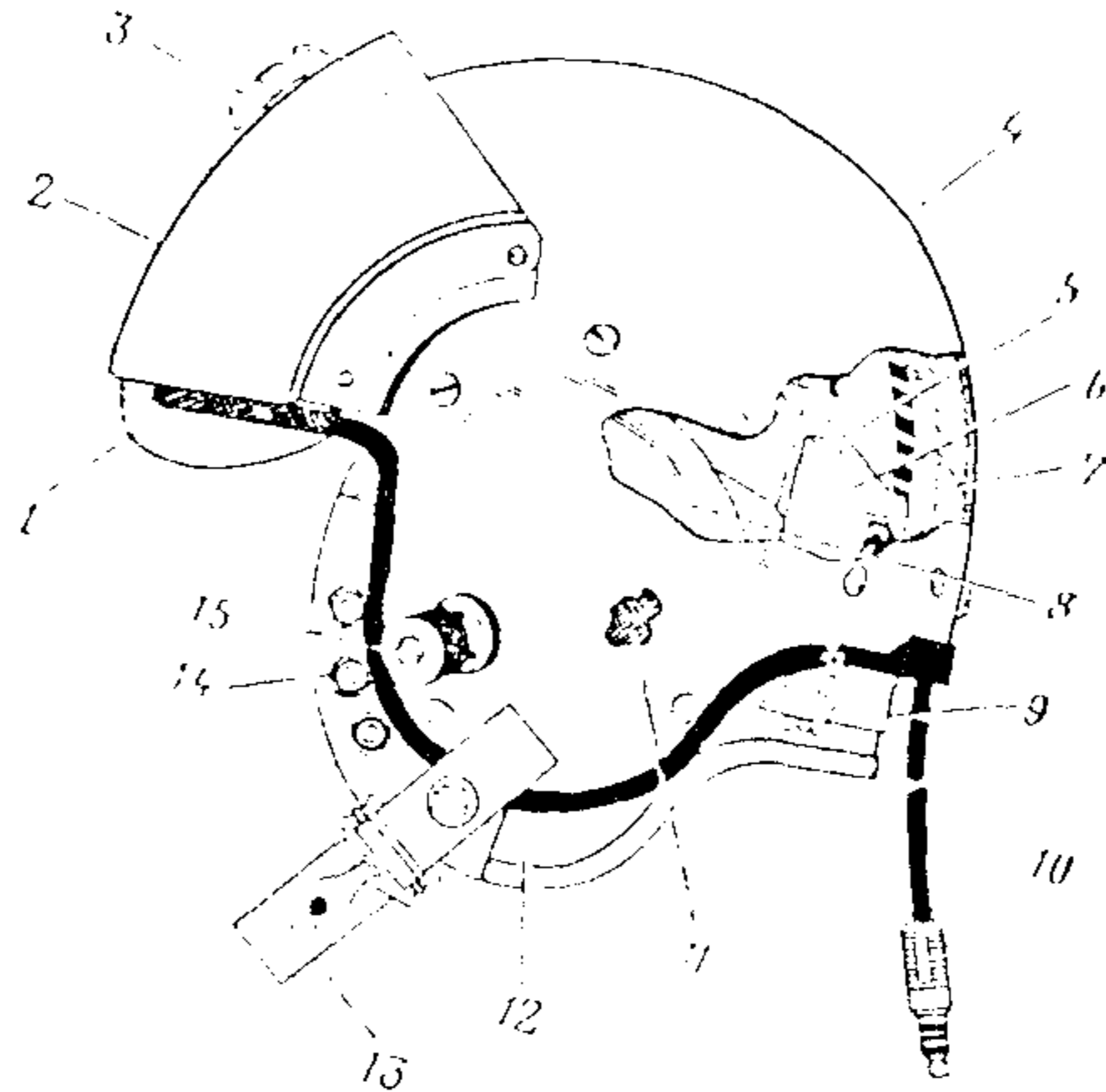


3. ábra

Védősisak 12 km-es magasságig (USA gyártmány)

1—fülhallgató csatlakozás, 2—amortizációs betét, 3—a fülhallgató felfüggesztése, 4—színszűrő zártteste, 5—színszűrő felhúzó fogantyú, 6—sisaktest, 7—színszűrő védő, 8—színszűrő, 9—polikarbonát színszűrő, 10 fülhallgató, 11—mikrofon, 12—fülhallgató perem, 13—állbetét, 14—állsík, 15—oxigénmaszk zárja.

A helikopterek személyzetének sisakját (4. sz. ábra) 300–400 km/ó indikált sebességű gépelhagyásra méretezik. Ezen sisak külön sajátossága a viszonylag nagy zajvédő tulajdonság 130 dB szintű környezeti zajban.



4. ábra

#### Helikopterszemélyzet sisakja (USA)

1—színszűrő, 2—színszűrő védő, 3—színszűrő fogantyúja, 4—sisaktest, 5—belső felfüggesztő szalag, 6—beállítható betét, 7—amortizációs réteg (betét), 8—füldudor, 9—hátsó heveder, 10—fülhallgató csatlakozó, 11 fülhallgató, 12—belső betét, 13—állsík, 14—oxigénmaszk felerősítő, 15—mikrofontartó.

Az ejtőernyősök sisakja könnyű, nincs rajta kiálló alkatrész, amin az ejtőernyőzsinór elakadhat. A könnyű motorosrepülőgépek személyzetének sisakja a repülősportolók számára készül. Ezek könnyített sisakok, nem akadályozzák a fej mozgását. E sisakra fel kell tudni szerelni a híradóeszközöket és az oxigénkészüléket — szükség esetén.

A páncélozott sisak a golyók és légvédelmi lövedék-repeszek elleni védelmet szolgálja. A második világháborúban használták a páncélozott sisakokat, valamint az amerikai pilóták Vietnamban. Ennek a sisaknak alapvető hátránya az, hogy jelentős tömeggel bír, korlátozza a fej mozgékonyt, fárasztja a pilótát és külön nehézséget okoz baleseti gépelhagyásnál. A külföldi szakemberek véleménye szerint a kerámiából készült páncél alkalmazása lehetővé teszi majd könnyebb konstrukciójú sisak megalkotását, illetve a sisakok hatékonyságának megnövelését.

A technikai személyzet sisakját földi körülmények között használják a repülőeszközök előkészítése közben, valamint hajtóműpróbánál és beállításnál, 140 dB zajszint mellett.

#### Alkatrészek

A védősisak alapvető alkatrészei: a sisak-test, a felfüggesztés, az oxigénmaszk feszítő kompenzátora, a fülhallgató-betétek (zajvédők), a híradóeszközök, a fényzűrő és a rögzítő elemek. A sisak-test felfogja az ütés kinetikai energiáját és deformációs potenciális energiává alakítja át. A sisaktestnek szélsőségesen rugalmas deformációs határok között kell működnie, azaz a terhelés felvétele után azonnal újra fel kell vennie az eredeti alakot. A sisakra ható megengedett terhelés általában 1,5–2-szeresen meghaladja az üzemi körülmények közötti terhelést (a szilárdsági biztonsági tényező 1,5–2).

Ha a sisakokat úgy tekintjük, mint kupola-alakú konstrukciókat, amelyekre felülről hat pontszerű terhelés, akkor a deformációmentesség képessége az E.I rugalmassággal jellemezhető, azaz az E rugal-

massági modulus és a keresztmetszet I inerciális nyomatékának szorzatával. Mivel a ható erő ütészzerű, a sisaktest védő tulajdonságai sokban függenek az anyagának fajlagos ütőszilárdságától (3. sz. táblázat).

3. sz. táblázat

Anyag	Sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Határszilárdság daN/cm <sup>2</sup>	Fajlagos ütés- ellenállás daN cm/cm <sup>2</sup>	ütésállóság N. cm <sup>2</sup> /g
Textolit PTK	1,4	1100	40	28,6
Üvegtextolit	1,8	4000	450	250
Alumínium öntvény	2,7	4000	300	110
Polikarbonát	1,2	700	130	108
Organikus üveg	1,2	800	20	16

A fajlagos ütésellenállás függ attól az ütőmunkától, amely szükséges a keresztmetszeti terület tönkretételéhez. Ismert, hogy a hirtelen ható ütő-terhelések olyan hatásúak, mintha kétszeres értékű statikus terhelés hatna. Másképpen szólva, az ütőterhelés kétszer nagyobb feszültséget hoz létre az anyagban, mint a statikus terhelés. Ezért azon alkatrészek, melyeket ütésterhelés hatásának tesznek ki, masszívabbra készülnek.

A repülésben használt anyagoknak nemcsak a szilárdságát veszik figyelembe, hanem a tömegét is. Mutatónak, ami jellemzi az anyag ütésállóságát, figyelembe véve a tömegét is, ütő-sűrűségnek nevezzük, amely az ütésállóság és a sűrűség hányadosából adódik.

A 3. sz. táblázatból következik, hogy az üvegtextolit ütő-sűrűsége körülbelül tízszer nagyobb, mint a textolit és két és félszerese az alumíniumnak. A sisaktest szilárdságának számítása bonyolult. Inkább gyakorlatban vizsgálják meg dinamikus kísérlettel. Ekkor Joule-ban határozzák meg azt a munkát, amelynél a tönkremenetel végbemegy.

A sisaktest lehet egy, vagy többrétegű. A kétrétegű sisaktestnél az amortizátor réteg a külső merev réteg alatt helyezkedik el. Háromrétegű sisaktestnél az amortizátor réteg a külső, és a belső merev réteg között van. A háromrétegű sisak, a kétrétegűhez viszonyítva, nagyobb merevséggel rendelkezik, azonban az ütéssel szembeni ellenállóképessége kisebb a vékonyított külső réteg miatt.

A felfüggesztésnek az ütésnél fel kell vennie az  $F_{\dot{u}}$  erő kinetikus energiáját és át kell alakítania potenciális deformációvá,  $U_H$ -húzó, illetve  $U_{NY}$ -nyomó energiává. A felfüggesztés deformációja terheletlenül minimális legyen, azért, hogy kizárja a sisak lecsúszását a szemre, vagy a tarkóra.

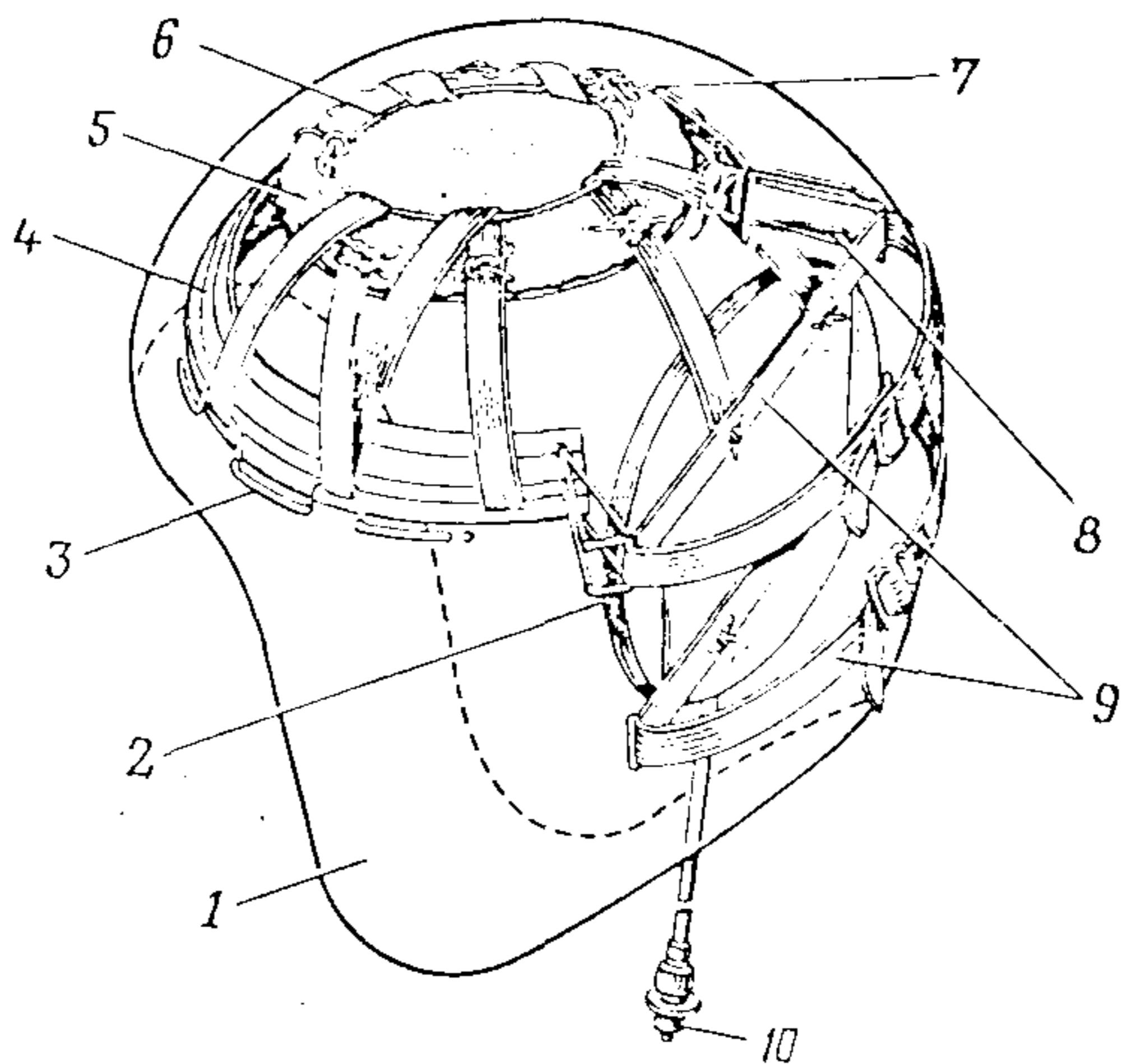
A repülésben használt sisakok három típusú felfüggesztéssel készülnek:

- szalag felfüggesztés olyan elemekkel, amelyek húzásra vannak igénybevéve,
- nyomással dolgozó felfüggesztő elemek,
- kombinált felfüggesztés, melynél a felülről ható ütésnél a szalagfelfüggesztés dolgozik, oldalütésnél a nyomással működő felfüggesztés (5. sz. ábra).

A különböző anyagok nyomó- és húzóvizsgálatának tapasztalatai megmutatták, hogy amíg a külső erők nem haladják meg az ismert határokat, a feszültség, amely létrejön az anyagban arányos a relatív nyúlással ( $\epsilon$ ) és az anyag rugalmassági modulusával (E):

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (7)$$

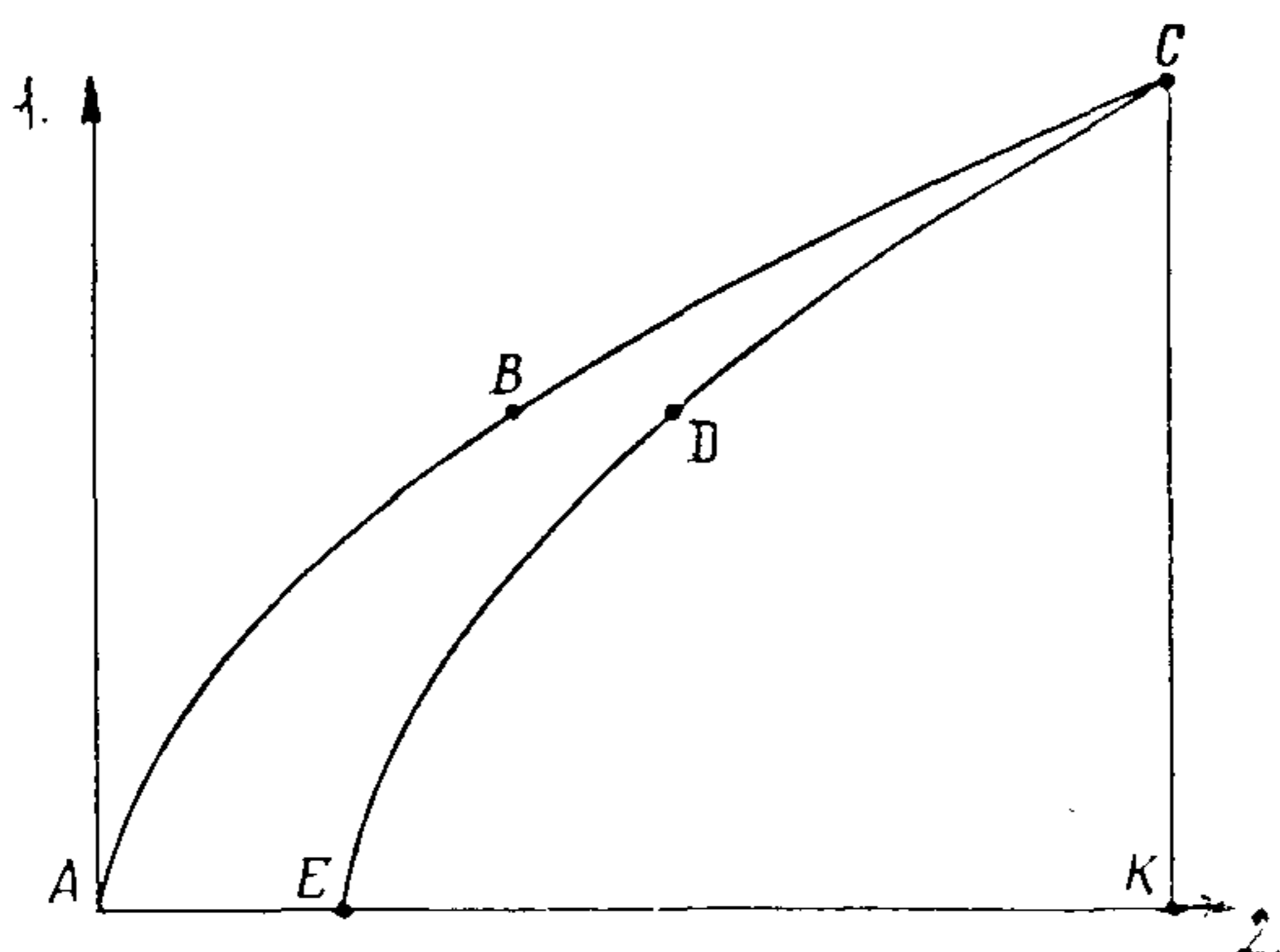
Az anyagok viselkedése húzásnál, vagy nyomásnál a legjobban megérthető a húzás-diagramból (6. sz. ábra). A görbe ABCKA területe azt a deformációs munkát képviseli, amely felhalmozódik az anyagban potenciális energia formájában. Az EDCKE terület viszont azt a munkát képviseli, amely visszanyerődik, ha megszüntetjük a terhelést.



5. ábra

Védősisak felfüggesztői

1—sisak, 2—homlok szabályozó, 3—zsinór, 4—szabályozó, 5—párna, 6—sisak magasságállító zsinór, 7—párna rögzítő zsinór, 8—fejméret beállító zsinór, 9—tarkórész határoló szalagok, 10—maszk kompenzátor csatlakozó.



6. ábra

Anyag húzódiagrammja. 1—terhelés, 2—nyúlás

Minél kisebb az EDCKE terület, annál kisebb a visszanyert energia. Az  $U_H$  meghatározására felírhatjuk:

$$U_H = F_H \cdot \Delta L_H \cdot \eta \quad (8)$$

ahol:  $\eta$  – a diagramból kapott tényező, mely az ABCKA és EDCKE területek viszonyát fejezi ki.

Húzásra igénybevett felfüggesztés céljára kapronból és más plasztikus anyagból készült szalagokat használnak, valamint természetes bőrt. Nyomásra igénybevett felfüggesztéshez gumiszivacsot, gázzal telített műanyaghabokat használnak, melyek pozitív tulajdonsága az, hogy visszanyerik eredeti formájukat összenyomás után. Ilyen műanyaghabok sűrűsége  $0,1-0,2 \text{ g/cm}^3$ . A műanyag habok szilárdsága függ a sűrűségüktől is és értéke  $20-70 \text{ daN/cm}^2$ . A felfüggesztés némely eleme, amely nyomásra dolgozik, olyan is lehet, hogy a sisak beállítására is szolgál. Ha a sisak magasan van, ki lehet cserélni a felső amortizátort vékonyabbra, ha viszont a sisak lecsúszik a szemre, akkor vastagabbra kell cserélni. A sisak készletébe tartozik kétféle méretű homlok amortizátor is.

A felfüggesztés szükséges  $S$  keresztmetszetét az

$$S = \frac{F_{\dot{U}}}{\sigma} \quad \text{kifejezéssel lehet meghatározni.}$$

Azonban a terhelés ütésszerű jellege miatt az anyagban ébredő feszültségek kétszeresek lesznek a statikus terheléshez viszonyítva. Ezért a felfüggesztés számított keresztmetszetét meg kell kettőzni. A felfüggesztés anyagának kiválasztásánál elsődlegesen olyan anyagokat kell számításba venni, amelyek a legnagyobb mennyiségű energiát képesek elnyelni egységnyi térfogatban, minimális deformáció mellett, húzásnál, vagy nyomásnál.

A fajlagos  $U_{HF}$  munka kifejezése, amit elnyel az anyag egységnyi térfogata húzásnál ( vagy nyomásnál) a következő formában írható fel:

$$U_{HF} = \frac{\sigma_H^2}{2 \cdot E} = \frac{E \cdot \epsilon^2}{2} \quad (9)$$

ahol:  $H$  – a húzószilárdság határértéke.

Ez az egyenlet lehetővé teszi  $U_{HF}$  meghatározását a  $\sigma_H$ , vagy az  $\epsilon$  relatív nyúlás függvényében.

Guminál, melynek a rugalmassági modulusa  $E=10,5 \text{ daN/cm}^2$  és a szilárdsági határértéke  $\sigma_H = 21 \text{ daN/cm}^2$ , a fajlagos munka  $21 \text{ daN/cm}^3$ . Azonban a gumí jelentős nyúlása miatt nem ajánlott belőle felfüggesztést készíteni.

A potenciális energia legnagyobb értéke egységnyi térfogatú anyagnál, amit még maradandó deformáció nélkül bír el, a (9) formulával állapítható meg, az anyag rugalmassági modulusából és szilárdsági határértékéből.

A szalag felfüggesztésekre jó anyag a kapron, nyomásra dolgozó feltámasztáshoz pedig a polisztirolhab, vagy a szivacsgumi.

A felfüggesztéshez használt anyagok jellemzőit a 4. sz. táblázat tartalmazza. Az oxigénmaszk meghúzásának kompenzátora biztosítja a maszk arcra feszülést akkor, ha a külső nyomáshoz képest a belső, maszkon belüli nyomás megnövekszik. Ez a szerkezet egy gumi-kamrából áll, amely kapron huzatba van a sisakon, valamint a sisakhoz rögzített gombbol. A gumipárnát egy csatlakozóval ellátott cső egyesíti az oxigénrendszerrel. A kompenzátor a következőképpen dolgozik: amikor a maszkban és a kompenzátor gumipárnájában a belső nyomás megnő, a gumipárna felfújódik és szorosabban feszíti a maszkot az arcra.

A fül-betétek hangelnyelő, puha párnából állnak. A párna szorosan a fejhez simul és izolálja a fület a zajtól.

Anyag	Sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Rugalmassági modulus $\sigma$ daN/cm <sup>2</sup>	Határ- szilárdság daN/cm <sup>2</sup>	$U_{HF}$ fajlagos elnyelt munka daN/cm <sup>3</sup>
Húzásra dolgozó fel- függesztéshez:				
kapron szalag	1,15	15000	650	13
króm-bőr	1,0	1000	200	20
gumi	0,95	10,5	21	21
Nyomásra dolgozó felfüggesztéshez:				
szivacsos gumi	0,2	5	10	10
sztirolhab	0,1	550	20	0,4
sztirolhab	0,2	1400	50	0,9

A párna anyaga puha, szivacs-gumi és szarvasbőr, vagy fólia bevonatú. A kétoldalú kapcsolat céljára a sisak fülhallgatóval és mikrofonnal (gégemikrofonnal) van ellátva. A fülhallgatót a fülbetétekbe helyezik, a gégemikrofont a nyakra, szalaggal a rendes mikrofont pedig egy tartóra, vagy az oxigénmaszkba. A mikrofon membránjára ható levegőrezgések, mely rezgést a beszéd, vagy más zaj kelt, által működik. A mikrofon és az ajkak optimális távolsága 0,6–1,5 cm.

A fényszűrő a szem védelmére szolgálja a vakító napsugárzással, vagy fényszóróval szemben, valamint az arc védelmére katapultáláskor – a légáramlattól. A fényszűrőt polikarbonátból, organikus üvegből készítik, 3–4 mm vastagsággal. A fényszűrő a sisakhoz van erősítve, s rögzíthető felhúzott, vagy leeresztett állapotban.

Fordította: K. S.

## TARTALOMJEGYZÉK

A repülőorvostan elmélete és gyakorlata	1
A legfontosabb biztonsági ellenőrzés: a magatartás	11
BLACK kanyonbeli fatális ejtőernyős ugrás	14
Sisakok	15